

УДК 027.7:65.012.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ БИБЛИОТЕКОЙ ВУЗА

Б.П. Бочаров, М.Ю. Воеводина

(Группа компьютеризации библиотечно-информационных процессов
журнала «Библиотеки учебных заведений», г. Харьков, Украина)

Статья посвящена решению вопросов создания теории, методов, алгоритмического и программного инструментария человеко-машинной интерактивной системы поддержки принятия решений, предназначенной для рационального управления библиотечными процессами.

Ключевые слова: управление библиотекой, автоматизация библиотеки, теория принятия решений, многокритериальная задача

Стаття присвячена рішення питань розробки теорії, методів, алгоритмічного і програмного інструментарію людино-машинної інтерактивної системи підтримки прийняття рішень, призначеної для раціонального управління бібліотечними процесами.

Ключові слова: керування бібліотекою, автоматизація бібліотеки, теорія прийняття рішень, багатокритеріальна задача

The article is devoted to the development of the theory, methods and program tools for decision-making support man-machine interactive system designed for the modern library rational control.

Keywords: library management, library automation, decision theory, multicriterion problem

Формулировка проблемы. По мере роста накапливаемой человечеством информации всё более актуальной становится проблема хранения этой информации и возможности её оперативного получения и использования. Традиционно эта роль возлагалась на библиотеки, деятельность которых строилась, как правило, на субъективных предпочтениях и оценках.

Однако за последнее десятилетие в связи с развитием информационных технологий роль библиотеки претерпевает существенные изменения. В отличие от предыдущих лет библиотеки перестают быть исключительно хранителями печатной продукции. Современные автоматизированные библиотеки являются краеугольным камнем в фундаменте информационного общества.

В настоящее время стал очевидным тот факт, что для повышения качества обслуживания университетские и другие научные библиотеки во всем мире нуждаются в разработке инструментария для эффективного управления своей работой. В этих условиях особую важность приобретает автоматизация управления современной университетской библиотекой.

Анализ последних исследований. В международной практике университетская библиотека рассматривается как многоцелевая система [1-3]. Однако управление библиотекой не считается многокритериальной задачей. Обычно эта задача сводится к оптимизации отдельных скалярных критериев.

Важной проблемой является определение множества критериев, адекватно оценивающих качество работы библиотеки. В настоящее время нет единого мнения о том, какими критериями

должна оцениваться работа библиотеки.

В работах [4-5] проанализировано более ста различных критериев (их также называют индикаторами качества), описанных в научной литературе и международных стандартах. Предлагается подход, заключающийся в использовании когнитивных карт для определения векторного критерия, используемого для решения задачи поддержки принятия решений при автоматизированном управлении современной университетской библиотекой.

Следует отметить, что общая теория принятия решений как самостоятельное научное направление находится в стадии становления и методология создания систем поддержки принятия решений для современных университетских библиотек недостаточно разработана.

Цели статьи и формулировка задачи исследования. Актуальность проведенных исследований основана на необходимости построения адекватной модели функционирования библиотеки и возможности прогнозирования состояния при изменении различных параметров. Необходимо разработать эффективный механизм выбора для возможности оценки альтернативных стратегий управления.

Для автоматизированного управления информационно-библиотечными процессами разработана модель поддержки принятия решений, учитывающая особенности функционирования библиотеки ВУЗа, которая в отличие от существующих предусматривает многокритериальный выбор альтернативных стратегий управления. Определено множество наиболее значимых критериев, характеризующих деятельность библиотеки, векторный критерий «использование учебной литературы» предложен как ключевой во множестве критериев. Разработана математическая модель распределения учебной литературы, обоснована процедура оценки качества распределения и определена область, в которой следует искать оптимальное распределение. Модели и методы обобщенного математического программирования модифицированы для задач поддержки принятия решений при управлении библиотекой ВУЗа.

В статье представлен программный комплекс «Интерактивная система поддержки принятия решений при управлении библиотекой», который автоматизирует основные этапы принятия решений при управлении библиотекой ВУЗа:

- выдвижение целей; поиск альтернативного способа их достижения;
- логика выбора альтернатив и обоснование механизма выбора;
- анализ решения.

Изложение основного материала исследований. Предлагаемая в данной статье математическая модель распределения учебной литературы позволяет формализовать понятие «книгообеспеченность» и использовать коэффициенты книгообеспеченности для сравнения альтернатив управления. Следует отметить, что в предложенной модели задача комплектования фонда учебной литературы становится просто частным случаем задачи распределения.

Для разработки математической модели распределения учебной литературы необходимо определить характеристики фонда учебной литературы и множества пользователей (читателей).

Начнем с описания фонда учебной литературы.

Начнем с описания фонда учебной литературы.

Пусть $B = \{B_i, i = \overline{1, N_B}\}$ – множество наименований учебной литературы (N_B – количество наименований), а $\bar{B} = (b_1, \dots, b_{N_B})$ – вектор, определяющий количество экземпляров книг.

Будем считать, что

$$B = B^0 \cup B^+, \quad (1)$$

где

B^0 – множество наименований книг, имеющих в фонде,

B^+ – множество наименований книг, которые нужно докупить.

Тогда

$$\bar{B} = \bar{B}^0 + \bar{B}^+, \quad (2)$$

где

$\bar{B}^0 = (b_1^0, \dots, b_{N_B}^0)$ – вектор, определяющий количество экземпляров книг, имеющих в фонде,

$\bar{B}^+ = (b_1^+, \dots, b_{N_B}^+)$ – вектор, определяющий количество экземпляров книг, которые нужно докупить.

Достаточно очевидно, что $b_i = b_i^0 + b_i^+ > 0$, $b_i^0 \geq 0$, $b_i^+ \geq 0$.

Существуют два естественных ограничения, связанных с фондом учебной литературы. Первое – ограниченный объем финансирования на комплектование. В общем виде это ограничение можно записать следующим образом:

$$F_Q(\bar{B}^+) \leq H_Q < Z. \quad (3)$$

В соотношении (3) $F_Q(\bar{B}^+)$ – стоимость покупаемых книг, H_Q – сумма, которая может быть потрачена на комплектование учебной литературой, и Z – общая сумма, выделенная на комплектование.

Конкретный вид H_Q определяется специфическими особенностями каждой библиотеки и, во многом, предпочтениями ЛПР.

Стоимость покупаемых книг определяется выбранными поставщиками. Задача выбора таких поставщиков может быть предметом отдельного обсуждения и в данной работе не рассматривается. Поэтому будем считать, что для всех книг из множества B^+ определены их цены q_i^+ . Тогда соотношение (3) можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{N_B} q_i^+ b_i^+ \leq H_Q. \quad (4)$$

Второе ограничение – площадь библиотеки позволяет хранить ограниченное число книг:

$$F_S(B, \bar{B}) \leq H_S < S. \quad (5)$$

В соотношении (5) функция $F_S(B, \bar{B})$ определяет площадь, необходимую для хранения всего фонда. Отметим, что эта величина зависит не только от количества экземпляров (вектор \bar{B}), но и от типа книг (единиц хранения), который определяется множеством B . H_S – площадь, которая может быть выделена для хранения учебной литературы. Она зависит от общей площади библиотеки. Кроме того, эта величина во многом определяется специфическими особенностями каждой библиотеки.

Перейдем к описанию множества пользователей (читателей).

Пусть G – множество студентов. Разобьем это множество на непересекающиеся подмножества G_j , таким образом, чтобы студенты из каждого подмножества использовали в учебном процессе одну и ту же литературу. Такими подмножествами могут быть потоки (несколько групп одной специальности), отдельные группы или специализации внутри групп.

Пусть N_G – количество подмножеств. Можно записать:

$$G = \bigcup_{j=1}^{N_G} G_j \text{ и } \forall k, l: G_k \cap G_l = \emptyset. \quad (6)$$

Будем считать, что количество студентов в каждом подмножестве определяется вектором $\bar{G} = (g_1, \dots, g_{N_G})$.

Определим понятие «список литературы, используемой в учебном процессе». Это – мно-

жество $T \subset B$. Множество T может быть разбито на подмножества T_j – списки литературы, используемые в учебном процессе подмножеством студентов G_j .

Распределением учебной литературы будем называть множество $R = B \times G$. Если все распределения литературы в каждом подмножестве G_j считать равноценными, то множество R полностью определяется матрицей $[r_{ij}]$, $i = \overline{1, N_B}$, $j = \overline{1, N_G}$, где r_{ij} – количество экземпляров книги B_i , выделенное подмножеству студентов G_j .

Рассмотрим свойства множества $R = B \times G$. Очевидно, что если книга B_i не используется подмножеством студентов G_j , то она этому подмножеству и не распределяется. С другой стороны, книга B_i , необходимая подмножеству студентов G_j , может быть ему не выделена (например, если $b_i < N_G$ или по каким-то другим соображениям). Все вышеизложенное можно записать в виде:

$$\begin{cases} B_i \notin T_j \Rightarrow r_{ij} = 0, \\ B_i \in T_j \Rightarrow r_{ij} \geq 0. \end{cases} \quad (7)$$

Нельзя распределить больше книг, чем имеется в библиотеке, поэтому:

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} \leq b_i. \quad (8)$$

Бессмысленно распределять большее количество экземпляров книги B_i подмножеству студентов G_j , чем количество студентов в этом подмножестве. Таким образом:

$$\forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij} \leq g_j. \quad (9)$$

Если количество экземпляров книги меньше числа студентов, которые ее используют в учебном процессе, то должны быть распределены все экземпляры. В противном случае каждому студенту распределяется экземпляр книги. Это утверждение можно записать в виде

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} = \min \left\{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \right\}, \quad (10)$$

где

t_{ij} – величина, показывающая принадлежность книги B_i списку литературы T_j и определяемая по формуле

$$\begin{cases} B_i \notin T_j \Rightarrow t_{ij} = 0, \\ B_i \in T_j \Rightarrow t_{ij} = 1. \end{cases} \quad (11)$$

Обозначим как U_R множество всех возможных распределений $R = B \times G$. Достаточно очевидно, что во множество U_R попадают распределения, удовлетворяющие условиям (7-9). Пусть $U_R^0 \subset U_R$ – множество всех распределений, удовлетворяющих, кроме условий (7-9), и условию (10).

Покажем, что «оптимальное» в достаточно широком смысле распределение находится в множестве U_R^0 .

Пусть на множестве U_R определено отношение предпочтения (это может быть информация, которую ЛПР не формализует, а использует на интуитивном уровне). Обозначим отношение

предпочтения знаком " \succ ": $R^* \succ R$ означает « R^* предпочтительнее R ».

В теории принятия решений считается, что поведение ЛПР «рационально», поэтому можно определить достаточно общее свойство отношения предпочтения для распределений учебной литературы. Будем считать, что для фиксированного множества B

$$\begin{cases} \forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij}^* \geq r_{ij} \\ \exists i, j : r_{ij}^* > r_{ij} \end{cases} \Rightarrow R^* \succ R. \quad (12)$$

Теорема. Оптимальное в смысле соотношения (12) распределение находится в множестве U_R^0 .

Доказательство. Рассмотрим распределение $R \notin U_R^0$. Тогда для R не выполняется соотношение (10).

Если $\exists i : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} > b_i$, то не выполняется соотношение (8) и $R \notin U_R$.

Если $\exists i : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} > \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij}$, то не выполняется соотношение (9) и $R \notin U_R$.

Таким образом,

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} < \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \}.$$

В этом случае всегда найдется такое распределение R^* , что

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij}^* = \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \} \text{ и } \begin{cases} \forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij}^* \geq r_{ij} \\ \exists i, j : r_{ij}^* > r_{ij} \end{cases}.$$

Таким образом $R^* \succ R$, т.е. для любого $R \notin U_R^0$ найдется $R^* \in U_R^0$, которое предпочтительнее R .

Теорема доказана.

Размерность матрицы $[r_{ij}]$ очень большая ($i \sim 1000, j \sim 100$), поэтому сама матрица не подходит для оценки распределения ЛПР. Необходимо определить такие характеристики распределения, которые позволят представить информацию в виде, «обозримом» для ЛПР. Традиционно, такими характеристиками являются коэффициенты книгообеспеченности.

Дадим содержательное определение коэффициента книгообеспеченности [6,7].

Коэффициент книгообеспеченности – это степень, полнота обеспеченности книгой (или книгами) того контингента учащихся, для которых это издание (или издания) предназначено. Он выражает соотношение имеющегося ресурса к необходимому, потенциально удовлетворенного спроса (количество имеющихся экземпляров) к общей потребности в книге или книгах (количество студентов, изучающих дисциплину или дисциплины, по которым эта книга или книги используются).

Будем считать, что коэффициент книгообеспеченности подмножества студентов G_j книгой B_i выражается соотношением:

$$k_{ij} = \begin{cases} \frac{r_{ij}}{g_j}, & B_i \in T_j, \\ 0, & B_i \notin T_j. \end{cases} \quad (13)$$

Коэффициентом книгообеспеченности подмножества студентов $\tilde{G} \subset G$ книгами $\tilde{B} \subset B$ назовем выражение:

$$K(\tilde{B}, \tilde{G}) = \sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \lambda_{ij} k_{ij} \quad (14)$$

В соотношении k_{ij} определяются по формуле (3.28), а λ_{ij} – параметры, учитывающие вес (важность) распределения подмножества студентов G_j книгой B_i , причем значения λ_{ij} должны удовлетворять соотношениям:

$$\begin{cases} \forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: 0 \leq \lambda_{ij} \leq 1, \\ \sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \lambda_{ij} = 1. \end{cases} \quad (15)$$

Существуют два подхода к определению λ_{ij} . В первом случае все коэффициенты книгообеспеченности k_{ij} считаются равновесными, и $K(\tilde{B}, \tilde{G})$ – среднее арифметическое k_{ij} . С учетом соотношений (11,15) легко показать, что в этом случае:

$$\forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: \lambda_{ij} = \frac{1}{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij}} \quad (16)$$

Второй подход предполагает, что важность k_{ij} пропорциональна количеству студентов в подмножестве G_j . Тогда параметры λ_{ij} определяются следующим образом.

$$\forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: \lambda_{ij} = \frac{g_j}{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij} g_j}. \quad (17)$$

Рассмотрим этот подход подробнее. Начнем с частного случая, когда множество \tilde{B} состоит из одной книги, т.е. $\tilde{B} = \{B_i\}$. Очевидно, что соотношение (14) примет следующий вид:

$$K(\{B_i\}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} r_{ij}}{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij} g_j}. \quad (18)$$

Коэффициент книгообеспеченности подмножества студентов $\tilde{G} \subset G$ книгой B_i равен количеству распределенных экземпляров книги, деленному на общее количество студентов в множестве \tilde{G} .

В общем случае коэффициент книгообеспеченности тоже равен количеству распределенных экземпляров книг, деленному на количество студентов, использующих эти книги.

Действительно, легко показать, что если параметры λ_{ij} определяются соотношениями (16,18), то соотношение (14) можно записать

$$K(\tilde{B}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} r_{ij}}{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j}. \quad (19)$$

В числителе формулы (19) находится сумма всех экземпляров книг из \tilde{B} , выделенных множеству студентов \tilde{G} . В знаменателе – сумма количеств студентов из множеств $G_j \in \tilde{G}$, причем количество студентов из каждого подмножества G_j входит в сумму столько раз, сколько наименований книг из \tilde{B} используется этими студентами.

Рассмотрим теперь другой частный случай, когда $\tilde{G} = G$, т.е. исследуется обеспеченность книгами из \tilde{B} всего множества студентов.

Учитывая соотношение (10), легко показать, что коэффициент книгообеспеченности можно вычислить по формуле:

$$K(\tilde{B}, G) = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij}}{\sum_{j=1}^{N_G} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j} = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \}}{\sum_{j=1}^{N_G} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j}. \quad (20)$$

Из соотношения (20) следует, что коэффициент обеспеченности всего множества студентов любым подмножеством книг $\tilde{B} \subset B$ не зависит от того, как распределены эти книги.

Таким образом, коэффициент обеспеченности, вычисленный по формуле (20), может использоваться в библиотечной отчетности (книгообеспеченность учебной литературой, книгообеспеченность по циклам дисциплин, книгообеспеченность литературой, изданной за последние пять лет, и т.д.). Для оценки качества распределения учебной литературы ЛПР может использовать соотношение (14) с различными \tilde{B} и \tilde{G} , и параметрами λ_{ij} , определяемыми соотношениями (16) или (17).

Поясним все вышеизложенное на конкретном примере. Пусть в библиотеке имеется три наименования книг. Множество наименований $B = \{B_1, B_2, B_3\}$, а вектор количеств экземпляров $\bar{B} = (40, 75, 200)$. Эти книги нужно распределить между тремя подмножествами студентов. Множество $G = \{G_1, G_2, G_3\}$, вектор количеств студентов $\bar{G} = (10, 40, 100)$.

Списки литературы для подмножеств студентов T_j определены следующим образом:

$$T_1 = \{B_1, B_2\}, T_2 = \{B_2\}, T_3 = \{B_1, B_3\}.$$

Обозначим через λ_{ij} параметры важности коэффициентов книгообеспеченности k_{ij} , определенные с помощью соотношения (16). Параметры важности коэффициентов книгообеспеченности k_{ij} , вычисленные по формуле (17), обозначим как λ_{ij}^* .

Численные значения λ_{ij} и λ_{ij}^* представлены следующими матрицами.

$$[\lambda_{ij}] = \begin{bmatrix} 0,50 & 0,00 & 0,50 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}, \quad [\lambda_{ij}^*] = \begin{bmatrix} 0,09 & 0,00 & 0,91 \\ 0,07 & 0,27 & 0,67 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}.$$

Пусть $K(\tilde{B}, \tilde{G})$ – коэффициент книгообеспеченности подмножества студентов $\tilde{G} \subset G$ книгами $\tilde{B} \subset B$, определенный с помощью параметров λ_{ij} , а $K^*(\tilde{B}, \tilde{G})$ – коэффициент книгообеспеченности, определенный с помощью параметров λ_{ij}^* .

Рассмотрим два варианта распределения учебной литературы $R^{(1)}$ и $R^{(2)}$. Соответствующие матрицы численных значений распределений представлены ниже.

$$[r_{ij}^{(1)}] = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 36 \\ 5 & 20 & 50 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}, [r_{ij}^{(2)}] = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 30 \\ 10 & 40 & 25 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}.$$

Очевидно, что $R^{(1)} \in U_R^0$ и $R^{(2)} \in U_R^0$.

Коэффициенты книгообеспеченности подмножества студентов G_j книгой B_i для распределений $R^{(1)}$ и $R^{(2)}$ представлены матрицами:

$$[k_{ij}^{(1)}] = \begin{bmatrix} 0,40 & 0,00 & 0,36 \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}, [k_{ij}^{(2)}] = \begin{bmatrix} 1,00 & 0,00 & 0,30 \\ 1,00 & 1,00 & 0,25 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}.$$

Рассмотрим коэффициенты книгообеспеченности K и K^* для различных множеств книг и студентов (см. таблицу 1).

Таблица 1

Коэффициенты книгообеспеченности для распределений $R^{(1)}$ и $R^{(2)}$

Распределение $R^{(1)}$		Распределение $R^{(2)}$	
$K(\{B_1\}, G) = 0,38$	$K^*(\{B_1\}, G) = 0,36$	$K(\{B_1\}, G) = 0,65$	$K^*(\{B_1\}, G) = 0,36$
$K(\{B_2\}, G) = 0,50$	$K^*(\{B_2\}, G) = 0,50$	$K(\{B_2\}, G) = 0,75$	$K^*(\{B_2\}, G) = 0,50$
$K(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K^*(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K^*(\{B_3\}, G) = 1,00$
$K(B, G) = 0,63$	$K^*(B, G) = 0,60$	$K(B, G) = 0,80$	$K^*(B, G) = 0,60$
$K(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,50$	$K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,50$	$K(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1,00$	$K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1,00$

Определим коэффициенты книгообеспеченности, которые могут служить для сравнения двух распределений и для объективной оценки книгообеспеченности в целом.

Коэффициенты $K^*(\{B_i\}, G)$ не зависят от распределения и могут служить объективными критериями оценки обеспеченности каждой книгой. Коэффициенты $K(\{B_i\}, G)$ зависят от распределения, но не отражают его специфических особенностей. Поэтому их использование в данной ситуации не имеет смысла. То же самое можно сказать и о коэффициенте $K(B, G)$. Он зависит от распределения и не может использоваться для объективной оценки обеспеченности всех студентов всеми книгами.

С другой стороны, коэффициент $K^*(B, G)$ не зависит от распределения и гораздо объективнее оценивает обеспеченность литературой, чем понятие «книгообеспеченность», используемое сейчас в библиотечной отчетности. Действительно, в отчетах «книгообеспеченность» опреде-

ляется как количество экземпляров учебной литературы в фонде, деленное на число студентов. Для нашего примера «книгообеспеченность» равна 2,1. При этом совершенно игнорируется тот факт, что книг $\{B_1, B_2\}$ не хватает, а книги B_3 имеется в два раза больше чем необходимо. Коэффициент $K^*(B, G) = 0,6$ оценивает обеспеченность учебной литературой значительно объективнее.

Для иллюстрации еще одной оценки книгообеспеченности рассмотрим дисциплину, которая читается множеству студентов $\tilde{G} = \{G_1, G_2\}$. Пусть для изучения этой дисциплины используется одна книга - B_2 . Тогда $K(\{B_2\}, \tilde{G})$ и $K^*(\{B_2\}, \tilde{G})$ можно использовать для сравнения распределений литературы, а $K^*(\{B_2\}, G)$ – для отчетности (книгообеспеченность по дисциплине). Заметим, что значение $K^*(\{B_2\}, G) = 0,5$ отражает тот факт, что 75 экземпляров книги нужно распределить между 150 студентами (не только по данной дисциплине). А коэффициенты $K(\{B_2\}, \tilde{G}) = K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,5$ (для распределения $R^{(1)}$) и $K(\{B_2\}, \tilde{G}) = K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1$ (для распределения $R^{(1)}$) показывают лишь то, что в первом случае книги распределялись примерно поровну между студентами, а во втором книги распределялись множеству студентов $\tilde{G} = \{G_1, G_2\}$ «по потребности», а множеству студентов G_3 - «по остаточному принципу».

Проведенные исследования позволяют сформулировать векторный критерий оценки качества управления библиотекой ВУЗа, который определяется соотношением

$$K(x) = (K_1([r_{ij}]), \dots, K_{N_r}([r_{ij}]), K_1(\hat{X}), \dots, K_{N_t}(\hat{X})),$$

где

x – предъявление, или вектор регулируемых параметров задачи.

Оптимальное значение x находится в области компромиссов, которая определяется соотношениями (1-10) и вектором \hat{X} – выбранными ЛПР технологическими параметрами:

$$\hat{X} = (\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_{\hat{N}}), \forall m = 1, \hat{N} : l_m^- \leq \hat{x}_m \leq l_m^+.$$

Алгоритм принятия решений при управлении современной библиотекой, представляющий собой развитие многошаговой схемы обобщенного математического программирования с параллельно-последовательной информационной структурой, представлен на рис. 1.

Критерии $K_1([r_{ij}]), \dots, K_{N_r}([r_{ij}])$ – коэффициенты книгообеспеченности, определяемые соотношением (14).

Критерии $K_1(\hat{X}), \dots, K_{N_t}(\hat{X})$ оценивают дополнительные технологические параметры, выбранные ЛПР.

Сходимость (с точностью ϵ) и конечность алгоритма доказана в [8]. Суть алгоритма состоит в последовательном усечении (путем сепарации) области допустимых решений, представленной в виде множества альтернатив.

Описанные выше модели, методы и алгоритмы позволили разработать программный инструментарий – пакет программ «Интерактивная система поддержки принятия решения при управлении библиотекой».

В качестве основы для реализации системы выбрана технология «клиент-сервер». Взаимодействие ЛПР и экспертной системы осуществляется с помощью web-интерфейса.



Рис 1. Алгоритм принятия решений при управлении библиотекой.

При выборе инструментальных программных средств, с помощью которых осуществлялась разработка СППР, учитывались следующие условия:

1. Наличие СУБД при использовании реляционной модели данных, возможность конвертации в форматы других СУБД.
2. Возможность использования библиотеки расчетных задач.
3. Возможность графической визуализации данных.
4. Объектно-ориентированная модель диалоговой системы с использованием многооконного интерфейса, расширенного использованием вспомогательных функциональных элементов (кнопки, переключатели и пр.).
5. Возможность доступа к ресурсам памяти для проведения расчетов для объектов значительной размерности.

6. Возможность эксплуатации СППР при управлении библиотекой, по крайней мере, в двух операционных системах – Windows и UNIX (сюда включаются и UNIX-подобные системы, например, Linux и FreeBSD).

Архитектура системы поддержки принятия решений при управлении современной библиотекой представлена на рис. 2.

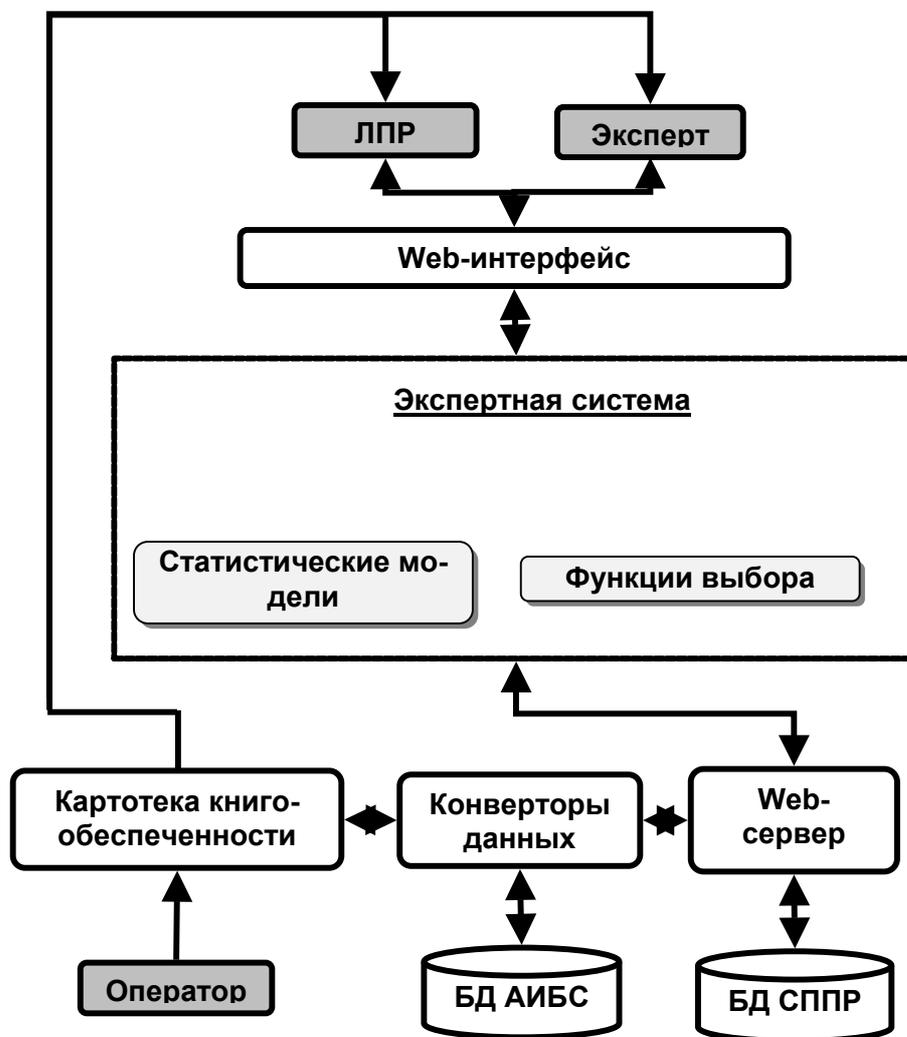


Рис. 2. Архитектура СППР.

Система представляет собой сложную систему взаимодействий объекта (библиотеки), экспертов, ЛПР, операторов, экспертной системы СППР, различных СУБД и интерфейса, связывающего эти подсистемы.

Вся информация о фонде библиотеки и учебном процессе вводится в отдельную подсистему программного комплекса – «картотеку книгообеспеченности». Эта подсистема может эксплуатироваться автономно и дает возможность генерировать для экспертов и ЛПР набор стандартных отчетов.

Так как задачи, решаемые каждой подсистемой СППР, различны, то целесообразно для каждой подсистемы выбирать специфические инструментальные программные средства.

Для картотеки книгообеспеченности выбрана среда программирования Delphi. Простота проектирования интерфейсных элементов, открытость формируемых приложений делают исполь-

зование этой среды более продуктивным, чем работа в других средах.

Для создания конверторов данных используется универсальная программа работы с текстовыми файлами AWK, которая поддерживает полноценный язык программирования и регулярные выражения. Программа распространяется свободно, имеет открытый исходный код и адаптирована для многих операционных систем, поддерживающих язык программирования C.

В настоящее время выбор инструментальных программных средств, реализующих технологию «клиент-сервер» и web-интерфейс, по сути дела превращается в выбор из двух альтернатив – либо приобрести лицензионные продукты, общая стоимость которых может составлять десятки тысяч долларов, либо воспользоваться бесплатными программными продуктами с открытыми исходными кодами.

Выбор свободно распространяемых программ может быть обусловлен следующими соображениями:

1. Программные продукты с открытым кодом, как правило, адаптированы к нескольким операционным системам (Windows, UNIX-подобные системы и другие).

2. Получение полноценной технической поддержки лицензионных программных продуктов весьма проблематично.

3. Бесплатные программные продукты в некоторых случаях работают лучше, чем коммерческие (это подтверждают многочисленные тесты). Программы постоянно тестируются миллионами пользователей и все найденные ошибки устраняются в очень короткие сроки.

Исходя из всего вышеизложенного, можно определить инструментальные программные средства, используемые для реализации технологии «клиент-сервер» и web-интерфейса:

- Web-сервер – Apache.
- Система управления базами данных – MySQL.
- Средства генерации динамических страниц HTML на стороне сервера с возможностью подключения к базам данных – PHP.
- Средства генерации динамических страниц на стороне клиента – JavaScript.

Выводы исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Задача управления библиотекой ВУЗа всесторонне исследована и сформулирована как многокритериальная задача обобщенного математического программирования. Впервые для автоматизированного управления информационно-библиотечными процессами разработана модель поддержки принятия решений, учитывающая особенности функционирования библиотеки ВУЗа, которая в отличие от существующих предусматривает многокритериальный выбор альтернативных стратегий управления.

Определено множество наиболее значимых критериев, характеризующих деятельность библиотеки, и предложен векторный критерий «использование учебной литературы» как ключевой во множестве критериев.

Разработана оригинальная математическая модель распределения учебной литературы, обоснована процедура оценки качества распределения и определена область, в которой следует искать оптимальное распределение; модели и методы обобщенного математического программирования модифицированы для задач поддержки принятия решений при управлении библиотекой ВУЗа.

Представляется перспективным распространение результатов исследования на электронные библиотеки, которые становятся одной из наиболее значимых составляющих дистанционного образования. Современное развитие дистанционного образования требует создания межвузовской многопрофильной информационной системы, которая должна стать составной частью образовательной среды. Такая система должна включать в себя центральную электронную библиотеку, сеть филиалов и сеть рабочих мест, где преподаватели ВУЗов, организаторы образования, студенты, учащиеся школ смогут получать необходимую им информацию.

Список использованных источников

1. Полл Р., Бокхорст П. Измерение качества работы. Международное руководство по измерению эффективности работы университетских и других научных библиотек./ Пер. с англ. Н. В. Соколовой; Под. ред. О. Ю. Устинова. – М.: Логос, 2002. – 152 с.
2. Moore N. *Measuring the Performance of Public Libraries: a Draft Manual*. – Paris: General Information Programme and UNISIST, UNESCO, 1989.
3. International Standards Organisation ISO 11620 Information and Documentation - Library Performance Indicators Draft. ISO/FDI1620 [Electronic source]. – 1997.
4. Бочаров Б.П. Формирование векторного критерия оценки качества автоматизированного управления современной библиотекой. // *Культура народов Причерноморья*. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2005. – №6.- Т.1. – С. 31-35.
5. Рябченко И.Н., Бочаров Б.П. Применение статистических методов при формировании векторного критерия оценки качества управления современной библиотекой. // *Вісник книжкової палати*. – 2005.– №4 . – С. 24-27 .
6. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека обеспеченности учебной литературой. // *Библиотеки учебных заведений*. – 2002.– № 2.– С. 41–63.
7. Ерахторин М. В. Расчет и использование коэффициента книгообеспеченности учебной литературой. // *Библиотеки учебных заведений*. – 2002.– № 1.– С. 33–52.
8. Юдин Д.Б. *Вычислительные методы принятия решений*. – М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1989. – 317 с.