

ТЕСТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ОЦЕНКЕ
ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ
ПРИМЕНЕНИЯ

ВОДОНАСОВА Т.Н.¹, ДЕДКОВА Д.К.²

¹ к. т. н., доцент кафедры «Экономика, организация строительства и управление
недвижимостью»

² студент кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Целью работы является сопоставление математических подходов к анализу финансового состояния организаций в строительной отрасли. В ходе данной работы будут рассмотрены зарубежные и отечественные экономико-математические модели, в частности, для прогнозирования банкротства организации. Рассмотрен зарубежный и отечественный опыт моделирования. Материал даст возможность выбрать соответствующий метод анализа финансового состояния в зависимости от степени конкретизации результатов оценки и наличия исходных данных.

Ключевые слова: финансовый анализ, экономико-математическая модель, методы прогнозирования банкротства, финансовое положение.

TESTING ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS FOR ASSESSING THE FINANCIAL
CONDITION OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS AND FEATURES OF THEIR
APPLICATION

VODONASOVA T. N.¹, DEDKOVA D.K.²

¹ PhD in Technics, associate professor Department «Economics, organization of constructing and real estate management»

² student of Department «Economics, organization of constructing and real estate management»
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

The purpose of the work is to compare mathematical approaches to analyzing the financial condition of organizations in the construction industry. In the course of this work, foreign and domestic economic and mathematical models will be considered, in particular, for predicting the bankruptcy of an organization. Foreign and domestic modeling experience is considered. The material will make it possible to choose the appropriate method of analyzing the financial condition, depending on the degree of specification of the assessment results and the availability of initial data.

Key words: financial analysis, economic-mathematical model, bankruptcy forecasting methods, financial situation.

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование банкротства является характерным методом установления кризисных промежутков существования компаний. Организации, стремящиеся к конкурентному преимуществу, могут извлечь выгоду из проведения организационного, производственного, финансово-экономического анализа. Информация, полученная в результате оценки, поможет организации вовремя выявить «кризисные диапазоны» финансового состояния и понять, в каком направлении нужно продумывать стратегии, чтобы превратиться в более успешную и прибыльную организацию.

Сложность прогнозирования финансового состояния вообще и банкротства, в частности, имеет особую значимость среди практических и теоретических вопросов управления организацией. Мониторинг текущего финансового состояния и определение вероятности банкротства представляют интерес не только для инвесторов, кредиторов, аудиторов, но и для других лиц с целью подбора перспективных и надежных контрагентов и стратегий в бизнесе. Эта задача является актуальной и для управленцев организации, решение её позволяет им заблаговременно обнаружить признаки ухудшения финансового положения, своевременно отреагировать и, таким образом, уменьшить риск возможного кризиса путем проведения соответствующих мероприятий по борьбе с неплатежеспособностью организации.

Статистика роста числа организаций-банкротов в последнее время ставит перед современным экономическим сообществом важную задачу снижения числа финансово неустойчивых организаций за счет своевременного и точного проведения прогнозирования вероятности наступления кризисных состояний. В работе рассматриваются как теоретические аспекты прогнозирования банкротства предприятий, так и практические вопросы применения прогнозных моделей. Базой для проведения исследования являются документы бухгалтерской и статистической отчетности строительных организаций г. Минска и области. Для дальнейшего анализа необходимо выбрать методику, соответствующую целям и задачам проводимого исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ финансового состояния – это способ проверить уровень финансовой устойчивости и благополучия организации, способствующий дальнейшему прогнозированию деятельности хозяйствующего субъекта. Оценка финансового состояния показывает потенциал сотрудничества с компанией, конкурентоспособность в отрасли и может обеспечить заинтересованных лиц информацией об аспектах деятельности, которые следует проанализировать более тщательно. Для строительных организаций широко применяется структура анализа, включающая в себя две стадии: экспресс-анализ производственно-экономического состояния и диагностический анализ финансового состояния. Однако, на практике, экспресс-анализ используют как самостоятельный этап оценки, который позволяет обратить внимание на конкретные нарушения в деятельности организации и сформировать перечень вопросов для проработки в режиме диагностики с привлечением дополнительных ресурсов.

Для того, чтобы судить о применимости оценочных критериев, необходимо провести классический анализ финансового состояния (например, коэффициентами). Была проведена предварительная диагностика по выборочным ключевым характеристикам, представленные в таблице 1.

Исследуя результаты предварительной диагностики, отметим:

- рост экономического потенциала организации А, сопровождающийся увеличением объема работ, сокращению операционного и финансового циклов, т.е. у компании появляются собственные средства для покрытия обязательств своевременно, что положительно характеризуется на репутации фирмы. Показатели рентабельности капитала связаны с другими видами деятельности. Финансовое состояние организации А оценивается положительно, однако следует обратить внимание на оборачиваемость капитала и рентабельность по прочим видам деятельности организации;
- экономический потенциал организации Б схож с организацией А, однако большую часть рентабельности занимает рентабельность продаж, что является весьма положительной тенденцией в строительной отрасли. По показателям продолжительности оборотов задолженности можно видеть отличную работу управленцев по работе с кредиторами. Финансовое состояние организации Б оценивается положительно;

Таблица 1. Показатели оценки финансовой устойчивости организаций

| Показатель | Расчётная формула | А | | | Б | | | В | | |
|---|---|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| 1. Коэффициент текущей ликвидности | $K_{т.л.} = \frac{\text{Краткосрочные активы}}{\text{Краткосрочные обязательства}}$ | 1,802 | 1,444 | 1,297 | 3,262 | 2,706 | 4,656 | 0,719 | 0,756 | 0,840 |
| 2. Коэффициент абсолютной ликвидности | $K_{а.л.} = \frac{\text{ДС}}{\text{Краткосрочные обязательства}}$ | 0,108 | 0,353 | 0,190 | 2,834 | 2,323 | 3,910 | 0,004 | 0,017 | 0,000 |
| 3. Коэффициент достаточности СОС | $K_{д.с.} = \frac{\text{КА} - \text{КО}}{\text{Краткосрочные активы}}$ | 0,445 | 0,308 | 0,229 | 0,693 | 0,631 | 0,785 | -0,391 | -0,323 | -0,191 |
| 4. Коэффициент покрытия обязательств | $K_{п.о.} = \frac{\text{ДСО} + \text{КСО}}{\text{АК}}$ | 0,377 | 0,528 | 0,557 | 0,281 | 0,344 | 0,200 | 0,602 | 0,627 | 0,974 |
| 5. Коэффициент финансовой устойчивости | $K_{ф.у.} = \frac{\text{СК} + \text{ДСО}}{\text{ВБ}}$ | 0,738 | 0,577 | 0,533 | 0,719 | 0,702 | 0,928 | 0,398 | 0,365 | 0,013 |
| 6. Коэффициент капитализации | $K_{к.п.} = \frac{\text{ЗК}}{\text{СК}} = \frac{\text{ВБ} - \text{СК}}{\text{СК}}$ | 0,438 | 0,888 | 0,877 | 0,392 | 0,424 | 0,078 | 1,514 | 1,740 | 75,339 |
| 7. Коэффициент соотношения задолженностей | $K_{с.з.} = \frac{\text{Дебиторская задолженность}}{\text{Кредиторская задолженность}}$ | 0,816 | 0,649 | 0,626 | 0,251 | 0,167 | 0,426 | 0,284 | 0,452 | 0,634 |
| 8. Продолжительность оборота запасов (в днях) | $K_{п.о.з.} = \frac{\text{Запасы} * 360}{\text{Себестоимость}}$ | 87,110 | 29,836 | 32,377 | 12,587 | 23,567 | 12,121 | 45,890 | 33,460 | 118,085 |
| 9. Длительность операционного цикла (оборота), Топер дней | $K_{п.о.з.} + K_{п.о.д.з.}$ | 170,956 | 83,009 | 74,247 | 29,204 | 40,483 | 28,140 | 76,308 | 86,707 | 414,679 |
| 10. Длительность финансового цикла (оборота), Тфин в днях | $K_{д.о.ц.} - K_{п.о.к.з.}$ | 47,279 | -20,042 | -2,111 | -43,882 | -68,277 | -11,457 | -30,314 | -30,313 | -160,011 |
| 11. Продолжительность оборота дебиторской задолженности (в днях) | $K_{п.о.д.з.} = \frac{\text{Дебиторская задолженность} * 360}{\text{Выручка}}$ | 83,846 | 53,173 | 41,870 | 16,616 | 16,916 | 16,019 | 30,418 | 53,247 | 296,594 |
| 12. Продолжительность оборота кредиторской задолженности (в днях) | $K_{п.о.к.д.} = \frac{\text{КСО} * 360}{\text{Себестоимость}}$ | 123,677 | 103,051 | 76,358 | 73,086 | 108,760 | 39,597 | 106,622 | 117,019 | 574,690 |
| 13. Оборачиваемость собственного капитала | $K_{о.с.к.} = \frac{\text{Выручка}}{\text{СК}}$ | 1,897 | 4,383 | 5,622 | 2,128 | 1,743 | 2,063 | 5,090 | 5,258 | 57,235 |
| 14. Оборачиваемость авансированного капитала | $K_{о.а.к.} = \frac{\text{Выручка}}{\text{АК}}$ | 1,318 | 2,321 | 2,995 | 1,529 | 1,224 | 1,915 | 2,025 | 1,919 | 0,750 |
| 15. Рентабельность продаж | $K_{р.п.} = \frac{\text{Общая прибыль}}{\text{Выручка}}$ | 0,15% | 2,71% | 0,21% | 6,54% | 3,22% | 3,06% | 0,04% | 0,11% | 0,06% |

| Показатель | Расчётная формула | А | | | Б | | | В | | |
|--|---|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| 16. Рентабельность авансированного капитала по общей прибыли | $K_{р.п.} = \frac{\text{Общая прибыль}}{\text{АК}}$ | 0,20% | 6,30% | 0,63% | 10,00% | 3,94% | 5,86% | 0,09% | 0,22% | 0,04% |
| 17. Рентабельность собственного капитала по общей прибыли | $K_{р.п.} = \frac{\text{Общая прибыль}}{\text{СК}}$ | 0,29% | 11,90% | 1,18% | 13,91% | 5,61% | 6,32% | 0,22% | 0,60% | 3,39% |

Примечание – Источник: собственная разработка

- ярко выраженную тенденцию снижения экономического потенциала организации В, сопровождающееся снижением деловой активности организации и крайне низкими значениями рентабельности капитала. Положительная динамика рентабельности капитала связана главным образом с другими видами деятельности. В целом, финансовое состояние и её динамику анализируемой организации оценивается как резко отрицательной.

Первый подход имеет ряд недостатков. Как правило, организации, зная свое состояние неплатежеспособности, стараются задержать декларирование отчетности. Также есть практика, что актуальные данные могут длительный период оставаться закрытыми, а если происходит публикация – на практике можно наблюдать «приукрашивание» важных показателей, кроме того, этап чтения отчетности на практике весьма трудоемок, а проведение диагностики расчетных показателей характеризуется высоким уровнем неопределенности.

Наряду с развитием и углублением диагностических подходов в экономическом анализе, широкое применение в анализе кризисных состояний (а банкротство рассматривается нами, как частный случай такого состояния) получили экономико-математические модели (далее – ЭММ). Экономические модели — это актуальные инструменты, позволяющие упростить взаимосвязь между переменными, объясняющими функционирование «экономического организма» или его части, оставаясь при этом реалистичным отражением текущей ситуации. Они необходимы для изучения феноменов, которые, как таковые, очень сложны, но фокусируются на наиболее значимых переменных, значительно упрощая анализ финансового состояния и прогнозирование вероятного банкротства организации. К примеру, в рамках управления компанией ЭММ могут применяться для оптимизации процедуры производства, принятия решений о закупках, заключения контрактов, оценки рисков, анализа точки безубыточности, моделирования начисляемой амортизации, разработки стратегических планов или принятия решений о судьбе организации (поглощение, расширение, видоизменение).

Существующие модели прогнозирования представляют собой некий набор финансовых показателей организации, который закономерно определяет вероятность риска финансовой неустойчивости, несостоятельности, базируясь на существующих условиях. Использование ЭММ сводится к определению значения и оценке динамики математической модели, обобщенно отражающей финансово-экономическое состояние организации, с последующей его диагностикой на основании попадания значения в интервалы, которые в определенном смысле связаны с качественными оценками финансового состояния организации. От того, насколько точен прогноз в рамках применяемой модели зависит оперативность принятия решений, разработки стратегий, направленных на предотвращение финансовой несостоятельности.

Существует множество моделей, которые позволяют провести финансовый анализ организации, в частности, проверить и спрогнозировать вероятность наступления банкротства. В рамках данной работы расчеты проводились по таким экономико-математическим моделям как: пятифакторная модель Э.Альтмана (международная), модель Спрингейта (американская), модель Р.С. Сайфулина и Г.Г. Кадыкова (российская), Российская двухфакторная модель, модель Лиса (английская), модель А.Ю. Беликова (ИГЭА) (российская), модель О.П.Зайцевой (российская), модель Бивера (американская), модель Дж. Олсона (международная), модель О.Терещенко (украинская), модель Гуджарати и Портер (колумбийская), модель Змиевского (польская), модель Фулмера (американская). Тем не менее, несмотря на широкое поле исследований новых моделей определения банкротства, большая часть из них строится на основании классических моделей банкротства, таких как модели Альтмана, Фулмера, Таффлера и т.п. Также, стоит упомянуть, что большинство рассмотренных моделей разработаны в разных странах мира и в разное время, что, безусловно, могло повлиять на уровень достоверности результатов прогнозирования применительно к условиям функционирования отечественных предприятий и организаций.

Классические модели прогнозирования банкротства были апробированы в отношении большого числа предприятий и продемонстрировали свою точность и объективность. Однако, их апробация на различных выборках показала, что полученные результаты значительно коррелируются в зависимости от размера организаций, принадлежности к отрасли,

существующей организационно-правовой формы, степени государственного регулирования в стране, наличия доли государства в собственности организации и т.д. Выявленные проблемы исследователи пытались решить с помощью разработки новых ЭММ.

Стоит отметить, что ни одна из рассматриваемых моделей не может быть названа универсальной. Исследователи пытаются разработать наиболее благоприятную и объективную модель прогнозирования банкротства, но обширность внутренних и внешних факторов, непосредственно влияющих на деятельность каждой организации, не позволяет смоделировать идеальную формулу, способную в равной степени предсказать вероятность наступления банкротства для организаций всех типов. Непосредственно по этой причине современные исследования в сфере банкротства корректируются и стремятся конкретизировать существующие модели, выбрав за основу различные характеристики рассматриваемых компаний, с целью улучшить эффективность применения модели. В частности, на чтение результатов оценки финансового состояния организации влияет, в первую очередь, ее отраслевая принадлежность.

В нашем исследовании предпринята попытка выявить экономико-математические модели, обладающие наиболее высокой прогнозной точностью для отечественных организаций. Из огромного числа моделей были выбраны наиболее популярные, составляющие которых максимально соответствовали сформированной выборке организации.

Прежде всего, были отобраны 13 моделей прогнозирования банкротства, как классические, так и современные. Краткое содержание выбранных моделей представлено в таблице 2.

Таблица 2. Экономико-математические модели и их содержание

| Модель | Формула, описание составляющих | Интерпретация результатов |
|--------------------------------------|---|--|
| Пятифакторная модель Альтмана | $Z = 0,717 * X_1 + 0,847 * X_2 + 3,107 * X_3 + 0,42 * X_4 + 0,998 * X_5$ <p>где X_1 – отношение общей прибыли к авансированному капиталу, X_2 – отношение выручки в авансированному капиталу, X_3 – отношение собственного капитала к привлеченному капиталу, X_4 – отношение чистой прибыли к авансированному капиталу, X_5 – отношение оборотного капитала к авансированному</p> | Если $Z < 1,23$ предприятие признается банкротом, при значении Z в диапазоне от 1,23 до 2,89 ситуация неопределенна, значение Z более 2,9 присуще стабильным и финансово устойчивым компаниям. |
| Модель Спрингейта | $Z = 1,03A + 3,07B + 0,66C + 0,4D$ <p>где A – отношение оборотного капитала к авансированному капиталу, B – отношение прибыли до налогообложения к авансированному капиталу, C – отношение прибыли до налогообложения к краткосрочным обязательствам, D – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу</p> | При $Z < 0,862$ компания является потенциальным банкротом |
| Модель Р.С.Сайфулина и Г.Г. Кадыкова | $R = 2K_1 + 0,1K_2 + 0,08K_3 + 0,45K_4 + K_5$ <p>где K_1 – отношение собственного капитала к краткосрочным активам, K_2 – отношение краткосрочных активов к краткосрочным обязательствам, K_3 – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу, K_4 – отношение чистой прибыли к выручке от реализации, K_5 – отношение чистой прибыли к собственному капиталу</p> | Если $R < 1$ – вероятность банкротства считается высокой; если $R > 1$ – низкой. |
| Российская двухфакторная модель | $Z = 0,3872 + 0,2614 * X_1 + 1,0595 * X_2$ <p>где X_1 – отношение авансированного капитала к краткосрочным обязательствам, X_2</p> | Если $Z < 1,5457$ – вероятность банкротства высокая; $1,5457 \leq Z$ |

| Модель | Формула, описание составляющих | Интерпретация результатов |
|-----------------------------|---|--|
| | – отношение собственного капитала к авансированному | <1,7693 – вероятность банкротства средняя; 1,7693 ≤ Z <1,9911 – вероятность банкротства низкая |
| Модель Лиса | $Z = 0,063 * X_1 + 0,092 * X_2 + 0,057 * X_3 + 0,0014 * X_4$ <p>где X_1 – отношение оборотного капитала к авансированному капиталу, X_2 – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу, X_3 – отношение прибыли до налогообложения к авансированному капиталу, X_4 – отношение собственного капитала к заемному</p> | В случае если $Z < 0,037$ – вероятность банкротства высокая; $Z > 0,037$ – вероятность банкротства невелика. |
| Модель А.Ю. Беликова (ИГЭА) | $Z = 8,38 * X_1 + X_2 + 0,054 * X_3 + 0,63 * X_4$ <p>где X_1 – отношение краткосрочных активов к авансированному капиталу, X_2 – отношение чистой прибыли к собственному капиталу, X_3 – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу, X_4 – отношение чистой прибыли к себестоимости</p> | $Z < 0$ – риск банкротства max; 0...0,18 – риск высокий; 0,18...0,32 – риск средний; 0,32...0,42 – низкий риск; $> 0,42$ – риск min. |
| Модель О.П.Зайцевой | $K = 0,25 * X_1 + 0,1 * X_2 + 0,2 * X_3 + 0,25 * X_4 + 0,1 * X_5 + 0,1 * X_6$ <p>где X_1 – отношение чистого убытка к собственному капиталу, X_2 – отношение кредиторской задолженности к дебиторской задолженности, X_3 – отношение краткосрочных обязательств к сумме денежных средств и краткосрочных финансовых вложений, X_4 – отношение чистой прибыли к выручке от реализации, X_5 – отношение суммы долгосрочных и краткосрочных обязательств к собственному капиталу, X_6 – отношение авансированного капитала к выручке от реализации</p> | Итоговое значение K нужно сравнить с нормативным значением равным $K_n = 1,57 + 0,1 * X_6$ прошлого года Если $K > K_n$, то существует высокий риск наступления банкротства, если меньше – незначительный |
| Модель Бивера | $K = (X_1 + X_2) / X_3$ <p>где X_1 – чистая прибыль, X_2 – амортизационные отчисления, X_3 – сумма долгосрочных и краткосрочных обязательств</p> | Если K в пределах 0,4-0,45 – устойчивость организации, $0,45 < K < 0,17$ – риск средний, 5 лет до банкротства, $0,17 < K < 0,15$ – высокий риск, предположительно 1 год до банкротства |
| Модель Дж. Олсона | $Z = -1,30 - 0,4 * X_1 + 0,6 * X_2 - 1,40 * X_3 + 0,1 * X_4 - 2,4 * X_5 - 1,8 * X_6 + 0,30 * X_7 - 1,7 * X_8 - 0,50 * X_9$ <p>где X_1 – отношение авансированного капитала к индексу-дефлятору ВВП, X_2 – отношение суммы краткосрочной и долгосрочной кредиторской задолженности к авансированному капиталу, X_3 – отношение оборотного капитала к авансированному капиталу, X_4 – отношение краткосрочных</p> | Итоговый результат получается по следующей формуле: $R = 1 / (1 + e^Z)$ Если $R > 0,5$ – высокая доля вероятности банкротства организации, $R < 0,5$ – организация имеет стабильное финансовое состояние |

| Модель | Формула, описание составляющих | Интерпретация результатов |
|----------------------------------|---|--|
| | <p>обязательств к оборотному капиталу, X_5 – равен 1, если суммарно обязательства будут превышать активы, иначе равен 0, X_6 – отношение чистой прибыли к авансированному капиталу, X_7 – отношение выручки от реализации к сумме краткосрочной и долгосрочной задолженности, X_8 – равен 1, если чистая прибыль была отрицательной за прошлый период, иначе показатель равен 0, X_9 – отношение разницы между чистой прибылью в отчетном периоде и чистой прибылью в базовом периоде к сумме чистой прибыли в отчетном периоде, взятой по модулю, и чистой прибыли в базовом периоде, взятом по модулю</p> | |
| Модель О.Терещенко | $Z = 1,5 * X_1 + 0,08X_2 + 10 * X_3 + 5 * X_4 + 0,3 * X_5 + 0,1 * X_6$ <p>где X_1 – отношение денежных поступлений к сумме краткосрочной и долгосрочной задолженности, X_2 – отношение авансированного капитала к сумме краткосрочной и долгосрочной задолженности, X_3 – отношение чистой прибыли к авансированному капиталу, X_4 – отношение прибыли от выручки к выручке от реализации, X_5 – отношение производственных запасов к выручке от реализации, X_6 – отношение выручки от реализации к основному капиталу</p> | <p>Если $0 < Z < 1$ существует высокая угроза банкротства, $1 < Z < 2$ – нарушена финансовая устойчивость, средний риск, $Z > 2$ – риска банкротства не существует.</p> |
| Модель Гуджарати и Портера | $Y = -2,3745 - 8,6536 * X_1 - 29,716 * X_2 + 2,889 * X_3 + 1,554 * X_4 + 0,029 * X_5 + 0,019 * X_6 - 0,0024 * X_7 + 5,0437 * X_8 - 0,011 * X_9 - 1,883 * X_{10} - 0,0047 * X_{11}$ <p>где X_1 – отношение чистой прибыли к авансированному капиталу, X_2 – отношение оборотного капитала к авансированному, X_3 – отношение суммы краткосрочных и долгосрочных обязательств к авансированному капиталу, X_4 – отношение оборотного капитала к авансированному капиталу, X_5 – разница произведения денежных средств на дебиторскую задолженность и произведения денежных средств на кредиторскую задолженность, X_6 – прибыль от реализации продукции, X_7 – денежные средства, X_8 – отношение прибыли от реализации продукции к авансированному капиталу, X_9 – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу, X_{10} – отношение прибыли от реализации продукции к краткосрочным обязательствам, X_{11} – отношение краткосрочных активов к краткосрочным обязательствам</p> | <p>Значение, полученное в Y, используется для нахождения следующего выражения:</p> $P = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$ <p>Полученное значение P представляет собой вероятность банкротства оцениваемой компании.</p> |

| Модель | Формула, описание составляющих | Интерпретация результатов |
|-------------------|--|--|
| Модель Змиевского | $X = -4.3 - 4.5X_1 + 5.7X_2 - 0.004X_3$ где X_1 – отношение чистой прибыли к сумме активов, X_2 – отношение общей задолженности к сумме активов, X_3 – коэффициент текущей ликвидности | Рейтинговый коэффициент (X) используется для определения вероятности банкротства на основе функции стандартного нормального распределения (пробит-регрессии) |
| Модель Фулмера | $H = 5,528 * X_1 + 0,212 * X_2 + 0,073 * X_3 + 1,270 * X_4 - 0,120 * X_5 + 2,335 * X_6 + 0,575 * X_7 + 1,083 * X_8 + 0,894 * X_9 - 3,075$ где X_1 – отношение нераспределенной к авансированному капиталу, X_2 – отношение выручки от реализации к авансированному капиталу, X_3 – отношение нераспределенной прибыли к собственному капиталу, X_4 – отношение денежного потока к сумме долгосрочных и краткосрочных обязательств, X_5 – отношение долгосрочных обязательств к авансированному капиталу, X_6 – отношение краткосрочных обязательств к авансированному капиталу, X_7 – логарифмическая функция по материальным активам, X_8 – отношение оборотного капитала к сумме долгосрочных и краткосрочных обязательств, X_9 – логарифмическая функция прибыли до налогообложения | Если $H < 0$, банкротство неизбежно, $H > 0$ – риск банкротства минимален |

Примечание – Источник: собственная разработка.

Работоспособность и точность каждой модели была протестирована на выборке из 3 строительных организаций с разными положениями финансовой устойчивости. Необходимые финансовые показатели для тестирования моделей представлены в таблице 3. Результаты тестирования продемонстрированы в таблице 4.

Таблица 3. Необходимые финансовые показатели для анализа с применением экономико-математических моделей, руб.

| Показатели | А | | | Б | | | В | | |
|--|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Выручка от реализации продукции, товаров, услуг | 4682,51 | 12482,06 | 15809,98 | 5048,00 | 4232,49 | 5405,67 | 2367,00 | 2455,65 | 2518,34 |
| Авансированный капитал | 3551,57 | 5377,60 | 5278,32 | 3301,00 | 3456,58 | 2823,54 | 1169,00 | 1279,76 | 3358,92 |
| Собственный капитал | 2469,00 | 2848,00 | 2812,00 | 2372,00 | 2428,00 | 2620,00 | 465,00 | 467,00 | 44,00 |
| Оборотный капитал | 948,88 | 1147,38 | 871,53 | 2101,00 | 2029,88 | 2064,85 | -198,00 | -196,01 | -523,55 |
| Основной капитал | 1418,83 | 1847,00 | 1765,00 | 271,00 | 254,00 | 225,00 | 663,00 | 673,00 | 611,00 |
| Денежные средства и эквиваленты денежных средств | 128,25 | 911,13 | 558,55 | 2633,00 | 2762,84 | 2207,96 | 3,00 | 14,01 | 0,92 |
| Себестоимость | 3892,38 | 9916,29 | 13849,65 | 4576,00 | 3937,44 | 5134,09 | 2377,00 | 2469,65 | 2049,33 |
| Краткосрочные активы | 2132,74 | 3730,98 | 3809,11 | 3030,00 | 3219,42 | 2629,55 | 506,00 | 606,76 | 2747,92 |
| Краткосрочные финансовые вложения | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Долгосрочная дебиторская задолженность | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Краткосрочная дебиторская задолженность | 1090,58 | 1843,65 | 1838,80 | 233,00 | 198,88 | 240,54 | 200,00 | 363,21 | 2074,79 |
| Краткосрочные обязательства | 1183,86 | 2583,60 | 2937,58 | 929,00 | 1189,54 | 564,71 | 704,00 | 802,77 | 3271,47 |

| Показатели | А | | | Б | | | В | | |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| (краткосрочная кредиторская задолженность) | | | | | | | | | |
| Долгосрочная кредиторская задолженность | 153,36 | 254,97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Чистая прибыль | 7,17 | 338,77 | 33,30 | 330,00 | 136,32 | 165,53 | 1,00 | 2,80 | 1,49 |
| Прибыль до налогообложения | 26,91 | 461,80 | 77,41 | 414,00 | 192,34 | 206,05 | 1,00 | 2,80 | 1,49 |
| Амортизационные отчисления | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1080,00 | 1004,67 | 969,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Производственные запасы | 941,85 | 821,83 | 1245,58 | 160,00 | 257,76 | 172,86 | 303,00 | 229,54 | 672,21 |
| Индекс-дефлятор ВВП | 0,95 | 1,09 | 1,22 | 1,09 | 1,22 | 1,40 | 1,09 | 1,22 | 1,40 |
| Прибыль от реализации продукции, товаров, услуг | -62,78 | 1085,86 | 263,87 | 472,00 | 295,05 | 271,58 | -10,00 | -14,00 | 5,17 |

Примечание – Источник: собственная разработка

Таблица 4. Результаты тестирования экономико-математических моделей

| Модель | А | | | Б | | | В | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Пятифакторная модель Альтмана | 1,784 | 2,556 | 2,987 | 2,126 | 1,737 | 2,487 | 2,113 | 2,000 | 0,662 |
| Модель Спрингейта | 0,830 | 1,498 | 1,421 | 1,887 | 1,341 | 1,937 | 0,639 | 0,619 | 0,141 |
| Модель Р.С.Сайфулина и Г.Г. Кадыкова | 2,605 | 1,988 | 1,859 | 2,183 | 1,948 | 2,689 | 2,074 | 1,775 | 0,210 |
| Российская двухфакторная модель | 1,908 | 1,492 | 1,4213 | 2,077 | 1,891 | 2,677 | 1,243 | 1,191 | 0,669 |
| Модель Лиса | 0,139 | 0,232 | 0,287 | 0,188 | 0,153 | 0,226 | 0,176 | 0,167 | 0,059 |
| Модель А.Ю. Беликова (ИГЭА) | 5,107 | 6,080 | 6,223 | 7,959 | 7,949 | 7,991 | 3,739 | 4,083 | 6,930 |
| Модель О.П.Зайцевой | 2,131 | 0,965 | 1,418 | 0,635 | 0,845 | 0,392 | 1,619 | 1,622 | 1,703 |
| Модель Бивера | 0,005 | 0,119 | 0,011 | 1,518 | 0,959 | 2,011 | 0,001 | 0,003 | 0,000 |
| Модель Дж. Олсона | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Модель О.Герещенко | 0,615 | 1,845 | 1,257 | 6,825 | 5,424 | 7,545 | 0,515 | 0,526 | 0,550 |
| Модель Гуджарати и Портера | 44 | 43 | 39 | 44 | 55 | 48 | 87 | 83 | 94 |
| Модель Змиевского | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,995 | 0,989 | 0,320 |
| Модель Фулмера | 1,385 | 3,800 | 2,645 | 2,519 | 2,135 | 2,219 | -0,107 | 0,324 | 0,971 |

Примечание – Источник: собственная разработка

Как можно увидеть в таблице 3, основной причиной, влияющей на вариативность итоговых результатов по разным моделям, является привязка моделей к определенным показателям. Однако, наиболее весомыми показателями почти во всех моделях будут авансированный капитал, дебиторская и кредиторская задолженности и чистая прибыль, т.к. их применение является классическим как для ЭММ, так и для традиционных методов оценки.

Сравнение различных моделей прогнозирования банкротства иллюстрирует, что каждая из моделей имеет свои особенности и применима в определенных условиях. Выделим несколько ключевых аспектов:

- отраслевая специфика: Модели, в разработке которых не учитывались отраслевые особенности, могут давать неточные результаты для организаций, занятых деятельностью в уникальных или новых отраслях экономики. Благодаря исследованиям в данной области, ученые определяют или сразу разрабатывают модель под определенную отрасль;

- применяемые финансовые коэффициенты;

- горизонт прогнозирования: Часть моделей показывает вероятность банкротства на короткий срок, в то время как другие способны оценить риск на более длительный период.

Модель Альтмана хоть и является одной из самых известных и точных моделей, но ее применение затруднено из-за различий в рыночных экономиках и политического устройства стран. Модель была создана на основе данных американских организаций, большинство коэффициентов были разработаны именно на базе статистики деятельности организаций в США. Коренное различие подходов и форм к анализу в США и в Беларуси затрудняет и делает менее точным оценку отечественных компаний данной моделью. Также в модели существует высокая зависимость от качества и достоверности бухгалтерской отчетности. Однако, в строительстве на практике используются модифицированные версии модели Альтмана, учитывающие долгосрочность проектов и нестабильность потоков финансирования, что также подтверждается адекватностью и объективностью проведенных расчетов выборки.

Модель Спрингейта базируется на двухфакторной модели Альтмана, к которой добавляется еще два элемента. Точность модели для зарубежных организаций эксперты оценивают в 92,5%, но тем не менее, точность результатов для отечественных компаний снижается по причине разницы управления бизнесом в анализируемых странах. Модель не дает возможности оценки мелких и средних компаний, также заметна высокая корреляция между параметрами, присутствует недостаточная обоснованность пределов итогового значения, однако, в конечном счете, показывает соответствующий реальности итог.

Наиболее точной и эффективной в использовании для белорусского опыта является модель Р.Сайфуллина и Г.Кадыкова. Модель построена на наиболее часто используемых коэффициентах при прогнозировании риска финансовой несостоятельности. Показатели и весовые коэффициенты не привязаны к конкретным отраслям и масштабу организаций, что предоставляет широкий спектр возможности использования модели. Тем не менее, в прогнозировании не учитываются макроэкономические условия и особенности деятельности организации, которые оказали непосредственное влияние на снижение платежеспособности.

Недостатком российской двухфакторной модели считается отсутствие множества показателей, как в других моделях. Результат оценки не будет учитывать иные классические показатели организации, а будет построен на основании реального оборотного капитала и краткосрочных обязательств, что в реальности дает большой диапазон для оценки риска банкротства и, как итог, получения необъективного результата.

Модель Лиса является в большей степени адаптационной, так как базируется на классической модели Э.Альтмана. Преимуществом модели является вероятность прогноза на год вперед на основе статистических данных. Модель базируется на теории о применении любых активов, так как чем больше у организации есть активов, тем будет выше их ликвидность. Применение данной модели в рыночных условиях Беларуси вероятно, но результаты оценки отечественных организаций по модели оказываются завышенными, так как, прежде всего, влияние на формирование итога оказывает прибыль организации от продаж, без учета особенностей деятельности и налогов.

Модель А.Ю. Беликова (ИГЭА) не коррелируется с результатами диагностики, поэтому можно предположить, что её применение обосновано в случае обнаружения характерных кризисных признаков, но не для прогнозирования рисков. Среди достоинств такой модели можно выделить высокую точность прогноза для отечественных организаций, находящихся в кризисном положении, т.к. она разрабатывалась на основе российской статистики.

Недостатком модели О.П.Зайцевой считается неточность прогноза из-за влияния комплексных коэффициентов, в которых не учитываются воздействие отдельных значений и показателей, а также конечное сравнение с нормативным значением. Также аналитики отмечают, что во многих случаях расчета требуется привлечение данных прошлых лет для проведения более или менее адекватного анализа.

Достоинством модели Бивера является долгосрочность прогнозирования во временном интервале до 5 лет. Основными недостатками модели Бивера можно считать отсутствие возможности оценки итогового риска. Ориентированность модели на сроке наступления банкротства и использование ограниченного числа показателей делает оценку для некоторых субъектов хозяйствования субъективной.

Особенностью модели Дж.Олсона является зависимость этапов оценки от наличия данных бухгалтерской отчетности за несколько периодов, падение точности оценки с увеличением горизонта, а также применение специфических коэффициентов, в частности, индекса-дефлятора валового национального продукта, который характеризует макроэкономическую ситуацию в стране.

Модель О. Терещенко хоть и учла современную международную ситуацию и опыт стран СНГ, она больше подходит для лиц, заинтересованных в инвестировании средств в организацию, но не для прогнозирования возможности наступления банкротства как прочие варианты моделей.

Модель Гуджарати и Портера не является широко распространённой в мировом опыте. Ее разработали относительно недавно (2021 г.). Исследователи старались учесть современную экономическую ситуацию и множество показателей, используемых как в классических, так и в новых моделях. В практическом отношении, при просчете индикатора Y , его значение в 90% случаев получается отрицательным и делает просчет экспоненциальной функцией почти невыполнимым. Модель будет отражать реальную ситуацию финансового состояния только для компаний с малым масштабом деятельности. На основе расчетов также видна низкая гибкость модели к изменению показателей организаций с различными степенями банкротства, т.к. результаты почти идентичны, но на самом деле, как можно было видеть по итогам других моделей, в анализе были подобраны: успешная компания, компания, имеющая трудности и риск возможного банкротства, а также компания банкрот. По этой причине логичность и адаптивность данной модели к отечественному опыту ставится под сомнение.

Ограниченность эмпирической базы модели Змиевского не позволяет говорить об универсальности ее применения. Данная модель схожа с двухфакторной российской моделью, но проверка результата осуществляется при помощи функции нормального распределения (пробит-регрессии), которая характерна для теории вероятностей (распределение Гаусса) с условием задания математического ожидания и плотности вероятности. Такая модификация ставит оценщика в трудное положение, так как для объективного получения результата требуется проанализировать достоверную информацию нескольких лет, что, на практике, является одним из препятствующих факторов.

Использование средних величин в модели Фулмера увеличивает точность и достоверность оценки, но, как и предыдущие модели, модель не рассчитана на отечественную экономику, значение H -счета занижено, поэтому целесообразнее всего применять в качестве вспомогательного метода прогнозирования. При этом наблюдается широкий интервал неопределенности и получения значений.

Проведенная диагностика финансового состояния подтверждает адекватность и объективность результатов апробации экономико-математических моделей, таких как модель Альтмана, Спрингейта и Р.С.Сайфулина и Г.Г. Кадыкова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своевременный анализ финансового состояния, в частности оценка вероятности банкротства, предоставляет возможность организации вовремя скорректировать свои ресурсы и определить возможные проблемы в деятельности. Поскольку институт банкротства в Беларуси

сформировался не так давно, то и модели, разработанные отечественными исследователями, разрабатывались гораздо позже и в основу которых легли экономико-математических модели западных экономистов.

На сегодняшний день зарубежными и отечественными учеными предлагается множество разнообразных моделей для оценки финансового состояния организаций. Однако проблемой применения некоторых моделей являются неадекватное отражение экономической ситуации в организациях из-за устаревания подходов и изменения экономических условий, а также важен факт приспособления современных организаций к новым условиям на рынках. Необходимо добавить, что практически все существующие модели оценивают только текущее состояние организаций, не рассматривая динамику показателей в будущих периодах. Непосредственно поэтому процесс создания адекватной и своевременной политики повышения платежеспособности и финансовой устойчивости осложнен. Вместе с этим ограничивается и возможность выбора своевременных способов защиты от потенциальных угроз финансовой безопасности организации.

Среди протестированных тринадцати экономико-математических моделей четыре показали свою неприменимость, модели Лиса, А.Ю. Беликова, Дж. Олсона и Гуджарати и Портера. Остальные модели адекватно оценивают динамику финансового состояния рассматриваемых организаций и могут быть рекомендованы в качестве базовых моделей для экспресс-оценки или в качестве вспомогательного метода прогнозирования. Предпочтительной, на наш взгляд, является применение моделей Альтмана, Спрингейта и Р.С.Сайфулина и Г.Г. Кадыкова.

Среди многообразия моделей на данный момент не была разработана универсальная экономико-математическая модель, которая соответствовала бы для прогноза вероятности наступления банкротства, удовлетворяла бы всем критериям и подходила для любого экономического положения дел. В сегодняшней практике, специалистами используется весь набор как зарубежных, так и отечественных моделей. Однако стоит внимательно применять любую из моделей, так как в некоторых случаях они не дают адекватной оценки белорусских организаций, потому что не учитывают особенности нашей экономической ситуации, что делает актуальным работу по тестированию и разработке новых экономико-математических моделей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водоносова, Т.Н. Современные методы экономического анализа / Водоносова Т.Н. и др./ Материалы 73-й Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы экономики строительства». 18-21 апреля 2017 г. Мн.БНТУ.2017: с. 21-25.
2. Бригхэм, Ю., Хьюстон, Дж. Финансовый менеджмент. 7-е изд. / Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2019. – 592 с.
3. Пацукова, И.Г.Современные методы диагностирования банкротства.-М.: Новая наука. Стратегии и векторы развития.2017. – Т.1. №3. – с.130-133.
4. Водоносова, Т.Н., Костюкова, С.Н., Жук, Н.А. Прогнозирование кризисного состояния строительной организации с использованием экономико-математических моделей. Новая экономика. Специальный выпуск. Экономика в строительстве № 2/2019 г.– с. 113-119.
5. Турчак, В.В. Методика оценки финансового потенциала предприятия в современных условиях ведения хозяйства / В.В. Турчак //Молодой ученый. – 2014. - №8(11) – 49-52 с.
6. Водоносова, Т.Н. Сравнительный анализ финансово-экономического состояния строительных организаций на пороге структурной перестройки / Т. Н. Водоносова, А. Г. Поддубная // Проблемы современного строительства: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 28 мая 2020 г. / редкол.: В. Ф. Зверев, С. М. Коледа. – Минск : БНТУ, 2020. – с. 170-181.
7. Лепейко, Т.И., Доценко, Т.А. Анализ современных методик прогнозирования вероятности банкротства предприятий //Финансово-кредитная деятельность: проблемы теории и практики: Сборник научных трудов № 1(10) 2011. – с.34-35.
8. Габдуллина, Г.К. Зарубежные методы экономического анализа прогнозирования банкротства предприятия // Глобальный научный потенциал. – 2014. - №9(42). – с.59-62.

9. Нехайчик, Ю.С. Анализ моделей диагностики банкротства в современных условиях // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2016. - №1(34). – с.38-43.
10. Казакова, Н.А. Диагностика и прогнозирование банкротства // Финансовый менеджмент. - 2012. -№ 6
11. Церерин, И. Н. Методы прогнозирования банкротства предприятия / И. Н. Церерин // Научный корреспондент [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://nauchkor.ru/pubs/metody-prognozirovaniya-bankrotstvapredpriyatiya5a6f88387966e12684eea37e>. – Дата доступа: 20.02.2020.
12. Толстых, Е.Н., Маслюкова. Т.И. Сравнительный анализ моделей прогнозирования банкротства на примере ОАО «ГАЛАНТЭЯ» Банковский бизнес и финансовая экономика: глобальные тренды и перспективы развития. (2020), 247–255.
13. Ковалев, М.М., Господарик, Е.Г. Банковская аналитика: учебное пособие. Минск: Изд. Центр БГУ, 2020.
14. Brîndescu-Olariu D. (2017) Bankruptcy prediction logit model developed on Romanian paired sample //Theoretical & Applied Economics.Vol. 24, N1. P. 5–22

REFERENCES

1. Vodonosova T.N. “Modern methods of economic analysis” / Vodonosova T.N. etc./ Materials of the 73rd Republican Scientific and Technical Conference “Current Problems of Construction Economics”. April 18-21, 2017 Mn. BNTU.2017: p. 21-25.
2. Brigham Y., Houston J. Financial management. 7th ed. / Per. from English – St. Petersburg: Peter, 2019. – 592 p.
3. Modern trends in the development and anti-crisis regulation of the financial and economic system: Monograph / ed. prof. B.B. Rubtsova and P.S. Selezneva. - M.: INFRA-M, 2015. – 180 p.
4. Patsukova, I.G. Modern methods of diagnosing bankruptcy. - M.: New Science. Strategies and vectors of development.2017. – T.1. No.3. – p.130-133.
5. T.N. Vodonosova, S.N. Kostyukova, N.A. Bug. Forecasting the crisis state of a construction organization using economic and mathematical models. New economy. Special issue. Economics in construction No. 2/2019 – p. 113-119.
6. Turchak V.V. Methodology for assessing the financial potential of an enterprise in modern economic conditions / V.V. Turchak/Young scientist. – 2014. - No. 8(11) – 49-52 p.
7. Vodonosova T.N. Comparative analysis of the financial and economic state of construction organizations on the threshold of structural restructuring / T. N. Vodonosova, A. G. Poddubnaya // Problems of modern construction: materials of the International Scientific and Technical Conference, Minsk, May 28, 2020 / editorial board: V. F. Zverev, S. M. Koleda. – Minsk: BNTU, 2020. – p. 170-181.
8. Lepeiko T.I., Dotsenko T.A. “Analysis of modern methods for predicting the probability of bankruptcy of enterprises” // Financial and credit activity: problems of theory and practice: Collection of scientific papers No. 1 (10) 2011. – p.34-35.
9. Gabdullina G.K. Foreign methods of economic analysis of enterprise bankruptcy forecasting // Global scientific potential. – 2014. - No. 9(42). – p.59-62.
10. Nekhaichik Yu.S. Analysis of models for diagnosing bankruptcy in modern conditions // Scientific Bulletin: finance, banks, investments. – 2016. - No. 1 (34). – p.38-43.
11. Kazakova N.A. Diagnosis and forecasting of bankruptcy // Financial management. -2012. -No. 6
12. Tsererin, I. N. Methods for predicting bankruptcy of an enterprise / I. N. Tsererin // Scientific correspondent [Electronic resource]. – 2017. – Access mode: <https://nauchkor.ru/pubs/metody-prognozirovaniya-bankrotstvapredpriyatiya5a6f88387966e12684eea37e>. – Access date: 02/20/2020.
13. Tolstykh E.N., Maslyukova T.I. Comparative analysis of bank bankruptcy forecasting models using the example of OJSC "GALANTEYA" Banking business and financial economics: global trends and development prospects. (2020), 247–255.
14. Kovalev M.M., Gospodarik E.G. Banking analytics: textbook. Minsk: Publishing house. BSU Center, 2020.
15. Brîndescu-Olariu D. (2017) Bankruptcy prediction logit model developed on Romanian paired sample //Theoretical & Applied Economics.Vol. 24, N1. P. 5–22.