

### 3.7. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Данилова Ю.А., аспирант кафедры  
бизнес-аналитики

*Государственный университет –  
Высшая школа экономики*

В данной статье приводятся результаты разработки и апробации на выборке из более чем тысячи предприятий обрабатывающего производства статической модели прогнозирования вероятности банкротства предприятия, определяются основные сценарии изменения вероятности банкротства предприятия, а также показывается, что в зависимости от сценария изменения вероятности банкротства, можно прогнозировать банкротство предприятия за период от года до четырех лет до банкротства с достаточно высокой степенью точности.

#### ОБЗОР МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА

Со времен основополагающих работ Бивера и Альтмана значительная часть работ была посвящена развитию и совершенствованию моделей прогнозирования банкротства. Неугасающий интерес к этой области исследования продолжает наблюдаться до сих пор. Доказательством этому может служить множество предложений, которые отличаются предсказательными переменными, временными периодами, статистическими методами, выбором промышленных секторов и стран.

Исследования зарубежных ученых в области оценки финансового состояния и предсказания вероятности банкротства предприятий показывают, что из обилия финансовых показателей можно выбрать несколько, которые с достаточно высокой степенью точности позволяют оценить финансовое состояние и вероятность банкротства.

Наибольшую популярность среди подходов, касающихся прогнозирования банкротства, завоевали методики, основанные на расчете единого интегрального показателя, представляющего собой аддитивную функцию нескольких ключевых финансовых показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия. Прогноз вероятности банкротства предприятия при таком подходе делается на основе значений этого единого показателя, рассчитанных в соответствии с выбранной методикой. В своих основополагающих работах Бивер для прогнозирования банкротства анализировал ряд финансовых показателей. Банкротство определялось либо как неплатежеспособность, дефолт по облигационным выплатам, превышение допустимого кредитного лимита по банковскому счету, либо как невыплата дивидендов по привилегированным акциям. Бивер утверждал, что банкротство – это результат несостоятельности, который напрямую связан с моделью денежных потоков. Целью его работы было создать одномерный подход, исследующий возможность использования финансовых показателей для прогнозирования банкротства.

Используя идею парных связей, Бивер выбрал 79 промышленных предприятий с довольно большой капитализацией, потерпевших банкротство в период с 1954 по 1964 гг. Финансовые показатели для каждой

выборки были рассчитаны за все годы за пять лет до банкротства. Бивер утверждал, что идея парных связей поможет избежать влияния размера активов и особенностей отрасли, в которой работает предприятие, на риск дефолта. Основываясь на минимизации коэффициента ошибок за пятилетний период, были отобраны шесть показателей для исследования.

1. Отношение денежного потока к общему долгу
2. Отношение чистой прибыли к общим активам.
3. Отношение общих обязательств к общим активам.
4. Отношение рабочего капитала к общим активам.
5. Коэффициент ликвидности.
6. And no-credit internal, который определен как текущие активы за вычетом текущих обязательств.

Сравнивая средние показатели между предприятиями-банкротами и имеющими удовлетворительное финансовое состояние, Бивер обнаружил, что средние значения всех шести показателей за все пять лет до банкротства фирм-банкротов неблагоприятны. Кроме того, эти средние значения показателей ухудшались все больше по мере приближения фирмы к состоянию банкротства, в то время как те же значения показателей для предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием оставались приблизительно постоянными на всем исследуемом временном горизонте. Также Бивер использовал дихотомический классификационный тест для исследования предсказательной силы показателей. Первоначальная выборка была разбита на две подвыборки. Для каждой переменной было определено критическое значение путем минимизации ошибок первого и второго рода в каждой из подвыборок.

- Ошибка первого рода – это ошибочная классификация предприятия-банкрота как имеющего удовлетворительное финансовое состояние.
- Ошибка второго рода – ошибочная классификация предприятия, имеющего удовлетворительное финансовое состояние, как банкрота.

Далее прогнозная сила каждого показателя была протестирована с использованием полученного критического значения на другой подвыборке. Бивер установил, что наибольшей предсказательной силой обладают такие показатели.

1. Отношение денежного потока к общему долгу.
2. Отношение чистой прибыли к общим активам.
3. Отношение общих обязательств к общим активам.

Ошибки для показателя 1 составляли 13% за год до банкротства и 22% за пять лет до банкротства. Таким образом, Биверу удалось безошибочно классифицировать 78% выборки за пять лет до банкротства. Исследование Бивера было высоко оценено, поскольку он положил начало использованию финансовых показателей для прогнозирования банкротства. Используя в качестве теоретической основы идеи модели денежного потока, он обнаружил, что множество финансовых показателей можно использоваться для прогнозирования банкротства.

Э. Альтман (1968) внес свой вклад в построение моделей прогнозирования банкротства, впервые применив множественный дискриминантный анализ (МДА) для преодоления ограничений модели Бивера. Основным недостатком метода Бивера состоял в том, что он использовал только один показатель в каждый момент времени для анализа состоятельности предприятия, что иногда приводило к противоречивым результатам, особенно в случае, если показатели были противоположно направлены. Множественный дискриминантный

анализ основан на использовании многих показателей и их взаимного влияния для прогнозирования состоятельности предприятия.

Э. Альтман разработал последовательно несколько линейных регрессионных моделей, представляющих собой аддитивную функцию некоторого числа факторов. Наиболее известны двух-, пяти- и семифакторные модели. Пятифакторная модель Э. Альтмана была построена по данным успешно действующих и обанкротившихся промышленных предприятий США. При построении Э. Альтман обследовал 66 промышленных предприятий, половина из которых обанкротилась в период между 1946 и 1965 г., а половина работала успешно, и с помощью аппарата мультипликативного дискриминантного анализа на основе пяти показателей построил многофакторное регрессионное уравнение.

Результаты тестирования модели оказались следующими:

- 95% предприятий были правильно классифицированы за один год до банкротства;
- 72% предприятий были правильно классифицированы за два года до банкротства;
- резкое уменьшение прогнозной точности модели до 48% наблюдалось за три года до банкротства, 29% и 36% за четырехлетний и пятилетний период времени до банкротства соответственно.

В 1977 г. британские ученые Р. Тафлер и Г. Тишоу апробировали подход Альтмана на данных 80 британских предприятий и построили четырехфакторную прогнозную модель с отличающимся набором факторов.

Дикин в своей работе использовал достоинства обоих методов Бивера и Альтмана. Им было замечено, что дискриминантная функция Альтмана интуитивно понятна, в то время как 14 показателей, используемых Бивером, обеспечивали лучшие эмпирические выводы в совокупности с точностью классификации. Цель работы Дикина заключалась в разработке модели с помощью множественного дискриминантного анализа, и с использованием 14 показателей из исследования Бивера.

Дикин проанализировал 32 предприятия, потерпевших банкротство в период с 1964 по 1970 г. Банкротство было определено им как невыполнение обязательств, несостоятельность и ликвидация. В своей работе Дикин:

- во-первых, воспроизвел тест Бивера. Полученные Дикином результаты были аналогичны результатам, полученным Бивером, и показатель отношение денежного потока к общему долгу продемонстрировал высокую предсказательную способность даже за пять лет до банкротства;
- во-вторых, Дикин использовал линейную комбинацию всех 14 показателей для множественного дискриминантного анализа. Модель Дикина корректно классифицировала 97%, 95% и 95% предприятий за год, два и три года до банкротства соответственно, 80% корректно классифицированных предприятий за четыре года до банкротства и 73% – за пять лет. Также он обнаружил, что уменьшение числа независимых переменных существенно увеличивает ошибку классификации.
- в-третьих, он проверил свою модель на независимой выборке, состоящей из 11 предприятий-банкротов и 23 предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием на данных за 1963-1964 гг. Ошибочная классификация составила 22%, 6%, 12%, 23%, 15% за год, два, три, четыре и пять лет до банкротства соответственно.

Дикин впервые заметил, что для того чтобы применять множественный дискриминантный анализ, независимые переменные должны быть нормально рас-

пределены. Этот факт игнорировался в предшествующих исследованиях.

Эдмистер (1972) был первым, кто применил множественный дискриминантный анализ для тестирования прогнозной способности финансовых показателей на выборке из небольших по размеру предприятий. Из 19 показателей, используемых предшественниками, Эдмистер выбрал семь для построения дискриминантной функции. Новым в его исследовании было использование трендовых переменных с лагом. Эдмистер установил, что трендовые переменные показывают лучшую предсказательную способность в сравнении со статическими переменными. Выборка состояла из 42 предприятий, 21 предприятия-банкрота и 21 предприятия-небанкрота в период с 1954 по 1969 г. Эдмистером была разработана прогнозная модель с Z-показателем, равным 0,52. Z-показатель со значением меньше 0,52 означал, что предприятие следует классифицировать как банкрот, а со значением большим 0,52 – как имеющее удовлетворительное финансовое состояние. Ошибки первого и второго рода составили 10% и 5% соответственно.

Методика «модель Фулмера классификации банкротств» была создана на основании обработки данных шестидесяти предприятий – 30 потерпевших крах и 30 нормально работавших – со средним годовым балансом в 455 тыс. долл. США. Модель состоит из девяти показателей, интегрированных в один коэффициент. В зависимости от значения конечного коэффициента предприятие может быть отнесено к классу надежных или обреченных на банкротство.

Блум (1974) построил модель банкротства с использованием множественного дискриминантного анализа для количественной оценки вероятности банкротства предприятия. Для повышения прогнозной способности Блум учел стандартное отклонение каждого из показателей.

Выборка состояла из 115 предприятий-банкротов и 115 предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием. Предприятия объединялись с учетом отраслевой принадлежности, объема продаж, количества сотрудников. Выборка была разбита на две части – одна использовалась для построения модели, другая для тестирования. Z-показатель рассчитывался путем максимизации различий между подвыборками предприятий-банкротов и предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием, в то время как внутри каждой из подвыборок различия между предприятиями минимизировались.

Несмотря на успех множественного дискриминантного анализа в построении моделей прогнозирования банкротства, существует ряд проблем в практическом применении этого метода к временным данным. Одна из них заключается в предположении о том, что все переменные имеют нормальное распределение. Дикин, Фрека и Хопвуд указали, что предположение о нормальности распределения переменных не выполняется без предварительного преобразования данных и исключения выбросов. Другая проблема, на которую указал Эйсенбейс, заключается в том, что коэффициенты при переменных в дискриминантной функции оказываются незначимыми и невозможно определить значимость объясняющих переменных в модели. Таким образом, становится невозможно определить, какие финансовые показатели должны быть исключены из модели, а какие оставлены для повышения про-

гнозной способности модели. Эти факторы множественного дискриминантного анализа делают выбор переменных и точность результатов зависимыми от данных и результаты существенно различаются в каждом исследовании.

Одним из методов, который избавляет от недостатков множественного дискриминантного анализа, является логистический регрессионный анализ, или логистическая модель. Логистический анализ имеет, по крайней мере, три преимущества по сравнению с множественным дискриминантным анализом.

- Во-первых, логистический метод более устойчив и достоверен при отсутствии нормальности распределения объясняющих переменных.
- Во-вторых, вместо сложного расчета зависимой переменной в методе дискриминантного анализа в логистической модели зависимая переменная принимает два значения и имеет биномиальное распределение.
- Наконец, коэффициенты при объясняемых переменных в логистической функции интерпретируемы, и значимость переменной может быть проверена статистически.

Ольсон стоял у истоков применения логистического анализа для оценки вероятности банкротства. Выборка в его исследовании состояла из 105 предприятий, объявивших себя банкротами в период с 1970 по 1976 г., и 2 058 стабильно работающих предприятий. Ольсон считал, что размер предприятия может являться хорошей объясняющей переменной и такая переменная должна быть включена в модель. Он проанализировал данные предприятий из выборки за три года и выбрал девять переменных из существующих исследований, основываясь на критериях простоты и популярности. Им была построена логистическая модель и результаты показали, что коэффициенты при шести переменных, включая размер предприятия, оказались значимыми при 10% уровне значимости.

В методике Чессера используется анализ вероятности угрозы банкротства, а именно, прогнозируются случаи невыполнения клиентом условий договора о кредите. При этом под «невыполнением условий» подразумевается не только непогашение ссуды, но и любые другие отклонения, делающие ссуду менее выгодной для кредитора, чем было предусмотрено первоначально.

Гилберт и другие исследователи заметили, что авторы всех предшествующих работ классифицировали предприятия на две группы – банкроты и предприятия с удовлетворительным финансовым состоянием. Он утверждал, что модель прогнозирования банкротства покажет лучшие результаты, если предприятия, испытывавшие экономические трудности разделить на две группы – тех, кто продолжил существование и тех, кто прекратил свое существование.

Гилберт использовал три группы предприятий в своей выборке.

1. Группа из 76 предприятий, испытывавших финансовые затруднения и прекративших свое существование в период с 1974 по 1983 г.
2. Группа из 304 предприятий, испытывавших финансовые затруднения, но продолживших свое существование и имеющих отрицательный доход в течение трех лет в тот же период времени.
3. Состоятельная группа, состоящая из 304 стабильно функционирующих предприятий в тот же период времени.

Две прогнозные модели были разработаны с использованием логистического анализа. Независимые переменные были заимствованы из двух предыдущих работ (Casey и Vartczak, 1985; Альтман, 1968). Одна из

моделей была разработана с использованием 52 предприятий-банкротов и 208 предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием. Оставшиеся 24 предприятия-банкрота и 96 предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием использовались в качестве тестового множества. Другая модель была построена с использованием:

- во-первых, предприятий, испытывавших финансовые затруднения, но продолживших свое существование;
- во-вторых, обанкротившихся и прекративших свое существование.

Эмпирические тесты показали, что первая из построенных моделей корректно классифицировала 88,5% предприятий из оцениваемой выборки и 90,8% проверочной выборки за один год до банкротства. Когда эту модель протестировали на данных, используемых для построения второй модели, прогнозная сила резко снижалась до 66,7%. Аналогичные результаты были получены при проверке второй модели на отличающихся данных. Таким образом, ни одна из моделей не различала предприятия-банкроты и предприятия с удовлетворительным финансовым состоянием с требуемой точностью.

Бегли и другие исследователи задались вопросом, сохраняют ли ранее разработанные модели свою прогнозную точность на данных текущего периода. Он использовал в своем исследовании модели, разработанные в исследовании Альтмана (1968) и Ольсона (1980). Логика его исследования была следующая:

- для прогнозирования банкротства использовать полученные значения коэффициентов из ранее построенных моделей на выборке предприятий 1980 г.;
- переоценить модели на обучающей выборке и затем проверить новую модель на тестовой выборке и сравнить результаты.

При использовании модели Альтмана на данных 1980 г. были получены следующие результаты:

- общий ошибочный коэффициент модели составил 21,8%;
- ошибки первого и второго рода 18,5% и 21,5% соответственно.

Ошибочная классификация модели на более современных данных обучающей выборки значительно возросла по сравнению с результатами первоначальной работы Альтмана. Результаты исследования подтверждают гипотезу о нестационарности данных во времени, которая сильно влияет на прогнозную точность моделей.

Альтернативным методом прогнозирования банкротства является субъективный анализ, предполагающий экспертную оценку риска предприятия на основе разработанных стандартов. Это так называемый метод балльной оценки, или метод А-счета (показатель Аргенти). Недостатком данного метода является субъективность оценки.

В Великобритании были разработаны рекомендации Комитета по обобщению практики аудирования, которые содержат перечень показателей для оценки банкротства предприятия:

- повторяющиеся убытки от основной производственной деятельности;
- превышение критического уровня просроченной кредиторской задолженности;
- чрезмерное использование краткосрочных заемных средств в качестве источника финансирования долгосрочных капиталовложений;
- хроническая нехватка оборотных средств;
- устойчиво увеличивающаяся (сверх безопасного предела) доля заемных средств в общей сумме источников средств;

- устойчиво низкие значения коэффициентов ликвидности;
- реинвестиционная политика и др.

К достоинствам этой методики можно отнести системность, комплексный подход к пониманию финансового состояния предприятия. Трудности в использовании этих рекомендаций заключаются в многокритериальности используемых параметров, субъективности принимаемых решений, необходимости составления экономического баланса помимо бухгалтерской отчетности.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ДАННОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДАННЫХ

Согласно действующему законодательству<sup>1</sup>, предприятие считается банкротом в случае признания арбитражным судом его неспособности в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей.

В данной работе признак «банкрот» присваивается финансово-несостоятельному предприятию, если оно было признано банкротом по решению суда, либо если в отношении его возбуждена какая-либо из процедур банкротства:

- наблюдение;
- финансовое оздоровление;
- внешнее управление;
- конкурсное производство.

Для построения и апробации моделей были собраны финансовые данные за период с 2000 по 2009 г. по 1357 предприятиям, деятельность которых, согласно Общему классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД), относится к обрабатывающему производству. Из них 173 предприятия официально были признаны банкротами в период с 2008 по 2010 гг., финансовое состояние 1184 предприятий официально считается удовлетворительным.

В качестве информационной базы для анализа и оценки финансового состояния предприятий использовались официальные формы обязательной финансовой отчетности ф. №1 (баланс) и ф. №2 (отчет о прибылях и убытках) за 10 лет. Показатели из данных форм применяются в различных методиках с 2000 г. по 2009 г. для определения финансового состояния предприятий, а также при расчете коэффициентов, характеризующих различные аспекты финансового состояния предприятия.

Данные финансовой отчетности были взяты из базы системы профессионального анализа рынка и компаний СПАРК. Анализ и построение модели прогнозирования вероятности банкротства проводились с использованием аналитической системы статистической обработки данных IBM SPSS.

В результате анализа наиболее известных существующих моделей прогнозирования банкротства было установлено, что в них, как правило, используются финансовые показатели, которые можно объединить в пять групп:

- ликвидность;
- уровень долга;
- платежеспособность;
- прибыльность и эффективность.

В данном исследовании для построения модели были отобраны 18 показателей, которые характеризуют

деятельность предприятия с точки зрения этих пяти групп и встречаются наиболее часто.

Пять перечисленных выше групп показателей характеризуют общее финансовое состояние предприятия. Ниже дана более подробная характеристика каждой из этих групп.

Показатели ликвидности позволяют оценить легкость реализации, продажи, превращения материальных ценностей и прочих активов в денежные средства. Ликвидность предприятия определяется сбалансированностью ее активов и пассивов, степенью соответствия сроков размещенных активов и привлеченных пассивов.

Показатели платежеспособности обозначают еще и способность предприятия своевременно и полностью выполнять свои платежные обязательства, вытекающие из торговых, кредитных и иных операций денежного характера. Показатели уровня долга позволяют оценить, в какой степени деятельность предприятия основана на заемных средствах. Показатели прибыльности отражают способность предприятия оплачивать расходы и приносить прибыль владельцам предприятия. Показатели эффективности выявляют соотношение между результатами деятельности предприятия и понесенными затратами.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА

В настоящее время существует множество методик прогнозирования финансового состояния предприятий. Но, тем не менее, задачу прогнозирования финансового состояния предприятий нельзя считать полностью решенной по следующим причинам.

- Во-первых, применение различных методик приводит к противоречивым результатам.
- Во-вторых, прогнозная точность моделей значительно уменьшается при использовании для анализа финансового состояния данных за несколько лет до банкротства. В то же время основная ценность моделей заключается в их способности заранее спрогнозировать финансовое состояние предприятия и предвидеть возможное банкротство.
- В-третьих, существующие методики прогнозирования банкротства не учитывают особенности разных сценариев банкротства, что снижает их точность.
- В-четвертых, в моделях используются данные за один год, и не учитывается изменение показателей в динамике за несколько лет.

В табл. 1 приведены результаты анализа 1357 предприятий обрабатывающего производства. Оценка проводилась по следующим семи методикам:

- пятифакторной модели Альтмана;
- модели Таффлера и Тишоу;
- модели Фулмера для классификации банкротств;
- методике Лиса;
- методике Спрингейта;
- методике Иркутской государственной экономической академии;
- методике Р.С. Сайфулиной и Г.Г. Кадыковой.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что, например, применительно к официально устойчивым предприятиям финансовое состояние 94 (7,9%) было оценено по семи методикам как неудовлетворительное, и состояние 216 предприятий (18,2%) было оценено по шести или семи методикам как удовлетворительное. В отношении же остальных 874 предприятий применение методик дало противоречивые результаты.

<sup>1</sup> Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» от 2002 г.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ПО СЕМИ МЕТОДИКАМ

Официальная характеристика предприятий	Оценка финансового состояния предприятий по семи основным методикам				
	Предприятие не признано удовлетворительным ни по одной из семи методик	Предприятие признано удовлетворительным по одной-двум методикам	Предприятие признано удовлетворительным по трем-пяти методикам	Предприятие признано удовлетворительным по шести-семи методикам	Всего
Имеет удовлетворительное финансовое состояние	94 7,9%	348 29,4%	526 44,4%	216 18,2%	1184 100,0%
Стало банкротом в 2008 г.	7 20,0%	22 62,9%	6 17,1%	0 0%	35 100,0%
Стало банкротом в 2009 г.	13 11,1%	90 76,9%	14 12,0%	0 0%	117 100,0%

В связи с этим существует потребность в разработке подходов и методов прогнозирования банкротства, лишенных перечисленных недостатков.

**ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Для построения статической модели прогнозирования банкротства предприятий использовалась обучающая выборка, состоящая из 333 предприятий, при этом 117 предприятий в 2009 г. были официально признаны банкротами, а 216 предприятий имели удовлетворительное финансовое состояние.

Из 1184 предприятий, официально не являющихся банкротами, для включения в обучающую выборку были отобраны 216 предприятий, финансовое состояние которых было оценено как удовлетворительное, как минимум, по шести из семи основных методик прогнозирования вероятности банкротства.

В качестве метода построения модели была выбрана логистическая регрессия. Она обладает следующими достоинствами:

- с ее помощью можно оценивать вероятность того, что событие наступит для конкретного наблюдения;
- в качестве предикторов допускается использование всех типов переменных, в том числе категориальных;
- модель является нелинейной, в нее можно включать взаимодействия предикторов.

Модель логистической регрессии имеет следующий вид:

$$P_j = \frac{1}{(1 + e^{-z})} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1,j} + \beta_2 x_{2,j} + \dots + \beta_n x_{n,j})}}$$

где

$P_j$  – вероятность банкротства предприятия  $j$ ;

$e$  – экспоненциальная функция;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  – коэффициенты регрессии;

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – объясняющие переменные.

В модели логистической регрессии в качестве зависимой переменной была задана дихотомичная переменная, отражающая статус предприятия:

- единица – банкрот;
- ноль – имеющее удовлетворительное финансовое состояние.

В качестве независимых переменных использовались показатели, которые наиболее часто используются в финансовом анализе, и в отношении которых выполняются следующие условия:

- средние значения для банкротов и предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием значимо отличаются;

- связь с другими показателями, оцененная с помощью коэффициента корреляции Спирмана, слабая.

Этим условиям удовлетворяют следующие показатели:

- натуральный логарифм выручки;
- отношение денежных средств к выручке;
- общая оборачиваемость активов;
- доходность общего капитала;
- доходность собственного капитала;
- отношение чистой прибыли к общим активам;
- отношение долговых обязательств к общим активам;
- отношение долгосрочных обязательств к общим активам.

При построении модели был выбран метод пошагового включения переменных.

В результате была построена модель, имеющая следующий вид:

$$P_j = \frac{1}{1 + e^{-(32,633 - 1,082 \cdot X_{1,j} - 6,932 \cdot X_{2,j} + 3,697 \cdot X_{3,j} - 5,712 \cdot X_{4,j} - 1,573 \cdot X_{5,j})}}$$

где

$P_j$  – вероятность банкротства предприятия  $j$ ;

$e$  – экспоненциальная функция;

$X_{1,j}$  – общая оборачиваемость активов предприятия  $j$ ;

$X_{2,j}$  – отношение чистой прибыли к активам предприятия  $j$ ;

$X_{3,j}$  – отношение краткосрочных и долгосрочных заемных средств к активам предприятия  $j$ ;

$X_{4,j}$  – отношение долгосрочных обязательств к активам предприятия  $j$ ;

$X_{5,j}$  – натуральный логарифм выручки предприятия  $j$ .

Для разделения предприятий на банкротов и имеющих удовлетворительное финансовое состояние было выбрано следующее правило классификации. Если вычисленная вероятность банкротства не превышает 0,5, то предприятие считается имеющим удовлетворительное финансовое состояние, если рассчитанная вероятность больше или равна 0,5, то предприятие считается имеющим высокую вероятность банкротства.

Данная модель названа статической, так как она не учитывает динамику изменения финансовых показателей в течение ряда лет, предшествующих факту банкротства.

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ**

Была выдвинута следующая гипотеза. Процедуре банкротства предприятий могут предшествовать разные сценарии развития событий. Эти сценарии так или иначе

найдут свое отражение в динамике изменения финансовых показателей предприятия в регрессионную статическую модель. Если при построении модели, прогнозирующей вероятность банкротства предприятия, учесть сценарии развития событий, то такая модель может дать существенно более высокую точность прогнозирования.

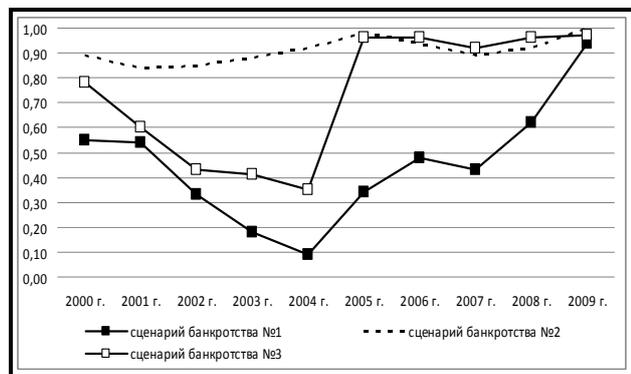
Для выявления возможных сценариев изменения финансовых показателей предприятия в динамике, закончившихся его банкротством, все предприятия, обанкротившиеся в 2009 г., с использованием метода иерархической кластеризации были разделены на группы, и для каждой из групп предприятий был проведен анализ характера изменения финансовых показателей за несколько лет до банкротства.

В качестве переменных для разбиения предприятий на кластеры были выбраны вероятности банкротства предприятий за период с 2004 по 2009 гг., рассчитанные для каждого предприятия-банкрота по полученной статической модели (1).

Для дальнейшего анализа использовалось трехкластерное решение:

- в первый кластер попали 35 предприятий;
- во второй – 46;
- в третий – 36 предприятий.

По каждому из трех кластеров была рассчитана средняя вероятность банкротства предприятий. На рис. 1 показано изменение средних значений вероятности банкротства в период с 2000 по 2009 гг. для каждой кластерной группы.



**Рис. 1. Изменение средней вероятности банкротства предприятий для каждой кластерной группы в динамике**

Как видно из рис. 1, к кластеру 1 относятся предприятия, у которых вероятность банкротства на протяжении первых пяти лет с 2000 г. до 2004 г. была невысокая, более того, даже уменьшалась вплоть до 2004 г., затем она резко выросла в 2005 г. и ежегодно увеличивалась, пока ситуация не завершилась банкротством предприятия в 2009 г.

В кластер 2 попали предприятия, у которых финансовое состояние оставалось неудовлетворительным на протяжении всех десяти лет. Т.е. прогнозная вероятность банкротства была выше 0,8. Тем не менее, банкротство этих предприятий фактически наступило только в 2009 г.

К кластеру 3 отнесены предприятия, вероятность банкротства которых в 2000 и 2001 гг. являлась достаточно высокой, хотя явно прослеживалась тенденция к уменьшению вероятности банкротства. Начиная с 2002 по 2004 гг., наблюдалась тенденция к улучшению финансового состояния, что нашло отражение в прогнозном значении вероятности банкротства. Однако в 2005 г. прогнозная вероятность банкротства резко выросла и оставалась практически постоянной на протяжении нескольких лет вплоть до банкротства в 2009 г.

Для того чтобы выяснить, за сколько лет до банкротства средние значения показателей банкротов начинают зна-

чительно отличаться от показателей предприятий, признанных имеющими удовлетворительное финансовое состояние, был проведен сравнительный анализ финансовых показателей, входящих в регрессию с 2000 по 2009 г. с использованием непараметрического *U*-теста по методу Манна и Уитни.

Анализ результатов показал, что у предприятий, банкротство которых развивается по сценарию 1, среднее значение натурального логарифма выручки стало значимо отличаться от среднего значения аналогичного показателя предприятий с удовлетворительным финансовым положением за два года до банкротства. Среднее значение общей оборачиваемости активов значимо отличалось за два и более года до банкротства, отношение чистой прибыли к общим активам – за один год до банкротства, а уровень долга значимо не отличался, как минимум, за четыре года до банкротства. Вероятно, что такие предприятия обанкротились в 2009 г. в результате резкого снижения выручки и прибыли.

Для предприятий, банкротство которых развивалось по сценарию 2, высокая вероятность банкротства прогнозировалась в течение всех 10 лет, что косвенно свидетельствует об их неудовлетворительном финансовом состоянии на протяжении всего этого времени. Анализ показателей, вошедших в логистическую регрессию, также подтверждает этот тезис. Их характеризует низкая выручка от реализации, низкая оборачиваемость активов, малая доля чистой прибыли в активах. Однако следует обратить внимание на то, что уровень задолженности у этих предприятий тоже невысок, но этот факт может быть объяснен тем, что их финансовое состояние было таково, что у кредиторов были основания не давать им в долг денежные средства.

У предприятий, банкротство которых развивалось по сценарию 3, финансовое состояние ухудшалось на протяжении последних пяти лет. Положительное влияние на финансовое состояние предприятий оказывала высокая оборачиваемость активов. Однако небольшая выручка, низкая прибыльность и рискованное соотношение долгосрочных обязательств и активов явились в конечном итоге причиной невозможности удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам.

Анализ сценариев изменения вероятности банкротства и значимости различий финансовых показателей на разных временных промежутках позволил сделать следующие выводы.

- Во-первых, статическая модель при различных сценариях развития банкротства способна прогнозировать с достаточно высокой точностью банкротство предприятий в пределах от одного года до четырех лет до наступления факта банкротства.
- Во-вторых, статическая модель обладает высокой прогнозной точностью в пределах четырех лет при прогнозировании вероятности банкротства для предприятий, у которых банкротство развивается по сценарию 2 или 3.

Для предприятий, у которых банкротство развивается по сценарию 1, статическая модель с высокой точностью прогнозирует банкротство только за год до факта его наступления, несмотря на значительное ухудшение показателей, как минимум, за два-четыре года до банкротства. Дело в том что, несмотря на негативную динамику изменения финансовых показателей, за два-четыре года до банкротства средние значения коэффициентов не отличаются значимо от среднеотраслевых значений, и статическая модель классифицирует состояние таких предприятий как удовлетворительное.

Таким образом, проведенный анализ показал, что можно улучшить статическую модель прогнозирования вероятности банкротства, если учесть изменение финансовых показателей за несколько лет до наступления банкротства, т.е. учесть, по какому сценарию для предприятия развивается ситуация, способная с течением времени привести его к возможному банкротству.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Качество разработанной статической модели оценки вероятности банкротства было оценено на основе точности предсказаний модели. В выборку вошли 216 предприятий, имеющих удовлетворительное финансовое состояние, и 117 предприятий, признанных банкротами в 2009 г. Финансовые коэффициенты рассчитывались на основе отчетности за 2008 г., т.е. за один год до начала процедуры банкротства.

Модель правильно спрогнозировала удовлетворительное финансовое состояние для 202 из 216 предприятий (94% правильных ответов) и неудовлетворительное состояние для 102 из 117 предприятий – банкротов (87% правильных ответов). Всего были правильно классифицированы 91% предприятий.

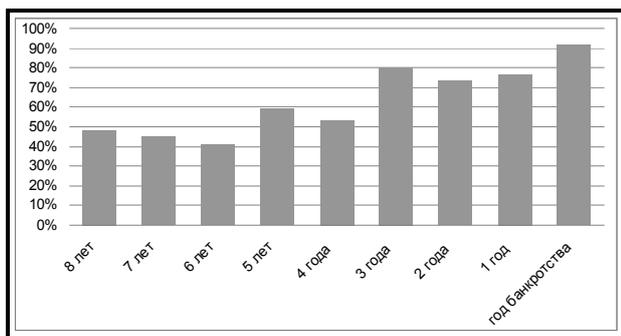
Таким образом, разработанная статическая модель показала высокую прогнозную точность при тестировании на обучающей выборке.

Далее прогнозная точность модели была проверена на данных, которые не использовались при построении модели. В контрольную выборку вошло 381 предприятие<sup>2</sup> с удовлетворительным финансовым положением и 56 предприятий, ставших банкротами в 2008 и 2010 гг.

На рис. 2 представлена доля правильных предсказаний предприятий-банкротов (ставших банкротами в 2008-2010 гг.) за различные периоды времени до официального признания банкротства. Таким образом, видно, что за три года до расчетного периода модель правильно спрогнозировала свыше 73% предприятий, ставших банкротами, причем точность прогноза с каждым годом увеличивалась вплоть до 91% в год банкротства. Даже за пять лет до начала процедуры банкротства модель правильно идентифицировала свыше 50% банкротов.

В отношении предприятий с удовлетворительным финансовым состоянием модель правильно классифицировала 296 из 381 предприятия. Таким образом, точность классификации предприятий составила 78%.

Улучшение качества логистической регрессии при включении переменных было подтверждено с помощью одного из индикаторов качества подгонки – логарифма правдоподобия.



**Рис. 2. Точность статической модели при идентификации предприятий-банкротов за разное количество лет до факта наступления банкротства**

Для построенной модели с пятью переменными-регрессорами начальное значение –  $2LL = 349,346$  было

<sup>2</sup> Из 1184 предприятий с удовлетворительным финансовым положением 216 предприятий вошли в выборку для построения модели. Из оставшихся 968 предприятий было выбрано 381 предприятие, финансовое состояние которых было оценено как устойчивое, по четырем или пяти из семи основных методик.

уменьшено на 248,725, и стало равным 100,621, что свидетельствует о значительном улучшении качества модели. Также качество построенной модели было подтверждено псевдо  $R^2$  Нагелькерка, высокой на уровне 1% значимостью критерия хи-квадрат и критерием Хосмера и Лемешова.

Таким образом, в рамках данной работы рассмотрен такой актуальный вопрос, как оценка финансового состояния и прогнозирование вероятности банкротства предприятия. На выборке предприятий обрабатывающего производства была разработана и апробирована статическая модель прогнозирования банкротства, а также выявлены основные сценарии развития банкротства предприятия.

## Литература

1. О несостоятельности (банкротстве) [Электронный ресурс] : федер. закон от 26 октября 2002 г. №127-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Балдин К.В. Антикризисное управление: макро- и микроуровень [Текст] / К.В. Балдин. – М. : Дашков, 2005. – 316 с.
3. Зевайкина С.Н. Диагностика вероятности банкротства организации [Текст] / С.Н. Зевайкина. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 412 с.
4. Charitou A. et al. A multilogit approach to predicting corporate failure-some evidence for the UK corporate sector, Omega International // Journal of management science. 1988. Vol. 16(4). Pp. 309-318.
5. Hillegeist S., Cram D., Keating E., Lundstedt K. Assessing the probability of bankruptcy // Review of accounting studies/ 2004. Vol. 9(1). P. 5-34.
6. Pampel F.C. Logistic regression: a primer (London: Sage). 496.
7. Shumway T. Forecasting bankruptcy more accurately: a simple hazard model // Journal of business. 2001. Vol. 74. Pp. 101-124.

## Ключевые слова

Прогнозирование банкротства предприятия; оценка финансового состояния предприятия; методики прогнозирования банкротства; статические модели; финансовые коэффициенты; сценарии развития банкротства; временные горизонты прогнозирования банкротства; обрабатывающее производство.

*Данилова Юлия Александровна*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы исследования. Проблема оценки финансового состояния предприятий и, в частности, предсказания их возможного банкротства была и остается актуальной, поскольку в этом заинтересованы и внутренние и внешние контрагенты предприятия. Каждый участник экономического сообщества должен быть уверен в надежности и финансовой состоятельности своих партнеров, в противном случае любой имеет возможность использовать механизм банкротства как средство возврата долга неплатежеспособными партнерами. В связи с этим руководители предприятий, менеджеры различных уровней управления должны уметь своевременно определять неудовлетворительное финансовое состояние предприятий-контрагентов на основе результатов проведенного финансового анализа, и при необходимости воспользоваться своим правом, в судебном порядке применить процедуры банкротства к должнику.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработана статическая модель прогнозирования вероятности банкротства для предприятий обрабатывающего производства, выявлены характерные сценарии развития банкротства предприятий, определены максимальные временные горизонты прогнозирования вероятности банкротства предприятий в зависимости от сценария изменения финансовых показателей в динамике.

Практическая значимость исследования заключается в том, что проведена апробация предлагаемой прогнозной модели на выборке из предприятий обрабатывающего производства. Полученные результаты могут быть использованы, во-первых, менеджерами различных уровней управления для своевременного определения неблагоприятного финансового положения предприятий-контрагентов. Во-вторых, разработанные модели могут позволить руководителям организаций, испытывающим финансовые трудности, идентифицировать сценарий банкротства и найти оптимальный путь выхода из кризисной ситуации.

Замечания. К недостаткам данного исследования можно отнести тот факт, что предложенная автором модель, несмотря на достаточно высокую прогнозную точность, не учитывает динамику изменения финансовых показателей в течение ряда лет, предшествующих факту наступления банкротства.

Заключение. Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, тема, затронутая автором, является весьма актуальной. Работа может быть рекомендована к изданию, несмотря на указанный недостаток.

*Бовданова Т.К. к.э.н., доцент кафедры бизнес-аналитики Государственного университета – Высшей школы экономики*

### 3.7. BANKRUPTCY PREDICTION MODELING FOR MANUFACTURING INDUSTRY

J.A. Danilova, Post-graduate Student of Business  
Analytics Department

*State University Higher School of Economics*

This article provides the results of development of bankruptcy prediction static model and its testing on the sample of more than thousand companies of manufacturing industry. The main scenarios of bankruptcy are identified and it is shown that depending on the bankruptcy scenario possible insolvency can be predicted one or four years before.

#### Literature

1. K.V. Baldin. Crisis management: micro and macro level. M.: Dashkov, 2005. – p. 316
2. S.N. Zevaikina. «Identification of bankruptcy possibility». M. Finance and statistics, 2002. – p. 412.
3. Federal law «About insolvency (bankruptcy)» №127 from the 26th of October 2002.
4. S. Hillegeist, D. Cram, E. Keating and K. Lundstedt. (2004). «Assessing the Probability of Bankruptcy». Review of Accounting Studies 9(1), p. 5-34.
5. F.C. Pampel. (2000) Logistic Regression: A Primer (London: Sage). 496 A. Charitou et al. Peel, M. J. and Peel, D. A. (1988) A multilogit approach to predicting corporate failure—some evidence for the UK corporate sector, Omega International Journal of Management Science, 16(4), p. 309-318.
6. T. Shumway. (2001). «Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model». Journal of Business 74, p. 101-124.

#### Keywords

Bankruptcy prediction; financial statements evaluation; methods of bankruptcy prediction; static models; financial coefficients; bankruptcy scenarios; time intervals for bankruptcy prediction; manufacturing industry.