

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЗАКАЗЕ ЛИТЕРАТУРЫ БИБЛИОТЕКОЙ ВУЗА НА ОСНОВЕ РАНЖИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ИЗДАНИЙ

Л. А. Кромина

**Аннотация.** Представлен обзор результатов исследования процесса комплектования книжного фонда библиотеки вуза. Предмет исследования – поддержка принятия решений при заказе литературы библиотекой вуза на основе ранжирования изданий по уровню потребности. Целью является повышение эффективности принятия решений при заказе литературы за счет объективного учета информационных потребностей вуза и оптимизации принятия решений по выбору заказываемых книжных изданий. Для достижения данной цели решались следующие задачи: 1. Выдвижение и обоснование принципа ранжирования книжных изданий по уровню потребности на основе базы значимых литературных ссылок, содержащихся в трудах специалистов. 2. Разработка рейтингов книжных изданий как показателей объективной значимости для вуза и методики их расчета. 3. Построение математической модели оптимизации заказа литературы для библиотеки вуза на основе предложенных рейтингов. 4. Разработка комплекса алгоритмов, обеспечивающего формирование оптимального заказа литературы в соответствии с построенной моделью. 5. Реализация разработанного комплекса алгоритмов с помощью программных средств. При построении модели заказа литературы были использованы методы математической логики и исследования операций. Комплекс алгоритмов формирования оптимального заказа и программное обеспечение разработаны на основе современных методов алгоритмизации и программирования. Общая схема процесса формирования заказа разработана в соответствии с принципами построения автоматизированных систем принятия решений.

**Ключевые слова:** вуз; библиотека; книжный фонд; литература; каталог; заказ; книгообеспеченность; объем номенклатуры; объем заказа; ограничения; общий рейтинг; оптимизация; автоматизация.

### ВВЕДЕНИЕ

Библиотека современного вуза является сложной социально-экономической системой, связанной с ежедневным обслуживанием многочисленных потоков читателей и обширного книжного фонда, представляющего собой большую информационную и материальную ценность. Поскольку содержание книжного фонда библиотеки в значительной степени определяет возможности реализации интеллектуального потенциала вуза, комплектование данного фонда является актуальной задачей, от качества решения которой зависит эффективность управления как учебным процессом, так и проводимыми вузом научными исследованиями.

Наиболее сложной и трудоемкой задачей комплектования книжного фонда, требующей принятия неоднозначных решений, является задача формирования заказа на литературу в издательствах-поставщиках, которая сводится к выбору номенклатуры и определению количества заказываемых изданий по полученным каталогам. Данная задача связана не только с обеспечением эффективности формируемого заказа как по содержанию закупаемых изданий, так и по экономическим показателям, но и с учетом большого количества ограничений, накладываемых нормативными требованиями Министерства науки и образования, а также суммой денежных средств, выделяемых вузом на закупку литературы [1, 2].

На сегодняшний день не существует средств автоматизации, которые обеспечивали бы поддержку решений по выбору изданий для получения оптимального заказа литературы в условиях действующих ограничений [3–5]. Поэтому сотрудники библиотеки вынуждены

формировать заказ вручную, основываясь на результатах содержательной оценки изданий экспертами, в качестве которых обычно выступают сотрудники вуза. Недостатками такого способа решения задачи являются ограниченное число анализируемых вариантов заказа, а также возможная необъективность экспертных оценок, что ведет к неоптимальности получаемого заказа.

### СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ

Вопросами оптимизации различных аспектов деятельности вуза занимались отечественные и зарубежные исследователи В. Ю. Арьков, Р. А. Бадамшин, Г. Г. Куликов, Н. О. Никулина, Н. И. Юсупова, Е. Б. Абросимова, Н. Н. Саяпина, Р. Х. Бишоф, Х. М. Вагнер, Д. Е. Кимбэлл, Ф. М. Морс, Д. Шрайбфедер и другие, однако в их работах процесс комплектования книжного фонда библиотеки не рассматривался. Модели оптимизации комплектования книжного фонда, учитывающие специфику библиотек российских вузов, разрабатывались в трудах отечественных исследователей П. А. Болдырева, Е. В. Зеленцовой, Т. Н. Злобиной, В. В. Орловой, Г. В. Рудиной, Н. В. Соколовой, Р. Т. Усманова. Однако данные модели не позволяют осуществлять выбор конкретной литературы для заказа и не учитывают всех имеющихся ограничений, поэтому их применение требует обязательного наличия экспертных оценок закупаемой литературы [6–14].

Отмеченные недостатки не могут быть устранены на основе известных концептуальных средств, к которым относятся различные модели оптимизационных задач управления запасами из-за отсутствия методов объективной оценки содержания закупаемых изданий и его соответствия информационным потребностям вуза. Поэтому разработка средств оптимизации заказа литературы на основе ранжирования изданий по объективным показателям содержательной значимости для вуза является актуальной и нужной задачей.

Объект исследования – процесс комплектования книжного фонда библиотеки вуза. Предмет исследования – поддержка принятия решений при заказе литературы библиотекой вуза на основе ранжирования изданий по уровню потребности. Целью является повышение эффективности принятия решений при заказе литературы за счет объективного учета информационных потребностей вуза и оптимизации принятия решений по выбору заказываемых книжных изданий. Для достижения данной цели решались следующие задачи:

1. Выдвижение и обоснование принципа ранжирования книжных изданий по уровню потребности на основе базы значимых литературных ссылок, содержащихся в трудах специалистов.
2. Разработка рейтингов книжных изданий как показателей объективной значимости для вуза и методики их расчета.
3. Построение математической модели оптимизации заказа литературы для библиотеки вуза на основе предложенных рейтингов.
4. Разработка комплекса алгоритмов, обеспечивающего формирование оптимального заказа литературы в соответствии с построенной моделью.
5. Реализация разработанного комплекса алгоритмов с помощью программных средств.

При построении модели заказа литературы были использованы методы математической логики и исследования операций. Комплекс алгоритмов формирования оптимального заказа и программное обеспечение разработаны на основе современных методов алгоритмизации и программирования. Общая схема процесса формирования заказа разработана в соответствии с принципами построения автоматизированных систем принятия решений.

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТОВАНИЕМ КНИЖНОГО ФОНДА БИБЛИОТЕКИ ВУЗА

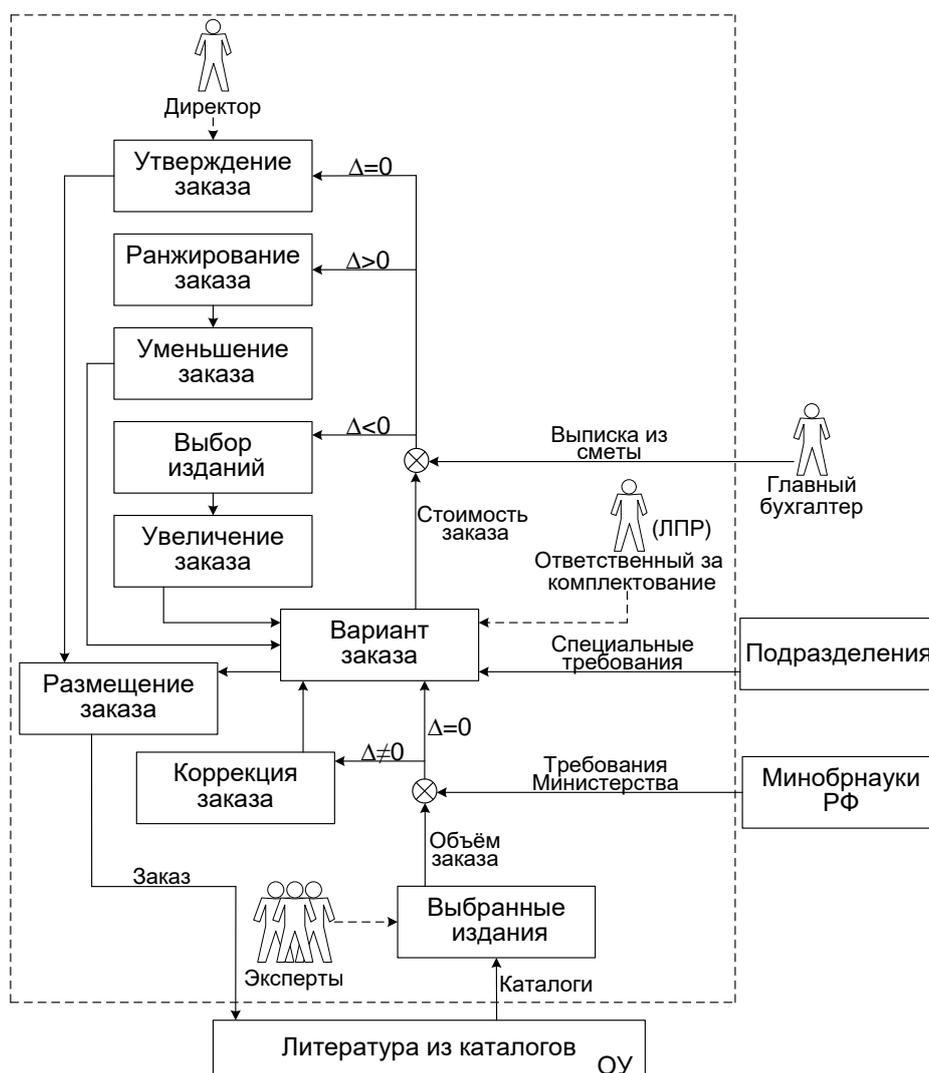
В результате анализа особенности процесса управления комплектованием книжного фонда библиотеки вуза как социально-экономической системы определено, что наиболее сложной и трудоемкой задачей данного процесса является формирование заказа литературы в книжных

издательствах. Ограничениями при этом служат требования по минимальному количеству приобретаемых изданий и максимальной стоимости заказа, а критерии эффективности предполагают наиболее полное удовлетворение объективных информационных потребностей вуза, достижение максимально возможной номенклатуры и наибольшего числа экземпляров заказываемых изданий.

Выявлены следующие недостатки существующего процесса формирования заказа:

1) сотрудник библиотеки тратит много сил и времени на ручное изменение проекта заказа в целях приведения его в соответствие с требованиями ограничений (рисунок 1);

2) объективный характер соответствия формируемого заказа потребностям вуза часто страдает за счет того, что заявки сотрудников вуза не отражают реальных потребностей в литературе на их рабочем месте или вообще отсутствуют: в обоих случаях принимаются некавалифицированные решения по выбору номенклатуры заказа.



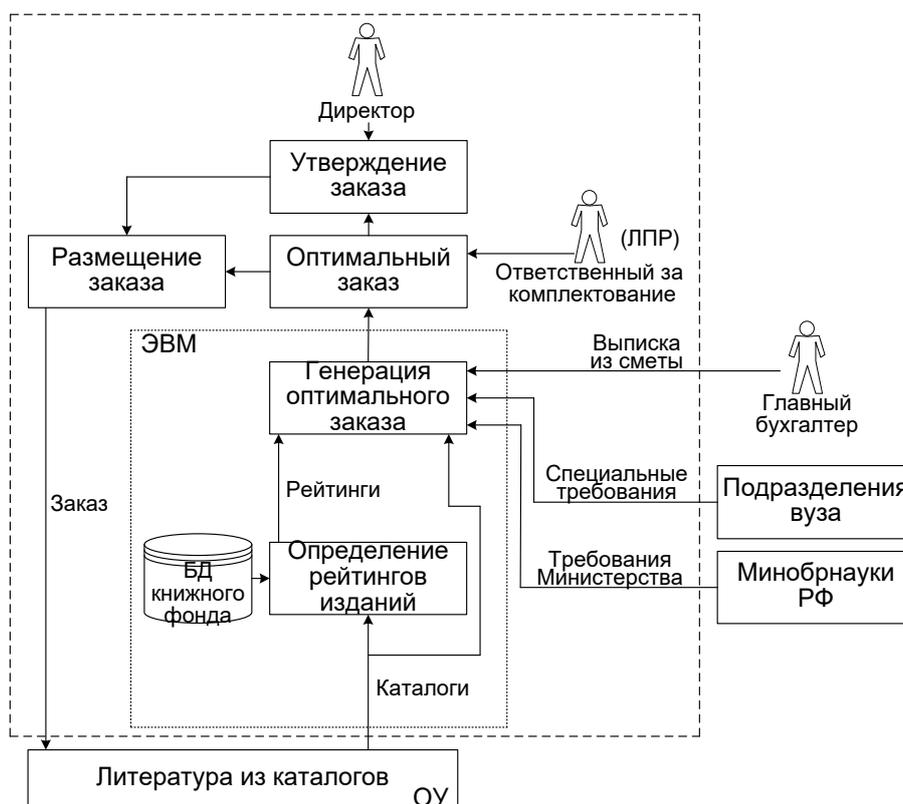
**Рис. 1** Существующий контур управления размещением заказа литературы для библиотеки вуза.

Отмеченные недостатки приводят к неэффективному решению задачи. Установлено, что их устранения нельзя достичь применением современных средств автоматизации или известных концептуальных средств, к которым относятся индексы цитирования научных изданий и модели управления запасами [15].

На основе анализа известных работ [16] поставлена задача разработки новой системы, включающей средства поддержки решений по заказу литературы с учетом всех критериев и ограничений. В соответствии с данной задачей сформулированы цель и задачи исследования.

### ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЗАКАЗУ ЛИТЕРАТУРЫ

Предлагается подход к построению системы поддержки принятия решений по заказу литературы, в соответствии с которым осуществляется переход от ручного управления, которое требует циклического внесения корректив в формируемый вариант заказа, к автоматизированному управлению [15], когда оптимальный заказ генерируется программой в автоматическом режиме за один цикл управления (рисунок 2).



**Рис. 2** Предлагаемый контур управления размещением заказа литературы для библиотеки вуза.

Для реализации данного подхода вводится принцип ранжирования книжных изданий по уровню значимости на основе базы значимых ссылок, хранящей литературные источники работ специалистов вуза, согласно которому для каждого источника базы  $T$  по специальности  $m$  вычисляется локальный индекс цитирования  $I(T, m)$  как общее число ссылок на данный источник в указанных работах той же специальности, и любое издание наименования  $T(i, j)$  ранжируется по значимости для вуза путем суммирования таких индексов для всех источников из списка использованной литературы издания [17].

В соответствии с данным принципом вводится локальный рейтинг издания  $R^*(i, j, m)$ , вычисляемый как

$$R^*(i, j, m) = \sum_{\sigma(T(i, j), T)=1}^{<T>} I(T, m), \quad (1)$$

где  $\sigma(T(i, j), T)$  – параметр литературной ссылки, принимающий единичное значение, если труд наименования  $T(i, j)$  ссылается на источник  $T$ , и равный нулю в противном случае,

а также общий рейтинг издания  $R(i, j)$ , представляющий собой сумму его локальных рейтингов, то есть

$$R(i, j) = \sum_{m=1}^O R^*(i, j, m). \quad (2)$$

Общий рейтинг, вычисленный для каждого издания из каталогов, позволяет оценить уровень потребности вуза в выбираемых изданиях и на этой основе принимать решение по заказу. Для поддержки такого решения ставится задача оптимизации заказа и строится ее математическая модель, представляющая собой формальное описание всех критериев эффективности и действующих ограничений

Так, критериям эффективности соответствуют целевые функции модели. Обозначим через  $\chi$  – множество всех функций  $X$  принимающих неотрицательные значения для всех значений аргумента  $(i, j)$ , то есть

$$\chi = \{X: (\forall i, j)(X(i, j) \geq 0)\}.$$

Тогда главная целевая функция, обеспечивающая наиболее полное и объективное удовлетворение *информационных потребностей* вуза, записывается в виде:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} R(i, j) \cdot f(i, j) \rightarrow \max_{X \in \chi}. \quad (3)$$

Вторая целевая функция, обеспечивающая максимально возможную *номенклатуру*, имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} f(i, j) \rightarrow \max_{X \in \chi}. \quad (4)$$

Наконец, третья функция, обеспечивающая наибольшее *количество экземпляров* заказываемых изданий, имеет вид:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} X(i, j) \rightarrow \max_{X \in \chi}. \quad (5)$$

На основании предложенных рейтингов вводятся дополнительные *рейтинговые ограничения*, устанавливающие количественные зависимости на заказ литературы отдельно по рейтинговым ( $R(i, j) > 0$ ) и нерейтинговым ( $R(i, j) = 0$ ) изданиям.

Для рейтинговых изданий заказ осуществляется в количестве, пропорциональном рейтингам, то есть если  $\phi(i, j, s)$  – число экземпляров издания с наименованием  $T(i, j)$ , заказываемое сверх установленного минимального количества  $E(i, j, s)$ , то

$$\begin{aligned} \forall(i, j, k, l, s) & ((1 \leq i \leq N) \wedge (1 \leq k \leq N) \wedge (1 \leq j \leq K(i)) \wedge (1 \leq l \leq K(k)) \wedge \\ & \wedge ((i \neq k) \vee (j \neq l)) \wedge (T(i, j) \neq T(k, l)) \wedge (v(i, j) = v(k, l)) \wedge (R(i, j) > 0) \wedge \\ & \wedge (R(k, l) > 0) \wedge (\phi(i, j, s) > 0) \wedge (\phi(k, l, s) > 0) \Rightarrow (\phi(i, j, s) \div \phi(k, l, s) = \\ & = R(i, j) \div R(k, l))). \end{aligned} \quad (6)$$

Заказ нерейтинговых изданий по количеству не должен превышать заказа издания с минимальным ненулевым рейтингом, то есть

$$\forall(i, j, s) ((1 \leq i \leq N) \wedge (1 \leq j \leq K(i)) \wedge (R(i, j) = 0) \wedge (\phi(i, j, s) \geq 0) \wedge \wedge \exists(k, l) [(1 \leq k \leq N) \wedge (1 \leq l \leq K(k)) \wedge ((i \neq k) \vee (j \neq l)) \wedge (T(i, j) \neq T(k, l)) \wedge (7)$$

$$\wedge (v(i, j) = v(k, l)) \wedge (R(k, l) > 0) \wedge (\varphi(k, l, s) > 0) \Rightarrow (\varphi(i, j, s) \leq \min_{\langle k, l \rangle} \{\varphi(k, l, s)\}).$$

Ограничения по наименованиям, устанавливающие для каждого издания минимальное число необходимых экземпляров и зависящие от числа студентов в вузе, записываются следующим образом:

$$\sum_{\substack{\langle i, j \rangle \\ T(i, j) = \\ const}} X(i, j) \geq E(i, j, s). \quad (8)$$

Здесь  $i$  – индекс (порядковый номер) каталога издательства,  $j$  – индекс книги в каталоге,  $T(i, j)$  – наименование книги  $j$  в каталоге  $i$ , включающее фамилии и инициалы авторов, а также оригинальное название,  $X(i, j)$  – количество экземпляров книги  $j$ , заказываемое у  $i$ -го издательства,  $s$  – количество студентов в вузе, а  $E(i, j, s)$  – функция минимального заказываемого количества книг, значение которой рассчитывается по имеющимся нормам.

Ограничения по видам, каждое из которых задает минимальный размер номенклатуры изданий определенного вида, а также минимальное количество экземпляров каждого из этих изданий:

$$\begin{aligned} (\forall i, j)(M(i, j, s) > 0 \Rightarrow (\exists f_1, f_2) \forall k ((1 \leq k \leq M(i, j, s)) \wedge (1 \leq f_1(k) \leq N) \wedge \\ \wedge (1 \leq f_2(k) \leq K(f_1(k))) \wedge \forall z [(1 \leq z \leq M(i, j, s)) \wedge (z \neq k) \wedge \\ \wedge ((f_1(z) \neq f_1(k)) \vee (f_2(z) \neq f_2(k))) \wedge (T(f_1(z), f_2(z)) \neq T(f_1(k), f_2(k))) \wedge \\ \wedge (v(f_1(z), f_2(z)) = v(f_1(k), f_2(k))))] \wedge (\sum_{\substack{\langle l, m \rangle \\ T(l, m) = \\ T(f_1(k), f_2(k))}} X(l, m) \geq e(i, j, s)). \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь  $M(i, j, s) = M(v(i, j), s)$  – функция минимального объема заказываемой номенклатуры, которая принимает значение наименьшего количества изданий того же вида  $v(i, j)$ , допустимого в формируемом заказе,  $N$  – число каталогов,  $K(i)$  – количество книг в каталоге  $i$ ,  $e(i, j, s)$  – функция минимального объема заказа издания, которая принимает значение минимума экземпляров по каждому изданию из перечня обязательной номенклатуры, размер которого устанавливается функцией  $M(i, j, s)$ .

Межвидовое ограничение представляет собой требование по объему номенклатуры фонда основной учебной литературы, который должен составлять не менее 60 % от общего объема номенклатуры книжного фонда. В зависимости от состояния книжного фонда и условий, в которых делается заказ, данное ограничение может учитываться в трех различных видах:

а)  $r(i, j) = 1$ , когда необходимо закупать только основную учебную литературу. Здесь  $r(i, j)$  – функция специализации, принимающая единичное значение в том случае, если издание с наименованием  $T(i, j)$  относится к классу основной учебной литературы, а иначе равная нулю;

б)  $P + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} f(i, j) r(i, j) \geq 0,6(P_0 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} f(i, j))$ , когда после доставки заказа количество основной учебной литературы в библиотеке должно удовлетворять установленному требованию по объему номенклатуры. Здесь  $P$  – число различных изданий основной учебной литературы в библиотеке вуза при общем количестве изданий (объеме номенклатуры)  $P_0$ ,  $f(i, j)$  – параметр пополнения номенклатуры заказа наименованием книги  $j$  в каталоге  $i$ , который принимает единичное значение только для первой книги каждого издания при их последовательном переборе, а для остальных книг равен нулю;

в)  $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} f(i, j) r(i, j) \geq 0,6 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K(i)} f(i, j)$ , когда требование исходного межвидового ограничения должно выполняться, прежде всего, для самого заказа.

*Ограничение по стоимости*, которое заключается в том, что общая стоимость исполнения заказа не должна превосходить величины выделяемых денежных средств  $Z^*$ . Если  $Z(i)$  – общая стоимость изданий, заказываемых у  $i$ -го издательства с учётом всех видов скидок,  $Y(i)$  – стоимость доставки заказа от  $i$ -го издательства, а  $Q(i)$  – страховая стоимость заказа в издательстве, то данное ограничение запишется в виде

$$\sum_{i=1}^N (Z(i) + Y(i) + Q(i)) \leq Z^* . \quad (10)$$

### КОМПЛЕКС АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Рассматривается специальный комплекс алгоритмов, предложенный для реализации математической модели и содержащий более тридцати процедур различного уровня. Данный комплекс осуществляет генерацию и отбор вариантов заказа по каждому изданию до тех пор, пока не будет получено множество оптимальных решений задачи. Для работы алгоритмов необходимы данные обо всех изданиях из каталогов и их ссылочной литературе, а также данные по вузу, включающие базу значимых ссылок для изданий книжного фонда [18–20]. Основным модулем комплекса является процедура «Генерация оптимального заказа», в функции которой входит заказ по минимальным требованиям и в количестве, пропорциональном рейтингам изданий, увеличение и сокращение заказа до величины выделяемых денежных средств, оформление и предоставление для выбора двух итоговых вариантов заказа. Для каждого издания с номером  $b$  в общем списке изданий процедура определяет количество  $\phi(b)$  экземпляров, приобретаемое сверх минимально необходимого количества, а также рассчитывает величины  $Z1$  и  $Z2$  остатка денежных средств при реализации итоговых вариантов заказа.

Входными данными процедуры являются:  $Z^*$  – значение денежной суммы, выделенной на приобретение литературы;  $G$  – количество изданий в общем списке; наименование  $a(b)$ , минимально необходимое количество  $X(b)$  и рейтинг  $R(b)$  каждого издания  $b$  из общего списка. В ходе ее работы вызывается процедура «Первоначальное обнуление заказа», в результате чего все значения  $\phi(b)$  обнуляются, а также процедура «Обработка варианта заказа», обеспечивающая оптимальное распределение данного варианта по конкретным издательствам и вычисление его общей стоимости  $Z$ .

Согласно алгоритму процедуры (рисунок 3), прежде всего проверяется возможность заказа изданий по минимальным требованиям Министерства образования и науки, а также специальным требованиям вуза: общая стоимость этих изданий сравнивается с ограничением по денежным средствам (блок 7). Если денег не хватает, то проверяется возможность выполнения одних только требований вуза (блок 12), в противном случае проверяется наличие остатка денежных средств (блок 17). Если средств достаточно только на выполнение указанных выше требований, то оформляется соответствующий вариант заказа (блоки 14–16, 18–19) и процедура заканчивается. При отсутствии средств на выполнение даже этих требований процедура завершается сообщением о невозможности заказа (блок 13).

Если после заказа изданий по минимальным и специальным требованиям еще остаются средства, то формируется исходный вариант заказа изданий в количестве, пропорциональном соотношению их рейтинга, причем издания с нулевым рейтингом заказываются в одном экземпляре (первое выполнение цикла блоков 22–30). Путем пропорционального увеличения объема исходного варианта стоимость формируемого заказа доводится до величины, равной или превышающей ограничение по денежным средствам (блоки 22–34, 36–37). В первом случае оформляется вариант заказа с сохранением пропорциональности между количеством и рейтингами заказываемой литературы (блок 35).

Во втором случае с конца списка изданий начинается поэкземплярное сокращение заказа до тех пор, пока его стоимость не уменьшится до величины указанного ограничения (блоки 38–55). При этом сотруднику библиотеки предлагается на выбор не только последний вариант

заказа, в котором денежные средства используются в максимальном объеме за счет нарушения рейтинговой пропорциональности (блоки 59–60), но и наиболее близкий к нему вариант, в котором эта пропорциональность сохранена (блоки 57–58).

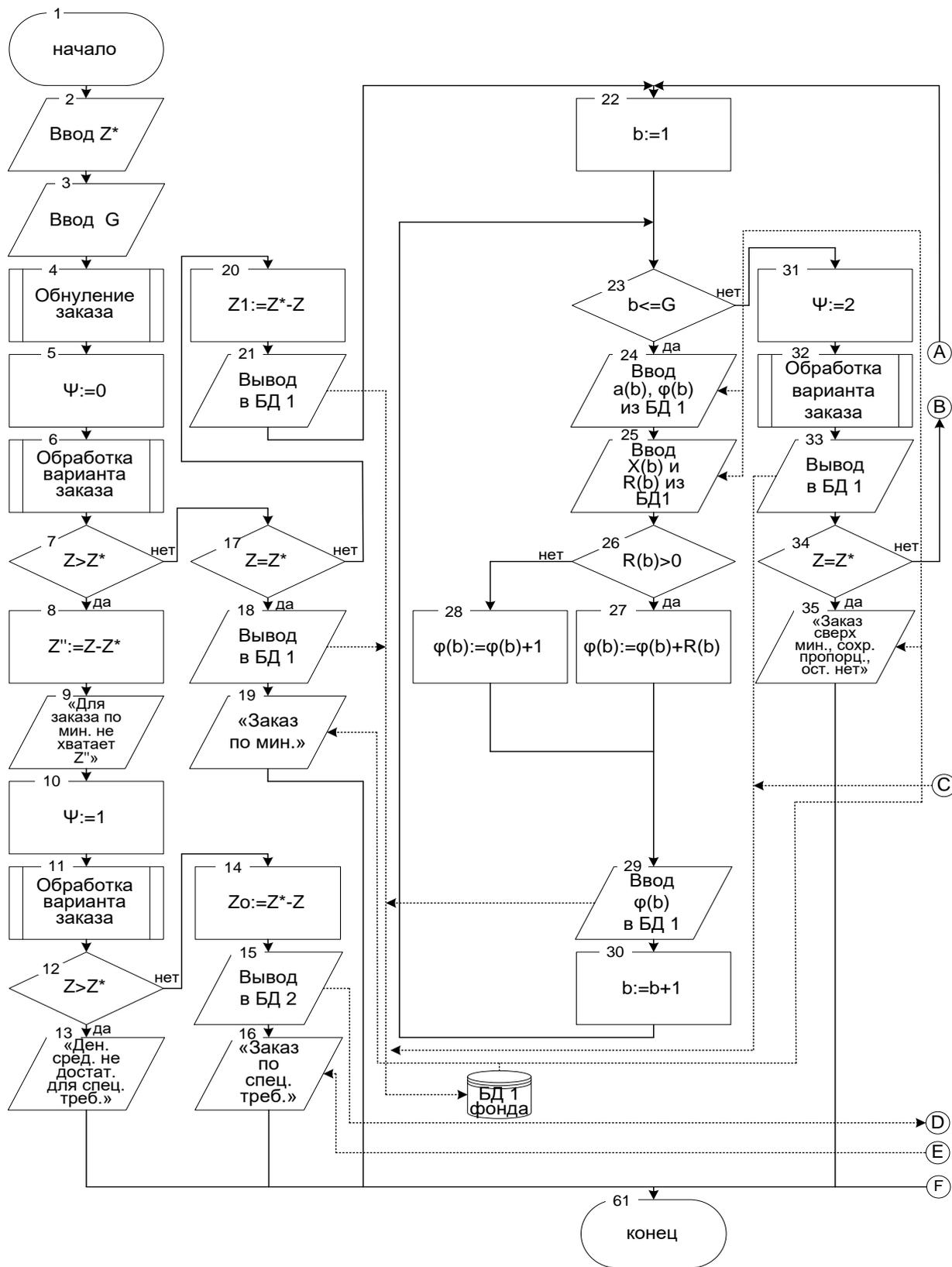


Рис. 3 Схема алгоритма «генерация оптимального заказа» (продолжение на следующей странице).



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА АЛГОРИТМОВ

Рассмотрим результаты практической реализации разработанного комплекса алгоритмов оптимизации заказа литературы в библиотеке филиала Уфимского университета науки и технологий в г. Кумертау. Программное обеспечение созданной системы реализовано на языке программирования Visual Basic.NET и включает 15 вызываемых модулей различного уровня. Пользователю предоставляются возможности загрузки и ведения массивов данных, необходимых для заказа литературы, вычисления рейтингов изданий, определения минимальных требований к заказу и формирования оптимального варианта заказа. Руководство пользователя содержит подробные инструкции по заполнению всех требуемых экранных форм и выводу сформированного заказа на печать. Также разработано информационное обеспечение системы, которое включает концептуальную модель базы данных заказа из 16 взаимосвязанных файлов [21].

В результате аналитической оценки показателей эффективности системы установлено, что количество перебираемых системой вариантов заказа при поиске оптимального решения не превосходит  $10^{12}$ , что, в свою очередь, позволяет сделать вывод о ее работоспособности в реальном масштабе времени. Кроме того, показывается, что предлагаемый способ формирования заказа в подавляющем большинстве случаев оказывается эффективнее методов случайной выборки изданий по всем имеющимся критериям.

Разработанная система, обеспечивающая поддержку комплектования книжного фонда, была апробирована на контрольном примере реального заказа литературы для филиала УУ-НиТ в г. Кумертау по одной из специальностей. По итогам исследований построена диаграмма, представленная на рисунке 4.

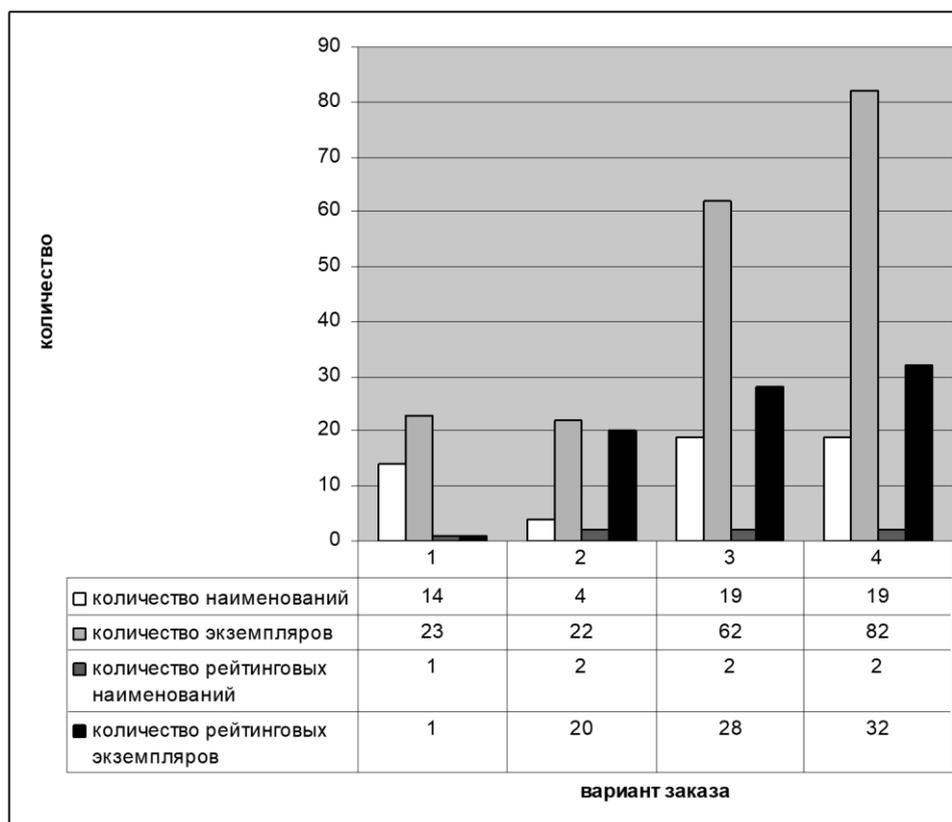


Рис. 4 Сравнительные характеристики вариантов заказа.

Первый вариант был сформирован сотрудником библиотеки без учета рейтингов изданий, когда заявки на литературу от подразделений отсутствовали. Второй вариант заказа также производился вручную, но в данном случае сотрудник опирался на экспертные оценки изданий

в заявках подразделений. Следующие два варианта были получены с использованием разработанной системы, при этом третий вариант характеризуется сохранением, а четвертый вариант – нарушением рейтинговой пропорциональности заказа.

Из диаграммы видно, что варианты 3 и 4 заказа, сформированные с применением разработанной системы, в наибольшей степени удовлетворяют критериям эффективности задачи. Так, например, использование варианта 3 заказа вместо варианта 2, чаще всего применяемого библиотекой, позволяет увеличить количество закупаемых рейтинговых изданий в 1.5 раза, номенклатуру заказа – в 5 раз, а общий его объем – в 3 раза. По сравнению же с характеристиками варианта 1 обеспечивается увеличение общего рейтинга заказа в два раза, его номенклатуры – на 36 % и количества заказываемых изданий – на 170 %. Это позволяет сделать вывод об успешной апробации системы на контрольном примере и эффективности ее использования для поддержки комплектования книжного фонда библиотеки [22].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана система автоматизированной поддержки комплектования книжного фонда вуза на основе ранжирования книжных изданий по уровню потребности. При построении системы использованы следующие полученные результаты:

1. Принцип ранжирования книжных изданий по уровню потребности на основе базы значимых литературных ссылок, содержащихся в трудах специалистов, *отличающийся тем, что* значимыми признаются только ссылки в работах, опубликованных его сотрудниками, для каждого литературного источника базы по всем специальностям вуза вычисляется локальный индекс цитирования как общее число значимых ссылок на данный источник в трудах книжного фонда по соответствующей специальности, и любое издание ранжируется по значимости для вуза путем суммирования указанных индексов для всех источников из списка использованной литературы издания, *что позволяет* определять объективную значимость изданий для вуза.

2. Рейтинги изданий, определяемые согласно принципу, изложенному в п. 1, и методика их расчета, *отличающиеся тем, что* локальный рейтинг издания по каждой из специальностей вуза рассчитывается как сумма локальных индексов цитирования по данной специальности для всех источников списка литературы издания, а его общий рейтинг вычисляется как сумма локальных рейтингов по всем специальностям, *что позволяет* ранжировать книжные издания по уровню потребности.

3. Математическая модель заказа литературы, основанная на рейтингах, указанных в п. 2, *отличающаяся тем, что* главная целевая функция модели задана как функция максимизации суммы общих рейтингов всех изданий, составляющих номенклатуру заказа, а специально введенные ограничения модели регламентируют заказ данных изданий в количестве, пропорциональном соотношению их рейтингов, *что позволяет* обеспечить наибольшую значимость формируемого заказа для вуза.

4. Комплекс алгоритмов, реализующий модель по п. 3, *отличающийся тем, что* осуществляется генерация базового варианта заказа, удовлетворяющего количественным и рейтинговым ограничениям модели, и его доведение путем кратного увеличения и последующего штучного сокращения до максимального размера, удовлетворяющего ограничению по стоимости заказа, *что позволяет* сформировать данный заказ оптимальным образом.

5. Программное обеспечение на языке Visual Basic.NET, *отличающееся тем, что* оно включает расчетные модули, основанные на методике п. 2, и модели п. 3, модули загрузки и ведения массивов данных, необходимых для выполнения расчетов, а также модули пользовательского интерфейса, *что позволяет* реализовать комплекс алгоритмов п. 4.

Таким образом, полученные результаты в совокупности обеспечивают формирование оптимального заказа литературы для библиотеки вуза в соответствии с имеющимися критериями и ограничениями на основе ранжирования выбираемых изданий путем вычисления их рейтингов по базе значимых ссылок, включающей литературные источники, используемые в трудах

специалистов вуза. Тем самым осуществляется автоматизированная поддержка решений по закупке учебных и научных изданий, способствующая повышению эффективности комплектования книжного фонда и обслуживания информационных потребностей вуза, что выражается в существенном сокращении перебираемых вариантов заказа при поиске оптимального решения и увеличении общего рейтинга заказа не менее чем в 1.5 раза, номенклатуры заказа – не менее чем на 36 %, а общего объема заказа – не менее чем на 170 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Кромина Л. А., Миронов В. В., Ярцев Р. А. Система формирования заказа литературы для вуза на основе ранжирования изданий по объективным показателям содержательной значимости // Образовательные технологии (г. Москва). 2014. № 1. С. 88–101. EDN RYJLRB. [[ Kromina L. A., Mironov V. V., Yartsev R. A. "A system for forming an order of literature for a university based on ranking publications according to objective indicators of content significance" // Educational Technologies (Moscow). 2014. No. 1, pp. 88-101. (In Russian) ]]
2. Кромина Л. А., Ярцев Р. А. Об использовании рейтингов изданий при заказе литературы для вуза // Информатизация образования и науки. 2018. № 4(40). С. 177–185. EDN YLKNET. [[ Kromina L. A., Yartsev R. A. "On the use of publication ratings when ordering literature for a university" // Informatization of Education and Science. 2018. No. 4(40), pp. 177-185. (In Russian) ]]
3. Болдырев П. А. Анализ показателей деятельности библиотеки вуза: современное состояние и перспективы // Библиосфера. 2014. № 4. С. 35–40. EDN SXCVZP. [[ Boldyrev P. A. "Analysis of university library performance indicators: current state and prospects" // Bibliosphere. 2014. No. 4, pp. 35-40. (In Russian) ]]
4. Болдырев П. А. Технология управления электронными ресурсами библиотеки в информационно-образовательной среде вуза // Библиотековедение. 2014. № 4. С. 36–40. EDN SNTIZB. [[ Boldyrev P. A. "Technology for managing electronic library resources in the information and educational environment of a university" // Library Science. 2014. No. 4, pp. 36-40. (In Russian) ]]
5. Болдырев П. А. Применение программного продукта «Яндекс.Сервер» для организации поиска в электронном каталоге библиотеки // Библиотековедение. 2012. № 3. С. 47–51. EDN PBWZIX. [[ Boldyrev P. A. "Application of the Yandex.Server software product for organizing searches in the electronic library catalog" // Library Science. 2012. No. 3, pp. 47-51. (In Russian) ]]
6. Болодурина И. П., Болдырев П. А., Дусакаева С. Т. Влияние востребованности учебной литературы на стратегию комплектования библиотечного фонда // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2015. № 1. С. 8-14. EDN TQNEFH. [[ Bolodurina I. P., Boldyrev P. A., Dusakaeva S. T. "The influence of the demand for educational literature on the strategy of acquiring the library collection" // Intellect. Innovation. Investments. 2015. No. 1, pp. 8-14. (In Russian) ]]
7. Болодурина И. П., Болдырев П. А., Дусакаева С. Т. Анализ качества комплектования библиотечного фонда учебной литературы средствами DATA MINING // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2014. № 1(30). С. 101–108. EDN SATSLN. [[ Bolodurina I. P., Boldyrev P. A., Dusakaeva S. T. "Analysis of the quality of acquisition of the library collection of educational literature using DATA MINING" // Bulletin of the Volga University. V. N. Tatischeva. 2014. No. 1(30), pp. 101-108. (In Russian) ]]
8. Болдырев П. А. Функциональная модель управления процессом формирования фонда библиотеки вуза // Научные и технические библиотеки. 2012. № 4. С. 22–29. EDN OWKJYF. [[ Boldyrev P. A. "Functional model for managing the process of forming a university library fund" // Scientific and Technical Libraries. 2012. No. 4, pp. 22-29. (In Russian) ]]
9. Болодурина И. П., Болдырев П. А., Волкова Т. В., Ханжина Н. В. Технология интеграции данных при расчете книгообеспеченности образовательного процесса в распределенной информационной системе вуза // Инфокоммуникационные технологии. 2011. Т. 9. № 3. С. 61–64. EDN OKCKOJ. [[ Bolodurina I. P., Boldyrev P. A., Volkova T. V., Khanzhina N. V. "Data integration technology when calculating the book supply of the educational process in a distributed university information system" // Infocommunication Technologies. 2011. T. 9, No. 3, pp. 61-64. (In Russian) ]]
10. Болодурина И. П., Дусакаева С. Т. Комплексная модель реализации информационных потребностей пользователей в процессе комплектования библиотечного фонда // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2018. Т. 18. № 3. С. 59–67. EDN XVQWVF. [[ Bolodurina I. P., Dusakaeva S. T. "A comprehensive model for realizing the information needs of users in the process of acquiring a library collection" // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics. 2018. T. 18, No. 3, pp. 59-67. (In Russian) ]]
11. Болодурина И. П., Дусакаева С. Т., Болдырев П. А. Интеллектуализация информационно-аналитического управления комплектованием вузовского библиотечного фонда. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. EDN NZEBHA. [[ Bolodurina I. P., Dusakaeva S. T., Boldyrev P. A. Intellectualization of Information and Analytical Management of the Acquisition of University Library Collections. Orenburg: Orenburg State University, 2022. (In Russian) ]]
12. Болодурина И. П., Дусакаева С. Т. Проблема принятия рациональных решений в уточненной оптимизационной задаче выбора печатных изданий из множества альтернатив, предлагаемых книжными издательствами // Прикладная математика и вопросы управления. 2022. № 3. С. 108–126. EDN ILBXBX. [[ Bolodurina I. P., Dusakaeva S. T. "The problem of making rational decisions in a refined optimization problem of selecting printed publications from the set of alternatives offered by book publishing houses" // Applied Mathematics and Management Issues. 2022. No. 3, pp. 108-126. (In Russian) ]]
13. Болодурина И. П., Дусакаева С. Т. Учет метода экспертных оценок в интеллектуальной системе поддержки принятия решений о приобретении печатного издания в библиотечный фонд вузовской библиотеки // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021. Т. 9. № 1(32). EDN KQAUNO. [[ Bolodurina I. P., Dusakaeva S. T. "Considering the method of expert assessments in an intellectual system for supporting decision-making on the acquisition of a printed publication in the library collection" // Modeling, Optimization, and Information Technologies. 2021. Vol. 9, No. 1(32). (In Russian) ]]

14. Болодурина И. П., Дусакаева С. Т. Модели и методы принятия решений при заказе востребованной учебной литературы в процессе комплектования библиотечного фонда // *Онтология проектирования*. 2019. Т. 9. № 3(33). С. 369–381. EDN MIPSXF. [[ Bolodurina I. P., Dusakaeva S. T. "Models and methods of decision-making when ordering popular educational literature in the process of acquiring a library collection" // *Design Ontology*. 2019. Vol. 9, No. 3(33), pp. 369-381. (In Russian) ]]
15. Миронов В. В., Ярцев Р. А., Кромина Л. А. Применение общих рейтингов заказываемых изданий при формировании оптимального варианта заказа литературы для вуза // *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии*. 2012. Т. 10. № 4. С. 5–12. EDN PUKSDD. [[ Mironov V.V., Yartsev R.A., Kromina L.A. "Application of general ratings of ordered publications in the formation of the optimal option for ordering literature for a university" // *Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: Information technologies*. 2012. Vol. 10, No. 4, pp. 5-12. (In Russian) ]]
16. Гаянова М. М., Вульфин А. М. Структурно-семантический анализ научных публикаций выделенной предметной области // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2022. Т. 4. № 1(8). С. 37–43. EDN SRLPRF. [[ Gayanova M. M., Vulfin A. M. "Structural and semantic analysis of scientific publications of a selected subject area" // *System Engineering and Information Technologies*. 2022. Vol. 4, No. 1(8), pp. 37-43. (In Russian) ]]
17. Кромина Л. А., Ярцев Р. А. Формирование заказа литературы для библиотеки вуза на основе локальных рейтингов изданий как задача исследования операций // *Вестник УГАТУ*. 2010. Т. 14. № 5(40). С. 176–187. EDN PWTLNJ. [[ Kromina L. A., Yartsev R. A. "Formation of an order of literature for a university library based on local ratings of publications as a task of operations research" // *Vestnik UGATU*. 2010. Vol. 14, No. 5(40), pp. 176-187. (In Russian) ]]
18. Семенова В. А., Смирнов С. В. Механизм нормализации эмпирического контекста в онтологическом анализе данных // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2021. Т. 3. № 3(7). С. 45–52. EDN QXRTXB. [[ Semenova V. A., Smirnov S. V. "A mechanism for normalizing the empirical context in ontological data analysis" // *System Engineering and Information Technologies*. 2021. Vol. 3, No. 3(7), pp. 45-52. (In Russian) ]]
19. Бельтюков А. П. Формализация задач в условиях дедуктивного синтеза // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2019. Т. 1. № 1(1). С. 75–85. EDN RAVYUQ. [[ Belyukov A. P. "Formalization of problems in the conditions of deductive synthesis" // *System Engineering and Information Technologies*. 2019. Vol. 1, No. 1(1), pp. 75-85. (In Russian) ]]
20. Ураков А. Р., Федорова Г. И. Возможность частичной реализации при алгоритмическом подходе и большом списке сущностей // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2022. Т. 4. № 2(9). С. 43–48. EDN MKIDZA. [[ Urakov A. R., Fedorova G. I. "Possibility of partial implementation with an algorithmic approach and a large list of entities" // *System Engineering and Information Technologies*. 2022. Vol. 4, No. 2(9), pp. 43-48. (In Russian) ]]
21. Головкин Ю. Б., Кромина Л. А., Ярцев Р. А. Автоматизация заказа литературы для вуза по показателям содержательной значимости изданий // *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*. 2017. Т. 60. № 2. С. 125–131. EDN XWVGLL. [[ Golovkin Yu. B., Kromina L. A., Yartsev R. A. "Automation of ordering literature for a university based on indicators of the content significance" // *News of Higher Educational Institutions. Instrumentation*. 2017. T. 60, No. 2, pp. 125-131. (In Russian) ]]
22. Кромина Л. А., Ярцев Р. А. Разработка системы заказа литературы для вуза на основе показателей содержательной значимости и подтверждение эффективности её применения // *Вестник СибГУТИ*. 2018. № 2(42). С. 22–31. EDN XTTFVJ. [[ Kromina L. A., Yartsev R. A. "Development of a system for ordering literature for a university based on indicators of content significance and confirmation of the effectiveness of its application" // *Bulletin of SibGUTI*. 2018. No. 2(42), pp. 22-31. (In Russian) ]]

*Поступила в редакцию 17 ноября 2023 г.*

#### МЕТАДАННЫЕ / METADATA

**Title:** Automated decision support when ordering literature by a university library based on ranking the needs of publications.

**Abstract:** An overview of the results of a study of the process of acquiring the book collection of a university library is presented. The subject of the study is decision support when ordering literature by a university library based on ranking publications by level of need. The goal is to increase the efficiency of decision-making when ordering literature by objectively considering the information needs of the university and optimizing decision-making on the selection of ordered book publications. To achieve this goal, the following tasks were solved: 1. Promoting and justifying the principle of ranking book publications by level of need based on a database of significant literary references contained in the works of specialists. 2. Development of ratings of book publications as indicators of objective significance for a university and methods for their calculation. 3. Construction of a mathematical model for optimizing the order of literature for a university library based on the proposed ratings. 4. Development of a set of algorithms that ensures the formation of an optimal order of literature in accordance with the constructed model. 5. Implementation of the developed set of algorithms using software. When constructing a model for ordering literature, methods of mathematical logic and operations research were used. A set of algorithms for generating an optimal order and software are developed based on modern algorithmizing and programming methods. The general scheme of the order formation process is developed in accordance with the principles of constructing automated decision-making systems.

**Key words:** university; library; book collection; literature; catalog; order; book supply; nomenclature volume; order volume; constraints; overall rating; optimization; automatization.

**Язык статьи / Language:** русский / Russian.

**Об авторе / About the author:****КРОМИНА Людмила Александровна**

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.  
Доцент каф. автоматизированных систем управления. Дипл. спец. по прикладной информатике в экономике (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2005). Канд. техн. наук по управлению в социальных и экономических системах (там же, 2012). Иссл. в обл. управления в социальных и экономических системах, интеллектуальных систем, нейросетевого моделирования.

E-mail: luyda-kr@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5226-0512>

URL: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?authorid=1004333](https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=1004333)

**KROMINA Lyudmila Aleksandrovna**

Ufa University of Science and Technologies, Russia.  
Associate Prof. of Automated Control Systems Dept. Dipl. specialist on applied informatics in economics (Ufa State Aviation Technological University, 2005). Cand. of Tech. Sciences on management in social and economic systems (ibid, 2012). Research in the field of management in social and economic systems, intellectual systems, neural network modeling.

E-mail: luyda-kr@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5226-0512>

URL: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?authorid=1004333](https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=1004333)