
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 519.81

ДИНАМИЧЕСКАЯ ВАРИАНТНАЯ МОДЕЛЬ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Н. Б. Баева, Е. И. Аверкин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 16.03.2019 г.

Аннотация. Основной процесс, определяющий надежность банка, связан с его деятельностью при формировании кредитного портфеля, который выбирается, как правило, с точки зрения роста доходов и максимально возможного снижения рисков. Индивидуальный подход к клиенту, как главный принцип взаимоотношений банка и клиента на современном этапе, позволяет утверждать то, что клиент должен стоять в центре кредитной политики любого банка. В статье рассматривается подход к формированию кредитного портфеля коммерческого банка с применением вариантной модели, в которой учитываются интересы заемщика.

Ключевые слова: коммерческий банк, кредитный портфель, банковский кредит, вариантная модель.

Annotation. The main process that determines the reliability of the bank, associated with its activities in the formation of the loan portfolio. The individual approach to the client, as the main principle of interaction between the bank and the client at the present stage, suggests that the client should be at the center of the credit policy of any bank. The article presents an approach to the formation of the loan portfolio, which takes into account the interests of the borrower.

Keywords: commercial bank, loan portfolio, bank loan, variant model.

ВВЕДЕНИЕ

Банковские учреждения составляют основу любой экономической системы, являясь источником средств для развития экономики, поэтому необходимо уделять внимание отслеживанию их состояний. В настоящее время наблюдается рост количества и видов кредитов, выдаваемых банками. В частности, растет доля ипотечного кредитования, а также кредитования организаций. При этом доля, так называемых «проблемных» займов так же растет. Под «проблемными» в банковской практике принято понимать займы, срок просроченной задолженности по которым превышает три месяца. В этой связи актуальным становится вопрос повышения эффективности управления банковской системой.

Основной процесс, определяющий надежность банка, связан с его деятельностью при формировании кредитного портфеля. Кредитный портфель выбирается, как правило, в интересах роста доходов банка и максимально возможного снижения рисков, при этом не учитываются интересы заемщика, хотя он выступает основным субъектом кредитных отношений. Для решения проблемы необходимо планировать деятельность банка, ориентируясь не только на доходы, риски и возможные потери, но и на интересы заемщиков.

Первым фундаментальным трудом, описывающим формирование оптимальной структуры портфеля активов, признана статья Г. Марковица [2], которая составляет основу современной портфельной теории. Значительный вклад в ее развитие внесли также российские и зарубежные исследователи: Н. Е. Егорова, О. И. Лаврушина,

Грюнинг Х. Ванн, Синки Дж., У. Шарп и др. Предложенные модели, как правило, представлены в виде задач математического программирования с жесткими ограничениями, которые учитывают не все особенности состояния современных банковских систем. Помимо оптимизационных моделей появляются оригинальные подходы для решения задач портфельного анализа. Среди них – работы И. Б. Руссмана, основанные на теории оценок «трудность достижения цели», идея которых заключается в оценке соответствия некоторой величины заданному требованию. На основе данных оценок построены модели контроля и управления в организационных системах [3], модели формирования портфеля [4]. В соответствии с современными требованиями к обработке информации в последнее время активно развиваются подходы, позволяющие решать задачу выбора инвестиционного портфеля при нечетких случайных данных в классической постановке, предполагающей достижение приемлемого уровня доходности по мере возможности. А. В. Язениным и соавторами был предложен метод, основанный на редукции к эквивалентному детерминированному аналогу – задаче нелинейного программирования [5]. Также следует отметить работу [6], посвященную решению задачи выбора портфеля в условиях неопределенности специального вида. Результатом является возможно-вероятностная модель портфеля минимального риска. Данные работы позволяют расширить сферу применения портфельной теории путем предоставления моделей и методов обработки данных, включающих в себя элементы неопределенности как вероятностного, так и нечеткого типов.

Кредитные отношения в экономике основываются на конкретной методологической базе, одним из частей которой выступают принципы, соблюдаемые при фактической организации какой-либо операции на рынке ссудных капиталов. Эти отношения представляют собой передачу материальных ценностей в денежной или иной форме, основываясь на следующих свойствах займа: возвратности, срочности и платности [7]. Данные

принципы подсознательно складывались еще на основном этапе становления кредита, а в последствии отыскивали прямое отображение в общегосударственном и международном кредитном законодательствах.

В настоящее время деньги являются «дорогими», поэтому возникает задача рациональной выдачи кредита на основе оптимизации кредитного портфеля с учетом интересов не только банка, но и заемщиков. Современные подходы к разработке сложных систем управления основываются на принципе «многоальтернативности» [8], поэтому суть предлагаемого подхода заключается в том, что сначала целесообразно «проработать» возможные варианты портфеля, а затем определить подходящий вариант с учетом тех или иных критериев оптимизации. Одним из основоположников вариантных моделей планирования является Д. Б. Юдин. Он определял вариантную модель как одну из наиболее простых и эффективных экономико-математических моделей, которая применима к широкому кругу задач планирования [9].

Цель статьи заключается в представлении подхода к оптимизации кредитного портфеля коммерческого банка с применением вариантной модели, в которой учитываются интересы заемщика

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1.1. Постановка задачи

Для решения задачи формирования оптимального кредитного портфеля банка в динамике необходимо иметь в распоряжении значения ряда параметров, влияющих на принятие решения. В частности, должны быть известны:

- исходное финансовое состояние банка;
- интервал планирования (даты начала и конца);
- потребности клиентов в кредитных ресурсах;
- доли, определяемые самим заемщиком;
- характеристики существующих кредитных программ банка (процентные ставки, частота взносов, их количество и т. д.);

– заявленная клиентом прибыль от реализации проекта для юридических лиц и предпринимателей или зарплата за период выплаты для физических лиц;

– минимальная сумма кредита, которая может быть выдана клиенту.

По перечисленным выше данным можно составить план, определяющий, какие операции стоит осуществить банку в течение рассматриваемого периода, а также вычислить доли, в которых следует удовлетворить каждую из представленных клиентами заявок на получение кредита.

В качестве базовой рассматривалась модель Г. Марковица [2].

Для решения оптимизационной задачи используется метод Соболя для исследования пространства параметров [10]. Ядром данного метода является процесс дискретизации исходного множества с помощью точек, представляющих равномерные последовательности в исходном множестве, и последующий выбор точек, наилучших в смысле критериев модели.

1.2. Математическая модель кредитного портфеля

Клиент банка при подаче заявки на получение кредита должен указать, какие минимальные доли от запрашиваемой суммы кредита являются для него приемлемыми в том случае, если банк не сможет удовлетворить заявку в полной мере, или если банк решит, что ему данный кредит невыгоден.

Для построения модели введем следующие переменные и константы:

H_{kt} – общее количество вариантов по выдаче k -го кредита в момент времени t ;

T_{kth} – срок, на который выдается кредит k -му заемщику в момент времени t в соответствии с h -м вариантом;

$N_{kh} = (T_{kth} - \bar{T}_{kth} + 1)q_{kh}$ – общее количество выплат по кредиту, где q_k – периодичность выплат в год (2,4,6,12); \bar{T}_{kth} – год, с которого начинаются выплаты;

n – количество заявок, рассматриваемых банком;

ω_{kth} – доля, на которую удовлетворяется заявка при выдаче кредита k -му заемщику в момент времени t в соответствии с вариантом h (доля кредита $0 \leq \omega_{kth} \leq 1$ ($k \in n$, $h \in H$) задается заемщиком и, таким образом, учитывается желание клиента);

y_{kth} – булевская переменная, такая что для каждого момента времени t имеет место один из вариантов $y_{kth} = \begin{cases} 0, \text{ вариант } h \text{ отвергнут,} \\ 1, \text{ выбран вариант } h; \end{cases}$

r_{kth} – процентная ставка, по которой выдается кредит k -му заемщику в момент времени t в соответствии с h -м вариантом;

S_{kt} – объем заявки на кредит;

\underline{S} – минимальная сумма кредита;

\bar{S}_{kt} – заработная плата для физических лиц или заявленная клиентом величина отдачи от проекта для юридических лиц и предпринимателей;

P_t – свободные кредитные ресурсы банка в момент времени t (свободные кредитные ресурсы банка для физических лиц будем обозначать P_t^Φ , для организаций – $P_t^{Ю}$, для предпринимателей – $P_t^И$);

σ_{kt} – мера риска k -го проекта, в момент времени t ;

σ^Φ – мера риска для физических лиц;

$\sigma^{Ю}$ – мера риска для юридических лиц;

$S_{обш}$ – это сумма кредитов в данной области за определённый период времени.

Составим систему ограничений и определим критерии оптимальности с учетом ряда актуальных предположений.

1. Для каждого кредита должен быть выбран только один вариант, поэтому

$$\sum_{h=1}^{H_k} y_{kth} = 1, \quad k \in n, \quad t \in T, \quad (1)$$

$$y_{kth}(1 - y_{kth}) = 0, \quad k \in n, \quad t \in T, \quad h \in H. \quad (2)$$

2. Разделим свободные кредитные ресурсы банка на две части: для юридических и физических лиц. В свою очередь юридические лица разделим на организации и предпринимателей. Так как модель является динамической, необходимо сформировать условие, которое будет описывать процесс перехода банка из одного состояния в другое, предполагается, что банк меняет свое состояние в каждый момент времени. В данном случае,

состояние банка – это комплексное понятие, характеризующееся группой параметров, которые отражают наличие, размещение и использование финансовых ресурсов коммерческого банка.

Будем считать, что свободные кредитные ресурсы банка P_t в момент времени t изменяются в соответствии с правилом

$$P_t = P_{t-1} - \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{H_k} S_{kt-1} \omega_{kt-1h} y_{kt-1h} + \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{H_k} \left[\frac{S_{kt} \omega_{kth} y_{kth}}{N_{kh}} + \frac{S_{kt} \omega_{kth} y_{kth} r_{kth}}{q_{kh}} \left(1 - \frac{m-1}{N_{kh}}\right) \right] \quad (3)$$

$(t \in T).$

Для определения границ возможных изменений свободных кредитных ресурсов предлагается или привлечь эксперта, или провести статистический анализ определения границ, если банковское учреждение существует давно (например: «Сбербанк России», «Банк ВТБ», «ВТБ 24»).

3. С другой стороны, свободные кредитные ресурсы банка P_t определяются следующим образом

$$P_t = P_t^\Phi + P_t^{IO} + P_t^{II} \quad (4)$$

при этом необходимо добавить ограничения следующего вида:

$$\begin{cases} \underline{P}_t^\Phi \leq P_t^\Phi \leq \bar{P}_t^\Phi, \\ \underline{P}_t^{IO} \leq P_t^{IO} \leq \bar{P}_t^{IO}, \\ \underline{P}_t^{II} \leq P_t^{II} \leq \bar{P}_t^{II}. \end{cases} \quad (5)$$

4. При решении вопроса об удовлетворении заявки на кредит или отказе в нем, необходимо учитывать ряд факторов. Во-первых, следует проверять, будет ли выдача того или иного кредита целесообразна. При этом условия целесообразности выдачи кредита можно формализовать следующим образом:

$$\underline{S} \leq \sum_{h=1}^{H_k} S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v \left(1 + \sum_{j=1}^{N_k} \left[1 - \frac{j-1}{N_{kh}} \right] \frac{r_{kth}^v}{q_{kh}^v} \right) \leq \bar{S}_{kt}, \quad (6)$$

$$n_t \underline{S} \leq \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{H_k} (S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v + L_{kt}^v y_{kth}^v) \leq P_t^v, \quad (7)$$

$$L_{kt}^v = S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v \sigma_k^v, \quad (8)$$

где L_{kt}^v – расчет размера денежных средств, закладываемых банком на каждого заемщи-

ка; v – индекс, определяющий тип заемщика, который рассматривается в данный момент

5. Для данной задачи будем рассматривать классические критерии оптимальности – максимизацию прибыли и минимизацию риска. Так как модель предполагается динамической, то необходимо учитывать параметр времени. Тогда первый критерий оптимальности на заданном временном промежутке можно формально представить функцией вида

$$f_1(x) = \sum_{t=t_0}^T \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{H_k} \sum_{j=1}^{N_k} [S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v - \frac{S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v (j-1)}{N_{kh}} \frac{r_{kth}^v}{q_{kh}^v}]. \quad (9)$$

Здесь T – число временных периодов, $t_0 = 1$ – это первый месяц года, начиная с которого, рассматривается деятельность банка по выдаче кредитов. Заметим, что возможные потери банка по совокупности кредитов определяются функцией вида

$$f_2(x) = \sum_{t=t_0}^T \sum_{k=1}^n S_{kt} \omega_{kt} \sigma_{kt}.$$

Для каждого клиента мера риска рассчитывается отдельно:

– для физических лиц

$$\sigma^\Phi = \frac{\sum_{j=1}^{N_k} \left(S_k^v \omega_k^v \left(1 - \frac{j-1}{N_k} \right) \frac{r_k^v}{q_k^v} \right) + S_k^v \omega_k^v}{\sum_{j=1}^{N_k} \bar{S}_{kt}} \quad (k \in n); \quad (10)$$

– для юридических лиц

$$\sigma^{ЮП} = \alpha - \frac{S_k^v \omega_k^v}{S_{общ}} \quad (k \in n), \quad (11)$$

где α – характеристика риска для юридических лиц и предпринимателей по областям $\underline{\alpha} \leq \alpha \leq 1$.

С учетом приведенных рассуждений получим

$$f_2(x) = \sum_{t=t_0}^T \sum_{h=1}^{H_k} \sum_{k=1}^n S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v \sigma_k^v, \quad (12)$$

где v – индекс, определяющий тип заемщика, который рассматривается в данный момент.

Для каждой группы лиц будут определяться возможные потери, которые необходимо заложить банком в случае невыплат по кредиту, при этом для каждой группы лиц пред-

усмотрены свои границы значений, превышение которой означает нецелесообразную выдачу средств кредитору, а, следовательно, доля выдаваемой суммы будет снижена.

Таким образом, получили оптимизационную модель кредитного портфеля. Первая функция решает задачу максимизации прибыли банка, а вторая минимизирует сумму, которую необходимо заложить на возможные потери клиента, которые могут привести к задолженностям.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

2.1. Алгоритм решения задачи формирования кредитного портфеля

В данной задаче используется свертка методом максимальной эффективности.

Предложенная оптимизационная модель предполагает разработку оригинального алгоритма, содержание этапов которого можно представить следующим образом:

1. Определение экстремальных значений целевых функций методом Соболя [] на основе решения следующих задач:

$$\begin{aligned} \text{a) } f_1(X) &\rightarrow \max, & \text{b) } f_2(X) &\rightarrow \max, \\ f_1(X) &\rightarrow \min, & f_2(X) &\rightarrow \min, \\ X &\in G; & X &\in G. \end{aligned}$$

В результате будут определены значения f_1^{\max} , f_1^{\min} , f_2^{\max} , f_2^{\min} .

2. Нормализация целевых функций с помощью подходящих функций нормирования

$$\lambda_1(x) = \frac{f_1^{\max} - f_1(x)}{f_1^{\max} - f_1^{\min}}, \quad \lambda_2(x) = \frac{f_2(x) - f_2^{\min}}{f_2^{\max} - f_2^{\min}}.$$

3. Сформировать и решить λ -задачу вида

$$\begin{aligned} \lambda &\rightarrow \max, \\ \lambda &\leq \lambda_1(x), \\ \lambda &\leq \lambda_2(x), \\ 0 &\leq \lambda \leq 1, \\ \lambda_1(x) + \lambda_2(x) &= 1, \end{aligned}$$

$$\underline{S} \leq \sum_{h=1}^{H_{kt}} S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v \left(1 + \sum_{j=1}^{N_k} \left[1 - \frac{j-1}{N_{kh}} \right] \frac{r_{rth}^v}{q_{kth}^v} \right) \leq \bar{S}_{kt},$$

$$\begin{aligned} n_t \underline{S} &\leq \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{H_k} (S_{kt}^v \omega_{kth}^v y_{kth}^v + L_{kt}^v y_{kth}^v) \leq P_t^v, \\ \sum_{h=1}^{H_{kt}} y_{kth}^v &= 1, \\ y_{kth}^v (1 - y_{kth}^v) &= 0. \end{aligned}$$

Данная задача представляет собой задачу линейного программирования с булевыми переменными и решается модифицированным методом Соболя. Рассматривается вариантная задача определения долей, на которые следует удовлетворить каждую кредитную заявку. Стоит отметить, что каждому варианту, который задается клиентом при формировании кредитного портфеля, в соответствие ставится булева переменная y_{kh} , характеризующая выбор варианта для рассматриваемого заемщика. Необходимо учитывать условие $\sum_{h=1}^{H_{kt}} y_{kth}^v = 1$, которое обеспечивает в конечном итоге выбор единственного оптимального варианта (объем заемных средств), с учетом интересов клиента.

2.2. Иллюстративный пример

Далее рассмотрим экспериментальные расчеты по модели формирования оптимального портфеля с фиксированными моментами выдачи средств. Введем исходные данные для решения задачи. В нашем примере платежи начинаются с первого года, платеж является ежемесячным, то есть $q_k = 12$, $\bar{T}_k = 1$, $P_0 = 15$ млн. руб. В табл. 1 представлены сведения о клиентах.

Пусть средства по всем кредитным заявкам должны быть выданы в первый месяц планирования. По исходным данным после проведения подстановок, получим следующую модель:

$$\begin{aligned} &81,250\omega_{1h}^{\Phi} + 98,959\omega_{2h}^{IO} + 21,667\omega_{3h}^{IO} + \\ &+ 34,125\omega_{4h}^{\Phi} + 231,256\omega_{5h}^I + 150,523\omega_{6h}^{II} + \\ &+ 27,625\omega_{7h}^{\Phi} + 138,755\omega_{8h}^{IO} + \\ &+ 168,750\omega_{9h}^{II} + 27,083\omega_{10h}^{\Phi} \rightarrow \max, \\ &517,5\omega_{1h}^{\Phi} + 165\omega_{2h}^{IO} + 600\omega_{3h}^{IO} + 189\omega_{4h}^{\Phi} + \\ &+ 340\omega_{5h}^{II} + 306\omega_{6h}^{II} + 177\omega_{7h}^{\Phi} + \\ &+ 192\omega_{8h}^{IO} + 180\omega_{9h}^{II} + 152,5\omega_{10h}^{\Phi} \rightarrow \min, \end{aligned}$$

Данные о клиентах

Клиент	Сумма кредита	Срок	Процентная ставка	Отдача от проекта/заработная плата за период времени	Тип клиента	Варианты получения кредита			Направление вложения средств (для юридических лиц, и предпринимателей)
1	750000	12	20	1200000	Физическое лицо	0,8	1		
2	500000	24	19	1000000	Юридическое лицо	0,4	0,6	1	Сельское хозяйство
3	2000000	12	20	4000000	Юридическое лицо	0,7	1		Строительство
4	350000	12	18	700000	Физическое лицо	0,8	1		
5	1000000	36	15	1400000	Предприниматель	0,6	0,8	1	Металлургическое производство
6	850000	24	17	1200000	Предприниматель	0,5	0,7	1	Строительство
7	300000	12	17	550000	Физическое лицо	0,8	1		
8	600000	36	15	900000	Юридическое лицо	0,6	0,9	1	Сельское хозяйство
9	900000	24	18	1500000	Предприниматель	0,6	0,75	1	Производство изделий из дерева
10	250000	12	20	450000	Физическое лицо	0,7	1		

Таблица 2

Доля выдаваемых кредитов от запрашиваемой суммы заемщикам

Заявка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Процент удовлетворения заявки	80	60	100	100	80	50	80	90	100	70
Прибыль банка	775119									
Сумма на заемщиков	2328150									

$$\sum_{h=1}^{H_{kt}} y_{kth}^v = 1,$$

$$y_{kth}^v (1 - y_{kth}^v) = 0,$$

$$100 \leq 1327,5\omega_{1h}^\Phi + 915,5\omega_{2h}^{IO} + 3600\omega_{3h}^{IO} + 588\omega_{4h}^\Phi + 1840\omega_{5h}^{II} + 1581\omega_{6h}^{II} + 531\omega_{7h}^\Phi + 1092\omega_{8h}^{IO} + 1530\omega_{9h}^{II} + 455\omega_{10h}^\Phi \leq 1500.$$

В итоге получаем для каждого клиента процент удовлетворения заявки. Для некоторых клиентов заявка не может быть одобрена в полном объеме. Тогда заявка удовлетворяется в меньшем объеме в соответствии с вариантами, которые предоставил клиент. Если кредит не может быть выдан в полном объеме, а другие варианты не были предоставлены, заявка не будет удовлетворена. В дан-

ном примере все обращения клиентов были одобрены, в случае нецелесообразного варианта выдачи кредита в полном объеме, были выбраны варианты, указанные заемщиками с меньшей долей. Таким образом, был рассмотрен процесс формирования кредитного портфеля коммерческого банка с применением вариантной модели. Результатом решения являются доли выдаваемых кредитов от запрашиваемой суммы заемщикам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной процесс, определяющий надежность банка, связан с его деятельностью при формировании кредитного портфеля. Кредитный портфель выбирается, как правило, в интересах роста доходов банка и максимально возможного снижения рисков. Однако проблема в том, что кредитный портфель должен еще и учитывать интересы заемщика, иначе клиентов не будет. Для решения данной проблемы была разработана вариантная модель задачи формирования кредитного портфеля банка во времени. В качестве целевых функций в данной задаче используются два критерия: максимизация прибыли и минимизация суммы, закладываемой на каждого заемщика. В представленной работе рассмотрен процесс формирования кредитного портфеля коммерческого банка в условиях идеальной среды. Экспериментальные расчеты показывают, что данная модель может рассматриваться как модель для оптимизации кредитного портфеля с учетом интересов заемщика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баева, Н. Б.* Основы теории систем и вычислительные схемы системного анализа : учебник для вузов / Н. Б. Баева, Д. В. Ворогушина, Е. В. Куркин. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2009. – 37 с.
2. *Касимов, Ю. Ф.* Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг / Ю. Ф. Касимов. – Москва : Информ.-изд. дом «Филинь», 1998. – 144 с.
3. *Руссман, И. Б.* Контроль и управление в организационных системах / И. Б. Руссман, М. К. Бабунашвили, М. А. Бермант // Экономика и математические методы. – 1969. – № 2. – С. 212–227.
4. *Руссман, И. Б.* О некоторых методах формирования и управления портфелем активов / И. Б. Руссман, М. З. Берколайко // Экономическая наука современной России. – 2004. – № 1. – С. 18–32.
5. *Язенин, И. А.* Об одной модели оптимизации инвестиционного портфеля / И. А. Язенин // Вестник ВГУ. – 2003. – № 2. – С. 102–105.
6. *Язенин, А. В.* Об одной возможности-вероятностной модели портфеля минимального риска / А. В. Язенин, Н. А. Шефова // Вестник ТГУ. – 2010. – № 14. – С. 85–95.
7. *Афоничкин, А. И.* Управленческие решения в экономических системах : учебник / А. И. Афоничкин, Д. Г. Михаленко. – СПб. : Питер, 2009. – 480 с.
8. *Леденева, Т. М.* Интеллектуальные системы моделирования: принципы разработки / Т. М. Леденева, С. Л. Подвальный // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 1 (51). – С. 4–10.
9. *Юдин, Д. Б.* Задачи и методы стохастического программирования / Д. Б. Юдин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Сов.радио, 1979. – 392 с.
10. *Соболь, И. М.* Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями : учеб. пособие / И. М. Соболь, Р. Б. Статников. – Москва : Дрофа, 2006. – 175 с.

Н. Б. Баева, Е. И. Аверкин

Баева Нина Борисовна – канд. экон. наук,
профессор кафедры ММИО, ВГУ
Тел.: 8(473)220-82-82
E-mail: mmio@amm.vsu.ru
baev@law.vsu.ru

Baeva N. B. – PhD in Economics, professor
in Voronezh State University, Department of
Mathematical Methods of Operations Research
Tel.: 8(473)220-82-82
E-mail: mmio@amm.vsu.ru

Аверкин Е. И. – магистр кафедры ММИО фа-
культета ПММ Воронежского государствен-
ного университета.
Тел.: 8 (909) 216-04-03
E-mail: averkin.zhneya@mail.ru

Averkin E. I. – student, Department of
Mathematical Methods of Operations Research,
faculty of AMM Voronezh State University.
Tel.: 8 (909) 216-04-03
E-mail: averkin.zhneya@mail.ru