

## SESSION V: ECONOMETRICS AND ECONOMIC STATISTICS

DOI: <https://doi.org/10.53486/9789975155663.01>  
CZU: 330.342:347.736

### USE OF ECONOMETRIC MODELS FOR SOLVENCY ANALYSIS AND ESTIMATION OF PROBABILITY OF BANKRUPTCY OF THE ENTERPRISE

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ И ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

**Olga PUGACIOVA<sup>1</sup>, PhD.**

**Abstract:** *The article is devoted to the analysis of modern approaches to assessing the solvency and probability of bankruptcy of the enterprise using econometric models. An example of building an econometric model based on the national methodology for analyzing the solvency of a business entity is given.*

**Key words:** *analysis, solvency, bankruptcy, econometric models, enterprise*

**Аннотация:** *Статья посвящена анализу современных подходов к оценке платежеспособности и вероятности банкротства предприятия с использованием эконометрических моделей. Приводится пример построения эконометрической модели на основе национальной методики анализа платежеспособности субъекта хозяйствования.*

**Ключевые слова:** *анализ, платежеспособность, банкротство, эконометрические модели, предприятие*

**JEL CLASSIFICATION:** C13, K23, K35, M21

#### 1. Введение

Платежеспособность и финансовая устойчивость являются важнейшими характеристиками финансово-экономической деятельности предприятия в условиях рыночной экономики. Если предприятие финансово устойчиво, платежеспособно, оно имеет преимущества перед другими организациями того же профиля в привлечении инвестиций, в получении кредитов, в выборе поставщиков и в подборе квалифицированных кадров. Оно не вступает в конфликт с государством и обществом, так как выплачивает своевременно налоги в бюджет, взносы — в социальные фонды, заработную плату — рабочим и служащим, дивиденды — акционерам, а банкам гарантирует возврат кредитов и уплату процентов по ним.

Анализ платежеспособности позволяет изучить и оценить обеспеченность предприятия и его структурных подразделений собственными оборотными средствами в целом, определить показатели платежеспособности предприятия и степени риска банкротства.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что анализ платежеспособности предприятия проводится для определения рациональности использования финансовых средств, которые существуют в его распоряжении. Анализ помогает инвесторам определить финансовое состояние предприятия, а также степень зависимости от внешних

<sup>1</sup> Associate Professor of the Department of Economic Informatics, Accounting and Commerce Gomel State University named after Francisk Skorina, Republic of Belarus

источников финансирования. Совершенствование анализа и оценки платежеспособности предприятия выступает одним из факторов повышения экономической эффективности его деятельности. При анализе платежеспособности предприятия возникает потребность в использовании более совершенных методик и инструментов, в том числе основанных на применении экономико-математических моделей.

## 2. Опыт использования экономико-математических моделей для оценки платежеспособности и диагностики банкротства предприятия

Существует множество экономико-математических моделей прогнозирования банкротства. С их помощью можно выявить связи и зависимости между различными экономическими показателями (факторами), влияющими на платежеспособность организации. Полученные при помощи анализа данные при правильной интерпретации укажут на проблемные области финансового состояния, на наиболее значимые финансово-экономические показатели. С учетом этого принимаются управляющие воздействия на субъект хозяйствования. Наиболее распространёнными экономико-математическими моделями являются Z-модели Альтмана, модель Таффлера, модель Бивера и другие [1].

Американский экономист Эдвард Альтман на базе статистики о финансовом положении 66 американских компаний разработал в 1960-1980-х гг. модели дискриминантного анализа, называемые Z-счётом. Изначально они применялись для акционерных обществ, акции которых официально котировались на фондовой бирже [2]. Впоследствии он усовершенствовал их для финансового анализа других предприятий, в частности компаний, не котирующих свои акции на мировых биржах. В экономическом смысле, модель является функцией, зависящей от определенных показателей, характеризующих результаты работы предприятия и его экономический потенциал. Объекты изучения были выбраны учёным таким образом, чтобы они оценивались в равной степени (по 50%) как обанкротившиеся, так и успешно работающие организации.

На сегодняшний день в экономической литературе упоминаются 4 модели, разработанных Э. Альтманом:

1. Двухфакторная модель Альтмана. Она характеризуется простотой и наглядностью прогнозирования вероятности банкротства, так как основана на расчете влияния только двух показателей: коэффициента текущей ликвидности и удельного веса заёмных средств в располагаемом капитале предприятия. Формула имеет вид (1):

$$Z = -0,3877 - 1,0736 * K1 + 0,579 * (ЗК/РК), \quad (1)$$

где K1 – коэффициент текущей ликвидности,

ЗК – заёмный капитал,

РК – располагаемый капитал как сумма собственного и заёмного капиталов.

При значении  $Z > 0$  ситуация в анализируемой компании считается критичной с высокой степенью вероятности наступления банкротства (более 90%).

2. Пятифакторная модель Альтмана. Она разработана для анализа акционерных обществ, чьи акции котируются на бирже и была опубликована учёным в 1968 году. Впоследствии именно эта методика получила наибольшее распространение в мировой практике диагностики банкротства и упоминается в большинстве учебных пособий по финансовому анализу и менеджменту. Формула расчета этой модели имеет вид (2):

$$Z = 1,2X1 + 1,4X2 + 3,3X3 + 0,6X4 + X5, \quad (2)$$

где Z – интегральный показатель уровня угрозы банкротства;

X1 – коэффициент отношения оборотного капитала к сумме активов предприятия;

X2 – коэффициент соотношения чистой прибыли к сумме активов предприятия;  
X3 – коэффициент соотношения прибыли до налогообложения к общей стоимости активов;

X4 – коэффициент соотношения собственного и заёмного капитала;

X5 – отношение объема продаж (чистой выручки от реализации) к общей величине активов предприятия.

Уровень угрозы банкротства предприятия в модели Альтмана оценивается по шкале, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная шкала для модели Альтмана

Значение Z-показателя	Вероятность банкротства	Вероятность банкротства, %
$Z < 1,81$	Очень высокая	80 – 100%
$1,81 \leq Z < 2,77$	Высокая	35 – 50%
$2,77 < Z < 2,99$	Возможная	15 – 20 %
$2,99 \leq Z$	Очень низкая	Близка к 0

Главным достоинством этой модели является высокая точность прогноза, из-за чего она применяется и сегодня: для горизонта прогнозирования, равного одному году, точность составляет 95%, для двух лет – 83%. Недостатком этой модели является ограничение сферы ее применения – оценка только крупных компаний, размещающих свои акции на фондовом рынке.

3. Модифицированный вариант пятифакторной модели Альтмана для компаний, акции которых не котируются на биржевом рынке. Она была разработана учёным в 1983 году и выглядит следующим образом (3):

$$Z = 0,717X1 + 0,847X2 + 3,107X3 + 0,42X4 + 0,995X5 \quad (3)$$

Нахождение значения Z-показателя в диапазоне  $Z < 1,23$  означает очень высокую степень вероятности банкротства предприятия, в диапазоне  $1,23 < Z < 2,89$  - ситуация неопределенная, значение  $Z > 2,9$  характеризует компанию как стабильную и финансово устойчивую.

4. В 1977 году Альтманом была разработана семифакторная модель, которая позволяет прогнозировать банкротство с точностью до 70% на горизонте в 5 лет. Однако эта модель не получила практического распространения из-за сложности вычислений.

Z-Модели Альтмана в целом обладают рядом неоспоримых достоинств:

- простота и возможность применения при ограниченной информации;
- сравнимость показателей;
- возможность разделения анализируемых компаний на потенциальных банкротов и не банкротов;
- высокая точность расчетов.

Параллельно с Альтманом британские ученые Р. Таффлер и Г. Тишоу в 1977 г. предложили четырехфакторную модель. При ее разработке использовался следующий подход: на первой стадии была собрана статистика по восьмидесяти компаниям, как обанкротившимся, так и платежеспособным. С помощью статистического метода, известного как «анализ многомерного дискриминанта», была построена модель платежеспособности.

Выборочный расчет соотношений является типичным при определении таких ключевых показателей деятельности компании, как прибыльность, соответствие оборотного капитала и ликвидность. Модель платежеспособности, объединяя эти показатели и сводя соответствующим образом их воедино, воспроизводит точную картину

финансового состояния предприятия. Модель Таффлера для анализа компаний, акции которых котируются на биржах, имеет формулу (4):

$$Z = 0,53X1 + 0,13X2 + 0,18X3 + 0,16X4, \quad (4)$$

где  $X1$  – отношение прибыли до уплаты налога к сумме текущих обязательств (показывает степень выполнимости обязательств фирмы за счет внутренних источников финансирования);

$X2$  – отношение суммы текущих активов к общей сумме активов (характеризует состояние оборотного капитала);

$X3$  – отношение суммы текущих обязательств к общей сумме активов (показатель финансовых рисков);

$X4$  – отношение выручки к общей сумме активов (определяет способность компании рассчитаться по обязательствам).

Значение величины  $Z$ -показателя больше 0,3 показывает низкую вероятность банкротства компании, если она меньше 0,2, то вероятность банкротства высока. Достоинством модели Таффлера является высокая точность прогноза вероятности банкротства компании, что связано с большим числом проанализированных компаний.

Также в 1966 году свою систему определения вероятности банкротства предложил известный финансовый аналитик Уильям Бивер [3]. Его пятифакторная модель содержит следующие показатели:

- рентабельность активов;
- коэффициент текущей ликвидности;
- доля чистого оборотного капитала в активах;
- удельный вес заёмных средств в пассивах;
- коэффициент Бивера (отношение суммы чистой прибыли и амортизации к заёмным средствам).

Значения показателей для пятифакторной модели У. Бивера приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей для пятифакторной модели У. Бивера

Показатель	Расчет	Значение показателя		
		Благополучные компании	За 5 лет до банкротства	За год до банкротства
1. Коэффициент Бивера	(Чистая прибыль + Амортизация)/ЗК	0,4 – 0,45	0,17	-0,15
2. Рентабельность активов, %	Чистая прибыль / Активы * 100	6 – 8	4	-22
3. Доля долга, %	Заемный капитал / Активы	менее 37	менее 50	менее 80
4. Коэффициент покрытия активов чистым оборотным капиталом	Чистый оборотный капитал / Активы	менее 0,4	менее 0,4	менее 0,4
5. Коэффициент покрытия	Оборотный капитал / Краткосрочные обязательства	менее 3,2	менее 2	менее 1

Особенности конструкции данной модели – отсутствие весовых коэффициентов, а также возможность определения угрозы банкротства в течение пяти лет. В модели У. Бивера не предусмотрены весовые коэффициенты для индикаторов и не рассчитывается

итоговый коэффициент вероятности банкротства. Полученные значения показателей сравниваются с нормативными значениями, характерными для трёх состояний компании, сформулированных У. Бивером:

- для благополучных компаний;
- для компаний, обанкротившихся в течение года;
- и для фирм, ставших банкротами в течение пяти лет.

Таким образом, для оценки финансовой устойчивости и вероятности банкротства предприятия применяется широкий круг показателей и методик. Помимо дискриминантных моделей Альтмана, Таффлера, Бивера успешно применяются количественные модели Р. Лиса, Г. Спрингейта, качественная модель А-счёта Аргенти и другие. Однако применение моделей дискриминантного анализа для предприятий белорусской экономики крайне затруднено из-за наличия следующих обстоятельств: различий статистической выборки предприятий при формировании модели; различий в учете отдельных показателей (в США используется система бухгалтерской отчетности по стандартам GAAP); в модели не учитывается влияние инфляции на показатели, что крайне актуально для национальной экономики Беларуси; различий в балансовой и рыночной стоимости активов. Самыми главными проблемами их применения являются устаревание использованных данных для этих моделей, отсутствие среди них какой-либо наиболее эффективной и практическая невозможность их использования для отражения реального состояния белорусских предприятий. Например, по модели Альтмана несостоятельные организации, имеющие высокое значение показателя  $X_4$ , характеризующего отношение собственного капитала к заемному, получают очень высокую оценку, что не соответствует уровню их реальной платежеспособности для отечественных предприятий. В связи с несовершенством действующей методики переоценки основных средств, когда старым изношенным основным средствам придается такое же значение, как и новым, необоснованно увеличивается доля собственного капитала за счет добавочного капитала. Поэтому модели, в которых присутствует данный показатель, могут исказить реальную картину финансового состояния предприятия. Эти проблемы позволяют полагать, что существует потребность в разработке эффективной модели оценки платежеспособности и возможного банкротства предприятия на основе применения экономико-математических методов [4].

### **3. Совершенствование методики оценки платежеспособности и вероятности банкротства предприятия на основе применения эконометрических моделей**

Платежеспособность является одним из важнейших показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия, поскольку она в свою очередь является внешним проявлением её экономической устойчивости. По сути, платежеспособность характеризует в определённой степени выживаемость предприятия, поскольку при наличии длительной во времени и устойчивой неплатежеспособности к ней применяют процедуры экономической несостоятельности (банкротства). Одной из проблем, возникающих при рассмотрении дел о банкротстве, является определение финансового состояния должника, которое определяется на основе информации о степени его платежеспособности и имущественном положении, получаемой из результатов финансового анализа по методике, утверждённой постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.12.2011 г. № 1672 [5] и Инструкцией о порядке расчёта коэффициентов платёжеспособности и проведения анализа финансового состояния и платёжеспособности субъектов хозяйствования, утверждённой Постановлением Министерства финансов Республики Беларусь и Министерством экономики Республики Беларусь от 27.12.2011 г. № 140/206 [6]. В качестве источника информации для анализа платежеспособности организации выступает бухгалтерский баланс с приложениями к нему, заполненные в соответствии с требованиями законодательства. На основе этой

информации экономическими судами принимаются решения о возбуждении дела о банкротстве, а впоследствии выбирается одно из двух направлений действий – санация организации или её ликвидация. Санация представляет собой систему мероприятий по финансовому оздоровлению предприятия, реализуемых с помощью сторонних юридических или физических лиц и направленных на предотвращение объявления предприятия-должника банкротом и его ликвидации.

Современная белорусская методика оценки платежеспособности и вероятности банкротства организации базируется на расчёте следующих коэффициентов (согласно п.1 постановлению Совета Министров Республики Беларусь № 1672 [5]):

- коэффициент текущей ликвидности (K1), характеризующий общую обеспеченность субъекта хозяйствования краткосрочными активами для погашения краткосрочных обязательств;

- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (K2), характеризующий наличие у субъекта хозяйствования собственных оборотных средств, необходимых для его финансовой устойчивости;

- коэффициент обеспеченности обязательств активами (K3), характеризующий способность субъекта хозяйствования рассчитываться по своим обязательствам.

Субъект хозяйствования является платежеспособным, если коэффициенты K1 и/или K2 на конец отчётного периода имеют значения выше нормативных в зависимости от вида деятельности (отраслевой принадлежности). Субъект хозяйствования признаётся неплатежеспособным в случае, если одновременно коэффициенты K1 и K2 имеют значения ниже нормативных в зависимости от основного вида деятельности на конец отчётного периода.

Основанием для отнесения организации к субъектам хозяйствования с неплатежеспособностью, приобретающей устойчивый характер, служит неплатежеспособность её в течение 4-х кварталов, предшествующих составлению последнего бухгалтерского баланса. Организация считается устойчиво неплатежеспособной в том случае, когда к этому добавляется превышение нормативного значения коэффициента обеспеченности финансовых обязательств активами на дату составления последнего бухгалтерского баланса. В ст.9 Закона Республики Беларусь «Об экономической несостоятельности (банкротстве)» [7] указывается, что должник вправе подать в хозяйственный суд заявление о своей экономической несостоятельности (банкротстве) при наличии одного из следующих оснований: неплатежеспособность должника приобретает устойчивый характер или она имеет устойчивый характер.

Далее в постановлении Совета Министров РБ № 1672 приводятся нормативные значения для коэффициентов K1 и K2, дифференцированные по видам деятельности. Значение коэффициента K3 – не более 0,85 для всех отраслей народного хозяйства. Также в пп. 6-8 Инструкции № 140/206 [6] приводится порядок расчёта приведённых выше коэффициентов платежеспособности и в целях ст.43 Закона Республики Беларусь «Об экономической несостоятельности (банкротстве)» проводится дальнейший финансовый анализ, состоящий из расчёта коэффициента абсолютной ликвидности, состава, структуры и динамики всех групп бухгалтерского баланса (п.13-15 Инструкции № 140/206). Данный анализ дополняется расчётом показателей рентабельности (ч.3-4 п.15), оборачиваемости (п.16) и финансовой устойчивости (п.17).

По мнению отечественных экономистов в приведенной официальной методике анализа платежеспособности субъекта хозяйствования и выводе об экономической несостоятельности (банкротстве) в Республике Беларусь, существует множество недоработок, например:

- неточность формулировок определений коэффициентов платежеспособности, заложенных постановлением Совета Министров РБ № 1672. В нём говорится, что

коэффициент текущей ликвидности (K1) характеризует «общую обеспеченность субъекта хозяйствования краткосрочными активами для погашения краткосрочных обязательств» [5]. Во многих теоретических источниках по вопросам финансового анализа коэффициент текущей ликвидности показывает теоретическую возможность рассчитаться по своим краткосрочным обязательствам за счет реализации краткосрочных активов, исходя из их балансовой стоимости на определённую дату. На другую дату данный коэффициент может иметь совсем другое значение, поскольку совершаемые хозяйственные операции приводят к изменению активов и обязательств. Это обстоятельство было эмпирически выявлено при проведении факторного анализа коэффициента текущей ликвидности Гомельского завода сантехзаготовок за 2018-2019 гг., показавшее, что изменение краткосрочных обязательств снизило K1 на конец отчётного периода);

– несоответствие названия коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами (K2) его определению в постановлении Совета Министров РБ № 1672. В нём указано, что K2 характеризует «наличие у субъекта хозяйствования собственных оборотных средств, необходимых для его финансовой устойчивости» [5]. Однако формула расчета данного показателя характеризует лишь наличие собственных оборотных средств и их долю в формировании краткосрочных активов, а не обеспеченность ими. Для того, чтобы реально оценить обеспеченность организации собственными оборотными средствами, необходимо сопоставить их фактическую величину с плановой потребностью в них, либо минимальным их значением, обеспечивающим финансовую устойчивость организации. Ведь основной целью использования собственных оборотных средств является обеспечение возможности бесперебойного продолжения хозяйственной деятельности при возникновении необходимости одновременного погашения всех краткосрочных обязательств. Более того, между коэффициентами K1 и K2 существует прямая функциональная связь, которую путем математического преобразования коэффициентов K1 и K2 можно выразить формулой (5):

$$K2 = 1 - 1/K1 \quad (5)$$

Исходя из формулы (5) видно, что коэффициент K2 не имеет никакой дополнительной информации по сравнению с коэффициентом K1. Наличие или отсутствие собственных оборотных средств можно определить из значения коэффициента K1. Если значение коэффициента K1 больше единицы, то собственные оборотные средства имеются, если меньше – то отсутствуют. Аналогичные мнения о коэффициенте K2 высказывают и другие отечественные учёные-экономисты, в частности Н.П. Мыцких и В.А. Мыцких [8];

– коэффициент обеспеченности обязательств активами (K3) рассчитывается отношением заёмного капитала к совокупным активам. Если исходить из названия коэффициента, то он должен показывать, сколько активов приходится на единицу обязательства. В таком случае данный коэффициент должен рассчитываться как отношение активов к обязательствам, а не наоборот. Кроме того, что касается характеристики данного коэффициента как способности субъекта хозяйствования рассчитываться по своим обязательствам после реализации активов, то необходимо уточнение: «исходя из их балансовой стоимости».

Учитывая вышеприведённые недостатки и наличие неоспоримых достоинств белорусской методики, среди которых простота расчета коэффициентов и выводов по ним, наличие разработанных нормативных значений коэффициентов K1 и K2 по видам экономической деятельности и др., с точки зрения целей диагностики вероятности банкротства организации данная методика имеет ряд ограничений. Оценка вероятности банкротства организации по трем показателям (K1, K2 и K3) не дает объективной оценки по ряду причин. Например, статичность данных показателей, так как они рассчитываются

по данным баланса на определенную дату. При таком анализе не учитываются такие важные факторы, как объем реализации продукции (товаров, работ, услуг), затраты, прибыль. Реальная картина платежеспособности может быть представлена только во взаимосвязи показателей ликвидности, оборачиваемости и рентабельности. Поэтому в методике должны быть органично увязаны коэффициент текущей ликвидности, коэффициенты оборачиваемости капитала и рентабельности активов. Такое же мнение относительно к методике оценки высказывает в своём исследовании Ю. Уласевич [9].

#### 4. Построение модели анализа платежеспособности предприятия

Для оценки влияния факторов на уровень платежеспособности предприятия  $Y$  можно использовать линейную модель множественной регрессии.

При построении множественной линейной регрессионной модели в качестве переменных исследуются следующие факторы (независимые переменные), характеризующие уровень платежеспособности предприятия ( $Y$ ):

- рентабельность активов ( $X_1$ ), т.е. отношение прибыли от реализации продукции (работ, услуг) к балансовой стоимости всех активов предприятия;
- удельный вес краткосрочных активов ( $X_2$ ), т.е. отношение общей стоимости всех наличных оборотных активов к общей сумме всех активов;
- рентабельность затрат ( $X_3$ ), т.е. отношение прибыли от реализации продукции (работ, услуг) к общей сумме материальных затрат на производство продукции (работ, услуг);
- коэффициент текущей ликвидности ( $X_4$ ), т.е. отношение балансовой стоимости всех краткосрочных активов к балансовой стоимости всех краткосрочных обязательств.

Для построения модели множественной регрессии используется пакет «Анализ данных» Microsoft Excel и данные бухгалтерской и статистической отчетности конкретного предприятия (Гомельского завода сантехзаготовок за 2015-2019 гг.) за пять лет с учетом их квартальных значений, а также бизнес-планы развития предприятия за эти годы.

Факторы, которые включаются в модель множественной регрессии, должны удовлетворять определенным требованиям: они должны быть количественно измеримы; факторы не могут находиться в функциональной зависимости; должно выполняться предположение о независимости объясняющих (независимых) переменных, связь между которыми должна быть не более 0,8 для исключения мультиколлинеарности.

Для выявления мультиколлинеарности между факторами при помощи инструмента «Корреляция» на основе данных предприятия строится матрица коэффициентов парной корреляции (рисунок 1).

	X1	X2	X3	X4	Y
X1	1				
X2	0,567964	1			
X3	0,263251	-0,41173	1		
X4	-0,37232	-0,16224	-0,06988	1	
Y	-0,4813	-0,79297	0,020936	0,045645	1

Рисунок 1 – Матрица коэффициентов парной корреляции

Анализ матрицы коэффициентов парной корреляции показывает, что зависимая переменная  $Y$  – уровень платежеспособности предприятия – имеет тесную связь с показателями рентабельности активов ( $|r_{Y,X1}| = 0,481$ ) и удельным весом краткосрочных активов ( $|r_{Y,X2}| = 0,793$ ), а также слабую связь с рентабельностью затрат ( $r_{Y,X3} = 0,021$ ) и коэффициентом текущей ликвидности ( $r_{Y,X4} = 0,046$ ). При этом все коэффициенты парной корреляции между переменными меньше 0,8, что свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарности между факторами и переменной  $Y$ .

Проверка наличия мультиколлинеарности независимых переменных возможна на основе теста Фаррара-Глоубера. Для выявления мультиколлинеарности между факторами вычисляется матрица парных корреляций (рисунок 1). На её основе строится симметричная корреляционная матрица  $R$  между исследуемыми факторами  $X_1, X_2, X_3$  и  $X_4$  без строки и столбца переменной  $Y$  [10]. Далее с помощью функции «МОПРЕД» рассчитывается определитель матрицы  $R$  ( $\det[R] = 0,2674$ ). Затем вычисляется наблюдаемое значение статистики Фаррара-Глоубера (формула (6)):

$$FG_{\text{набл}} = - \left[ n - 1 - \frac{1}{6} (2k + 5) \right] \ln(\det[R]), \quad (6)$$

где  $n = 16$  – количество наблюдений;

$k = 4$  – количество факторов.

Затем сравнивается  $FG_{\text{набл}} = 16,93$  с табличным значением  $FG_{\text{крит}} = \chi^2$  при  $\frac{1}{2}k(k-1) = 6$  степенях свободы и уровнем значимости  $\alpha = 0,0007$  (значение взято по уровню значимости F-статистики (рисунок 2)). Табличное критическое значение  $\chi^2$  находится с помощью функции «ХИ2.ОБР.ПХ». В данном случае  $FG_{\text{крит}} = 23,3$  и, поскольку выполняется неравенство  $FG_{\text{набл}} < FG_{\text{крит}}$  ( $16,93 < 23,3$ ), мультиколлинеарность в массиве данных факторов отсутствует.

При помощи команды «Регрессия» рассчитываются параметры уравнения множественной регрессии, которое описывает зависимость между факторами и независимой переменной. Результаты расчётов приводятся на рисунке 2.

Вывод итогов						
Регрессионная статистика						
Множественный R	0,897463966					
R-квадрат	0,80544157					
Нормированный R-квадрат	0,73469305					
Стандартная ошибка	0,09460995					
Наблюдения	16					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	4	0,407615132	0,101903783	11,38457129	0,000667682	
Остаток	11	0,098461469	0,008951043			
Итого	15	0,506076601				
Коэффициент стандартная ошибка статистика P-Значение Нижние 95% Верхние 95%						
Y-пересечение	1,96978768	0,298626268	6,596163477	3,88397E-05	1,312515696	2,627059663
Переменная X 1	0,838987519	0,522811224	1,604761874	0,136848739	-0,311712226	1,989687265
Переменная X 2	-2,351154525	0,430224304	-5,464950505	0,000196348	-3,298071833	-1,404237217
Переменная X 3	-0,979060007	0,321002113	-3,0500111	0,011047281	-1,685580893	-0,27253912
Переменная X 4	-0,039783514	0,090302194	-0,440559765	0,668064208	-0,238537303	0,158970276

Рисунок 2 – Результаты расчётов

На основе выполненных расчетов получена модель, описывающая зависимость уровня платежеспособности  $Y$  от рентабельности активов  $X_1$ , удельного веса краткосрочных активов  $X_2$ , рентабельности затрат  $X_3$  и коэффициента текущей ликвидности  $X_4$  (формула (7)):

$$\hat{y} = 1,97 + 0,839x_1 - 2,351x_2 - 0,979x_3 - 0,04x_4 \quad (7)$$

Коэффициент при переменной  $x_1$  показывает, что при увеличении рентабельности активов на 1 п.п. уровень платежеспособности предприятия увеличивается на 0,839 п.п.; а коэффициент при переменной  $x_2$  показывает, что при увеличении удельного веса краткосрочных активов на 1 п.п. уровень платежеспособности предприятия уменьшается на 2,351 п.п. Коэффициент при переменной  $x_3$  показывает, что при увеличении рентабельности затрат на 1 п.п. уровень платежеспособности предприятия уменьшается на 0,994 п.п., а коэффициент при переменной  $x_4$  показывает, что при увеличении коэффициента текущей ликвидности на 1 п.п. уровень платежеспособности уменьшается на 0,04 п.п.

Для оценки качества модели множественной регрессии вычисляется коэффициент детерминации  $R^2=0,805$ . Он показывает, что изменение зависимой переменной  $Y$  на 80,5% объясняется изменчивостью включенных в модель переменных  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  и  $x_4$  (рентабельностью активов, удельным весом краткосрочных активов, рентабельностью затрат и коэффициентом текущей ликвидности соответственно).

Проверка значимости уравнения регрессии на основе F-критерия Фишера показывает, что поскольку расчетное значение F-статистики, равное 11,38, больше её критического значения, равного 3,8, то коэффициент детерминации  $R^2$  значим, и, соответственно, уравнение множественной регрессии значимо, т.е. его можно использовать для анализа и прогнозирования.

Проверка статистической значимости параметров и уравнения в целом на основании критических значений t-критерия Стьюдента ( $\alpha = 0,05$ ) показывает, что расчётное значение  $t_1$ -статистики равно 1,605. Поскольку  $t_1 = 1,605 < t_{\text{крит}} = 2,17$ , то параметр регрессии  $x_1$  незначим, и для увеличения значимости следовало бы не включать данный показатель в уравнение регрессии. Однако этот показатель необходимо оставить в уравнении множественной регрессии во избежание искажения экономического смысла зависимости, поскольку данный параметр регрессии не влияет отрицательно на качество модели регрессии. Расчётное значение  $t_2$ -статистики равно  $-5,465$ . Поскольку  $t_2 = |-5,465| > t_{\text{крит}} = 2,17$ , то параметр регрессии  $x_2$  значим. Расчётное значение  $t_3$ -статистики равно  $-3,05$ . Поскольку  $t_3 = |-3,05| > t_{\text{крит}} = 2,17$  (данные взяты из таблицы критических значений), то параметр регрессии  $x_3$  значим. Расчётное значение  $t_4$ -статистики равно  $-0,44$ . Поскольку  $t_4 = |-0,44| > t_{\text{крит}} = 2,17$ , то параметр регрессии  $x_4$  незначим, но его также следует оставить во избежание искажения экономического смысла зависимости.

На основе полученной модели регрессии можно выполнить прогноз изменения зависимой переменной  $Y$ , определив точечные прогнозные оценки факторов и переменной  $Y$ . Прогнозируемое значение переменной получается при подстановке в уравнение регрессии ожидаемых значений объясняющих факторов  $X_1, X_2, X_3$  и  $X_4$  [10].

Сначала находятся прогнозные значения факторов. Так как исходные данные представлены временными рядами (данные рассчитаны соответственно по кварталам 2015-2019 гг.), то для получения прогнозных значений можно использовать средство *Мастер диаграмм* в Excel, чтобы построить трендовые модели для факторов  $X_1, X_2, X_3$  и  $X_4$ .

Для фактора  $X_1$  – рентабельность активов – выбрана модель  $X_1 = 0,002t^2 - 0,0301t + 0,1635$ , а для фактора  $X_2$  – удельный вес краткосрочных активов – модель  $X_2 = 0,0015t^2 - 0,0143t + 0,6839$ . Для обоих факторов в качестве аппроксимирующей функции выбран полином 2-й степени. Для фактора  $X_3$  – рентабельность затрат – из нескольких нелинейных моделей выбрана экспоненциальная  $X_3 = 0,1803e^{-0,18t}$ , поскольку она имеет наибольший коэффициент достоверности аппроксимации (соответствия рассчитанной модели исходным данным)  $R^2 = 0,555$ . Для фактора  $X_4$  – коэффициент текущей ликвидности – из нескольких нелинейных моделей

выбрана логарифмическая  $X_4 = -0,274 \ln t + 1,815$  с наибольшим коэффициентом достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,5397$ .

По выбранным трендовым моделям для каждого фактора определяются точечные прогнозные оценки их значений на два квартала. При подстановке прогнозных значений факторов в модель регрессии получаются прогнозные значения зависимой переменной  $Y$  – уровня платежеспособности предприятия. Также в целях учёта ошибок, обусловленных математическим аппаратом построения линии регрессии, возникающих вследствие фиксации численного значения коэффициентов регрессии (в то время как они являются случайными и нормально распределёнными), для модели линейной множественной регрессии рассчитываются границы доверительного интервала её оценок [10]. Результаты прогнозных оценок факторов модели регрессии представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Прогнозные оценки факторов модели регрессии

Наблюдение	X1	X2	X3	X4	Прогноз (Y)
17	0,2298	0,8743	0,008454	1,0387	0,057499
18	0,2697	0,9125	0,007061	1,023038	0,003156

Полученные результаты показывают, что с вероятностью 95% платежеспособность Гомельского завода сантехзаготовок на следующие два квартала будет снижаться и находится в пределах прогнозных значений, указанных в таблице 3. В целом модель свидетельствует о наличии больших проблем с платежеспособностью и высокой вероятности банкротства.

Можно сделать вывод о том, что рассмотренный подход к моделированию может быть использован для анализа и прогнозирования уровня платежеспособности других предприятий Республики Беларусь.

## 5. Выводы

Платежеспособность и финансовая устойчивость являются важнейшими характеристиками финансово-экономической деятельности предприятия в условиях рыночной экономики. Своевременный анализ и оценка платежеспособности предприятия помогает уменьшить внутренние расходы субъекта хозяйствования, обеспечить гибкость в принятии управленческих решений.

Существует значительное разнообразие как в самом определении платежеспособности и ликвидности, так и в названиях и расчёте коэффициентов платежеспособности и других финансовых коэффициентов.

Однако применение многих современных моделей финансового анализа для белорусских предприятий затруднено из-за наличия следующих обстоятельств: различий статистической выборки предприятий при формировании моделей; различий в учете отдельных показателей; отсутствии в моделях учета влияния инфляции на показатели, что является актуальным для национальной экономики Беларуси; **различий в балансовой и рыночной стоимости активов**. Основными проблемами применения экономико-математических моделей являются устаревание использованных данных для этих моделей, отсутствие среди них какой-либо наиболее эффективной (универсальной) и практическая невозможность их применения для отражения реального состояния белорусских предприятий. В связи с несовершенством действующей методики переоценки основных средств, когда старым изношенным основным средствам придается такое же значение, как и новым, необоснованно увеличивается доля собственного капитала за счет добавочного капитала. Поэтому модели, в которых присутствует данный показатель, могут исказить реальную картину финансового состояния предприятия. Поскольку в настоящее время существует потребность в разработке эффективной модели

оценки платежеспособности и возможного банкротства предприятия, то разработаны предложения по совершенствованию методики оценки платежеспособности и вероятности банкротства предприятия на основе использования эконометрической модели и оценки ее адекватности.

### Библиография

- 1 Pugacheva Olga The use of econometric models in analyze the solvency of a business entity // 8<sup>th</sup>International conference on application of information and communication technology and statistics in economy and education (ICAICTSEE – 2018) (October 18 – 20<sup>th</sup>, 2018) University of National and World Economy Sofia, Bulgaria (P. 70-77) – Режим доступа: <http://icaictsee.unwe.bg/past-conferences/>
- 2 Altman E., Hotchkiss E. Corporate Financial Distress and Bankruptcy: Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt // John Wiley and Sons, Ltd. 2005.
- 3 Beaver W. Financial Ratios as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting Selected Studies // Journal of Accounting Research. 1966.
- 4 Belik I., Pugacheva O. Modern approaches to the analysis of solvency and the assessment of the probability of bankruptcy in the Republic of Belarus: state and prospects // International Symposium Experience. Knowledge. Contemporary Challenges „Innovative economic-social Approaches in the Knowledge Society” December 12<sup>th</sup>-13<sup>th</sup>, 2019. – Editura „ARTIFEX” București. – 836 p. (P. 232-244)
- 5 Об определении критериев оценки платежеспособности субъектов хозяйствования [Электронный ресурс]: постан. Сов. Мин. Респ. Бел. от 12 дек. 2011 г., № 1672// Нац. прав. Инт.-портал Респ. Бел. / Нац. центр прав. информ. Респ. Бел. 2019. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2011-140/2011-140\(036-048\).pdf&oldDocPage=9](http://www.pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2011-140/2011-140(036-048).pdf&oldDocPage=9). – Дата доступа: 2.08.2021.
- 6 Инструкция о порядке расчета коэффициентов платежеспособности и проведения анализа финансового состояния и платежеспособности субъектов хозяйствования [Электронный ресурс]: утв. постан. М-ва фин. Респ. Бел. М-ва экон. Респ. Бел. от 27.12.2011 г., № 140/206 (с изм. и доп. постан. М-ва фин. Респ. Бел. М-ва экон. Респ. Бел. от 4.10.2017 г., № 33/23) // Нац. прав. Инт.-портал Респ. Бел. / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2019. – Режим доступа: [http://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2012-19/2012-19\(033-048\).pdf&oldDocPage=10](http://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2012-19/2012-19(033-048).pdf&oldDocPage=10). – Дата доступа: 3.08.2021.
- 7 Об экономической несостоятельности (банкротстве) [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 13 июля 2012 г. № 415-3 (с изм. и доп. Закона РБ от 24 окт. 2016 г. № 439-3) // Нац. прав. Интернет-портал Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2019. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=Н11200415>. – Дата доступа: 3.08.2021.
- 8 Мыцких, Н.П., Мыцких, В.А. Анализ изменений названия и характеристик показателей и критериев оценки платежеспособности субъектов хозяйствования / Н.П. Мыцких, В.А. Мыцких // Белорусский экономический журнал. – 2016. – № 3. – С. 149-155.
- 9 Уласевич, Ю. О совершенствовании методического подхода к оценке платежеспособности субъектов хозяйствования/ Ю. Уласевич // Банковский вестник. – 2018. – № 4. – С. 46-52. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/bv/articles/10505.pdf>. – Дата доступа: 28.08.2021.
- 10 Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Вузский учебник: ИНФРА-М, 2014. – 389 с.