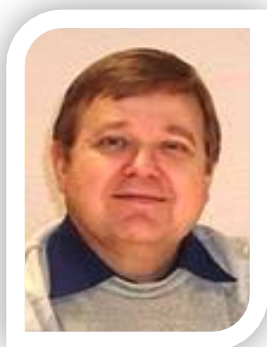


SECTION 31. Economic research, Finance, innovation.



Naumov Anatoly Aleksandrovich

candidate of technical Sciences, associate Professor ,
Center of Applied Mathematical Research,
Novosibirsk, Russia

**MATHEMATICAL MODEL OF THE SYSTEM OF CAREER
MANAGEMENT OF IT-PRODUCTS OF THE BANK**

The article describes the mathematical model of the system which allows to recommend the Bank customers to choose the products (services) from the set of products.

Key words: control system, Bank, services.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОДВИЖЕНИЕМ ИТ-ПРОДУКТОВ БАНКА**

В статье рассмотрены математические модели системы, которая позволяет рекомендовать клиентам банка выбирать продукты (услуги) из множества продуктов.

Ключевые слова: система управления, банк, услуги.

Введение. В работе рассмотрены математические модели системы, которая позволяет рекомендовать клиентам банка выбирать продукты (услуги) из множества продуктов P (см. [1], [2]). Заметим, что в общем случае множество продуктов P может быть не фиксированным. Последнее означает, что продукт может быть построен (синтезирован) на основе методов подбора (выбора, согласования с клиентами) его параметров. Такие продукты, которые будут построены в результате согласования их параметров с клиентами, назовем «гибкими продуктами» или «синтезированными продуктами».

Исходными данными для решения задачи построения такой системы служат: характеристики (параметры) клиентов, статистики по работе клиентов с продуктами из множества P в прошлые периоды времени, критерии оценивания эффективности продуктов для банка и клиента, характеристика (параметры) продуктов.

Решение задачи. Рассмотрим один из возможных подходов к решению задачи разработки системы продвижения продуктов банка.

Введем обозначения. Пусть $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n\}$ – множество продуктов (услуг), предоставляемы банком клиентам; $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_l\}$ – множество клиентов банка (в это множество входят клиенты, которые заключали договора с банком (C_w) и не заключали договора ($C_{\bar{w}}$)); X_p – множество характеристик продуктов банка P ; X_{p_i} – множество характеристик продукта $p_i \in P, i = 1, 2, 3, \dots, n$; X_c – множество характеристик клиентов банка C ; X_{c_i} – множество характеристик клиента $c_i \in C, i = 1, 2, 3, \dots, l$; $\vec{Q} = \{Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_m\}$ – вектор показателей эффективности, \vec{Q}_b – для банка, \vec{Q}_c – для клиента.

Сформируем в табличном виде информацию о клиентах и продуктах. В табл. 1 представлена информация о работе клиентов с банком. Эффективности продуктов $p_i \in P, i = 1, 2, 3, \dots, n$, для банка и клиентов оценим и сведем в таблицу (см. табл. 2). Составим таблицу для приоритетных направлений развития (продвижения) продуктов $p_i \in P, i = 1, 2, 3, \dots, n$ банком (см. табл. 3). Аналогично могут быть представлены в табличном виде данные для клиентов, которые консультировались в банке, но договора не заключали (для клиентов из множества $C_{\bar{w}}$).

Таблица 1.

Информация о клиентах и продуктах.

N	Кли- енты	Характерис- тики клиентов X_c				Выбранные продукты $p_i \in P$				Консультации о продуктах $p_i \in P$				Переходы $p_i \rightarrow p_j$
		$x_{c_1,1}$	$x_{c_1,2}$	$x_{c_1,3}$	...	p_1	p_3	...		p_5				
1.	c_1	$x_{c_1,1}$	$x_{c_1,2}$	$x_{c_1,3}$	...	p_1	p_3	...		p_5				$p_1 \rightarrow p_3,$ $p_3 \rightarrow p_5$
2.	c_2	$x_{c_2,1}$	$x_{c_2,2}$	$x_{c_2,3}$	...	p_7	p_9	...		p_5				$p_9 \rightarrow p_3$
3.	c_3	$x_{c_3,1}$	$x_{c_3,2}$	$x_{c_3,3}$	...	p_3	p_5	...		p_7	p_9			$p_5 \rightarrow p_7$
...														
L.	c_l	$x_{c_l,1}$	$x_{c_l,2}$	$x_{c_l,3}$...									

Таблица 2.

Эффективности продуктов для банка и клиентов.

N	Продук- ты $p_i \in P$	Характеристи- ки продуктов X_p			Эффективность для банка \vec{Q}_b			Эффективность для клиента \vec{Q}_c		
		$x_{p_1,1}$	$x_{p_1,2}$	...	$Q_{b,p_1,1}$	$Q_{b,p_1,2}$	...	$Q_{c,p_1,1}$	$Q_{c,p_1,2}$	...
1.	p_1	$x_{p_1,1}$	$x_{p_1,2}$	...	$Q_{b,p_1,1}$	$Q_{b,p_1,2}$	...	$Q_{c,p_1,1}$	$Q_{c,p_1,2}$	...
2.	p_2	$x_{p_2,1}$	$x_{p_2,2}$	...	$Q_{b,p_2,1}$	$Q_{b,p_2,2}$	...	$Q_{c,p_2,1}$	$Q_{c,p_2,2}$	...
3.	p_3	$x_{p_3,1}$	$x_{p_3,2}$	...	$Q_{b,p_3,1}$	$Q_{b,p_3,2}$	...	$Q_{c,p_3,1}$	$Q_{c,p_3,2}$	...
...	...									
n.	p_n	$x_{p_n,1}$	$x_{p_n,2}$	...	$Q_{b,p_n,1}$	$Q_{b,p_n,2}$	...	$Q_{c,p_n,1}$	$Q_{c,p_n,2}$	...

Таблица 3.

**Приоритетные направления развития (продвижения) продуктов
банком.**

N	Продук- ты $p_i \in P$	План продвижения продуктов p_i банком				Приоритеты в соответствии с критерием Q_{b,p_i,p_j} (или $Q_{b,p_i \rightarrow p_j}$)			
1.	p_1	$p_1 \rightarrow p_3,$ $Q_{b,p_1 \rightarrow p_3}$	$p_1 \rightarrow p_5,$ $Q_{b,p_1 \rightarrow p_5}$	$p_1 \rightarrow p_7,$ $Q_{b,p_1 \rightarrow p_7}$		0.5	0.4	0.1	
2.	p_2	$p_2 \rightarrow p_4,$ $Q_{b,p_2 \rightarrow p_4}$	$p_2 \rightarrow p_8,$ $Q_{b,p_2 \rightarrow p_8}$			0.7	0.3		
3.	p_3	$p_3 \rightarrow p_5,$ $Q_{b,p_3 \rightarrow p_5}$	$p_3 \rightarrow p_6,$ $Q_{b,p_3 \rightarrow p_6}$	$p_3 \rightarrow p_9,$ $Q_{b,p_3 \rightarrow p_9}$	...	0.6	0.2	0.1	...
...									
$n.$	p_n	$p_n \rightarrow p_2,$ $Q_{b,p_n \rightarrow p_2}$	$p_n \rightarrow p_4,$ $Q_{b,p_n \rightarrow p_4}$	$p_n \rightarrow p_6,$ $Q_{b,p_n \rightarrow p_6}$	...	0.3	0.2	0.15	...

Представим графически данные о клиентах банка (см. рис. 1).

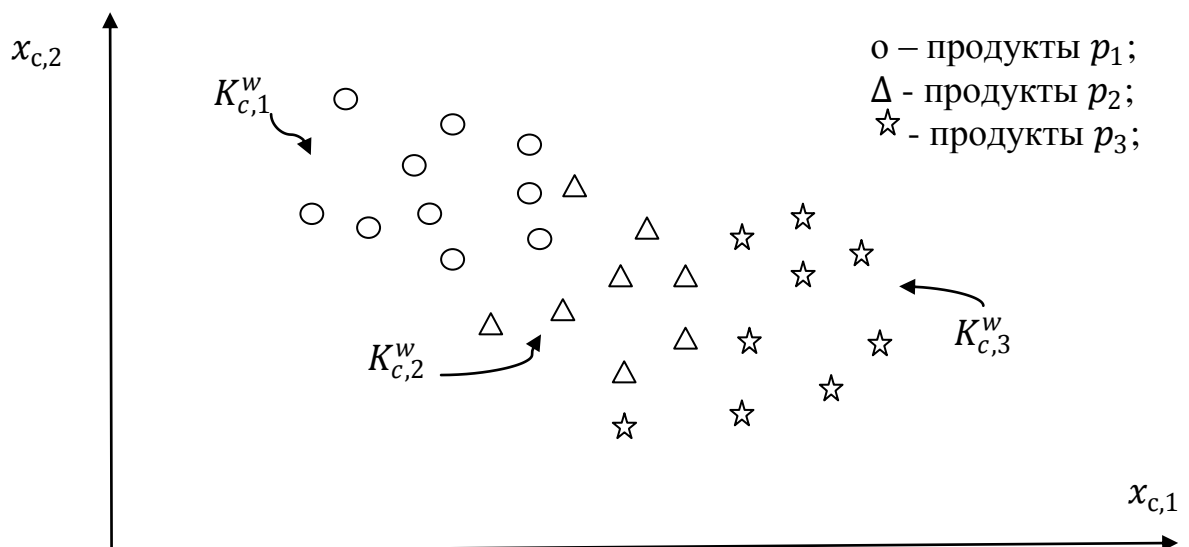


Рисунок 1 - Графическое представление классов клиентов ($K_{c,1}^w, K_{c,2}^w$ и $K_{c,3}^w$), пользующихся продуктами p_1, p_2 и p_3 соответственно.

Система продвижения продуктов банка может быть использована в нескольких вариантах:

1. Клиент уже работает с банком и стоит перед выбором заключения нового (или дополнительного) договора (выбора нового продукта).

2. Клиент не работает (и не работал) с банком и выбирает продукт из некоторого множества, т.е. выбирает $p_i \in P, i = 1, 2, 3, \dots, n$.

В соответствии с этими двумя возможностями алгоритмы продвижения продуктов банка будут выглядеть следующим образом.

Алгоритм I. (Для случая, когда $c_{i_0} \in \bar{C}$ – новый (потенциальный) клиент банка).

1. Находим $X_{c_{i_0}}$ (характеристики клиента c_{i_0});
2. Находим класс $K_{c_{i_0}}^w$, соответствующий c_{i_0} и $X_{c_{i_0}}$;
3. Находим продукт $p_{i_0} \in P$, соответствующий $K_{c_{i_0}}^w$ (возможно, это будет несколько продуктов);
4. В соответствии с планом развития банка (и продвижения продуктов в банке, см. табл. 3) предлагаем продукты по убыванию величин критерия $Q_{b, p_{i_0} \rightarrow p_j}$;
5. Согласовываем продукт $p_j \in P$ с клиентом (проводим процесс согласования); оцениваем эффективность выбора нового продукта для клиента по критерию $Q_{c, p_{i_0} \rightarrow p_j}$;
6. Заключаем (или не заключаем) договор с клиентом на продукт $p_j \in P$; пополняем статистику (см. табл. 1) в части w или \bar{w} ;
7. Конец работы алгоритма.

Алгоритм II. (Пусть $c_{i_0} \in C$ – клиент банка и он хочет заключить новый договор).

1. Характеристики $X_{c_{i_0}}$ известны, известен и класс $K_{c_{i_0}}^w$; известна динамика движения c_{i_0} по классам:

$$X_{c_{i_0}}(t - r \cdot \Delta t) \rightarrow X_{c_{i_0}}(t - (r - 1) \cdot \Delta t) \rightarrow \dots \rightarrow X_{c_{i_0}}(t),$$

$$p_{i_0}(t - r \cdot \Delta t) \rightarrow p_{i_0}(t - (r - 1) \cdot \Delta t) \rightarrow \dots \rightarrow p_{i_0}(t),$$
 где t - текущее время;
2. В соответствии с $p_{i_0}(t)$ и прогнозом $p_{i_0}(t + \Delta t)$ находим по табл. 3 варианты развития продуктов: для клиента c_{i_0} находим переход $p_{i_0} \rightarrow p_j$; возможно, это будет множество продуктов; упорядочиваем эти варианты развития по убыванию значений критерия $Q_{b, p_{i_0} \rightarrow p_j}$;
3. Согласовываем продукт $p_j \in P$ с клиентом (осуществляется процесс согласования); оценивается эффективность выбора нового продукта для клиента $Q_{c, p_{i_0} \rightarrow p_j}$;
4. Заключается (не заключается) договор на переход к использованию клиентом продукта $p_j \in P$, пополняем статистику в табл. 1 (в части w или \bar{w});
5. Заканчивает работу алгоритм.

Отметим некоторые особенности задачи продвижения продуктов банка и алгоритмов ее реализующих.

1. Возможны скачкообразные «движения» клиентов банка в пространстве характеристик X_c и множества продуктов P (продвижение по службе, банкротство и т.д.).
2. Из алгоритмов математической статистики выше были использованы: метод построения прогнозов, например, с использованием регрессионных моделей, и метод классификации (два алгоритма, которые могут быть реализованы в пакете программ MatLab).
3. Из алгоритмов классификации можно воспользоваться, например, алгоритмами k ближайших соседей, построением деревьев классификации, построением дискриминирующих функций и др.
4. В соответствии с замечанием пп. 1, задачу прогнозирования следует решать аккуратно, возможно, только по последним 2-3 временным отсчетам (наблюдениям за значениями $p_{i_0}(t)$).
5. Возможно, при реализации алгоритмов будут востребованы и некоторые другие статистические функции пакета MatLab (регрессионного, дисперсионного анализа и т.д.).
6. Представляется интересной задача совместной обработки информации для клиентов C_w и $C_{\bar{w}}$.
7. Измерение (оценивание) значений показателей Q_{b,p_i} , Q_{c,p_i} , $Q_{b,p_i \rightarrow p_j}$ и других может быть произведено на основе потоковых моделей соответствующих бизнес-процессов, входящих в общий процесс продвижения продуктов [3].

Рассмотрим один из подходов к разработке системы выбора параметров продуктов банка в соответствии с желаниями клиента (с учетом пожеланий клиентов) и выгодные банку (системы с «гибкими продуктами» или с «синтезированными продуктами»).

Обозначим вектор параметров договора через $\vec{\pi} = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_k)$. Отметим, что параметры договора – часть характеристик продукта банка из множества X_{p_i} (множества характеристик продукта $p_i \in P, i = 1, 2, 3, \dots, n$). Этот вектор образован такими характеристиками договора, как ставки, сроки, особые условия расторжения и т.д. Пусть эффективность работы с продуктами банка (в том числе – с договорами) характеризуется критериями $\vec{Q} = \{Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_m\}$ (вектор показателей эффективности), причем, \vec{Q}_b – критерии эффективности использования продуктов банком, \vec{Q}_c – аналогично для клиента.

Изобразим графически область желаемых (относительно критерия \vec{Q}_b) значений параметров $\vec{\pi}$ (область Π_b , см. рис. 2).

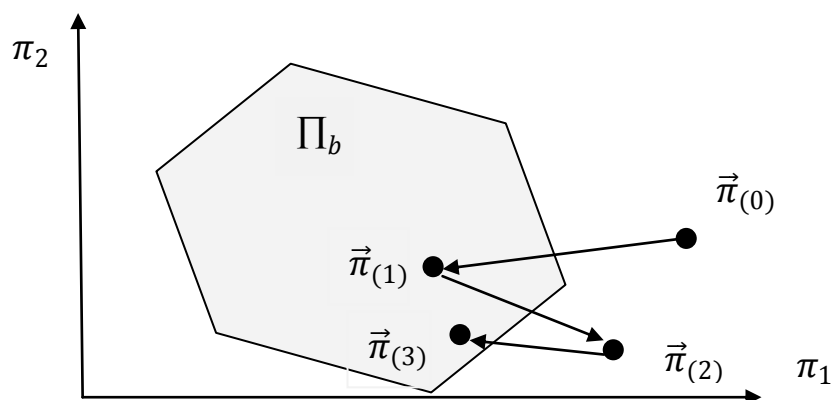


Рисунок 2 - Графическое представление области желаемых для банка значений параметров договора Π_b и процесса согласования параметров ($\vec{\pi}_{(0)} \rightarrow \vec{\pi}_{(1)} \rightarrow \vec{\pi}_{(2)} \rightarrow \vec{\pi}_{(3)}$).

Рассмотрим подробнее работу алгоритма процесса согласования параметров договора по шагам.

1. Процесс согласования параметров $\vec{\pi}$ начинается с того, что клиент предлагает свои условия (желательные для него) заключения договора $\vec{\pi}_{(0)} = \vec{\pi}_{(i)}$, при $i = 0$, i – номер итерации процесса согласования; (например, это может быть набор параметров $\vec{\pi}_{(0)} = (t_0^{(0)}, T^{(0)}, r_b^{(0)})$, где $t_0^{(0)}$ – время начала договора, $T^{(0)}$ – время окончания договора, $r_b^{(0)}$ – банковская ставка для параметров $\vec{\pi}_{(0)}$).

2. Находим финансовые потоки банка и характеристики этих потоков для параметров договора $\vec{\pi}_{(i)}$: $F_{in}(t)$ – входной финансовый поток (от клиента банку), $F_{out}(t)$ – выходной финансовый поток (от банка клиенту), $r_{b,out}$ – ставка внешнего использования входного финансового потока банком, $r_{c,out}$ – ставка внешнего использования выходного финансового потока клиентом.

Заметим, что поток F_{in} направлен от клиента к банку, а F_{out} , наоборот, от банка к клиенту.

3. Оцениваем значения критериев эффективности для банка. Например, оценим доход и доходность банка от потоков. Получим оценку для дохода банка (для параметров $\vec{\pi}_{(i)}$ и момента времени T):

$$\Delta F_b(T) = NFV_b(T) = F_b^+(T) - F_b^-(T);$$

$$F_b^+(T) = \sum_t F_{in}(t) \cdot (1 + r_{b,out})^{T-t};$$

$$F_b^-(T) = \sum_t F_{out}(t) + \sum_t F_{in}(t);$$

здесь $\sum_t F_{out}(t)$ – проценты по договору, которые выплатит банк клиенту, $\sum_t F_{in}(t)$ – накопленный входной поток. Тогда доходность банка (для параметров $\vec{\pi}_{(i)}$) можно оценить по формуле:

$$IRR_b = \{r | \sum_t F_{in}(t) \cdot (1+r)^{T-t} = \Delta F_b(T)\}.$$

4. Моделируем поведение показателей дохода и доходности с учетом возможных рисков [3]. В частности, отклонения от оцененных значений показателей возможны из-за того, что фактические значения входного потока F_{in} могут отличаться от запланированных и т.д.

5. Проверяем условие: устраивают ли значения показателей $\Delta F_{b,R}(T)$ и $IRR_{b,R}$ с учетом рисков (символ R отражает учет влияния рисков на показатели эффективности) банк. Если устраивают, то оцениваем значения показателей $\Delta F_{c,R}(T)$ и $IRR_{c,R}$ для клиента и при его согласии (одобрении этих значений) заключаем договор с параметрами $\vec{\pi}_{(i)}$. Переходим на шаг 7 алгоритма.

6. Если показатели эффективности для параметров договора $\vec{\pi}_{(i)}$ не устраивают клиента или банк, то, при желании обеих сторон продолжать процесс согласования, корректируем $\vec{\pi}_{(i)}$ в соответствии с пожеланиями клиента или банка (например, увеличивая длительность договора, уменьшая банковскую ставку и т.д.) получаем (для увеличенного на единицу значения номера шага процесса согласования $i := i + 1$) вектор параметров $\vec{\pi}_{(i)}$ и переходим на шаг 2 алгоритма. Если обе стороны решили остановить процесс согласования, то переходим на шаг 7, так и не заключив договор.

7. Конец работы алгоритма.

Сделаем несколько замечаний.

Замечание 1. Более корректно было бы выше для показателей эффективности использовать обозначения: $\Delta F_b(T, \vec{\pi}_{(i)}) = NFV_b(T, \vec{\pi}_{(i)})$ и $IRR_b(\vec{\pi}_{(i)})$, подчеркивая тем самым зависимость этих показателей от текущих значений параметров на i -ом шаге процесса согласования.

Замечание 2. Показатели эффективности для клиента могут быть подсчитаны в соответствии с формальными выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta F_c(T) &= NFV_c(T) = F_c^+(T) - F_c^-(T); \\ F_c^+(T) &= \sum_t F_{out}(t) \cdot (1 + r_{c,out})^{T-t}; \\ F_c^-(T) &= \sum_t F_{in}(t) \cdot (1 + r_{c,alt})^{T-t}, \\ IRR_c &= \{r | \sum_t F_{in}(t) \cdot (1+r)^{T-t} = \Delta F_c(T)\}, \end{aligned}$$

где $r_{c,alt}$ – альтернативная ставка для клиента.

Замечание 3. Методику согласования параметров договора можно использовать в двух аспектах. Либо так как это делается в настоящее время (согласовать с клиентом банка один из вариантов договора из фиксированного множества параметров), либо синтезировать

согласованный вектор параметров в соответствии с рассмотренным выше алгоритмом.

Показатели эффективности с учетом рисков можно оценить, если воспользоваться процедурой моделирования [3]. Так, например, если в результате моделирования значений показателя IRR_b получилась некоторая эмпирическая функция распределения вероятностей для этого показателя $F(IRR_b)$, то в качестве показателя эффективности с учетом рисков $IRR_{b,R}$ можно использовать следующие значения: $IRR_{b,R} = IRR_b - \arg(\min(F(IRR_b)) | F(IRR_b) > 0)$; $IRR_{b,R} = IRR_b - VaR(q, F(IRR_b))$. Здесь $\arg(\min(F(IRR_b)) | F(IRR_b) > 0)$ – это то значение показателя IRR_b , которому соответствует наименьшее значение функции IRR_b , или наименьшее из полученных при моделировании значение IRR_b , $VaR(q, F(IRR_b))$ – VaR -показатель риска.

Литература

1. Чистов Д.В. Банковские информационные системы и технологии. – Москва: Финансы и статистика, 2005. – 384 с.
2. Банковские информационные системы: Учебник/ Под ред. проф. В.В. Дика. – М.: Маркет ДС, 2010. – 816 с.
3. Наумов А.А. Теоретические и прикладные вопросы моделирования бизнес-процессов. Модели, алгоритмы, программы. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 464 с.