

А.И. Ампилогов

Научный
руководитель —
Т.А. Ратникова
Кафедра
математической
экономики
и эконометрики

Оценка рисков банкротства предприятий — производителей нефтехимического оборудования

В данной статье рассматривается способ оценки рисков банкротства предприятий на основе метода «оболочечного анализа» DEA (Data Envelopment Analysis). Объектом исследования являются российские фирмы, производящие оборудование для нефтехимической отрасли, как действующие, так и уже обанкротившиеся.

1. Математическое моделирование рисков банкротства

Первая простая модель оценки рисков банкротства была предложена Уильямом Бивером в 1966 г. [12]. На основе финансовых коэффициентов (financial ratios) он оценивал две группы компаний (платежеспособные и неплатежеспособные) для выяснения, от чего зависит финансовая стабильность и нестабильность.

Результатом стало появление нормативных значений для ряда показателей. Наиболее высокой статистической надежностью для целей прогнозирования банкротства, по наблюдениям ученого, обладает показатель отношения денежного потока, генерируемого компанией, к общей сумме ее задолженности. Впоследствии он получил название «коэффициент Бивера». Но преимущества данной методики (не требует сильно детализированной бухгалтерской отчетности, отличается легкостью вычислений) одновременно являются и ее недостатками: например, не учитываются модель поведения фирмы, сложные для расчета факторы, которые могут улучшить результат оценки, и т.п.

Этот факт был учтен другим ученым, внесшим значительный вклад в разработку методов прогнозирования банкротства, — Эдвар-

дом Альтманом. В 1968 г. исследование Альтмана [9] создало эффект разорвавшейся бомбы: в его работе использовался множественный дискриминантный анализ (Multiple Discriminant Analysis, MDA), который позволил вывести один интегральный показатель деятельности организации. Главным преимуществом MDA является рассмотрение целого ряда взаимосвязанных показателей, характерных для идентичных компаний.

В течение последующих десятилетий развивались вероятностные модели типа логит и пробит. Подобные методы и сегодня достаточно популярны и на практике часто демонстрируют лучшие результаты, чем другие методы оценки и предсказания рисков банкротства [17]. Однако многие исследователи также замечают, что подобные вероятностные модели хорошо показывают себя внутри выборки, но не вне ее [24].

В России законодательно установлены нормативные значения финансового состояния и платежеспособности. Выполняя заказ аудиторской фирмы, в рамках договора с заказчиком на проведение финансового анализа предприятий — изготовителей нефтехимического оборудования автор:

1) исследовал более 60 отечественных предприятий и пришел к выводу, что предприятий, у которых все коэффициенты соответствовали бы нормативным значениям, не существует. Данный факт позволил предположить, что для российского финансового анализа эти показатели являются искусственными, оторванными от реальной жизни и не учитывающими отраслевые особенности;

2) обнаружил случаи, когда данные отчетностей, предоставленные самой организацией, и данные, доступные в открытых источниках (например, через СПАРК-Интерфакс) за один и тот же период выглядели как два абсолютно разных набора цифр.

Это объясняется тем, что процедура получения исходной информации Росстатом носит заявительный характер, а многие компании по разным причинам не заинтересованы в демонстрации статистическим органам и внешним лицам истинных показателей. Иными словами, статистические данные не являются надежными и достоверными, что, вполне понятно, снижает точность разработанных моделей.

Указанные факты побудили автора исследовать в настоящей работе альтернативную методику оценки рисков банкротства. Эта методика представляет собой непараметрический метод оценки технической эффективности — метод «оболочечного анализа» (Data Envelopment Analysis — DEA), — адаптированный для оценки рисков банкротства.

2. Описание метода DEA и его применение для оценки рисков банкротства

2.1. Описание метода DEA (Data Envelopment Analysis)

Одним из способов анализа технической эффективности фирмы является метод «оболочечного анализа» DEA (Data Envelopment Analysis). Это непараметрический метод оценивания группы действующих единиц (в оригинале — Decision Making Units, DMU), позволяющий выявить наиболее эффективные предприятия группы. Производство считается технически эффективным, если невозможно произвести больше выпусков при заданном количестве ресурсов. Метод был формально описан Чарнсом, Купером и Родсом в 1978 г., а первая модель метода получила имя CCR по инициалам создателей [14].

Единогласного определения Data Envelopment Analysis в русскоязычной литературе нет. Встречаются следующие варианты: анализ среды функционирования [2; 4], свертка данных [3], метод граничного анализа эффективности [8], анализ оболочки данных, метод оболочечного анализа данных [6; 1], метод инкапсуляции данных [7], метод огибающих [5]. В рамках данной работы будем использовать термин «метод оболочечного анализа данных».

Итак, в основе метода лежит сравнение предприятий по их технической эффективности. Под эффективностью понимается отношение взвешенной суммы результатов деятельности фирмы («выходов», выпусков) к взвешенной сумме используемых в фирме ресурсов («входов»). По построению модель позволяет максимизировать выпуск при заданном уровне ресурсов (такая модель называется ориентированной на результат — *output-oriented*) или минимизировать ресурсы при заданном уровне выпусков (такая модель называется ориентированной на ресурсы — *input-oriented*). При этом задача оптимизации решается каждый раз заново для конкретной компании. «Входы» задаются матрицей X , «выходы» — матрицей Y . Формальный вид модели представлен в табл. 1.

DMU, для которых рассчитанный показатель эффективности θ равен единице, составляют границу эффективности. Эта граница имеет форму выпуклой оболочки или выпуклого конуса [2] в пространстве входных и выходных переменных, описывающих каждый объект в исследуемой совокупности. Как это следует из названия метода, граница эффективности как бы огибает, или обертывает, точки, соот-

Таблица 1. CCR-модели, 1978 г.

<p>Модель 1. Стандартная ориентированная на вход DEA-модель с постоянной отдачей от масштаба (CCR-I)</p>	<p>Модель 2. Стандартная ориентированная на выход DEA-модель с постоянной отдачей от масштаба (CCR-O)</p>
<p>Min θ</p> <p>s.t. $\sum_j \lambda_j X_{ij} \leq \theta X_{i_0}; \forall i = \overline{1, m}$ (1)</p> <p>$\sum_j \lambda_j Y_{rj} \leq Y_{r_0}; \forall r = \overline{1, s}$</p> <p>$\lambda_j \geq 0; \forall j = \overline{1, n}$</p>	<p>Max θ</p> <p>s.t. $\sum_j \lambda_j X_{ij} \leq X_{i_0}; \forall i = \overline{1, m}$ (2)</p> <p>$\sum_j \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{r_0}; \forall r = \overline{1, s}$</p> <p>$\lambda_j \geq 0; \forall j = \overline{1, n}$</p>

n — количество DMU; m — число «входов»; s — число «выходов»;

$X \in R^{m \times n}$ — матрица «входов»;

$Y \in R^{s \times n}$ — матрица «выходов»;

$\lambda \in R^n$ — метрика Фаррелла [20].

Индекс j_0 означает DMU, для которого проводится оптимизационная задача.

Источник: [13].

ветствующие исследуемым объектам в многомерном пространстве (envelopment — обертывание). Граница эффективности используется в качестве эталона («точки отсчета») для получения численного значения оценки эффективности каждого из объектов в исследуемой совокупности. Степень эффективности объектов определяется степенью их близости к границе эффективности в многомерном пространстве входов/выходов. Способ построения границы эффективности — многократное решение задачи линейного программирования.

Теперь поясним смысл метрики Фаррелла — λ — на примере модели, ориентированной на вход. По определению, те объекты, для которых значение показателя эффективности θ оказалось равно единице, находятся на границе эффективности. Для объектов, у которых показатель эффективности θ оказался меньше единицы, могут быть выданы рекомендации, заключающиеся в выведении таких объектов на границу эффективности. Рекомендация выдается на основе сравнения неэффективного DMU с его ближайшими эталонами, у которых $\theta = 1$. Рекомендация есть не что иное, как пропорциональное сокращение объемов затрачиваемых ими ресурсов при сохранении значений выходных переменных на прежнем уровне. Именно эта относительная рекомендация по изменению ресурсов и есть λ .

Заметим также, что по построению ССR-модели не могут обрабатывать отрицательные величины, поэтому для целей финансового анализа, где рассматриваются, к примеру, отрицательные прибыли, такие модели не подходят. Позже, в 1984 г., Бэнкер, Купер, Чарнз придумали модель ВСС с переменной отдачей от масштаба [11], что является более реалистичной предпосылкой. Формальное описание моделей представлено в табл. 2.

Таблица 2. ВСС-модели, 1984 г.

Модель 3. Стандартная ориентированная на вход DEA-модель с переменной отдачей от масштаба (ВСС-И)	Модель 4. Стандартная ориентированная на выход DEA-модель с переменной отдачей от масштаба (ВСС-О)
<p>Min θ</p> <p>s.t. $\sum_j \lambda_j X_{ij} \leq \theta X_{i0}; \forall i = \overline{1, m}$ (3)</p> <p>$\sum_j \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{r0}; \forall r = \overline{1, s}$</p> <p>$\sum_j \lambda_j = 1$</p> <p>$\lambda_j \geq 0; \forall j = \overline{1, n}$</p> <p>Модель трансляционно симметрична по выходам (т.е. выходы могут быть отрицательными) [18]</p>	<p>Max θ</p> <p>s.t. $\sum_j \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0}; \forall i = \overline{1, m}$ (4)</p> <p>$\sum_j \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{r0}; \forall r = \overline{1, s}$</p> <p>$\sum_j \lambda_j = 1$</p> <p>$\lambda_j \geq 0; \forall j = \overline{1, n}$</p> <p>Модель трансляционно симметрична по входам (т.е. входы могут быть отрицательными) [18]</p>

Как выглядят на плоскости модели с одним входом и одним выходом, показано на рис. 1.

ВСС-модели, в отличие, например, от ССR, могут сравнивать входящие переменные вне зависимости от их масштаба. Это свойство достигается путем добавления ограничения $\sum_j \lambda_j = 1$. Для других моделей

нужно разбивать выборку примерно на равные подвыборки, чтобы результаты не смещались в пользу какой-либо группы, или использовать нормированные показатели.

Исследователи [13; 18; 19] часто выделяют следующие особенности метода «оболочечного анализа» DEA.

- DEA оперируют множеством ресурсов и множеством результатов, что делает его уникальным инструментом по отношению к другим методам оценки, типа регрессионного анализа.

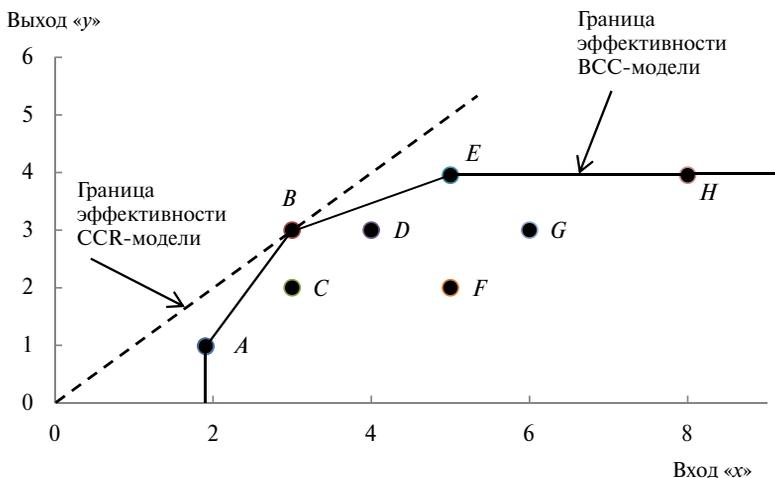


Рис. 1. Представление границы эффективности на плоскости в BCC- и CCR-моделях

- Модели позволяют вычислить один агрегированный показатель эффективности для каждого объекта, не требуя при этом априорного задания весовых коэффициентов для переменных.
- Множество эффективных объектов (у которых $\theta = 1$) является оптимальным по Парето.
- Модели DEA дают конкретные рекомендации по изменению параметров «входа» и «выхода» (в оригинале — slacks) для достижения эффективной границы.
- DEA не требует спецификации распределения переменных.
- Одним из преимуществ и вместе с тем недостатков DEA является непринятие методом во внимание случайной ошибки. Преимущество заключается в том, что не надо задавать распределение случайной ошибки, а недостаток — в том, что оценка эффективности может быть смещена, если на процесс производства влияют случайные факторы¹.
- К минусам можно отнести и то, что этот подход является нестатистическим, т.е. не дает представления о значимости найденного

¹ В работе [10] показано, как обращаться с ошибкой измерения, если есть подозрения на ее присутствие.

решения. Для решения данной проблемы прибегают, например, к бутстрапированию [19].

- Лежащий в основе DEA подход к оценке границы производственных возможностей, базирующийся на методах линейного программирования, делает полученные с его помощью результаты значительно более чувствительными к наличию выбросов, а также к небольшим изменениям в оцениваемых данных или в спецификации оцениваемой модели.

2.2. Применение метода DEA для оценки рисков банкротства

Как уже было сказано выше, основная задача метода «оболочечного анализа» состоит в поиске эффективности действующих единиц, в нашем случае — предприятий. В рамках оценки рисков банкротства исследователями был предложен следующий подход.

Эмпирически известно, что финансовые показатели влияют на финансовое состояние фирмы. Рост одних может ухудшать состояние, рост других — улучшать. Соответственно при падении этих же показателей картина меняется на обратную. Состояние фирмы влияет на платежеспособность и на возможные риски банкротства. Наша задача — построить модель, в которой «эффективность» означает высокие риски банкротства. Введем новый термин: «VV-эффективность» (*vice versa* эффективность — «эффективность наоборот»). Иначе говоря, мы задаем задачу таким образом, чтобы минимизировать «хорошие» показатели и максимизировать «плохие». Ожидается, что по найденным значениям VV-эффективности предприятия-банкроты будут составлять границу VV-эффективности (условно говоря, границу банкротства), а действующие предприятия будут находиться внутри образуемого множества. Конечно, и действующее предприятие может попасть на границу VV-эффективности, которая определяет самые рискованные фирмы. Этот случай на плоскости для одного входа (x) и одного выхода (y) показан на рис. 2.

Технология оценки риска банкротства для новых предприятий, которые решил оценить исследователь, такова. Сначала по найденной VV-эффективности θ , DEA ранжирует предприятия из начальной выборки в убывающем порядке. Исследователь отсекает такой уровень VV-эффективности θ_0 , выше которого находятся предприятия, образующие «группу риска», ниже — «здоровые».

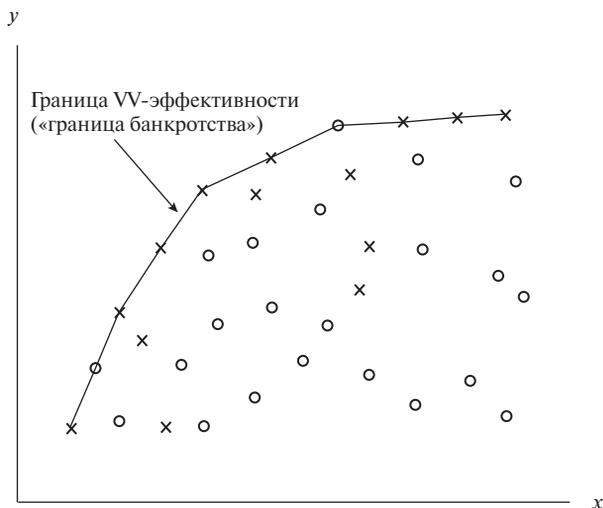


Рис. 2. Пример результата, ожидаемого при решении DEA для определения предприятий с риском банкротства. Крестики означают обанкротившиеся предприятия, нолики — действующие

Чтобы оценить новое предприятие из данной отрасли, его надо включить в имеющуюся выборку и заново провести оптимизационную задачу. Если новая фирма имеет VV-эффективность выше отсекаемой исследователем, то фирма автоматически попадает в «группу риска», т.е. высоки риски банкротства в следующем периоде.

Чтобы оценить степень корректности модели, высчитывается процент правильно определенных банкротств (т.е. совпадения выше отсеченной точки) и процент правильно определенных действующих компаний (т.е. совпадения ниже отсеченной точки). Кроме того, ищется совокупная правильность модели, т.е. соответствие априорной информации полученным результатам VV-эффективности для конкретного уровня отсекающей.

3. Описание данных

Оценка модели производилась по данным выборки из 73 российских производителей нефтехимического оборудования, 21 из которых являются уже обанкротившимися компаниями, а 52 — работающими на конкретный момент времени. 11 фирм обанкротились в 2010 г., че-

тыре — в 2009 г. и шесть — в 2008 г. Все работающие предприятия принимали участие в тендере на производство нефтехимического оборудования. Данные по банкротам были взяты за полный финансовый год до признания предприятия банкротом и сравнивались с работающими предприятиями за тот же период. Рассматривалось три периода: 2007, 2008 и 2009 гг. Выборка для исследования формировалась следующим образом:

- информация об обанкротившихся предприятиях была взята из базы СПАРК-Интерфакс;
- сведения о существующих компаниях — как из открытых источников (интернет-сайты компаний, СПАРК-Интерфакс), так и из годовой отчетности самих компаний, предоставленной в рамках договора на аудиторскую проверку.

Выделяющиеся показатели, так называемые выбросы, исключались, чтобы не было смещения в результатах. Сведения о количестве наблюдений для каждого года представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сведения о наборе данных

Параметры выборки	Рассматриваемый период		
	2009	2008	2007
Число небанкротов (NBR)	52	52	52
Число банкротов (BR)	11	4	6
Соотношение числа банкротов и небанкротов (BR/NBR)	0,21	0,08	0,12
Всего наблюдений	63	56	58

Выбор переменных

Переменные для оценки рисков банкротства выбирались так, чтобы они характеризовали финансовое положение организации и были достаточно достоверными. Для сравнения взяты две группы переменных.

Первая, «классическая» группа (из статьи Альтмана [9]), состоит из семи показателей, которые могут выступать как прокси финансового состояния фирмы и указывать на возможные риски банкротства. Эти переменные ранее уже использовались в литературе и показывали достаточно стабильные результаты в оценке рисков банкротства как в классической работе Альтмана [9], так и в применении к DEA, например у Сайлена [16], Премачандра [23; 22] и др.

В этой группе переменных в качестве параметров «входа»² выступают нормированные на общую величину активов (ТА) характеристики ликвидности организации: денежные потоки (CF/ТА), чистая прибыль (NI/ТА), чистый оборотный капитал (NWC/ТА), текущие активы (CA/ТА), операционная прибыль (EB/ТА). В качестве параметров «выхода»³ используются нормированные на общую величину активов (ТА) показатели заемных средств (TD/ТА) и текущих обязательств (CL/ТА). Расчеты составляются на основе форм № 1, № 2 Российских стандартов финансовой отчетности.

Вторая, «опытная», группа переменных для анализа банкротства выбиралась согласно опыту работы в аудиторской компании и по консультациям с отраслевыми специалистами, которые заметили эмпирическую зависимость между предложенными факторами и последующим финансовым состоянием организации. Логика выбора переменных (все переменные приведены к общей величине активов для удобства сопоставления) такова.

- На «входе» (inputs):

- 1) выручка от реализации продукции и услуг — показатель текущей деятельности компании. Для акционеров/участников выручка является базой для потенциального распределения дивидендов; существует также реальная вероятность встречной проверки показателя со стороны заказчиков, поэтому организации не искажают остатки по данной статье;

- 2) основные средства — показатель стоимости имеющегося в наличии имущества, как то: оборудование, машины, здания и т.п. Для акционеров/участников важно отражать реальное имущество, особенно в качестве потенциального залога для банка, предоставляющего кредит или обеспечение под авансы, поэтому организация не искажает остатки по данной статье.

- На «выходе» (outputs):

- 3) кредиторская задолженность показывает краткосрочную сумму долга организации поставщикам, клиентам, бюджету и т.д. Степень достоверности показателя значительно ниже, чем в п. 1–2, однако тенденция движения показателя выдерживается, и сравне-

² В рамках применения модели уменьшение этих характеристик приближает организацию к неустойчивому платежному состоянию и повышает риски банкротства.

³ В рамках применения модели увеличение этих характеристик приближает организацию к неустойчивому платежному состоянию и повышает риски банкротства.

ние с выручкой в динамике отчетных периодов дает представление о положении организации;

4) краткосрочные займы и кредиты. Поскольку обычно функцию займодателя выполняет банк, то степень достоверности этого показателя высока;

5) разность между кредиторской задолженности и выручкой. Если данный показатель больше нуля, то фирма не может покрыть текущую задолженность за счет результатов своей деятельности, т.е. риски неплатежеспособности растут.

В табл. 4 обобщаются обе группы переменных.

Таблица 4. Переменные, используемые для анализа рисков банкротства

Первая, классическая, группа переменных*	
Input 1	CFТА, денежные потоки
Input 2	NIТА, чистая прибыль
Input 3	NWСТА, чистый оборотный капитал
Input 4	САТА, текущие активы
Input 5	ЕВТА, операционная прибыль
Output 1	TDТА, заемные средства
Output 2	CLТА, текущие обязательства
Вторая, «опытная», группа переменных**	
Input1	Основные средства
Input2	Выручка от реализации продукции и услуг
Output1	Кредиторская задолженность
Output2	Краткосрочные займы и кредиты
Output3	Разность между кредиторской задолженности и выручкой

* Используется в работах Альтмана [9], Премачандра [23] и др. Показатели нормированы на общую величину активов.

** Составлена по опыту работы в аудиторской компании. Показатели нормированы на общую величину активов.

Расчет производился при помощи программного пакета Stata и специального расширения [15], разработанного исследователями из Национального университета обороны Республики Корея (по материалам Бостонской конференции Stata, 2009 г.). Такое решение имеет определенный ряд преимуществ: быстрый расчет оптимиза-

ционных задач даже для больших массивов данных, использование результатов оптимизации для последующего анализа, возможность анализа ВСС- и ССР-моделей с разными ориентациями (Input/Output-oriented).

4. Оценка рисков банкротства с помощью DEA

4.1. Проверка DEA по переменным, отобранным согласно практике в аудиторской компании

При анализе моделей DEA выяснилось, что моделирование банкротства без фактора «краткосрочные займы и кредиты» дает немного лучшие результаты в корректной спецификации предприятий.

Кроме того оказалось, что модель DEA с переменной отдачей от масштаба и ориентированная на вход (т.е. ВСС-1) дает наиболее близкие к реальности результаты (высока доля правильных спецификаций) по сравнению с моделями ССР-1/0 и ВСС-0.

Конечные результаты представлены в табл. 5, где

$$\bullet P\left(\frac{BR}{BR}\right) =$$

$$= \frac{\text{Количество банкротств с } VV\text{-эффективностью не меньшей } \theta_0}{\text{Общее количество обанкротившихся предприятий}}$$

доля успешно классифицированных обанкротившихся предприятий. Чем выше это отношение, тем лучше модель сможет определять и «предсказывать» банкротства.

$$\bullet P\left(\frac{NBR}{BR}\right) =$$

$$= \frac{\text{Количество банкротств с } VV\text{-эффективностью меньшей } \theta_0}{\text{Общее количество обанкротившихся предприятий}}$$

доля неуспешно классифицированных обанкротившихся предприятий. Представляет собой ошибку I рода, как и в работе Альтмана [9].

$$\bullet P\left(\frac{NBR}{NBR}\right) =$$

$$= \frac{\text{Количество не банкротств с } VV\text{-эффективностью меньшей } \theta_0}{\text{Общее количество функционирующих предприятий}}$$

доля успешно классифицированных функционирующих предприя-

Таблица 5. Результаты моделирования по «опытным» переменным

Модель*	ВСС-I (2009)	ВСС-I (2008)	ВСС-I (2007)	ВСС-I (2009, R)	ВСС-I (2008, R)	ВСС-I (2007, R)	ВСС-I (2006-2009)	
	2	3	4	5	6	7	8	
1	Со всеми переменными							Delta = 1**
Общее число обанкротившихся организаций (BR)	11	4	6	11	4	6	21	
Общее число действующих организаций (NBR)	52	52	52	52	52	52	52	
Отношение BR/NBR	0,21	0,08	0,12	0,21	0,08	0,12	0,40	
Ошибка max	54,55	75,00	16,67	45,45	50,00	16,67	14,29	
I рода min	45,45	25,00	83,33	54,55	50,00	83,33	85,71	
Ошибка min	21,74	21,74	10,87	10,87	10,87	8,70	14,58	
II рода max	78,26	78,26	89,13	89,13	89,13	91,30	85,42	
Общая доля правильно специфицированных предприятий, %	73,68	78,00	80,77	80,70	86,00	82,69	63,77	
Общая доля неправильно специфицированных предприятий, %	26,32	22,00	19,23	19,30	14,00	17,31	36,23	

* В качестве точки отсечения бралась жесткая мера: W-эффективность = 1.

** Delta = 1 означает, что функционирующие предприятия сравнивались за весь период с обанкротившимися предприятиями, по которым доступна финансовая отчетность за один год до банкротства.

тий. Чем выше это отношение, тем лучше модель сможет определять и «предсказывать» функционирующие предприятия.

$$\bullet P\left(\frac{BR}{NBR}\right) =$$

$$= \frac{\text{Количество не банкротов с } VV\text{-эффективностью не меньшей } \theta_0}{\text{Общее количество функционирующих предприятий}}$$

доля неуспешно классифицированных действующих предприятий. Представляет собой ошибку II рода, как и в работе Альтмана [9].

- Доля правильно специфицированных предприятий:

$$\frac{\text{Количество банкротов с } VV\text{-эффективностью не меньшей } \theta_0 + \text{Количество не банкротов с } VV\text{-эффективностью меньшей } \theta_0}{\text{Общее количество предприятий}}$$

- Доля неправильно специфицированных предприятий = 1 – Доля правильно специфицированных предприятий.

Моделью, которая наиболее корректно классифицирует предприятия на обанкротившиеся и необанкротившиеся, является укороченная модель, где опущен фактор краткосрочных займов и кредитов. Это модель с переменной отдачей от масштаба, общая доля всех правильно определенных организаций колеблется в ней в промежутке от 81 до 86% (столбцы 5–7). Верная доля определенных банкротов $P\left(\frac{BR}{BR}\right)$ колеблется в границах от 17 до 50%, что является довольно низким показателем по сравнению, например, с работой Премачандра [22]: там доля верно определенных дефолтных банков в среднем достигала 85%. Другим фактором, повлиявшим на результат, могут быть неправильная мера «нормализации» предприятий (все факторы мы поделили на общую величину активов) или неполный набор факторов. Кроме того, возможно, был некорректно выбран отраслевой классификатор ОКВЭД, по которому происходила фильтрация обанкротившихся предприятий.

Тем не менее получившаяся модель очень хорошо выявляет действующие предприятия: доля правильно определенных фирм $P\left(\frac{NBR}{NBR}\right)$ составляет 89–91%. Данный факт позволяет предположить, что изначальная выборка действующих предприятий была сделана правильно. Интерпретируем эти цифры следующим образом: если мы

добавим в выборку новое предприятие из отрасли со схожими характеристиками, то при его VV-эффективности ниже заданной нами планки (в данном случае задана жесткая планка, $\theta_0 = 1$) с вероятностью в 89–91% можно сказать, что у него невысокие риски неплатежеспособности и банкротства. Если учесть общую корректность модели в 81–86%, то доля определения организаций с низким риском банкротства все равно достаточно высока — около 80%.

4.2. Проверка DEA по отобранным переменным из работы Альтмана

По табл. 6 и 7 можно заметить, что верная спецификация обанкротившихся организаций $P\left(\frac{BR}{BR}\right)$, определяемая отсеченным уровнем VV-эффективности (задано жестко, $\theta_0 = 1$), также низка: для ВСС-I-модели — от 45 до 84%, для ССР-I — от 0 до 67%.

Если же сравнивать в каждом типе моделей (ВСС и ССР) долю правильной спецификации действующих предприятий $P\left(\frac{NBR}{NBR}\right)$, то здесь оба типа показывают хорошие результаты, но преимущество во всех экспериментах — у ССР-моделей. У них максимальная точность достигает 96%, тогда как у ВСС-моделей этот показатель составляет 82%. При этом наилучшей моделью является ССР-I, т.е. ориентированная на входы модель (выходы фиксированы) с постоянной отдачей от масштаба, так как она точнее оценивает долю правильной спецификации действующих организаций. Результаты при этом стабильны, минимальный результат — 91%.

Кроме того, ССР-модели довольно хорошо определяют общую корректность: точность колеблется от 84 до 93%, тогда как у ВСС-моделей — от 75 до 82%. Правда, нельзя однозначно определить направление модели — на вход или на выход — так как по результатам экспериментов наблюдается паритет.

Таблица 6. Результаты моделирования по «опытным» переменным. ВСС-модель

Модель		Input-oriented			Output-oriented		
		ВСС-I (2009)	ВСС-I (2008)	ВСС-I (2007)	ВСС-O (2009)	ВСС-O (2008)	ВСС-O (2007)
	Общее число обанкротившихся организаций (<i>BR</i>)	11	4	6	11	4	6
	Общее число действующих организаций (<i>NBR</i>)	52	52	52	52	52	52
	Отношение <i>BR/NBR</i>	0,21	0,08	0,12	0,21	0,08	0,12
Ошибка I рода	$P(BR/BR)$, %	62,45	50,00	83,33	54,55	75,00	50,00
	$P(NBR/1)$, %	54,55	50,00	16,67	45,45	25,00	50,00
Ошибка II рода	$P(BR/NBR)$, %	10,87	21,15	25,49	10,87	24,53	10,87
	$P(NBR/NBR)$, %	89,13	78,85	74,51	89,13	75,47	89,13
	Доля правильно специфицированных предприятий, %	80,70	75,44	75,44	82,46	75,44	80,70
	Доля неправильно специфицированных предприятий, %	19,30	24,56	24,56	17,54	24,56	19,30

Таблица 7. Результаты моделирования по «опытным» переменным. CCR-модель

Модель		CCR-I	CCR-I	CCR-I	CCR-O	CCR-O	CCR-O
		(2009)	(2008)	(2007)	(2009)	(2008)	(2007)
		Input-oriented			Output-oriented		
Общая ошибка I рода	Общее число обанкротившихся организаций (<i>BR</i>)	11	4	6	11	4	6
	Общее число действующих организаций (<i>NBR</i>)	52	52	52	52	52	52
Общая ошибка II рода	Отношение <i>BR/NBR</i>	0,21	0,08	0,12	0,21	0,08	0,12
	$P(BR/BR)$, %	54,55	0,00	66,67	54,55	25,00	50,00
Общая ошибка I рода	$P(NBR/1)$, %	45,45	100,00	33,33	45,45	75,00	50,00
	$P(BR/NBR)$, %	4,35	7,69	3,92	4,35	9,43	4,35
Общая ошибка II рода	$P(NBR/NBR)$, %	95,65	92,31	96,08	95,65	90,57	95,65
	Доля правильно специфицированных предприятий, %	87,72	84,21	92,98	87,72	85,96	85,96
	Доля неправильно специфицированных предприятий, %	12,28	15,79	7,02	12,28	14,04	14,04

4.3. Сравнительные результаты

В целом, если смотреть по лучшим результатам для рассматриваемого периода, DEA обладает на данной выборке потенциалом определять обанкротившиеся и действующие предприятия. Точнее всего это получается на основе группы переменных из классической работы Альтмана (1968 г.) [9] с использованием моделей, ориентированных на вход. В этом случае доля правильно определенных банкротств с жестко заданной VV-эффективностью (напомним, в данной работе VV-эффективностью понимается высокий риск неплатежеспособности и, как следствие, высокие риски банкротства), равной одному, составляет от 66,67% (модель CCR-I) до 83,33% (BCC-I) (табл. 8). Одно

Таблица 8. Сравнительная таблица лучших результатов моделей DEA из п. 4.1. и 4.2

Модель	CCR-I (2007)	BCC-I (2007)	BCC-I (2008, UR*)	BCC-I (2007, R**)	BCC-I (2008, R)
Переменные	Из работы Альтмана		Согласно аудиторской практике		
Общее число обанкротившихся организаций (<i>BR</i>)	6	6	4	6	4
Общее число действующих организаций (<i>NBR</i>)	52	52	52	52	52
Отношение <i>BR/NBR</i>	0,12	0,12	0,09	0,13	0,09
<i>P(BR/BR)</i> , %	66,67	83,33	75,00	16,67	50,00
<i>P(NBR/1)</i> , %	33,33	16,67	25,00	83,33	50,00
<i>P(BR/NBR)</i> , %	3,92	25,49	21,74	8,70	10,87
<i>P(NBR/NBR)</i> , %	96,08	74,51	78,26	91,30	89,13
Доля правильно специфицированных предприятий, %	92,89	75,44	78,00	82,69	86,00
Доля неправильно специфицированных предприятий, %	7,02	24,56	22,00	17,31	14,00

* UR — полная модель.

** R — модель без фактора «Краткосрочные займы и кредиты».

из выявленных преимуществ DEA (даже несмотря на относительно малую долю банкротов в выборке) состоит в том, что если к этой выборке добавить новое предприятие из данной отрасли со схожими характеристиками, то с высокой долей уверенности (до 96,08%) можно определить здоровые предприятия. Общая же доля правильно оцененных предприятий, как обанкротившихся, так и действующих, доходит до 92,89% (CCR-I), при этом по остальным моделям показатель колеблется в пределах от 75,44 до 86,00%.

В общем, для определения действующих предприятий подойдет ориентированная на входы модель с постоянной отдачей от масштаба (CCR-I) с набором переменных из работы Альтмана (1968 г.). Для определения в данной отрасли потенциально неплатежеспособных предприятий подойдет ориентированная на входы модель с переменной отдачей от масштаба (BCC-I). Набор переменных при этом задается также из работы Альтмана.

4.4. Алгоритм применения метода DEA для оценки рисков банкротства на основе VV-эффективности в модели BCC-I

Последовательность действий такова.

1. По матрицам входов и выходов модель DEA рассчитывает VV-эффективность для каждого предприятия.

2. Каждому предприятию присваивается соответствующая ему VV-эффективность.

3. Полученный ряд VV-эффективности ранжируется от максимального значения к минимальному.

4. Исследователь выбирает, какой уровень VV-эффективности θ_0 он принимает для рассмотрения, отсекая две области: выше и ниже заданного уровня θ_0 .

При этом подразумевается, что предприятия с VV-эффективностью не меньше выбранной (область выше уровня отсечения) оцениваются как потенциальные банкроты.

Пример (см. табл. 9, BCC-I). При выбранном уровне отсечения $\theta_0 = 0,6$ можно со 100%-ной уверенностью сказать, что в рассматриваемой группе есть предприятия, оценка риска банкротства которых не меньше 60%. А при выбранном уровне отсечения $\theta_0 = 1$ можно с уверенностью в 31,86% сказать, что в рассматриваемой группе есть предприятия, оценка риска банкротства которых составляет 100%.

5. Для области выше уровня отсеечения высчитывается доля верно определенных предприятий-банкротов — как отношение априорно заданного количества банкротов, попавших в данную область, к общему числу предприятий в области.

6. Полученный процент будет показывать точность, с которой исследователь определяет рассматриваемые предприятия в качестве банкротов.

Таблица 9. Модель ВСС-I, 2007–2009 гг.
«Классическая» группа переменных

Уровень отсеечения, θ_0	ВСС-I (2009)		ВСС-I (2008)		ВСС-I (2007)	
	%Б*	%НБ**	%Б	%НБ	%Б	%НБ
$\theta_0 = 1$	31,86	68,14	33,54	66,46	52,80	47,20
$\theta_0 = 0,9$	44,85	55,15	56,18	43,82	79,69	20,31
$\theta_0 = 0,8$	70,17	29,83	79,10	20,90	94,44	5,56
$\theta_0 = 0,7$	97,66	2,34	96,36	3,64	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,6$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,5$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,4$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,3$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,2$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
$\theta_0 = 0,1$	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00

* %Б — оценка, с которой предприятие является банкротом.

** %НБ — оценка, с которой предприятие является небанкротом.

Выводы

В качестве нового подхода к оценке рисков банкротства данная работа предлагает непараметрический метод «оболочечного анализа» DEA (Data Envelopment Analysis), формально описанный в 1978 г. Оболочечный анализ позволяет оценить сравнительную эффективность предприятий. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с такими методами оценки рисков банкротства, как упомянутые выше дискриминантный анализ и вероятностные модели. Например, в ходе оценки эффективности DEA позволяет учитывать несколько ресурсов (входов) и результатов деятельности (выходов) одновременно. Кроме того,

модели метода не требуют спецификации производственной функции, так как задача нахождения эффективности решается способом линейного программирования. К тому же с помощью DEA можно не только оценить сравнительную эффективность предприятий, но и определить необходимый объем потребляемых ими ресурсов или необходимое количество выпуска для достижения неэффективными организациями требуемой эффективности.

Согласно предлагаемой в статье методике введен термин «VV-эффективность» (vice versa эффективность — эффективность наоборот), значение которого растет с ростом рисков банкротства.

В ходе оценки рисков банкротства предприятий методом DEA были получены следующие результаты:

- разработан алгоритм по применению метода DEA для оценки рисков банкротства;

- DEA с максимальной уверенностью в 83,33% может верно оценить предприятие как обанкротившееся. Лучшим набором параметров при этом являются параметры, отобранные из работы Альтмана, а лучшей моделью DEA — модель с переменной отдачей от масштаба, ориентированная на вход (BCC-I). Однако полученные результаты нестабильны для всего рассматриваемого периода: доля правильной спецификации может достигать нуля;

- DEA с максимальной уверенностью в 96,08% может верно оценить действующее предприятие, у которого VV-эффективность меньше 100%. Лучший результат достигается с использованием показателей Альтмана на модели DEA с постоянной отдачей от масштаба, ориентированной на вход (CCR-I, 2007). Результаты при этом достаточно стабильны по всему рассматриваемому периоду: минимальным результатом в модели с постоянной отдачей от масштаба является 92,31% (CCR-I, 2008) правильно оцененных здоровых компаний.

Таким образом, исследуемый метод позволяет с высокой вероятностью оценить предприятия как потенциальных банкротов и здоровые предприятия.

Стоит отметить, что подход к оценке рисков банкротства через показатель VV-эффективности может быть применен не только к рассматриваемой отраслевой группе предприятий, но и в других отраслях, для оценки как промышленных, так и кредитных организаций.

Автор считает целесообразным дальнейшее исследование в данной области:

- с применением аддитивных моделей типа Slacks Based Measure (SBM [13]), которые позволяют одновременно минимизировать входы и максимизировать выходы;
- с использованием индекса Мальмквиста [21] для рассмотрения VV-эффективности предприятий во времени.

Источники

1. *Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю.* Эффективное развитие филиальной сети коммерческого банка // Модернизация экономики и общественное развитие. Т. 3. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2007. С. 122–134.
2. Анализ эффективности функционирования сложных систем / В.Е. Кривоножко, А.И. Пропой, Р.В. Сеньков, И.В. Родченков, П.М. Анохин // Автоматизация проектирования. 1999. № 1. С. 2–7.
3. *Кочуров Е.В.* Оценка эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений: сравнительный анализ методов и моделей // Вестник СПбГУ. Сер. 8. 2002.
4. Методика оценки формирования и реализации транснациональных проектов с использованием методологии АСФ / В.Е. Кривоножко, А.А. Пискунов, А.В. Лычев, М.А. Пискунова // Научно-практический журнал «Вестник АК-СОР». 2010. № 2 (13). С. 29–39.
5. *Никишин К.Н.* Региональные рынки банковской розницы: структура, устойчивость, эффективность // Материалы докладов XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» / отв. ред. И.А. Алешковский, П.Н. Костылев, А.И. Андреев [Электронный ресурс]. М.: Изд-во МГУ, 2009.
6. *Пересецкий А., Карминский А., Головань С. и др.* Сравнение банковских систем России и Казахстана. Препринт № WP/2009/084. М.: Российская экономическая школа, 2009.
7. *Светлов Н.М.* Факторы мотивации сельскохозяйственных организаций: конкуренция или олигополия? // Устойчивое развитие агропродовольственного сектора как важнейший фактор социально-экономической стабильности России. Материалы Второго всероссийского конгресса экономистов-аграрников. (Москва, 13–15 февраля 2006 г.). Ч. 2. М.: ФГНУ «Росинформарготех», 2006. С. 3–7.
8. *Тубин П.А.* Динамическое измерение и повышение эффективности инновационных проектов // Труды МГТА: электронный журнал. 2010. № 13 (1).
9. *Altman E.* Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // The Journal of Finance. 1968. Vol. 23. No. 4. P. 589–609.
10. *Avkiran N.K.* Association of DEA Super-Efficiency Estimates with Financial Ratios: Investigating the Case for Chinese Banks // Omega. June 2011. Vol. 39. Iss. 3. P. 323–334.

11. *Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W.* Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis // *Management Science*. 1984. 30. P. 1078–1092.
12. *Beaver W.H.* Financial Ratios as Predictors of Failure // *Journal of Accounting Research*. 1966. 4. P. 71–111.
13. *Charnes A., Cooper W.W., Golany B., Sieford L.* Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto Koopmans Efficient Empirical Production Functions // *Journal of Econometrics*. 1985. 30. P. 91–107.
14. *Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.* Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operation Research*. 1978. 2. P. 429–444.
15. *Chonjoo Lee, Ji Yong-Bae.* Data Envelopment Analysis in Stata. DC09 Stata Conference 4. URL: <http://ideas.repec.org/p/boc/dcon09/4.html>
16. *Cielen A., Peeters L., Vanhoof K.* Bankruptcy Prediction Using a Data Envelopment Analysis // *European Journal of Operational Research*. 2004. 154. P. 526–532.
17. *Collins R.A., Green R.D.* Statistical Methods of Bankruptcy Forecasting // *Journal of Economics and Business*. 1982. 32. P. 349–352.
18. *Cooper W.W., Seiford L., Tone K.* *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications References and DEA-Solver Software*. 2nd ed. N.Y.: Springer, 2007.
19. *Cooper W.W., Seiford L., Zhu J.* *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Boston: Springer (Kluwer Academic Publishers), 2004.
20. *Farrell M.J.* The Measurement of Productive Efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. 1957. Vol. 120. No. 3. P. 253–290.
21. *Malmquist S.* Index Numbers and Indifference Surfaces // *Trabajos de Estadística*. 1953. 4. P. 209–242.
22. *Premachandra I.M., Bhabra G.S., Sueyoshi T.* DEA As a Tool for Bankruptcy Assessment: A Comparative Study with Logistic Regression Technique // *European Journal of Operational Research*. March 2009. Vol. 193. Iss. 2. P. 412–424.
23. *Premachandra I.M., Chen Y., Watson J.* DEA As a Tool for Predicting Corporate Failure and Success: A Case of Bankruptcy Assessment // *Omega*. 2011. Vol. 39. Iss. 6. P. 620–626.
24. *Press S.J., Wilson S.* Choosing between Logistic Regression and Discriminant Analysis // *Journal of American Statistical Association*. 1978. 73. P. 699–705.

Пример результата, полученного методом DEA

В качестве примера результата, полученного методом DEA (два входа, один выход) представлена модель ВСС-I (т.е. переменная задача от масштаба с ориентацией на минимизацию ресурсов) для пяти предприятий из выборки.

Таблица 10. Результаты применения метода DEA, модель ВСС-I*

Код предприятия	Эффективность θ	Ранг	I_slack		O_slack				
			tdta	clta	cfta	nita	nwcta	cata	ebta
dmu: 48	1,0000	1	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
dmu: 18	0,9289	2	0,3643	нет	0,1463	0,1154	0,2263	нет	0,1154
dmu: 16	0,8226	3	0,5537	нет	0,0762	0,2712	0,3182	нет	0,2712
dmu: 50	0,3442	4	0,8051	нет	0,0191	нет	0,4410	нет	нет
dmu: 15	0,1829	5	0,8686	нет	0,0298	нет	0,7108	нет	нет

где

dmu: 48	ОАО «Предприятие 1»
dmu: 18	ЗАО «Предприятие 2»
dmu: 16	ООО «Предприятие 3»
dmu: 15	ОАО «Предприятие 4»
dmu: 50	ЗАО «Предприятие 5»
I_slack:	Рекомендации по уменьшению входящих ресурсов для достижения эффективности
O_slack:	Рекомендации по увеличению выходящих результатов для достижения эффективности

* Все объекты сравниваются с DMU № 48.

С помощью DEA проранжировано пять предприятий по их эффективности в убывающем порядке. Максимальная эффективность = 1 присвоена DMU № 48 («Предприятие 1») и т.д. В результате мы можем увидеть, какие предприятия относительно неэффективны и что им надо сделать для достижения эффективности. Так, для того чтобы достичь уровня предприятия ОАО «Предприятие 1» (dmu: 48), «Пред-

приятно 2» (dmu: 18) надо, к примеру, уменьшить финансовый леверидж (tdta) на 0,3643, увеличить долю денежных потоков по отношению к общей величине активов (cfta) на 0,1463 и т.п. Подобную оценку можно дать и остальным участникам группы.

© Ампилогов А.И., 2012