

УДК 338.244:62.503.55:621.371

Л. И. НЕФЁДОВ, докт. техн. наук, проф., зав.каф., ХНАДУ, Харьков,
Ю. А. ПЕТРЕНКО, канд.техн.наук, доц., ХНАДУ, Харьков,
А. С. КОНОНЫХИН, ассис., ХНАДУ, Харьков

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОЕКТНОГО ОФИСА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ

У статті розглянута оцінка якості середовища функціонування проектного офісу в умовах високої невизначеності інформації за рахунок розробки моделей експертної оцінки вагових коефіцієнтів для різномірних екологічних чинників і функціональних зон.

Ключові слова: функціональна зона, екологічний фактор, проектний офіс, метод аналізу ієрархій

В статье рассмотрена оценка качества среды функционирования проектного офиса в условиях высокой неопределенности информации за счет разработки моделей экспертной оценки весовых коэффициентов для разнородных экологических факторов и функциональных зон.

Ключевые слова: функциональная зона, экологический фактор, проектный офис, метод анализа иерархий

In the article concerns the evaluation of environmental quality in the project office functioning under conditions of high uncertainty due to information modeling, expert assessment of weights for heterogeneous ecological factors and functional areas.

Keywords: functional area, ecological factors, project office, the method of hierarchy analyze

1. Введение

В современных городах постоянными спутниками даже здорового человека стали стрессы, усталость и недомогания, связанные как с его деловой активностью, так и с воздействием на организм различных экологических факторов.

По оценкам экспертов ВОЗ, городской житель проводит в помещениях почти 80% жизни. Исследователи, сравнивавшие воздух в офисах и жилых помещениях с городским воздухом, установили, что первые в 4-6 раз грязнее и в 8-10 раз токсичнее. Загрязнения воздуха в помещениях принято разделять на два типа - химические и микробиологические. В настоящее время известно около 1000 химических и биологических видов загрязнений, обнаруженных в воздухе помещений. Загрязнения воздуха в закрытых пространствах могут вызвать заболевания разной степени тяжести, начиная от простого недомогания и головной боли и заканчивая сильной аллергией и онкологической патологией [1].

Кроме того, на здоровье человека, много времени проводящего в офисном помещении, могут воздействовать и другие экологические факторы, снижающие комфортные условия его жизнедеятельности. К ним относятся техногенные

воздействия электромагнитных излучений, шума и вибрации, а также такие природные воздействия, как инсоляция и естественное освещение.

2. Постановка проблемы в общем виде и анализ литературы

Оценка экологического состояния помещения офиса включает в себя сбор объективных данных о состоянии окружающей среды в районе расположения здания, определение типа имеющихся вентиляционных устройств или кондиционеров, внутренний осмотр помещения, проведение инструментальных исследований с помощью соответствующих приборов основных экологических параметров обследуемого помещения, выделение и классификацию характерных зон, определение критического экологического фактора соответствующей зоны или группы неблагоприятных факторов для каждой зоны.

Исходными данными для экологической экспертизы офиса служат его размеры, число окон и отопительных устройств, характерные основные зоны продолжительного нахождения людей: рабочая зона, служебная, зона отдыха. Для выявленных зон продолжительного нахождения людей определяют их расположение относительно окон, отопительных и вентиляционных систем, узлов электропитания, а также перечень основной мебели, приборов и оборудования, входящих в данную зону. По результатам осмотра составляют общий план помещения с обозначением на нем выявленных зон продолжительного нахождения людей.

Для создания комфортных условий на рабочем месте в проектом офисе необходимо тщательно изучить и оценить текущее экологическое состояние офиса по всем экологическим факторам (ЭФ) и выработать решение по улучшению качества экологической среды. Для решения поставленной задачи возникает необходимость создания информационной технологии управления качеством экологической среды функционирования офиса. В состав такой технологии входят: модели анализа, оценки и выбора офисного помещения; модели анализа и оценки ЭФ и их предельно-допустимых уровней; модели анализа и оценки источников экологических факторов; модели анализа и оценки среды их распространения; методы построения зон комфорта и дискомфорта по каждому ЭФ и по всем одновременно; модели анализа и оценки зон комфорта и дискомфорта по выбранным критериям (площадь, количества в них сотрудников и т.д.); модели и методы выбора решений по повышению качества экологической среды функционирования проектного офиса.

Информационная технология управления качеством экологической среды функционирования офиса позволит:

- оценить среду функционирования офиса и степень влияния экологических факторов на здоровье сотрудников и состояние окружающей среды;
- проанализировать негативное влияние экологических факторов;
- выбрать эффективное планировочное решение.

При рассмотрении проблемы создания комфортных условий в офисах рассматриваются модели [2-3] оценки по каждому фактору в отдельности. Вопросу комплексной оценки по всем факторам одновременно уделяется мало внимания.

Цель статьи: повышение качества экологической среды функционирования офиса за счет разработки моделей экспертной оценки весовых коэффициентов для разнородных ЭФ функциональных зон (ФЗ) офиса.

3. Результаты исследования

Исходя из общей методологии управления проектами [4, 5], рассмотрим задачу управления качеством экологической среды функционирования офиса, которая включает следующие этапы.

1. Констатирование (постановка) проблем, т.е. определения факта превышения ЭФ над допустимыми санитарными нормами. Это определяется в ходе экологической экспертизы помещения офиса. На этом этапе выбираются расчетные точки в соответствующих функциональных зонах, определяется значение по каждому ЭФ, а также уровень превышения их над предельно допустимым значением и определяют зоны комфорта и дискомфорта.

2. Определение причин проблемы (диагноз). Для решения задач этого этапа используется технология анализа и оценки ЭФ, общая задача которого состоит в следующем [2]: известно множество ЭФ, которые имеют место в офисе и множество источников возникновения ЭФ $I = \{i_{fi}\}$ (где $f = \overline{1, f'}$ количество ЭФ, $n = \overline{1, n'}$, n' - количество источников f -го ЭФ). Известны параметры всех источников ЭФ.

Задано множество расчетных точек $X = \{x_r\} (r = \overline{1, r'})$, которые находятся в помещении офиса.

Надо определить:

– для любой расчетной точки $x_r (r = \overline{1, r'})$ значение f -го ЭФ от каждого источника Z_r^{fi} , значение комплексной оценки $Z_{компл.r}^f$ по всем источникам одновременно для f -го ЭФ, а также некую интегральную оценку Z_r^Σ для всех ЭФ и от всех источников;

– для каждого источника f -го ЭФ i_{fi} и всех источников одновременно зоны комфорта и дискомфорта и рассчитать их характеристики.

Значение $Z_{компл.r}^f$ f -го ЭФ, который имеет волновую природу распространения, в любой точке $x_r (r = \overline{1, r'})$ от всех источников его возникновения i_{fi} находится как энергетическая сумма значений уровней в результате прямолинейного распространения, отраженных от каких-либо препятствий и поверхностей, прошедших через них и дифрагирующих, т.е. криволинейных, огибающих препятствия на пути распространения. Чаще всего наибольший вклад получают за счет прямолинейного распространения. Значение $Z_{компл.r}^f$ f -го ЭФ, который имеет другую природу (химические вещества, пыль, бактериологическое загрязнение, концентрация положительных и отрицательных ионов и т.д.), в любой точке $x_r (r = \overline{1, r'})$ от всех источников его возникновения i_{fi} определяется законами диффузии и конвекцией воздуха.

Для получения интегральной оценки Z_r^Σ для всех ЭФ от всех источников аналитических методов не существует из-за различия физических и химических

свойств ЭФ. Для этой цели предлагается графический метод, когда графические проекции зон дискомфорта от каждого ЭФ и их источников накладываются друг на друга. Тогда одним из экспертных методов определяется интегральная оценка Z_r^Σ в заданной точке.

Математическое обеспечение этапа включает: базы моделей источников ЭФ; базы моделей распространения ЭФ в реальной среде; алгоритмы расчета значений ЭФ в расчетных точках; метод графической оценки зон комфорта и дискомфорта; алгоритмы расчета критериев зон комфорта и дискомфорта.

Как результат этого этапа должна быть сформулирована общая цель для достижения – обеспечение комфортных условий функционирования проектного офиса.

3. Следующим этапом является генерация решений и выбор эффективного из них для достижения поставленной на предыдущем этапе цели. Для этого рассмотрим постановку задачи генерация решений и выбор эффективного из них [3].

Существуют три основных принципа Π защиты от ЭФ: в источнике возникновения – Π_1 ; на пути распространения – Π_2 ; в защищаемом объекте (на рабочем месте) – Π_3 .

Общая задача заключается в выборе такого набора принципов $p' \in \Pi$ и соответствующего им набора видов средств и мероприятий защиты $s' \in S$ с параметрами $p' \in P$, при которых обеспечивается устойчивость основных видов жизнедеятельности по всем ЭФ с учетом ресурсов и достигаются экстремальные значения следующих критериев [3]:

– максимальное число людей, для которых обеспечивается устойчивость жизнедеятельности по всем ЭФ

$$N(p', f', p') = \max N(p, f, p) ; \quad (1)$$

– максимальное качество средств или мероприятий защиты от ЭФ

$$Q(p'', f'', p'') = \max Q(p, f, p) ; \quad (2)$$

– минимальные затраты ресурсов на средств или мероприятий защиты от ЭФ

$$C(p''', f''', p''') = \min C(p, f, p) . \quad (3)$$

При ограничениях

$$p' \in \Pi ; s' \in S(p') ; p' \in P . \quad (4)$$

Ввиду большой сложности и размерности общей задачи (1)-(4) она сводится к двум более простым частным задачам.

Первая частная задача заключается в выборе видов средств защиты или мероприятий $s' \in S(p')$ и параметров $p' \in P$ при заданных принципах p' .

Вторая частная задача состоит в выборе параметров $p' \in P$ при заданных принципах p' и видах средств защиты s' .

Основные трудности решения поставленной задачи связаны со следующими особенностями: большой размерностью задачи, разнообразием принципов, видов

средств и мероприятий защиты и возможных значений их параметров, а также с неоднородностью, несвязанностью и сложностью областей допустимого размещения; многокритериальностью; трудностью формализации архитектурно-композиционных и планировочных требований. Все это значительно усложняет решение задачи в общем виде, как с математической, так и с вычислительной точки зрения.

С целью разработки технологии структурно-параметрического синтеза средств защиты [2, 3] рассмотрим задачи определения коэффициентов важности ЭФ: v_f, v_{fj} (где $f = \overline{1, f'}$ – индекс ЭФ при условии однородности функциональной зоны, а $j = \overline{1, m}$ – индекс функциональной зоны).

Одной из основных трудностей применения моделей такого расчета есть представление сравнений в виде числовых значений по некоторой шкале. Любой метод такого представления должен удовлетворять многим критериям. Он должен правильно отображать те рассуждения, которые проявляются в результатах сравнения. Некоторая неопределенность в сравнениях не должна сильно влиять на соответствующее числовое значение, и наоборот, значительная разница в сравнениях должна отображаться настолько же значительным разбросом на числовой шкале.

Кроме того, модель должна давать близкие результаты при небольших отклонениях в числовом представлении сравнений.

Обычно при числовых попарных сравнениях двух сложных элементов не так просто бывает передать в виде точных цифр, на сколько влияние одного из элементов на достижение некоторой цели больше, чем другого. Само назначение цифр нередко кажется искусственным. Поэтому нужна систематическая процедура распределения элементов за разными рангами важности или приоритетности и присвоением каждому элементу соответствующего ранга своего числового знания.

Чтобы представить результат сравнения двух элементов в виде конкретных цифр, нужно глубокое понимание характеристик обоих сравниваемых элементов и особенно того, в какой мере их свойства влияют на достижение цели. Предусматривается, что источником для сравнений является опрос экспертов, знакомых со сравниваемыми элементами, с общей целью и их взаимосвязью. Сами сравнения указывают на относительную важность или приоритетность одного объекта по сравнению с другим с точки зрения достижения цели [6].

Рассмотрим сначала задачу определения весовых коэффициентов $v_i (i = \overline{1, n})$ для моделей при наличии разных по происхождению ЭФ и однородной функциональной зоны (ФЗ): “Какие из ЭФ существенно влияют на данную функциональную зону?”. То есть, для решения конечной задачи: “Какие именно средства или мероприятия защиты необходимо разработать для данной функциональной зоны в первую очередь?”.

На первом (верхнем) уровне находится общая цель – “Определение весовых коэффициентов (ВК) различных ЭФ для однородной функциональной зоны” (рис.1).

На втором уровне находятся критерии, которые уточняют цель (цель): K_1, K_2, \dots, K_p . Это могут быть, например, для ЭФ химическая природа, количественный показатель – гранично-допустимая концентрация, условия распространения ЭФ (летучесть, растворимость и т.п.) и тому подобное.

На третьем (нижнему) уровне находятся ЭФ: $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_f$, которые должны быть оценены.

Для оценки ЭФ необходимо получить относительную информацию о их степени вредности. Она может быть получена при помощи экспертных оценок. Для получения количественной оценки степени вредности ЭФ введем переменную «вредный ЭФ», определенную на дискретном множестве из f факторов.

Для получения матриц попарного сравнения W опрашивают экспертов, о том, на сколько по их мнению, фактор Φ_1 более соответствует содержанию «вредный ЭФ», чем фактор Φ_2 и так по каждому фактору. Для выставления оценок W эксперт при помощи шкалы Т. Саати сравнивает вредность пары факторов.

В качестве коэффициентов, полученных в результате экспертной оценки, принимают компоненты собственного вектора матрицы попарных сравнений W .

Пусть \vec{r} - максимальный собственный фектор матрицы W . С целью вычисления его компонент решим уравнение

$$W \cdot \vec{r} = \lambda \cdot \vec{r}, \quad (5)$$

где λ - собственное число матрицы W .

Препишем уравнение в координатной форме

$$\begin{cases} W_{11} \cdot r_1 + W_{12} \cdot r_2 + W_{13} \cdot r_3 + \dots + W_{1f} \cdot r_f = \lambda \cdot r_1 \\ W_{21} \cdot r_1 + W_{22} \cdot r_2 + W_{23} \cdot r_3 + \dots + W_{2f} \cdot r_f = \lambda \cdot r_1 \\ W_{31} \cdot r_1 + W_{32} \cdot r_2 + W_{33} \cdot r_3 + \dots + W_{3f} \cdot r_f = \lambda \cdot r_1 \\ \dots \\ W_{f1} \cdot r_1 + W_{f2} \cdot r_2 + W_{f3} \cdot r_3 + \dots + W_{ff} \cdot r_f = \lambda \cdot r_f \end{cases} \quad (6)$$

и канонической форме

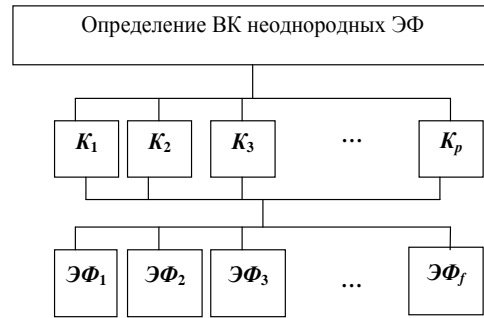


Рис. 1. Декомпозиция задачи определения ВК разных по происхождению ЭФ для однородной функциональной зоны

	Φ_1	Φ_2	Φ_3	...	Φ_f
Φ_1	1	W_{12}	W_{13}	...	W_{1f}
Φ_2	$1/W_{12}$	1	W_{32}	...	W_{2f}
Φ_3	$1/W_{13}$	$1/W_{23}$	1	...	W_{3f}
...
Φ_f	$1/W_{1f}$	$1/W_{2f}$	$1/W_{3f}$...	1

Рис. 2. Матрица попарных сравнений ЭФ по вредности

$$\begin{cases} (1-\lambda) \cdot r_1 + W_{12} \cdot r_2 + W_{13} \cdot r_3 + \dots + W_{1f} \cdot r_f = 0 \\ W_{21} \cdot r_1 + (1-\lambda) \cdot r_2 + W_{23} \cdot r_3 + \dots + W_{2f} \cdot r_f = 0 \\ W_{31} \cdot r_1 + W_{32} \cdot r_2 + (1-\lambda) \cdot r_3 + \dots + W_{3f} \cdot r_f = 0 \\ \dots \\ W_{f1} \cdot r_1 + W_{f2} \cdot r_2 + W_{f3} \cdot r_3 + \dots + (1-\lambda) \cdot r_f = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Также данную систему можно записать в матричной форме

$$(W - \lambda \cdot E) \vec{r} = 0, \quad (8)$$

где E – единичная матрица f -ого порядка.

Известно, что система однородных линейных уравнений имеет ненулевое решение только в случае, когда определитель соответствующей матрицы равен нулю

$$\det(W - \lambda \cdot E) = 0. \quad (9)$$

Разложив этот определитель, получим характеристическое уравнение f -ой степени относительно λ . Решение этого уравнения даст f значений λ .

Затем необходимо найти компоненты собственного вектора матрицы W , отвечающего λ_{\max} , для чего необходимо решение системы однородных уравнений

$$(W - \lambda_{\max} \cdot E) \vec{r} = 0. \quad (10)$$

В некоторых задачах количество элементов, которые сравниваются на уровне 3, может быть большой ($n > 9$). Кроме того, возможные трудности в сравнении некоторых из них попарно. В этом случае вводятся субкритерии на третьем уровне: $СК_1, СК_2, СК_i$, которые объединяются в группы не больше чем 9 элементов ЭФ на четвертом уровне (рис.3). Например, для $СК_1: \Phi_{11}, \Phi_{12}, \Phi_{1r}$, аналогично – для остальных.

При этом, для каждого ЭФ проверяют, какой из субкритериев описывает его наилучшим образом, и принимается приоритет этого субкритерия, понятно, что общее количество ЭФ на уровне 4 не меньше n , то есть: $r_1 + r_2 + \dots + r_i \geq n$.

Следующей задачей является задача определения весовых коэффициентов $v_{jf} (j = \overline{1, m})$

функциональных зон для моделей синтеза мероприятий и средств защиты для f -го ЭФ и j -й функциональной зоны.

Построим иерархическое представление данной задачи: “Какая функциональная зона нуждается в наибольшей защите с точки зрения экологической безопасности?” (рис. 4).

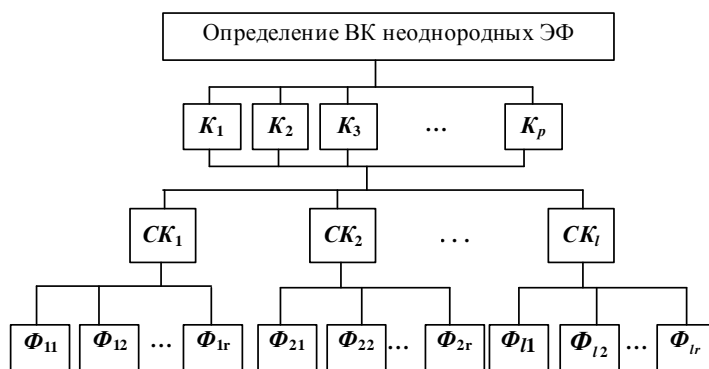


Рис. 3. Декомпозиция определения ВК разных по происхождению ЭФ для однородной функциональной зоны при наличии субкритериев $СК$

На первом уровне находится цель – “Определение весовых коэффициентов функциональных зон”. Как и раньше, на втором уровне находятся критерии, которые уточняют цель: K_1, K_2, \dots, K_η . Это могут быть критерии, которые

характеризуют отдельные функциональные зоны по предельно допустимым нормам.

На третьем уровне находятся функциональные зоны проектного офиса. Отметим, что в общем случае связи между элементами второго и третьего уровней могут быть неполными. Таким

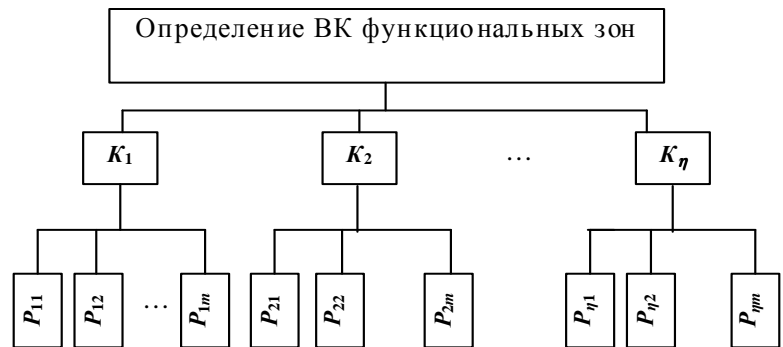


Рис. 4. Декомпозиция задачи определения весовых коэффициентов функциональных зон, которые испытывают влияние от f -го ЭФ

образом, обоснованно применение рассмотренных методов в зависимости от полноты и определенности информации.

4. Подготовка реализации проектного решения. На этом этапе выбираются мероприятия и очередность их выполнения (план мероприятий). Для выполнения этого этапа эффективным средством является «ЧКГККП», что означает Что? Кто? Где? Когда? Как? Почему? Это средство позволяет охватить всесторонне этот этап, т.е. полностью «сканировать» его причину или само решение, задавая все вопросы, которые позволяют не оставить ни одного элемента в тени.

Порядок вопросов «ЧКГККП» является в принципе логичным. Тем не менее, в зависимости от поставленной проблемы, может использоваться иной порядок. С другой стороны, для каждого из вопросов (Что? Кто? ...) полезно задаваться вопросом «Сколько?» с тем, чтобы измерить полноту полученного ответа.

5. На этапе непосредственной реализации составляется реестр сроков реализации (календарный график) мероприятий, который позволяет продемонстрировать наглядно (графически) логическую последовательность, зависимость и параллельность различных этапов деятельности, чтобы достигнуть в установленные сроки поставленной цели. Утверждение реестра сроков выполнения является фундаментальным элементом, когда приступают к реализации мероприятий.

Заключительным этапом является оценка и завершение проекта. Оценка результата реализованного проекта заключается в проведении мониторинга среды функционирования.

Таким образом, возникает обратная связь и при необходимости проводится коррекция полученного проекта. Если оценка показала, что проект достиг заданных целей, т.е. уровень качества экологической среды функционирования проектного офиса достиг требуемых величин, то проводится перспективный анализ возможных причин его ухудшения и при необходимости вырабатываются мероприятия по устранению этих причин.

Рассмотрим пример определения весовых коэффициентов функциональных зон проектного офиса в зависимости от следующих критериев освещенности:

- цветопередача;
- распределение яркости;
- уровень освещения;
- температурные характеристики;
- бликование.

В качестве функциональных зон рассматривается:

- кабинет руководителя - №1;
- рабочая зона -№2 ;
- зона отдыха - №3.
- зона совещаний- №4;

В таблице 1 приведены попарные сравнения ФЗ по цветопередаче.

Таблица 1. Попарные сравнения ФЗ по цветопередаче

	№1	№2	№3	№4	Приоритет
№1	1	1/3	7	3	0,2763
№2	3	1	7	5	0,3754
№3	1/3	1/7	1	1/7	0.0394
№4	1/3	1/5	7	1	0,1404

В таблице 2 приведены попарные сравнения ФЗ по распределению яркости.

Таблица 2. Попарные сравнения ФЗ по распределению яркости

	№1	№2	№3	№4	Приоритет
№1	1	1/3	5	1/3	0,2201
№2	1	1	5	1/3	0,2201
№3	1/5	1/5	1	1/5	0.0579
№4	3	3	5	1	0,5017

В таблице 3 приведены попарные сравнения ФЗ по уровню освещения.

Таблица 3. Попарные сравнения ФЗ по уровню освещения

	№1	№2	№3	№4	Приоритет
№1	1	1/3	5	2	0,3619
№2	1	1	5	2	0,3619
№3	1/5	1/5	1	1/5	0.0608
№4	1/2	1/2	5	1	0,2152

В таблице 4 приведены попарные сравнения ФЗ по температурным характеристикам.

Таблица 4. Попарные сравнения ФЗ по температурным характеристикам

	№1	№2	№3	№4	Приоритет
№1	1	1/3	2	1/3	0,1463
№2	3	1	2	1/3	0,2534
№3	1/2	1/2	1	1/3	0.1144
№4	3	3	3	1	0,4857

В таблице 5 приведены попарные сравнения ФЗ по блицованию.

Таблица 5. Попарные сравнения ФЗ по блицованию

	№1	№2	№3	№4	Приоритет
№1	1	1	5	3	0,3921
№2	1	1	5	3	0,3921
№3	1/5	1/5	1	7	0.1449
№4	1/3	1/3	1/7	1	0,0707

Попарно сравнил ФЗ по каждому критерию и всем одновременно, используя математический аппарат метода анализа иерархий получили следующие значения весовых коэффициентов важности ФЗ с точки зрения экологической безопасности:

- для рабочей зоны – 0,3542;
- для зоны совещаний – 0,2827;
- для кабинета руководителя – 0,2793;
- для зоны отдыха – 0,0835

Таким образом, с точки зрения экологической безопасности необходимо рассмотреть сначала рабочую зону, потом зону совещаний, кабинет руководителя и зону отдыха.

4. Выводы

В работе проведен анализ известных методов экспертной оценки и предложена методология для управления качеством экологической среды функционирования проектного офиса.

Получил дальнейшее развитие метод анализа иерархий за счет его распространения на новую предметную область - управления качеством экологической среды функционирования проектного офиса в условиях высокой неопределенности информации.

Список литературы: 1. Экология офиса. Создание комфортных условий в рабочих помещениях [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский центр гигиены и эпидемиологии «Эконтроль» – Режим доступа: http://www.ekontrol.ru/info/id_77 – Загл. с экрана. 2. Коржик Б.М. Модели анализа та оцінки рівня шуму/ Б.М. Коржик, А.Л. Нефьодова, Ю.А. Петренко // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, 1998, Вип. 3.- С. 162-169. 3. Нефедов Л.И. Модели структурно-параметрического синтеза средств защиты от шума/ Л.И. Нефедов, Ю.А. Петренко, А.Л. Нефедова // Науковий вісник будівництва. – 1999. - Вип. 7. - С. 113-117. 4. Модели и методы синтеза офисов по управлению программами и проектами: монография / [Л.И. Нефёдов, Ю.А. Петренко, Т.В. Плугина и др.] – Харьков: ХНАДУ, 2010 – 344 с. 5. Управление проектами / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, С.А. Титов и др. Справочное пособие / Под ред. И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. – М.: Высшая школа, 2001. – 875 с. 6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Поступила в редколлегию 03.01.2012

УДК 65.012.123

Л. І. НЕФЬОДОВ, докт. техн. наук, проф., зав.каф., ХНАДУ, Харків,
Д.О. МАРКОЗОВ, асис., ХНАДУ, Харків

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ТОВАРИ

У статті розроблено математичну модель прогнозування вірогідного попиту на