

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОНЕЧЕТКОЙ СКОРИНГОВОЙ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ
КРЕДИТНОГО РИСКА ЗАЕМЩИКА**

USE NEURO SCORING MODELS IN CREDIT RISK ASSESSMENT OF BORROWER

Бобыль В.В., кандидат экономических наук, доцент кафедры учета, аудита и интеллектуальной собственности, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Республика Украина

E-mail: Vladimir_bobyl@list.ru

Bobyl V.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Accounting, auditing and intellectual property, the Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazarian, Republic of Ukraine

Аннотация

В статье отмечается, что современный финансовый кризис обусловил объективную необходимость дальнейшего исследования проблемы определения кредитного риска заемщика. Рассмотрены вопросы использования нейронечеткой скоринговой модели в оценке кредитоспособности физических и юридических лиц, а также определены значения коэффициентов кредитоспособности заемщика при максимальном и минимальном кредитном риске. Сделан вывод о том, что применение нейронных сетей в скоринговых моделях банка особенно эффективно в том случае, когда исторических данных недостаточно для построения статистической модели, или когда в модель вводятся качественные факторы, которые могут быть оценены только экспертным путем.

Ключевые слова: банки, кредитный риск, заемщик, нейронные сети, скоринг.

Annotation

The article notes that the current financial crisis has led to an objective need to further explore the problem of determining the credit risk of the borrower. Address the use of neuro-fuzzy scoring model to assess the creditworthiness of individuals and legal entities, as well as the values of the coefficients of the borrower's creditworthiness at the maximum and minimum credit risk. It is concluded that the use of neural network models in the bank scoring particularly effective in the

case where the history data is not sufficient to build a statistical model, or when administered to the model quality factors which may be assessed by an expert only.

Keywords: banks: credit risk, the borrower, the neural network, score.

Современный мировой финансовый кризис обусловил повышение интереса к вопросам развития систем управления банковскими рисками. Под механизмом системы риск-менеджмента понимаются процедуры выявления (идентификации), оценки, управления и мониторинга (контроля) банковских рисков. Актуальность приобретает проблема усовершенствования механизма управления кредитным риском.

Особое место в системе риск-менеджмента банка занимают методы оценки кредитоспособности заемщиков юридических и физических лиц. Этому вопросу посвящены работы М. В. Бордаковой [1], А. Н. Борщева [2], Ф. Х. Кодзоева [3], В.И. Корнейчука [4], Н. С. Костюченко [5], В. В. Кулаковского [6], Ю.И. Матигорова [7].

Однако следует отметить, что в большинстве исследований оценка кредитного риска заемщиков построена на базе статистического анализа. Для его реализации требуется значительное количество четкой входящей статистической информации, которая не всегда представлена в условиях значительных изменений факторов внешней среды. Кроме того, в условиях финансового кризиса большое значение имеют качественные критерии оценки заемщика, которые нельзя представить определенными числовыми параметрами, а лишь описательно.

В связи с этим предлагаем при разработке современных скоринговых систем использовать нейронечеткие технологии, которые позволяют значительно расширить возможность моделирования сложных экономических объектов, процессов, что очень актуально в условиях финансового кризиса при отсутствии достоверных данных, неполной и нечеткой статистической информации, сложных нелинейных зависимостей выходов от входов системы.

Построение нейронечеткой модели состоит из двух этапов. Первый этап (структурная идентификация) заключается в формировании нечеткой базы знаний, воспроизводящей зависимость выхода от входов с помощью лингвистических правил «ЕСЛИ - ТОГДА», которые генерируются на базе экспериментальных данных. Например, если <коэффициент текущей ликвидности «хороший»> И <коэффициент финансовой устойчивости «удовлетворительный»> И <коэффициент обеспечения оборотными средствами «неудовлетворительный»>, ТОГДА <кредитный риск по заемщику - юридического лицу «низкий»>.

На втором этапе проводится параметрическая идентификация: поиск таких параметров нечеткой базы знаний, которые минимизируют отклонение теоретических (рассчитанных по модели) результатов от экспериментальных. Типичная структура нечеткой модели представлена на рис. 1.

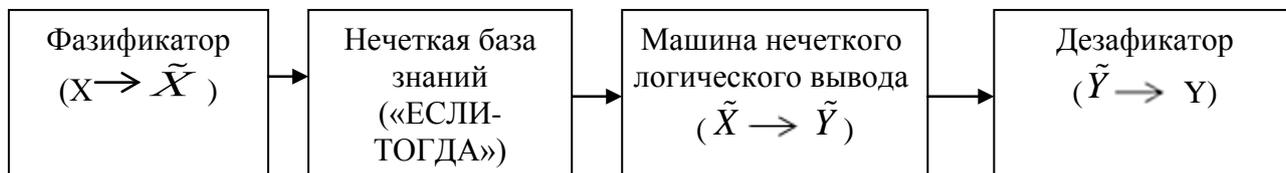


Рис. 1. Структура скоринговой модели на основе нечеткого логического вывода

Как видно из рисунка 1, модель состоит из следующих блоков: 1) фазификатор, который трансформирует фиксированный вектор влияющих факторов X в вектор нечетких множеств \tilde{X} , необходимых для выполнения нечеткого логического вывода; 2) нечеткая база знаний, содержащая информацию о зависимости $Y = f(X)$ в виде лингвистических правил типа «ЕСЛИ - ТОГДА»; 3) машина нечеткого логического вывода, которая на основе правил базы знаний определяет значение выходной переменной в виде нечеткого множества \tilde{Y} , что соответствует нечетким значениям входных переменных \tilde{X} ; 4) дефазификатор, трансформирующий нечеткое множество \tilde{Y} в четкое число Y .

Вначале рассмотрим использование скоринговой нейронечеткой модели при оценке кредитоспособности заемщика - юридического лица (кроме банка).

Для этого выберем влияющие факторы в виде следующих коэффициентов: общей ликвидности, мгновенной ликвидности, текущей ликвидности, мобильности активов, денежного потока заемщика, финансовой устойчивости, автономности, обеспечения собственными оборотными средствами. Формулы расчета данных коэффициентов указаны в таблице 1.

Таблица 1.

Коэффициенты оценки кредитоспособности заемщика - юридического лица

Коэффициент	Формула расчета	Примечание
общей ликвидности	$\frac{A_0}{O_0}$	A_0 – оборотные активы; O_0 – текущие (краткосрочные) обязательства, состоящие из краткосрочных кредитов и расчетов с кредиторами
мгновенной ликвидности	$\frac{A_в}{O_т}$	$A_в$ – высоколиквидные активы (средства и их эквиваленты, текущие финансовые инвестиции); $O_т$ – текущие (краткосрочные) обязательства, состоящие из краткосрочных кредитов и расчетов с кредиторами

текущей ликвидности	$\frac{Ал}{От}$	Ал – ликвидные активы (высоколиквидные активы, дебиторская задолженность, полученные векселя); От – текущие (краткосрочные) обязательства, состоящие из краткосрочных кредитов и расчетов с кредиторами
мобильности активов	$\frac{Ал}{Ан}$	Ал – ликвидные активы (высоколиквидные активы, дебиторская задолженность, векселя полученные); Ан – необоротные активы
денежного потока	$\frac{(Нсм \times n) - (Зм \times n) - Zi}{Ск}$	Нсм - среднемесячные поступления на счета заемщика в течение трех последних месяцев (за исключением банковских средств); Ск - сумма кредита и проценты по нему; n - количество месяцев действия банковского договора; Зм - ежемесячные условно-постоянные обязательства заемщика; Zi - налоговые платежи и сумма других обязательств перед кредиторами, которые должны быть оплачены со счета заемщика, кроме сумм обязательств, срок погашения которых превышает срок действия банковского договора (по данным последнего баланса)
финансовой устойчивости	$\frac{Вк + Дп}{П}$	Вк - собственные средства заемщика; Дп - долгосрочная кредиторская задолженность; П - пассив (валюта баланса).
автономности	$\frac{Вк}{П}$	П - пассив (валюта баланса); Вк - собственные средства заемщика
обеспечения собственными оборотными средствами	$\frac{Вк - Ан}{Зк}$	Ан - необоротные активы; Вк - собственные средства заемщика; Зк - привлеченные средства (долгосрочная и краткосрочная задолженность заемщика).

В качестве значений интегральной оценки уровня кредитного риска заемщика - юридического лица (Y) выберем «0» - если были выполнены все условия кредитного договора между заемщиком и банком и «1» - если условия кредитного договора не выполнены (риск максимальный).

Входные данные для моделирования оценки кредитного риска заемщиков-юридических лиц (кроме банков) были взяты из реальных кредитных историй КБ «Причерноморье» (Украина). По каждому банковскому договору зафиксированы условия (дата выдачи, планируемая и фактическая даты погашения, объем кредита, процент, тип обеспечения), характеристики хозяйственной деятельности юридического лица, параметры фактического выполнения договора (исходные данные приведены в таблице 2).

Таблица 2

Входные данные для моделирования оценки кредитного риска заемщика-юридического лица

№	Коэффициенты	Y
---	--------------	---

Кредитной истории	общей ликвидности (1)	мгновенной ликвидности (2)	текущей ликвидности (3)	мобильности активов (4)	денежного потока (5)	финансовой устойчивости (6)	автономности (7)	обеспечения собственными оборотными средствами (8)	
1	0,40	0,01	0,24	0,10	-0,27	0,63	0,58	-0,60	1
2	0,25	0,00	0,22	1,70	0,79	-3,01	-1,33	-0,75	1
3	0,63	0,00	0,19	0,68	6,10	-0,11	-10,41	-0,37	1
4	0,95	0,00	0,73	18,62	1,35	-0,11	-80,92	-0,05	1
5	0,38	0,00	0,21	0,47	-3,77	-0,02	-6,00	-0,62	1
6	0,94	0,00	0,74	1,20	0,73	0,36	1,80	-0,06	0
7	7,15	0,37	3,10	0,06	0,51	0,98	0,02	6,15	0
8	7,79	0,00	2,71	0,51	19,04	0,92	0,08	6,79	0
9	0,20	0,01	0,01	0,10	-17,43	0,81	0,23	-0,08	0
10	1,07	0,03	0,82	2,15	-21,87	0,31	2,35	0,05	0
11	1,02	0,00	0,06	0,66	5,99	0,10	9,22	0,02	0
12	1,39	0,00	1,39	0,12	11,01	0,92	0,99	0,39	0

Для выявления взаимозависимости указанных показателей рассчитаем их парные коэффициенты корреляции. Результаты расчетов приведены в табл. 3 (обозначения столбцов соответствуют номеру коэффициента таблицы 2).

Таблица 3

Коэффициенты парной корреляции показателей кредитоспособности заемщика - юридического лица

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1)	1,000	0,618	0,949	-0,192	0,181	0,458	0,143	0,996
(2)	0,618	1,000	0,676	-0,124	-0,086	0,284	0,118	0,618
(3)	0,949	0,676	1,000	-0,135	0,168	0,505	0,072	0,949
(4)	-0,192	-0,124	-0,135	1,000	0,440	-0,052	-0,715	-0,192
(5)	0,181	-0,086	0,168	0,440	1,000	0,210	0,196	0,181
(6)	0,458	0,284	0,505	-0,052	0,210	1,000	0,058	0,458
(7)	0,143	0,118	0,072	-0,715	0,196	0,058	1,000	0,143
(8)	0,996	0,618	0,949	-0,192	0,181	0,458	0,143	1,000

Как видно из таблицы 3, некоторые пары показателей имеют высокий уровень линейной зависимости (например, коэффициенты общей и текущей ликвидности). В процессе разработки нейронечеткой скоринговой модели определение таких пар позволяет уменьшить количество коэффициентов до пяти, а именно:

- коэффициент мгновенной ликвидности (x1);
- коэффициент текущей ликвидности (x2);
- коэффициент мобильности активов (x3);
- коэффициент денежного потока (x4);
- коэффициент финансовой устойчивости (x5).

В этом случае оценка кредитного риска юридического лица определяется по формуле 1:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \text{ (форм.1).}$$

Для построения термов для переменных x_1, x_2, x_3 возьмем отрезки, правой границей каждого из которых будет наибольшее значение каждой переменной, а левой - наименьшее. Разделим эти отрезки на три равные части, которым будут отвечать нечеткие термы - низкий (Н), средний (С), высокий (В). Полученные отрезки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Термы для переменных x_1, x_2, x_3

Название термы	x_1	x_2	x_3
Н (низкий)	[0.00, 0.05)	[0.00, 0.25)	[0.00, 0.20)
С (средний)	[0.05, 0.20)	[0.25, 0.50)	[0.20, 0.50)
В (высокий)	[0.20, 0.30]	[0.50, 1.50]	[0.50, 0.70]

Для построения термов для переменных x_4, x_5 возьмем по 4 нечетких термы - критический (К), низкий (Н), средний (С), высокий (В). Полученные отрезки приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Термы для переменных x_4, x_5

Название термы	x_4	x_5
К (критический)	[-1.00, 0.00)	[-1.00, 0.00)
Н (низкий)	[0.00, 0.5)	[0.00, 0.20)
С (средний)	[0.5, 1.5)	[0.20, 0.40)
В (высокий)	[1.5, 2.5]	[0.40, 1.00]

Нечеткая база знаний в компактном виде представлена в таблице 6.

Таблица 6.

Компактный вид базы знаний по оценке кредитного риска заемщика - юридического лица

У	№ правила	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0	1	Н	Н	Н	К	В
	2	Н	Н	В	С	К
	3	Н	Н	В	В	К
	4	С	С	В	С	Н
	5	Н	Н	С	К	Н
1	6	С	С	В	С	С
	7	В	В	Н	Н	В
	8	В	В	С	В	В
	9	Н	Н	В	В	К
	10	С	С	В	В	С

11	Н	Н	В	В	Н
12	В	В	Н	В	В

Как видно из таблицы 6, кредитный риск является минимальным, если значение коэффициента мобильности активов и коэффициента денежного потока является «высоким»: коэффициент мобильности активов более 0,5, а коэффициент денежного потока более 1,5. При этом коэффициенты мгновенной и текущей ликвидности могут быть «средними» (значение коэффициента мгновенной ликвидности находится в интервале [0,05 - 0,2), а значение коэффициента текущей ликвидности - в интервале [0,25 - 0,5)) или «высокими» (значение коэффициента мгновенной ликвидности более 0,2, а значение коэффициента текущей ликвидности более 0,5). Уровень кредитного риска значительно увеличивается, когда коэффициенты мгновенной и текущей ликвидности являются «низкими» (значение коэффициента мгновенной ликвидности не достигает 0,05, а значение коэффициента текущей ликвидности меньше 0,25).

Чтобы лучше отражать специфику современного финансового кризиса, данная модель может быть дополнена другими показателями финансового состояния заемщика - юридического лица. Возможность пополнения модели факторами – показателями позволяет на основе нейронечеткого подхода создавать подсистемы поддержки принятия эффективных банковских решений о кредитовании корпоративного бизнеса [8, с. 181].

В свою очередь для характеристики кредитного риска заемщика - физического лица предлагаем использовать следующие количественные и качественные показатели:

- коэффициент обеспечения кредита залогом (x1);
- коэффициент обеспечения кредита совокупным среднемесячным доходом (x2);
- возраст заемщика (x3);
- наличие постоянной работы (x4);
- непрерывный стаж работы (x5);
- история погашение кредитов в прошлом (x6).

Методика расчетов этих коэффициентов приведена в таблице 7.

Таблица 7

Коэффициенты оценки кредитоспособности заемщика - физического лица

Коэффициент	Формула расчета	Примечание
x1	$\frac{BЗ}{Cк}$	BЗ – стоимость залога (сумма поручительства или сумма договора страхования финансового риска); Cк – сумма кредита и процентов
x2	$\frac{MД}{MПК + MB}$	MПК – ежемесячные платежи по кредиту, включая проценты; MД - совокупный среднемесячный доход заемщика; MB – сумма среднемесячных расходов заемщика

x3	–	возраст заемщика в годах
x4	–	стаж работы на постоянном месте в годах
x5	–	непрерывный стаж работы в годах
x6	–	В прошлом своевременно погасил кредит или с нарушениями, или не брал кредит

Как и в случае с определением кредитного риска заемщика – юридического лица, интегральной оценкой уровня кредитного риска заемщика – физического лица (Y) будут выступать два значения: 0 - если выполнены условия кредитного договора между заемщиком и банком и 1 - если условия кредитного договора не выполнены (кредитный риск - максимальный).

Входные данные для моделирования оценки кредитного риска заемщиков-физических лиц были взяты из реальных кредитных историй КБ «Причерноморье» (таблица 8).

Таблица 8

Входные данные для моделирования оценки кредитного риска заемщика-физического лица

№ кредитной истории	Коэффициенты						Y
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	
1	2,49	0,00	54	5	33	не брал кредит	1
2	2,33	1,50	56	24	33	не брал кредит	1
3	1,35	1,44	45	7	23	не брал кредит	1
4	3,55	0,00	47	0	28	с нарушением погасил кредит	1
5	1,44	1,00	41	4	21	не брал кредит	1
6	1,00	1,38	33	7	15	своевременно погасил кредит	0
7	1,00	0,84	43	8	23	не брал кредит	0
8	1,00	1,05	55	13	37	своевременно погасил кредит	0
9	1,00	1,14	21	11	1	своевременно погасил кредит	0
10	1,00	1,00	37	0	15	своевременно погасил кредит	0
11	0,93	1,26	27	3	8	не брал кредит	0
12	1,00	1,55	34	7	7	своевременно погасил кредит	0
13	1,00	1,29	22	1	1	своевременно погасил кредит	0
14	1,00	1,11	51	0	34	не брал кредит	0
15	3,98	0,82	45	8	21	не брал кредит	0

Соответствующие термы для количественных переменных (x1, x2, x3, x4, x5, x6) приведены в таблице 8.

Термы для переменных $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

Термы	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Терма 1	низкий (Н) [0.00, 0.50)	низкий (Н) [0.00, 0.50)	низкий (Н) < 25	низкий (Н) [0, 1)	низкий (Н) [0, 3)	низкий (Н) «не бр.» или «с нар. пог.»
Терма 2	ниже среднего (НС) [0.50, 1.00)	ниже среднего (НС) [0.50, 0.75)	средний (С) [25, 50)	средний (С) [1, 3)	средний (С) [3, 5)	высокий (В) «своев. пог.»
Терма 3	средний (С) [1.00, 2.00)	средний (С) [0.75, 1.00)	высокий (В) ≥ 50	высокий (В) ≥ 3	высокий (В) ≥ 5	–
Терма 4	высокий (В) ≥ 2.00	выше среднего (ВС) [1.00, 1.25)	–	–	–	–
Терма 5	–	высокий (В) ≥ 1.25	–	–	–	–

Приведем компактный вид нечеткой базы знаний по оценке кредитного риска заемщика - физического лица в таблице 9.

Таблица 9

Компактный вид базы знаний по оценке кредитного риска заемщика - юридического лица

У	№ кредитной истории	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	1	В	Н	В	В	В	Н
	2	В	В	В	В	В	Н
	3	С	В	С	В	В	Н
	4	В	Н	С	Н	В	Н
	5	С	ВС	С	В	В	Н
0	6	С	В	С	В	В	В
	7	С	С	С	В	В	Н
	8	С	ВС	В	В	В	В
	9	С	ВС	Н	С	Н	В
	10	С	ВС	С	Н	В	В
	11	НС	В	С	В	В	Н
	12	С	В	С	В	В	В
	13	С	В	Н	С	Н	В
	14	С	ВС	В	Н	В	Н
	15	В	С	С	В	В	Н

Как видно из таблицы 9, значение кредитного риска является минимальным в том случае, если коэффициент обеспечения кредита совокупным среднемесячным доходом

является «выше среднего» (значение коэффициента находится в интервале [1,00 - 1,25)) или «высоким» (значение коэффициента больше 1,25), а показатель погашения кредитов в прошлом «высокий» (своевременное погашение). При этом коэффициент обеспечения кредита залогом может быть «средним» (значение коэффициента находится в интервале [0,75 - 1). Уровень кредитного риска значительно увеличивается тогда, когда показатель погашения кредитов в прошлом «низкий» (ранее физическое лицо не брало кредит или погасило его с нарушением).

Вывод. Применение нейронных сетей в скоринговых моделях оценки кредитного риска заемщиков юридических или физических лиц особенно эффективно в том случае, когда исторических данных недостаточно для построения статистической модели, или когда в модель вводятся качественные факторы, которые могут быть оценены только экспертным путем. В условиях финансового кризиса именно нейронечеткие модели могут быть использованы современными банками в процессе управления портфельным и индивидуальным кредитным риском.

Нейронечеткие модели позволяют:

- определять оптимальное значение финансовых показателей заемщика, при котором кредитный риск банка будет минимальным;
- проводить анализ тенденций влияния финансовых показателей заемщика на уровень его кредитоспособности;
- определять диапазон изменений каждого из финансовых коэффициентов, при котором уровень кредитного риска остается в пределах установленных лимитов;
- оценивать кредитный риск по различным банковским продуктам, которые предлагаются юридическим и физическим лицам;
- продолжать кредитование с минимальными рисками в условиях кризиса;
- оперативно осуществлять мониторинг уровня и качества спроса на кредитные услуги со стороны корпоративного бизнеса и населения;
- снижать операционные расходы по анализу кредитоспособности заемщиков;
- расширять номенклатуру банковских продуктов.

Список литературы

1. Бордакова М.В. Исследование понятия «рейтинговая система оценки кредитного риска» // Финансы и кредит. -2012. -№ 37(517). С. 61-69.

2. *Борщева А.Н.* Новые подходы к определению понятий кредитный риск и управление кредитным риском коммерческого банка // Вопросы экономики и права. 2010. - №30. - С. 94-97.
3. *Кодзоева Ф.Х.* Оценка кредитоспособности заемщика в системе банковского контроля за кредитным риском // Наука и общество. 2011. - № 2. - С. 162-165.
4. *Корнейчук В.И.* Организация системы управления кредитным риском банка // Финансовая аналитика. 2011. - №7 - С. 36-46.
5. *Костюченко Н.С.* Анализ кредитных рисков. СПб.: ИТД «Скифия», 2010.-440 с.
6. *Кулаковский В.В.* Управление кредитным риском. Оценка зависимости между рейтингом заемщика и вероятностью его дефолта // Управление финансовыми рисками, № 2 (18), 2009. С. 98-103.
7. *Матигорова И. Ю.* Характеристика основных подходов к оценке кредитного риска // Экономическая наука и практика: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Чита, февраль 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. — С. 68-69.
8. *Бобиль В. В.* Антикризове управління банківськими ризиками : монограф. / В. В. Бобиль – Дніпропетровськ : вид-во «Свідлер А.Л.», 2012. – 270 с.

References

1. Bordakova MV Study of the concept of " ranking system of credit risk assessment " // Finance and credit . -2012 . - № 37 (517) . Pp. 61-69 .
2. AN Borscheva New approaches to the definition of credit risk and the credit risk management of commercial bank // Problems of Economics and Law. 2010 . - № 30. - S. 94-97 .
3. Kodzoeva FH Creditworthiness of the borrower's bank control system for credit risk // Science and Society . 2011 . - № 2 . - S. 162-165 .
4. Kornejchuk VI Organization of credit risk management system of the bank // Financial Analyst . 2011 . - № 7 - S. 36-46 .
5. Kostjuchenko NS Credit risk analysis . St. Petersburg . : ITD " Scythia " , 2010.-440 with .
6. Kulakovskii VV Credit risk management . Assessing the relationship between the rating of the borrower and its probability of default // Financial Risk Management , № 2 (18) , 2009 . Pp. 98-103 .
7. Matigorova IY Characteristics of the main approaches to credit risk assessment // Economic Science and Practice: Proceedings of the international . absentia . scientific . conf. (Chita , February 2012) . - Chita : Young scientist Publisher , 2012 . - S. 68-69 .

8. Bobillier VV Antikrizove upravlinnya bankivskimi rizikami monographs . / VV Bobillier - Dnipropetrovs'k : view of " Svidler AL », 2012 . - 270 .