

УДК 681.3

А.А. Жилина, В.Н. Кострова, Ю.П. Преображенский
**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ВЫБОРА
УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПОДХОДА**

*Российский новый университет
Воронежский государственный технический университет
Воронежский институт высоких технологий*

В данной работе проведен анализ общей постановки оптимизационной задачи, связанной с выбором управленческих решений. Проведена разработка методики, позволяющей проводить статический анализ организационной структуры предприятия с привлечением графового подхода и метода структурных матриц. Граф, описывающий информационные связи, представляется при помощи матрицы смежности. В методике выделяются несколько этапов: определение вектора состояния в системе, определяются выходы в каждом структурном подразделении; затем выявляются взаимосвязи, которые есть среди подсистем; дальнейший анализ системы определяется тем, какая существует детализация по направлениям работы каждой из подсистем. В качестве основных выбирались три вида характеристик в организационной системе: задачи, исполняемые в каждом из подразделений; связи, которые возникают между задачами и имеют разную интенсивность; причины, которые вызвали определенный тип связей. Построена матрица, в которой содержатся характеристики связей среди поименованных задач, исполняемых в отделах организационной структуры. Показано, каким образом задача линейного программирования решается на основе приближенного способа. Отмечается, что рассмотренный приближенный метод довольно легко реализовать. Получен оптимальный план задачи, при этом нет лимита по корпоративным ресурсам.

Ключевые слова: организация, управление, оптимизация, структура, графовый подход.

Введение. Развитие современных организаций основывается на эффективном использовании процессов управления. Получение управленческого решения связано с анализом, прогнозированием, оптимизацией, экономическим обоснованием и выбором альтернативы по множеству вариантов, когда достигается конкретная цель в системе менеджмента. В качестве основы управленческого решения можно рассматривать требование по снижению остроты или полному снятию проблемы, то есть действительные параметры объекта приближаются к желаемым, прогнозным [1].

Материалы и методы. Проведем анализ общей постановки оптимизационной задачи, связанной с выбором управленческих решений.

Будем считать, что можно задать организационную структуру производственного предприятия (ПП) на основе графовой модели. Имеем M структурных отделов ПП, для них проводится решение задач, связанных с планированием и управлением; μ - является общим количеством задач по

планированию и управлению. Полагаем, что в каждой e -й задаче есть совокупность оценок по тому, какая продолжительность $c\ddot{e}^{(1)}$, надежность $c\ddot{e}^{(2)}$, стоимость $c\ddot{e}^{(3)}$ и др, $e = \overline{1, \mu}$. Когда есть информационная связь среди e -й и s -й задачами, есть информация по оценкам $C_{es}^{(1)}$, $C_{es}^{(2)}$, $C_{es}^{(3)}$,... Требуется определить распределение задач относительно вершин графа в организационной структуре, для которого анализируемый критерий в однокритериальной оптимизации характеризуется оптимальным значением [2-4]. Затем задачу решают по всему набору критериев.

Будем представлять граф, описывающий информационные связи на базе матрицы смежности $\|k_{ij}\|, i = \overline{1, r}, j = \overline{1, r}$, здесь r – является числом вершин в графе. За счет учета свойств симметричности в элементах матрицы по диагонали, мы будем рассматривать лишь те элементы, для которых удовлетворяется условие $i < j$.

Определим булевы переменные:

$$x_{e_i} = \begin{cases} 1, \text{ если } e - \text{я задача будет принадлежать } i - \text{й вершине в графе} \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases}$$

При учете условий задачи, получатся ограничения:

$$\sum_{e_i=1}^{\mu} x_{e_i} = 1, \quad i = \overline{1, r} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{\mu} x_{e_i} \leq r_e \quad e = \overline{1, \mu}$$

здесь r_e – является числом задач e -го вида, $\sum_{e=1}^{\mu} r_e = n$.

Определим дополнительные переменные:

$$y_{s_j} = \begin{cases} 1, \text{ если } s - \text{я задача размещена в } j - \text{й вершине графа} \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases}$$

$$z_{e_i s_j} = \begin{cases} 1, \text{ если } e - \text{я задача лежит в } i - \text{й вершине, а } s - \text{я задача - в } j - \text{й} \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases}$$

Определим по переменным $y_{s_i}, z_{e_i s_j}$ следующие ограничения:

$$x_{e_i} - y_{s_j} = 0, \quad i, j = \overline{1, r}; s, l = \overline{1, \mu}; i = j; e = s \quad (2)$$

$$r \cdot x_{e_i} - \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{\mu} e_i s_j = 0, \quad i = \overline{1, r}; e = \overline{1, \mu}; \quad (3)$$

$$r \cdot y_{s_j} - \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{\mu} e_i s_j = 0, \quad j = \overline{1, r}; e = \overline{1, \mu}$$

Указанное условие (2) показывает, что есть совпадение значений переменных x_{e_i} , и y_{s_j} , а условие (3) демонстрирует, что $z_{e_i s_j}$ имеет

значение "1" лишь в том случае, если $x_{e_i} = y_{s_j} = 1$. В таких случаях проведение суммарной оценки в организационной структуре на базе 1-го критерия качества при учете информационных связей мы можем так:

$$\sum_{i=1}^r \sum_{e=1}^{\mu} c_e^{(1)} x_{e_i} + \sum_{j=1}^r \sum_{l=1}^r \sum_{s=1}^{\mu} \sum_{e=1}^{\mu} c_{es}^{(1)} k_{ij} z_{e_i s_j}$$

В результате, для общей постановки задачи будем иметь требование по минимизации линейной формы:

$$c^{(1)} = \sum_{i=1}^r \sum_{e=1}^{\mu} c_e^{(1)} x_{e_i} + \sum_{j=1}^r \sum_{l=1}^r \sum_{s=1}^{\mu} \sum_{e=1}^{\mu} c_{es}^{(1)} k_{ij} z_{e_i s_j}$$

для ограничений

$$\sum_{e_i=1}^{\mu} x_{e_i} = 1, \quad i = \overline{1, r}$$

$$\sum_{i=1}^{\mu} x_{e_i} \leq r_e \quad e = \overline{1, \mu}$$

$$x_{e_i} - y_{s_j} = 0, \quad i, j = \overline{1, r}; s, l = \overline{1, \mu}; i = j; e = s$$

$$r \cdot x_{e_i} - \sum_{i=1}^r \sum_{l=j=1}^{\mu} e_i s_j = 0, \quad i = \overline{1, r}; e = \overline{1, \mu};$$

$$r \cdot y_{s_j} - \sum_{i=1}^r \sum_{l=j=1}^{\mu} e_i s_j = 0, \quad j = \overline{1, r}; e = \overline{1, \mu}$$

Такую задачу однокритериальной оптимизации мы можем быть решить на базе известных алгоритмов [2-4]. При этом понятно, что указанный подход не дает возможностей для классификации причинно-следственных связей и характеристики их интенсивности. Поэтому, требуется осуществить процессы описания и изучения по отдельным элементам в организационной структуре и по связям среди них. На основе системного анализа, есть возможности для получения информации о том, какая степень нагруженности каких-то элементов в системы и какова их значимость, исследования возможностей формирования параллельных способов передачи информации с тем, чтобы разгрузить отдельные элементы в системе, обеспечить устойчивость системы вследствие создания резервных связей, и еще найти и провести коррекцию целого ряда свойств.

Нами была проведена разработка методики, позволяющей проводить статический анализ организационной структуры с привлечением графового подхода и метода структурных матриц. Анализ происходит при помощи нескольких этапов. Для первого этапа идет определение вектора

состояния в системе, при этом идет определение выходов в каждом структурном подразделении.

Для второго этапа в структурной матрице идет выявление взаимосвязей, которые есть среди подсистем: строки матрицы отображают функциональные подсистемы, а столбцы – данные по связям (по входам и выходам) каждой из подсистем. Как результат такого этапа получается оргграф G , в нем есть соответствие вершин и подразделений организационной структуры, есть соответствие дуг и связей среди подразделений. Помимо этого, идет определения и матрицы инцидентности $M(G)$ графа G . Есть соответствие строк матрицы $M(G)$ и вершин в графе G , а также между столбцами и дугами.

Проведение дальнейшего анализа системы определяется тем, какая детализация по направлениям работы каждой из подсистем, как выделяются отдельные задачи и подзадачи и устанавливаются прямые и обратные связи между ними.

Как основные считались такие три вида характеристик в организационной системе:

- задачи, исполняемые в каждом из подразделений ПП;
- связи, которые возникают между задачами и имеют разную интенсивность;
- причины, которые вызвали определенный тип связей.

Основываясь на полученных сведениях, может быть построена матрица, в которой содержатся характеристики связей среди поименованных задач, исполняемых в отделах организационной структуры. В матрице в месте пересечения r -й строки и j -го столбца идет указание характеристики связи среди двух задач, которые поименованы для строки и столбце. Такую характеристику можно считать, как двойкою: на основе буквенного индекса обозначается сила связи среди задачи, на основе цифрового обозначения - причина, вследствие которой требуется связь такого вида. Проводилась оценка степени связи при помощи шкалы, состоящей из шести градаций:

А – является сверхвысокой силой связи (функционирование мало возможно, если не будет совместного управления связанных задач);

Е – является обоснованной связью (могут быть серьезные сбои, если нет тесных контактов, когда выполняются задачи);

С – является важной связью (желательно наличие тесных контактов);

О – является обычной связью (желательны некоторые контакты);

V- являются не связанными между собой задачами;

X- связь среди задач нежелательна.

Проведение идентификации причин, которые вызвали какую-то из связей, идет таким образом:

1. - необходимо осуществлять постоянную координацию при выполнении работ;
2. - требуется поддержка регулярных личных контактов среди сотрудников;
3. - особенности функций определяют обмен знаниями на базе того, что идет консультирование, экспертиза, визирование и др.;
4. - пользуются одними и теми же источниками информации;
5. - за счет объединения руководства задачами улучшается загрузка персонала;
6. - осуществляется использование одного и того же оборудования;
7. - требуется контроль по выполнению обеих задач, относящихся к одному центру и др.

Проведение оценки связей осуществляется руководителями отделов и исполнителями. Если необходимо, то проводят обсуждение, и заносят в матрицу компромиссный вариант. Когда завершено описание задач, исполняемых в отделах ПП, и взаимосвязей среди них, то осуществляют декомпозицию всего множества задач по модулям на основе того, что выделяют компоненты сильной связности для ориентированного графа.

В решении содержатся рекомендации по тому, как целесообразно формировать подразделения в организационной структуре. Проведение выработки рекомендаций по тому, как организовать те или иные подразделения – является многоэтапным процессом, в нем каждое из предложений, которое было получено на основе метода систематизации местоположения объектов, снова обсуждается и идет уточнение оценок связей среди функций до тех пор, пока не будет получено согласие среди управляющих по обоснованиям, которые закладываются в виде основы организационных решений. Как раз оценки управляющих могут рассматриваться в виде сердцевины такого подхода. После их получения и согласования, процесс объединения взаимосвязанных функций в виде однородных подразделений можно осуществить при помощи формальной процедуры.

После того, как окончена процедура получают описание и именованные связи по всем элементам предлагаемой структуры СоЭС.

На первом этапе при изучении СоЭС применяется статический анализ. Затем анализ базируется на исследовании динамических особенностей в процессах управления. За счет идентификации можно проводить формирование прецедентов, при этом увязываются задачи, которые относятся к разным подсистемам. Потом на базе информации, которая получена при проведении статического описания системы, идет

построение диаграмм взаимодействия и идет выполнение параметрических исследований, которые связаны с моделированием поведения систем.

На следующем этапе после того, как проверена правильность прецедента осуществляют имитационное моделирование, оно дает возможности для получения таких важнейших характеристик в организационной структуре, как:

время, которое было затрачено на то, чтобы обработать задания по каждому отделу ПП;

значение среднего и максимального количества заданий, которые ожидали обработку в каждом отделе;

значение среднего и максимального времени ожидания в очереди по одной заявке и т.д.

На основе результатов моделирования можно, таким образом, сделать оценку эффективности работы организационной структуры и проводить исследование альтернативных вариантов ее построения.

Мы считаем, что интерес представляет применение концепции стратегической социально-экономической единицы (ССЕ). В ССЕ включено направление или совокупность направлений социально-экономической работы при четко определенной специализацией, множеством конкурентов, рынков и др. В каждой ССЕ необходимо, чтобы содержалась собственная генеральную цель, которая отличается от того, какие цели других ССЕ, она может быть связана с отделением, филиалом, группой цехов или отдельным цехом, т.е. быть в разных уровнях иерархической структуры, при этом статус центров прибыли может возникать для отдельных производственных и функциональные подразделений [5].

Результаты. Рассмотрим особенности формальной постановки задачи. Будем считать, что N - является множеством ССЕ, $|N| = n$. Те ССЕ, которые входят в организацию, обозначим индексом J . Будем считать, что M_i – является множеством инноваций i , их можно внедрять в организации во время планового периода. Считаем, что по каждому ССЕ j идет задание списка инноваций M_j . При этом в списках инноваций могут быть одинаковые элементы, а в соответствующих множествах имеются непустые пересечения. Сделаем предположение, что вследствие внедрения инновации i на ССЕ j будет достигнут экономический эффект c_{ij} . Будем предполагать также, что измерение вложений по собственным и корпоративным ресурсам [6] происходит в денежном выражении. Предположим, что при внедрении инновации i на ССЕ j определяет необходимость в a_{ij} единицах собственных ресурсов и A_{ij} единиц корпоративных. Есть ограничение собственных средств величинами k , размер объема корпоративного фонда равняется B . Вследствие указанных особенностей того, как внедряются инновации, определим булевы

переменные $x_{ij} \in \{0,1\}$, здесь $x_{ij} = 1$, если происходит внедрение инновации $i \in M_j$ в организации $j \in N$ и $x_{ij} = 0$, иначе.

Затем можно сделать запись модели таким образом:

$$\max \sum_{j \in N} \sum_{i \in M_j} c_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

для условия

$$\begin{aligned} x_{ij} &\in \{0, 1\}, i \in M_j, j \in N, \\ \sum_{i \in M_j} a_{ij} &\leq b_{ij}, j \in N, \\ \sum_{j \in N} \sum_{i \in M_j} A_{ij} x_{ij} &\leq B \end{aligned}$$

Когда формулировалась модель, то мы предполагали, что скалярами будут собственные и корпоративные ресурсы, для нашего случая они характеризуются денежной формой.

Та задача оптимизации, которая была сформулирована, представляет собой задачу линейного программирования, имеющую булевы переменные. Известно [2-4], что проведение решения задач указанного типа на базе стандартных методов целочисленного программирования ведет к большим сложностям и не всегда реализуемо. С тем, чтобы решать задачи (4), нам придется воспользоваться приближенным методом, начальный его вариант описывается в [7].

Основная идея предлагаемого алгоритма заключается в том, что: проведение первоначального отбора инноваций идет, основываясь на собственных возможностях ССЕ по каждой ССЕ. Тогда, когда полученные планы дают возможности для максимизации суммарного корпоративного эффекта, то получено решение задачи отбора инноваций [8]. Помимо этого, в таком случае корпоративные ресурсы являются или слишком большими, или их нельзя рассматривать как лимитирующий фактор. Тогда, когда в первоначальном отборе инноваций требуется большой объем корпоративных ресурсов, чем планировалось, тогда проводят его последовательную корректировку. Цель корректировки заключается в том, что минимизируется отклонение от первоначального варианта, это дает возможности для удовлетворения ограничений на корпоративные ресурсы, которые привлекаются.

Первоначальное распределение получаем, когда решается задача:

$$\max \sum_{j \in N} \sum_{i \in M_j} c_{ij} x_{ij} \quad (5)$$

для условия

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, i \in M_j, j \in N, \quad (6)$$

$$\sum_{i \in M_j} a_{ij} \leq b_j, j \in N, \quad (7)$$

$$\max \left\{ \sum_{i \in M_j} c_{ij} x_{ij} \mid \sum_{i \in M_j} a_{ij} x_{ij} \leq b_j \right\}. \quad (8)$$

Обсуждение. Проводя решение по отдельности каждой из подобных задач, мы получим оптимальный план задачи (5) - (8) – $\{x_{i1}^*, \dots, x_{in}^*\}$. Предположим, что c_0 - является оптимальным значением целевой функции в задаче (5) - (8).

Определим по каждому $j \in N$ множество

$$Q_j = \{i \mid x_{ij}^* = 1\}$$

и считаем, что

$$y_j^* = \sum_{i \in Q_j} A_{ij}.$$

Если выполняется

$$\sum_{j \in N} y_j^* \leq B, \text{ тогда план } \{x_{ij}^*\} \text{ будет оптимальным планом в задаче (5) -}$$

(8). При этом корпоративные ресурсы не будут лимитирующими.

Предположим, что это не так, другими словами $\sum_{j \in N} y_j^* \notin B$. Тогда

набор $\{x_{ij}^*\}$ не будет являться допустимым планом в задаче (5) - (8) и мы сделаем переход ко второму этапу алгоритма. Задача заключается в том, чтобы найти булевы переменные x_{ij} , которые удовлетворяют неравенству (5) - (8) и дают по возможности то, что минимальным образом снижается значение целевой функции, если сравнивать с оптимальным значением c_0 в первом этапе. Используем при этом следующий эвристический алгоритм, относящийся к пожирающему типу. Проведем вычисление величины средств, которой не будет хватать для того, чтобы выполнить уже определенное плановое решение:

$$\alpha = \sum_{j \in N} y_j^* - B \quad (9)$$

По каждому предприятию $j \in N$ найдем указанную для плана $\{x_{ij}^*\}$ первого этапа инновацию, которая дает минимальное приращение по эффективности, которую относят к единице затрачиваемого на такую инновацию корпоративного фонда. То есть, сделаем определение по каждому $j \in N$ такое $i_0 = i_0(j)$, в котором достигается

$$\gamma_{i_0j} = \min_{i \in Q_j} \frac{c_{ij}}{a_{ij}}.$$

Проведем упорядочение этих величин по возрастанию:

$$\gamma_{i_0j} \leq \gamma_{i_0j_1} \leq \dots \leq \gamma_{i_0j_n}$$

Последовательно полагаем $x_{i_0j} = 0, x_{i_0j_1} = 0$ и т.д. до минимального l , для которого

$$\tilde{\alpha} = \alpha - \sum_{k=1}^n \alpha_{i_0j_k}$$

и потом сделаем повторение процесса для множеств Q_j^{\sim} и числа $\tilde{\alpha}$.

Важно указать, что обычно в алгоритмах, относящихся к пожирающему типу основываются на некотором допустимом решении и последовательным образом делают его наращивание с использованием «наиболее выгодных» переменных до того, как получено первое недопустимое решение. Процедура, которую мы предложили, является двойственной по отношению к описанной, поскольку в ней используется процесс исключения переменных, являющихся наименее выгодными, из заведомо неоптимальных решений. С точки зрения своего содержания анализируемый подход в большой степени связан с моделью финансового планирования или бюджетирования, поскольку ведет к формализации процесса корректировки плановых решений.

Рассмотренный приближенный метод довольно легко реализовать: для первого этапа он требует, чтобы решались n задач о ранце, являющихся одномерными, здесь в j -й задаче содержатся M_j переменных, а реализация второго этапа происходит на основе метода простого счета. Для того, чтобы снизить трудоемкость можно привлечь один из быстрых приближенных методов [7].

Вывод. Проведен анализ общей постановки оптимизационной задачи, связанной с выбором управленческих решений. Разработана методика формирования организационной структуры в организации на основе оптимизационного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонова А.А. Управление социально-экономическими системами в условиях модернизации / А.А.Бессонова, В.В.Дубинин, И.Я.Львович, Ж.И.Лялина, А.П.Преображенский, Е.Д.Рубинштейн, М.А.Салтыков, В.Н.Филипова, И.В.Филипова / коллективная монография / Саратов, 2013, Издательство: ЦПМ "Академия Бизнеса" (Саратов), с.110.

2. Львович И.Я. Вариационное моделирование и оптимальный выбор проектных решений. / И.Я.Львович // Воронеж: ВГТУ, 1997, 114с.
3. Львович И.Я. Имитационное моделирование структуры и параметров технологических систем / И.Я.Львович, В.Н.Фролов // Математическое и машинное моделирование: тез. докл. Всес. конф. Воронеж, 1991, с. 6170.
4. Фролов В.Н. Проблема оптимального выбора в прикладных задачах. / В.Н.Фролов, Я.Е.Львович, С.Л.Подвальный // Воронеж, Изд-во ВГУ, 1980.
5. Черников С.Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С.Ю.Черников, Р.В.Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 2 (5). С. 16.
6. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием / П.Хорват // Проблемы теории и практики управления. - 2000. - №4.
7. Калашников В.В. Математические методы построения стохастических моделей обслуживания. / В.В.Калашников, С.Т.Рачев // М.: Наука, 1988. - 310 с.
8. Воронов А.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / А.А.Воронов, И.Я.Львович, Ю.П.Преображенский, В.А.Воронов // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.

A. A. Zhilina, V. N. Kostrova, Y. P. Preobrazhenskiy
**THE DEVELOPMENT OF METHODS OF SOLVING THE PROBLEM
OF CHOICE OF MANAGEMENT DECISIONS BASED ON
OPTIMIZATION APPROACH**

*Russian new University
Voronezh state technical University
Voronezh institute of high technologies*

In this paper the analysis of a general statement of the optimization problem associated with the choice of managerial decisions. The development of techniques that allow a static analysis of the organizational structure of enterprises involving graph approach and the method of structural matrices is carried out. A graph describing information linkages is represented by the adjacency matrix. The methodology allocates several stages: definition of the state vector of the system outputs are defined in every structural unit; and then identifies interrelationships that exist among the subsystems; further analysis of the system is determined by what exists detailing the directions of each of the subsystems. As the main three kinds of characteristics in the organizational system: the tasks performed in each of the divisions; communications that occur between tasks and have different intensity; the reasons that caused a certain type of communications. Built a matrix that contains the characteristics of relationships among named tasks performed in the departments of organizational structure. It is shown how the linear programming problem is solved on the basis of the approximate

method. It is noted that the approximate method is quite easy to implement. The optimal task plan is obtained, with no limit on corporate resources.

Keywords: organization, management, optimization, structure, graph approach.

REFERENCES

1. Bessonova A.A. Upravlenie sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami v usloviyakh modernizatsii / A.A. Bessonova, V.V.Dubinin, I.Ya.L'vovich, Zh.I.Lyalina, A.P.Preobrazhenskiy, E.D.Rubinshteyn, M.A.Saltykov, V.N.Filipova, I.V.Filippova / kollektivnaya monografiya / Saratov, 2013, Izdatel'stvo: TsPM "Akademiya Biznesa" (Saratov), p.110.
2. L'vovich I.Ya. Variatsionnoe modelirovanie i optimal'nyy vybor proektnykh resheniy. / I.Ya.L'vovich // Voronezh: VGTU, 1997, p.114.
3. L'vovich I.Ya. Imitatsionnoe modelirovanie struktury i parametrov tekhnologicheskikh sistem / I.Ya.L'vovich, V.N.Frolov // Matematicheskoe i mashinnoe modelirovanie: tez. dokl. Vses. konf. Voronezh, 1991, p. 6170.
4. Frolov V.N. Problema optimal'nogo vybora v prikladnykh zadachakh. / V.N.Frolov, Ya.E.L'vovich, S.L.Podval'nyy //Voronezh, Izd-vo VGU, 1980.
5. Chernikov S.Yu. Ispol'zovanie sistemnogo analiza pri upravlenii organizatsiyami / S.Yu.Chernikov, R.V.Korol'kov // Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii. 2014. No. 2 (5). p. 16.
6. Khorvat P. Sbalansirovannaya sistema pokazateley kak sredstvo upravleniya predpriyatiem / P.Khorvat // Problemy teorii i praktiki upravleniya. - 2000. – No.4.
7. Kalashnikov V.V. Matematicheskie metody postroeniya stokhasticheskikh modeley obsluzhivaniya. / V.V.Kalashnikov, S.T.Rachev // M.: Nauka, 1988.- p.310 .
8. Voronov A.A. Obespechenie sistemy upravleniya riskami pri vzniknovenii ugroz informatsionnoy bezopasnosti / A.A.Voronov, I.Ya.L'vovich, Yu.P.Preobrazhenskiy, V.A.Voronov // Informatsiya i bezopasnost'. 2006. Vol. 9. No. 2. pp. 8-11.