

Сценарное прогнозирование рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности Свердловской области

И. В. Наумов , А. А. Бычкова  , Н. Л. Никулина 

*Институт экономики Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, Россия*

 bychkova.aa@uieec.ru

Аннотация. Деревообрабатывающая промышленность Свердловской области является важным сектором региональной экономики, она способствует развитию малого и среднего бизнеса, привлечению инвестиций и созданию рабочих мест. Однако высокая зависимость от цен на древесину, транспортных расходов и макроэкономических факторов делает предприятия отрасли уязвимыми, повышают риски их банкротства. В статье рассматривается применение регрессионных и авторегрессионных моделей ARIMA/ARMA для формирования прогнозных сценариев изменения вероятности банкротства предприятий отрасли. В качестве данных использовалась годовая бухгалтерская отчетность предприятий деревообрабатывающей промышленности Свердловской области за период 1999–2023 гг. В рамках работы определены ключевые внутренние (оборачиваемость оборотных активов, срочная ликвидность предприятий, обеспеченность собственными оборотными средствами, рентабельность оборотных активов, оборачиваемость запасов и др.) и внешние (процентные ставки по банковским кредитам, импорт технологий и услуг технического характера) факторы, влияющие на вероятность банкротства, проведены расчеты по трем сценариям развития (инерционному, предполагающему сохранение в будущем уже выявленных тенденций, а также крайне оптимистичному и пессимистичному). Исследование показало, что уровни финансовой устойчивости предприятий деревообрабатывающей промышленности значительно различаются, что обусловлено как их размерами, так и воздействием макроэкономических факторов. Результаты моделирования показали, что для крупных предприятий риск банкротства остается умеренным, средние предприятия сталкиваются с повышенным риском из-за изменчивости финансовых показателей, а малые предприятия демонстрируют относительно стабильные значения финансовых показателей, меньше подвержены рискам банкротства, но сталкиваются с проблемами ликвидности активов и обеспеченности оборотными средствами. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных прогнозов для выработки мер по снижению рисков финансовой нестабильности. Результаты могут быть полезны органам государственной власти, кредиторам и предпринимателям для повышения финансовой устойчивости предприятий отрасли. В дальнейшем предполагается углубленное изучение механизмов финансового регулирования и разработка стратегий повышения устойчивости бизнеса в условиях макроэкономической неопределенности.

Ключевые слова: вероятность банкротства; регрессионный анализ; ARIMA-моделирование; деревообрабатывающая промышленность; регион; прогнозирование.

1. Введение

Деревообрабатывающая промышленность играет ключевую роль в экономике Свердловской области, обеспечивая занятость, формируя экспортный потенциал и способствуя развитию малого и среднего бизнеса. Финансовая стабильность предприятий этой отрасли оказывает значительное влияние на экономическое развитие региона, так как она является важным источником доходов и поддерживает смежные секторы, такие как транспорт и логистика. Однако в условиях глобальной экономической нестабильности, вызванной санкциями, колебаниями валютных курсов и изменениями в логистических цепочках, деревообрабатывающая промышленность сталкивается с повышенными рисками, что делает актуальным изучение ее финансовой устойчивости.

Внедрение современных управленческих решений, таких как кластерная стратегия, способствует повышению эффективности предприятий и их адаптации к новым экономическим условиям [1, 2]. Однако высокая вероятность банкротства, особенно среди малых предприятий, обуславливает необходимость разработки превентивных механизмов для раннего выявления кризисных ситуаций [3]. Прогнозирование банкротства не только способствует повышению устойчивости бизнеса, но и позволяет своевременно реагировать на экономические угрозы [4].

Эта отрасль поддерживает экспортный потенциал региона, формирует спрос на специализированные логистические и транспортные услуги. Однако высокая зависимость от колебаний цен на древесину, транспортных расходов и макроэкономических факторов делает предприятия уязвимыми перед финансовыми трудностями, включая риск банкротства. В связи с этим точный прогноз финансовой устойчивости предприятий является важной задачей для инвесторов, кредиторов, органов государственной власти и самих хозяйствующих субъектов.

Одним из эффективных методов прогнозирования является модель *ARIMA*, позволяющая анализировать временные ряды финансовых показателей и предсказывать возможные кризисные ситуации. Применение сценарного моделирования в сочетании с *ARIMA* способствует выявлению тенденций финансовой нестабильности и разработке мер по снижению вероятности банкротства.

Тематика исследования также актуальна для других регионов России, где деревообрабатывающая промышленность является важной составляющей экономики. Например, в Архангельской, Вологодской, Иркутской областях и Республике Карелия. Эта отрасль также играет значительную роль в формировании регионального ВВП и обеспечении занятости населения. В этих регионах, как и в Свердловской области, предприятия сталкиваются с аналогичными вызовами, такими как зависимость от внешних рынков, высокая долговая нагрузка и необходимость модернизации производства. Предложенные в исследовании методы и подходы могут быть адаптированы

для анализа и прогнозирования рисков банкротства в других регионах с развитой деревообрабатывающей промышленностью.

Исследовательские вопросы:

1. В каком текущем финансовом состоянии находится отрасль деревообрабатывающей промышленности в регионе?
2. Какие ключевые финансовые и макроэкономические факторы влияют на риск банкротства?
3. Какой уровень вероятности банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности и какая оптимальная модель — *ARIMA* или *ARMA* для его прогнозирования?
4. Какие меры можно предложить по снижению уровня банкротства в соответствии с полученными сценариями развития отрасли?

Цель исследования — разработка сценарных моделей прогнозирования рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности Свердловской области с использованием модели *ARIMA*.

Гипотеза исследования: Использование регрессионной модели в сочетании с авторегрессионными моделями *ARIMA/ARMA* позволяет повысить точность прогнозирования рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности в регионе.

Структура исследования. Статья построена следующим образом. В разделе «Обзор литературы» представлен анализ научных работ авторов, исследующих финансовую устойчивость, банкротство предприятий различными методами. Используемые в работе факторы описаны в разделе «Данные и методы», также изложена методика исследования. В следующем разделе представлены полученные на каждом этапе результаты. В разделе «Обсуждение» сделан вывод о подтверждении исследовательской гипотезы. Заключительный раздел содержит краткие выводы, раскрыта значимость исследования.

2. Обзор литературы

Обзор литературы по исследуемой тематике показал, что научные труды охватывают два основных направления: анализ факторов, влияющих на устойчивость предприятий, и методы прогнозирования рисков банкротства.

Субхонбердиев и др. [5], проанализировав состояние российского рынка деревообрабатывающей промышленности, демонстрируют относительную стабильность отрасли, несмотря на влияние санкционных ограничений и волатильность валютных курсов. Однако высокая зависимость от импортного оборудования делает ее уязвимой к внешним финансовым факторам. В условиях роста стоимости заемного капитала и ограниченного доступа к инвестиционным ресурсам предприятия не способны к модернизации, сталкиваются с повышенным риском банкротства, что актуализирует необходимость разработки стратегий адаптации бизнеса к изменяющимся экономическим условиям, включая поиск новых источников финансирования и импортозамещение технологического оборудования.

Федорова и др. [6] также исследовали финансовую устойчивость предприятий. Авторы приходят к выводу, что использование лизинга является более эффективным инструментом обновления основных фондов по сравнению с традиционным банковским кредитованием. Это связано с меньшей финансовой нагрузкой на предприятия и большей гибкостью в управлении долговой нагрузкой. Данный вывод подтверждает необходимость включения механизма финансирования в модели прогнозирования рисков банкротства, поскольку доступность различных форм заемного капитала напрямую влияет на способность компании поддерживать конкурентоспособность и устойчивость в кризисные периоды.

Соколова и Сидоров [7] предложили методы прогнозирования динамики промышленных показателей, учитывающие влияние макроэкономических и региональных факторов на производственную активность предприятий. Использование регрессионного анализа и экстраполяционных трендов позволяет выявлять закономерности в изменении финансовых показателей, что делает их подход применимым для моделирования вероятности банкротства. Например, учет динамики цен на сырьевые ресурсы, налоговой нагрузки и инвестиционной активности позволяет прогнозировать финансовое положение предприятий отрасли с высокой степенью точности.

Добрин [8] демонстрирует, что применение моделей *ARIMA* может значительно повысить точность оценки финансовых рисков. Использование матричного метода и других аналитических подходов способствует выявлению кризисных тенденций и разработке стратегий их предотвращения.

Шубина [9] и Игнашев [10] сосредотачиваются на повышении точности прогнозных моделей путем использования интегральных индикаторов и смешанных методологических подходов. Их исследования подчеркивают необходимость комплексного анализа рисков, который включает не только традиционные финансовые коэффициенты, такие как ликвидность, рентабельность и структура капитала, но и внешние экономические факторы — спрос на продукцию, экспортные ограничения и колебания валютных курсов. Учет влияния внешних факторов важен для российской деревообрабатывающей промышленности, которая в значительной степени ориентирована на экспорт и испытывает давление со стороны глобального рынка.

Давыденко [11] исследует социально-экономические последствия банкротств, что дополняет понимание этого явления не только с точки зрения отдельных компаний, но и в масштабе региональной экономики. Массовые банкротства предприятий приводят к росту безработицы, снижению налоговых поступлений и ухудшению инвестиционного климата.

Бурцев и Ахмадов [12] рассматривают методы оценки влияния создания новой промышленной инфраструктуры на снижение рисков банкротства. Они подчеркивают, что модернизация производственных мощностей и внедрение новых технологических решений способны значительно повысить устойчивость предприятий, снижая их зависимость от внешних факторов.

Это подтверждает необходимость включения в прогнозные модели таких параметров, как инвестиции в инфраструктуру и уровень технологического развития компаний.

Прядилина и др. [13] предложили направления повышения эффективности управления лесным сектором экономики на уровне региона, выделив приоритетные направления реализации инвестиционных проектов. Их вклад заключается в разработке практических рекомендаций по улучшению управления отраслью для повышения устойчивости предприятий и снижению рисков банкротства.

Lukason [14] исследует зависимости процессов банкротства от возраста и размера фирм на примере эстонских компаний. Автор приходит к выводу, что как возраст, так и размер фирмы, значимо влияют на вероятность банкротства, причем более молодые и мелкие компании чаще сталкиваются с финансовыми трудностями.

Lukason & Hoffman [15] провели интегрированное исследование вероятности банкротства фирм и его причин. В работе выделяют ключевые факторы, такие как управленческие ошибки, внешние экономические условия и внутренние финансовые проблемы, которые способствуют банкротству. Они подчеркивают важность комплексного подхода к анализу причин банкротства, учитывающего как внутренние, так и внешние аспекты.

Lukason & Vissak [16] анализируют процессы банкротства экспортеров в нескольких странах, основываясь на теоретической концепции типов финансовых кризисов фирм. Основные причины банкротства, такие как низкая рентабельность, высокая долговая нагрузка и слабая диверсификация рынков сбыта, подчеркивают, что процессы банкротства экспортеров могут значительно отличаться в зависимости от страны и специфики отрасли.

Lukason & Laitinen [17] исследуют процессы банкротства и компоненты риска на примере европейских компаний. В анализе выделяют ключевые этапы банкротства, включая ухудшение финансового состояния, снижение ликвидности и неспособность выполнять обязательства. Они также подчеркивают, что риск банкротства состоит из нескольких компонентов, таких как операционные, финансовые и рыночные риски, которые необходимо учитывать при анализе финансовой устойчивости фирм.

Hossain et al. [18] рассматривают прогнозирование банкротства предприятий в США с применением методов машинного обучения. Их работа подчеркивает экономические последствия банкротств и оценивает эффективность различных алгоритмов прогнозирования. Данный подход особенно актуален в условиях цифровизации экономики, поскольку внедрение машинного обучения позволяет значительно повысить точность предсказаний и своевременно выявлять компании, находящиеся в зоне риска.

Rizvi [19] анализирует применение моделей временных рядов, в частности *ARIMA*, для прогнозирования экономических данных. Включение в исследование гибридных моделей и алгоритмов машинного обучения расширяет

область их применения, что необходимо для прогнозирования финансовых кризисов и оценки рисков банкротства, поскольку модели временных рядов могут использоваться для выявления трендов и аномалий в финансовых данных компаний.

Wang et al. [20] акцентируют внимание на развитии методологии сбора и анализа данных, используемых для прогнозирования банкротств. Они создают таксономию наборов данных с целью улучшения их качества и информативности. Данное исследование играет ключевую роль в формировании более надежных моделей прогнозирования, позволяя стандартизировать процесс оценки кредитоспособности компаний.

Yadav et al. [21] и Abbas et al. [22] исследуют различные математические и статистические методы прогнозирования банкротства, включая модель Альтмана и нейронные сети. Их работа подчеркивает значимость выбора методологии в зависимости от специфики бизнеса. Включение новых технологий, таких как искусственный интеллект, делает их исследования особенно актуальными в условиях быстрого развития финансовых технологий.

Altman et al. [23] оценивают эффективность модели Z-Score в прогнозировании банкротства и других типов финансовых ограничений компаний. В рамках исследования проводится анализ работы модели Z-Score для компаний из 31 европейской и трех неевропейских стран, при этом используются различные модификации оригинальной модели, что позволяет оценить ее универсальность и адаптивность к разным экономическим условиям. Вклад авторов заключается в том, что они не только подтвердили универсальность модели Z-Score, но и предложили пути ее адаптации для повышения точности прогнозов в международном контексте. Их работа подчеркивает важность учета страновых особенностей при оценке финансового состояния компаний, что особенно актуально для банков и других финансовых институтов, работающих на глобальном уровне.

Melon [24] проводит эмпирическую проверку точности модели Альтмана на выборке частных компаний, пришедших к банкротству. Результаты исследования подтверждают ограниченную применимость модели в разных отраслях и странах, что свидетельствует о необходимости адаптации прогнозных моделей к специфическим условиям.

Siddiqui [25] анализирует эволюцию модели Альтмана и ее эффективность в современной экономике. Исследование показывает, что Z-Score остается важным инструментом прогнозирования банкротства, однако требует корректировки и обновления с учетом новых экономических реалий.

Takahashi et al. [26] оценивают точность модели прогнозирования банкротства Альтмана для широкой выборки частных компаний, которые обанкротились в период с 1985 по 2013 г. Результаты исследования показали, что модель 1993 г. имеет наибольшую достоверность — около 60 %, при этом корректное определение риска банкротства удалось получить только для двух третей компаний из выборки. Вклад авторов заключается в том, что

они провели масштабное эмпирическое исследование, которое подтвердило ограниченную применимость модели Альтмана для частных компаний и подчеркнуло необходимость адаптации модели к специфике различных секторов и стран. Это исследование стало важным шагом в понимании ограничений классических моделей прогнозирования банкротства и стимулировало дальнейшие исследования в области их модернизации.

Ciampi et al. [27] предлагают инновационные подходы к сбору и использованию новых источников данных с помощью современных аналитических методов, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и ввод макроданных, с целью улучшения прогнозных результатов. Одно из важнейших достижений авторов заключается в систематизации накопленных знаний о прогнозировании дефолта предприятий и предложении новых методологических подходов, которые учитывают современные вызовы, такие как цифровизация экономики и необходимость использования больших данных.

Altman et al. [28] сравнивает точность и эффективность пяти различных методов оценки для прогнозирования финансового ограничения малых и средних предприятий. Основное достижение авторов состоит в проведении сравнительного анализа различных методов прогнозирования, что позволило выявить наиболее эффективные подходы для оценки финансового ограничения предприятий.

Обобщая представленные исследования, можно отметить, что прогнозирование банкротства является сложной многогранной задачей, требующей учета множества факторов. Использование методов временных рядов и адаптация классических моделей, таких как Z-Score, способствует повышению точности предсказаний и разработке более эффективных стратегий управления финансовыми рисками. Вклад каждого автора в разработку темы исследования заключается в разнообразии подходов к анализу устойчивости предприятий и прогнозированию рисков банкротства. Их работы охватывают как традиционные методы, так и современные технологии, что позволяет формировать комплексное понимание проблем и находить эффективные пути их решения.

3. Данные и методология

Предотвращение рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности требует комплексного и интегрированного подхода, учитывающего текущее финансовое состояние предприятий, общие тенденции отрасли, влияние макроэкономических и институциональных факторов, а также возможные сценарии экономической нестабильности.

В исследовании предложена последовательная процедура анализа, начиная от сбора данных и заканчивая разработкой стратегических рекомендаций. Исходные данные включают бухгалтерскую отчетность по 1 605 предприятиям деревообрабатывающей промышленности за период с 1999 по 2023 г. по данным базы СПАРК (spark-interfax.ru), что позволяет провести совокупный анализ отрасли.

К крупным предприятиям относятся такие, как ООО «ЛЕСТЕХ», НАО «СВЕЗА ВЕРХНЯЯ СИНЯЧИХА» с выручкой более 2,0 млрд руб. за год. К средним предприятиям относятся: ООО «АВЕРС», ООО «БИОКОН-ПАК», ООО «ЛЕСНОЙ УРАЛ СБЫТ» и др. с выручкой от основной деятельности от 0,198 до 2,0 млрд руб. за год.

К малым предприятиям относятся: ООО «100 ДИВАНОВ», ООО «2 БС», ООО «2Е» и др., с выручкой менее 0,198 млрд руб.

На первом этапе проводится систематизация и обработка данных, включая проверку их полноты, достоверности и устранение возможных ошибок, что обеспечивает надежность последующих расчетов.

После сбора и систематизации данных выполняется анализ ключевых финансовых индикаторов, таких как ликвидность, рентабельность, оборачиваемость активов и структура капитала [29]. Эти показатели позволяют оценить текущее финансовое состояние предприятий и выявить динамику их развития. На основе анализа формируется база данных, которая используется для дальнейших расчетов. Для оценки вероятности банкротства применяется модифицированная модель Альтмана [30], адаптированная для предприятий, не представленных на фондовом рынке:

$$Z = 1,2 \cdot X_1 + 1,4 \cdot X_2 + 3,3 \cdot X_3 + X_5. \quad (1)$$

Модель 1 включает такие параметры, как отношение оборотного капитала к сумме активов (X_1), отношение нераспределенной прибыли к сумме активов (X_2), отношение операционной прибыли к сумме активов (X_3) и отношение выручки к сумме активов (X_4) [31]. Данная модель позволяет оценить финансовое состояние предприятий различных масштабов, что делает ее универсальным инструментом для анализа рисков банкротства на уровне отрасли.

Для детального анализа применяется регрессионный метод, который позволяет оценить влияние как внутренних, так и внешних факторов на вероятность банкротства. Этот этап исследования позволяет выделить наиболее значимые факторы риска и определить управляемые переменные, которые могут быть использованы для корректировки стратегий развития предприятий [32].

Для прогнозирования изменения вероятности банкротства в зависимости от макроэкономических условий используется *ARIMA*-моделирование [33]. Этот метод учитывает как долгосрочные тренды, так и сезонные колебания, что способствует повышению точности прогнозов. На основе результатов моделирования разрабатываются три сценария: инерционный, оптимистический и пессимистический, которые позволяют оценить возможные последствия экономических изменений и разработать стратегические меры по минимизации рисков банкротства [34].

Новизна предложенного подхода заключается в комбинации традиционных методов финансового анализа, таких как модель Альтмана и регрессионный анализ, с современными методами прогнозирования, включая *ARIMA*-моделирование. Это позволяет не только оценить текущее финансовое состояние предприятий, но и спрогнозировать их устойчивость в условиях изменяющейся экономической среды.

Кроме того, в исследовании предложена адаптация модели Альтмана для предприятий различных масштабов, что расширяет ее применимость в отраслевом анализе. Разработанная процедура исследования позволяет комплексно оценить финансовые риски предприятий деревообрабатывающей промышленности и разработать стратегические меры по их минимизации. Использование предложенных методов способствует созданию системы управления рисками банкротства, которая может быть применена как на уровне отдельных предприятий, так и на уровне отрасли в целом.

4. Результаты

Деревообрабатывающая промышленность Свердловской области играет значительную роль в экономике, обеспечивая занятость и формируя часть промышленного производства. Отрасль ориентирована на переработку древесины и выпуск продукции для внутреннего и внешнего рынков. В 2017 г. объем отгруженной продукции составлял 14,4 млрд руб., а к 2023 г. вырос до 27,8 млрд руб., что отражает динамичное развитие отрасли. В 2018–2021 гг. наблюдался стабильный рост, достигнув 24 млрд руб. в 2021 г. В 2022 г. зафиксировано снижение до 23,4 млрд руб. (–2,4 %) из-за санкций, удорожания оборудования и сокращения инвестиций, что повысило финансовые риски. Однако в 2023 г. объем вновь увеличился до 27,8 млрд руб. (+18,9 %), что свидетельствует об адаптации предприятий и восстановлении отрасли.

Рост объемов отгруженной продукции снижает вероятность банкротства, обеспечивая предприятиям стабильный денежный поток и возможности для модернизации. Однако даже кратковременные спады, как в 2022 г., могут указывать на финансовые риски, особенно для зависимых от внешних факторов компаний. Анализ финансовых показателей предприятий показывает существенные различия в их финансовой устойчивости и ликвидности (табл. 1).

Крупные предприятия показывают улучшение абсолютной ликвидности в 2023 г. 0,71, что значительно выше предыдущих лет, однако в 2022 г. наблюдалось резкое снижение 0,05. Средние предприятия сохраняют нестабильность, а малые демонстрируют медленный рост ликвидности, что указывает на сложность оперативного покрытия обязательств.

Срочная ликвидность у крупных предприятий значительно превысила нормативное значение — 6,10 в 2023 г., что свидетельствует о накоплении ликвидных активов. Однако у средних и малых предприятий этот показатель остается ниже или на грани нормативного уровня 0,79 и 1,01 соответственно, что говорит о нехватке оборотных средств.

Таблица 1. Динамика индикаторов финансового положения и устойчивости предприятий деревообрабатывающей промышленности в Свердловской области

Table 1. Dynamics of indicators of financial position and sustainability of woodworking enterprises in the Sverdlovsk region

Показатели	Размер	Год										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Абсолютная ликвидность (норматив: >0,2)	Крупные	0,38	0,01	0,16	0,03	0,13	0,25	0,18	0,20	0,13	0,05	0,71
	Средние	0,37	0,38	0,29	0,33	0,23	0,30	0,16	0,27	0,36	0,15	0,18
	Малые	0,07	0,07	0,08	0,15	0,13	0,16	0,21	0,17	0,20	0,19	0,21
Срочная ликвидность (норматив: >1)	Крупные	2,31	2,30	3,05	1,81	1,76	1,68	2,37	1,66	2,61	2,95	6,10
	Средние	0,97	1,06	1,35	1,20	0,96	1,25	0,88	1,10	1,14	0,84	0,79
	Малые	0,57	0,61	0,62	0,71	0,77	0,76	0,92	0,92	1,01	1,04	1,01
Текущая ликвидность (норматив: >1–2)	Крупные	3,31	2,88	3,89	3,04	2,48	2,78	3,30	2,31	3,44	3,38	7,14
	Средние	1,62	1,50	2,04	1,83	1,46	1,83	1,45	1,61	1,64	1,70	1,37
	Малые	1,13	1,07	1,05	1,14	1,19	1,24	1,42	1,40	1,49	1,59	1,59
Ликвидность при мобилизации средств (норматив: >0,5)	Крупные	1,01	0,58	0,84	1,22	0,71	1,09	0,91	0,65	0,82	0,42	1,02
	Средние	0,63	0,44	0,68	0,63	0,50	0,58	0,56	0,49	0,49	0,85	0,57
	Малые	0,54	0,43	0,40	0,41	0,40	0,46	0,47	0,46	0,47	0,55	0,54
Обеспеченность оборотными средствами (норматив: >0,1)	Крупные	0,68	0,49	0,73	0,62	0,56	0,59	0,66	0,39	0,63	0,61	0,76
	Средние	0,04	0,15	0,23	0,22	0,10	0,24	0,19	0,13	0,08	0,11	-0,12
	Малые	0,03	-0,04	-0,05	0,02	0,05	-0,01	-0,10	-0,17	-0,35	-0,44	-0,64

Продолжение табл. 1

Показатели	Размер	Год										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Финансовая независимости (норматив: >0,5)	Крупные	0,82	0,66	0,80	0,79	0,74	0,79	0,82	0,71	0,75	0,74	0,84
	Средние	0,58	0,57	0,54	0,52	0,45	0,49	0,49	0,34	0,38	0,45	0,41
	Малые	0,28	0,25	0,25	0,27	0,27	0,28	0,25	0,24	0,22	0,24	0,22
Соотношения заемных и собственных средств (норматив: <0,7)	Крупные	0,22	0,51	0,25	0,27	0,34	0,27	0,22	0,41	0,33	0,36	0,20
	Средние	0,74	0,76	0,86	0,93	1,22	1,02	1,06	1,98	1,64	1,20	1,45
	Малые	2,59	2,95	3,01	2,69	2,68	2,55	2,93	3,17	3,55	3,17	3,63
Оборачиваемость основных средств за год	Крупные	2,97	3,60	4,24	4,99	4,18	4,56	3,46	3,24	4,93	2,57	2,44
	Средние	9,33	7,16	8,28	10,31	11,09	12,05	11,29	13,95	13,56	6,79	4,28
	Малые	14,87	7,49	8,95	7,86	7,80	7,83	5,91	3,96	2,97	2,17	2,06
Оборачиваемость оборотных активов за год	Крупные	2,19	1,67	1,71	3,22	2,40	3,48	2,76	3,09	2,18	1,13	1,17
	Средние	3,38	3,25	3,01	3,01	2,87	3,37	3,04	3,19	3,31	2,66	2,57
	Малые	3,68	2,31	2,65	2,26	2,08	2,11	1,83	1,53	1,53	1,51	1,81
Оборачиваемость запасов за год	Крупные	4,67	7,65	7,60	7,59	6,88	7,65	5,79	7,01	9,20	4,09	5,58
	Средние	6,39	7,08	8,52	6,61	6,53	7,05	6,28	6,27	9,01	5,09	3,47
	Малые	5,88	3,53	5,21	4,76	4,6	4,60	4,14	3,67	3,81	3,47	3,73
Оборачиваемость кредиторской задолженности	Крупные	9,98	6,83	7,55	12,24	8,47	10,42	11,29	9,22	9,96	4,30	5,47
	Средние	7,41	6,68	7,34	6,76	6,07	6,52	5,76	5,62	6,73	5,11	4,30
	Малые	6,09	3,27	4,02	3,51	3,26	3,35	3,33	3,00	3,02	2,88	3,47

Окончание табл. 1

Показатели	Размер	Год										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Оборачиваемость дебиторской задолженности	Крупные	4,84	2,96	2,34	3,66	4,39	5,58	4,92	4,48	4,39	1,50	1,37
	Средние	10,75	8,51	7,21	6,30	6,39	6,79	6,11	6,42	7,61	6,13	5,77
	Малые	10,16	4,97	5,80	5,03	4,44	4,53	4,22	3,30	3,22	3,03	3,61
Рентабельность основной деятельности, %	Крупные	0,5	23,6	28,8	16,0	9,3	19,5	7,0	13,0	39,3	3,8	0,2
	Средние	1,4	3,0	5,6	2,6	3,8	6,7	2,0	4,0	9,1	8,4	1,4
	Малые	2,5	6,8	11,2	7,4	7,9	9,2	7,6	8,0	10,2	10,9	31,5
Рентабельность продаж, %	Крупные	0,5	19,1	22,4	13,8	8,5	16,3	6,6	11,5	28,2	3,7	0,2
	Средние	1,4	2,9	5,3	2,5	3,7	6,2	2,0	3,8	8,4	7,8	1,4
	Малые	2,4	6,4	10,1	6,9	7,4	8,4	7,0	7,4	9,2	9,8	23,9
Рентабельность внеоборотных активов, %	Крупные	-5,5	39,1	62,3	43,1	32,6	55,7	19,6	25,7	100,3	6,7	9,5
	Средние	9,9	4,9	16,3	9,2	7,7	12,8	8,	20,6	47,5	25,2	13,7
	Малые	13,0	7,2	49,9	27,1	32,9	28,8	19,2	16,6	16,9	12,9	36,6
Рентабельность оборотных активов, %	Крупные	-4,1	20,0	22,4	34,9	23,4	52,2	17,5	27,7	49,4	3,2	4,6
	Средние	12,6	4,7	10,8	5,6	4,9	6,5	4,8	6,4	22,9	15,7	12,1
	Малые	4,5	2,8	19,6	9,2	10,1	11,8	9,2	8,9	12,3	11,5	39,8

Примечание: составлено авторами по данным базы СПАРК (spark-interfax.ru).

Текущая ликвидность у крупных предприятий находится выше нормативного диапазона в 2023 г. и составила 7,14, что говорит о высокой обеспеченности оборотных обязательств активами. Средние предприятия в целом соответствуют нормативу, однако в последние годы их показатели снижаются. К 2023 г. показатель снизился до 1,37. Малые предприятия демонстрируют положительную динамику, начиная с 2013 г., что говорит об улучшении их способности покрывать краткосрочные обязательства за последний период составила 1,59.

Ликвидность при мобилизации средств у крупных предприятий нестабильна на протяжении всего периода в диапазоне от 0,42 до 1,22, но в 2023 г. ее значение вновь достигли нормативного уровня. Средние и малые предприятия продолжают испытывать дефицит производственных запасов, что негативно сказывается на их финансовой устойчивости, их уровень ликвидности находится в пределах нормы, но имеют низкие значения 0,57 и 0,54 соответственно.

Обеспеченность оборотными средствами у крупных предприятий относительно стабильна и находится в пределах 0,76 в 2023 г., но средние и малые предприятия демонстрируют серьезные проблемы: у малых предприятий показатель значительно ухудшился в отрицательную зону $-0,64$, что свидетельствует о нехватке оборотного капитала. Средние предприятия отражают достаточно стабильную обеспеченность, однако в 2023 г. отмечается нехватка средств $-0,12$.

Финансовая независимость крупных предприятий остается высокой на протяжении всего периода исследования, но у средних и малых предприятий показатель снижается, усиливая их зависимость от заемного капитала. Особенно тревожным является низкий уровень финансовой независимости у малых предприятий он находится в диапазоне от 0,22 до 0,28 при норме свыше 0,5, что указывает на критический уровень задолженности.

Соотношение заемных и собственных средств у крупных предприятий остается в пределах нормативного уровня, а у средних предприятий оно превышает норматив уже с 2017 г. У малых предприятий этот показатель значительно превышает нормативное значение, что свидетельствует о высокой долговой нагрузке.

Анализ оборачиваемости активов показывает, что крупные, средние и малые предприятия демонстрируют снижение оборачиваемости основных средств с 2018 г., однако у средних уровень оборачиваемости чуть выше чем у других, он сохраняется на уровне 2,57. Оборачиваемость запасов демонстрирует разнонаправленные тренды: у крупных предприятий сохраняется умеренный уровень, у средних наблюдается спад до 3,47, а у малых — резкое снижение, до 3,73. Это свидетельствует о затруднениях в эффективном использовании активов.

Оборачиваемость кредиторской задолженности и дебиторской задолженности у крупных предприятий демонстрирует значительное снижение

в 2022–2023 гг., что указывает на замедление расчетов. Средние предприятия имеют более стабильные показатели, а малые предприятия показывают тенденцию к снижению.

Рентабельность основной деятельности крупных предприятий резко сократилась 0,2 % в 2023 г., что говорит о снижении прибыльности. Средние предприятия также столкнулись с падением показателя до 1,4 %, а малые, напротив, показали рост 31,5 %, что может свидетельствовать о гибкости в адаптации к условиям рынка.

Финансовый анализ предприятий показал, что за весь период наблюдаются значительные изменения. Ликвидность крупных предприятий восстанавливается после падения в 2022 г., но срочная ликвидность достигла чрезмерного уровня, что может указывать на неэффективное использование активов. Средние и малые предприятия остаются в сложном положении, особенно по обеспеченности оборотными средствами, где малые предприятия ушли в отрицательную зону, что значительно ухудшает их финансовую устойчивость. В целом финансовое положение крупных предприятий остается относительно стабильным, но требует более эффективного управления ликвидностью (рис. 1).

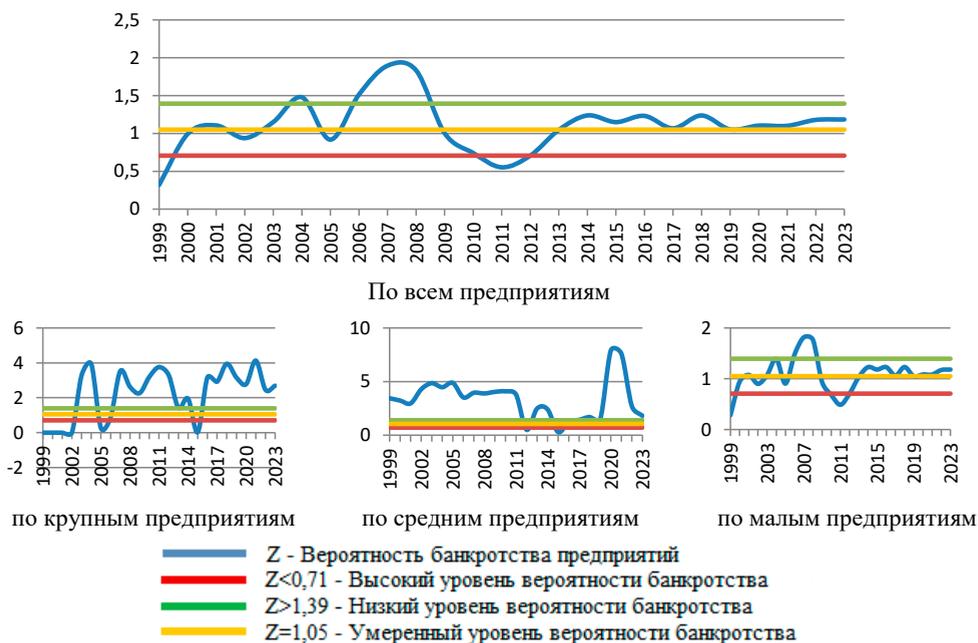


Рис. 1. Динамика изменения вероятности банкротства деревообрабатывающей отрасли в Свердловской области в целом и по видам предприятий

Figure 1. Dynamics of changes in the probability of bankruptcy of the woodworking industry in the Sverdlovsk Oblast as a whole and by type of enterprises

Источник: составлено авторами.

Анализ вероятности банкротства деревообрабатывающих предприятий Свердловской области показывает разнонаправленные тенденции в зависимости от их размера. За период 1999–2002 гг. уровень вероятности банкротства в целом был высоким, поскольку средний Z -индекс оставался ниже 1,05. Однако в 2003–2008 гг. наблюдался положительный тренд, когда показатель превысил 1,39, что указывает на снижение риска несостоятельности.

Крупные предприятия в этот период показывали крайне нестабильные значения: в 2003 г. Z -индекс резко вырос до 3,28, а в 2005 г. упал до 0,26, что свидетельствует о существенных изменениях в структуре капитала и финансовых потоках. В 2011–2012 гг. общий индекс достиг критических значений 0,55 и 0,71 соответственно, что сигнализировало о высокой вероятности банкротства в отрасли.

Средние предприятия, демонстрировавшие уверенные показатели в 2000-х гг., в 2012 г. столкнулись с резким падением до 0,50, что указывает на финансовые затруднения. В последующие годы отмечается восстановление, особенно у крупных предприятий, где показатель стабилизировался выше 2,0, снижая вероятность банкротства.

Малые предприятия остаются наиболее уязвимыми: их индекс колеблется вблизи 1,05–1,23, что говорит о средних рисках. В 2020–2021 гг. средние предприятия показали аномально высокий уровень 7,90 и 7,60, что может быть связано с изменениями в учете активов или специфическими факторами финансирования. В 2023 г. общий индекс составил 1,18, что соответствует умеренному уровню риска, но ситуация различается по группам: у крупных предприятий показатель 2,69 низкий риск, у средних — 1,81 умеренный риск, а у малых — 1,18 на грани высокого. Отрасль деревообрабатывающая остается подверженной финансовым рискам, особенно для малых предприятий.

В текущих экономических условиях устойчивость предприятий во многом зависит от способности прогнозировать риски. В данном исследовании для выявления значимых угроз проводится регрессионное моделирование ($ARMA$) зависимости Z -статистики предприятий от внешних и внутренних факторов [35].

Результаты $ARMA$ -моделирования показывают (табл. 2), что на банкротство предприятий влияют факторы: для крупных предприятий — оборачиваемость оборотных активов, коэффициент которой составляет 1,2 и значим на уровне 1 %, а также срочная ликвидность 0,551, значимость 1 %. Отрицательное влияние оказывают процентные ставки по кредитам $-0,154$, значимость 5 %, что указывает на чувствительность крупных предприятий к изменениям стоимости заемных средств.

Средние предприятия демонстрируют зависимость от рентабельности оборотных активов 0,119, значимость 1 %, обеспеченности собственными средствами 2,542, значимость 10 % и оборачиваемости запасов 0,222, значимость 5 %; для малых предприятий наиболее значимыми являются оборачиваемость основных средств 0,064, значимость 1 %, оборачиваемость кредиторской задолженности 0,049, значимость 10 % и логарифм объема импорта технологий $-0,114$, значимость 1 %, что указывает на влияние технологического обновления.

Таблица 2. Результаты регрессионного моделирования зависимости вероятности банкротства (Z-статистики Альтмана) деревообрабатывающих предприятий Свердловской области от внешних внутренних факторов

Table 2. Results of regression modeling of dependence of bankruptcy probability (Altman's Z-statistic) of woodworking enterprises of the Sverdlovsk region on external internal factors

Показатель	Крупные	Средние	Малые
	Коэффициенты регрессии		
Const			
Ооа — оборачиваемость оборотных активов	1,2 (0,19) ***		
Лс — срочная ликвидность	0,551 (0,14) ***		1,384 (0,23) ***
Ск — процентные ставки по банковским кредитам для предприятий в российских рублях (на 1 января), %	-0,154 (0,06) **		
Роа — рентабельность оборотных активов, %		0,119 (0,04) ***	
Осс — обеспеченность собственными оборотными средствами		2,542 (1,45) *	
Оз — оборачиваемость запасов		0,222 (0,11) **	
Оос — оборачиваемость основных средств			0,064 (0,01) ***
Окз — оборачиваемость кредиторской задолженности			0,049 (0,03) *
Лн(Имт) — логарифм объема импорта технологий и услуг технического характера в Свердловской области, млн руб.			-0,114 (0,03) ***
Параметры оценки качества и достоверности построенных моделей			
R-квадрат	0,93	0,82	0,97
F-значимость	0,0000000002	0,00000005	0,000000000000004
Сумма кв. остатков	12,72	66,45	0,91
Ст. ошибка модели	0,84	1,78	0,21
Крит. Акаике	55,06	98,55	-2,38
Крит. Шварца	58,20	102,08	2,34
DW statistic	2,23	1,33	1,92

Окончание табл. 2

Показатель	Крупные	Средние	Малые
	Коэффициенты регрессии		
Тест <i>White</i> (нулевая гипотеза — гетероскедастичность отсутствует)	$LM = 6,51$ р-значение = 0,69	$LM = 4,64$ р-значение = 0,86	$LM = 20,07$ р-значение = 0,13
Тест на нормальное распределение ошибок (нулевая гипотеза — ошибки распределены по нормальному закону)	Хи-квадрат(2) = 1,07 р-значение = 0,59	Хи-квадрат(2) = 8,84 р-значение = 0,01	Хи-квадрат(2) = 3,84 р-значение = 0,15
Тест <i>Chow</i> на наличие структурных сдвигов в точке 2011 г. (нулевая гипотеза — нет структурных изменений)	$F(5, 14) = 0,28$ р-значение = 0,89	$F(5, 14) = 0,21$ р-значение = 0,93	$F(5, 14) = 0,01$ р-значение = 0,91
<i>LM</i> тест на наличие автокорреляции (нулевая гипотеза — автокорреляция отсутствует)	$LMF = 0,37$ р-значение = 0,55	$LMF = 3,01$ р-значение = 0,09	$LMF = 0,01$ р-значение = 0,91
Тест на нелинейность: наличие <i>ARCH</i> процессов первого порядка (нулевая гипотеза — <i>ARCH</i> процессы отсутствуют)	$LM = 0,11$ р-значение = 0,74	$LM = 0,23$ р-значение = 0,63	$LM = 0,05$ р-значение = 0,82
Тест отношения правдоподобия Квандта (<i>QLR</i>) для структурных изменений (нулевая гипотеза — нет структурных изменений)	$chi-square(5) = 7,08$ р-значение = 0,71	$chi-square(5) = 13,59$ р-значение = 0,13	$chi-square(5) = 36,64$ р-значение = 0,24

Примечание: * — статистическая значимость на уровне 10 %, ** — статистическая значимость на уровне 5 %, *** — статистическая значимость на уровне 1 %. Параметры регрессии, стандартные ошибки указаны в скобках.

Источник: составлено авторами.

Коэффициенты детерминации *R*-квадрат составляют для крупных 0,93, средних 0,82 и малых предприятий 0,97, что свидетельствует о высокой объясняющей способности моделей. Тесты на автокорреляцию, гетероскедастичность и структурные сдвиги не выявили существенных проблем, кроме теста нормальности ошибок у средних предприятий, где *p*-значение составило 0,01. Полученные модели демонстрируют высокую точность, а вероятность банкротства предприятий отрасли зависит от финансовых коэффициентов, ликвидности, рентабельности и макроэкономических факторов. Результаты прогнозирования динамики факторов представлены на рис. 2.

Прогноз вероятности банкротства деревообрабатывающих предприятий Свердловской области показывает разные тенденции для крупных, средних и малых предприятий в зависимости от сценария развития. Результаты представлены на рис. 3.

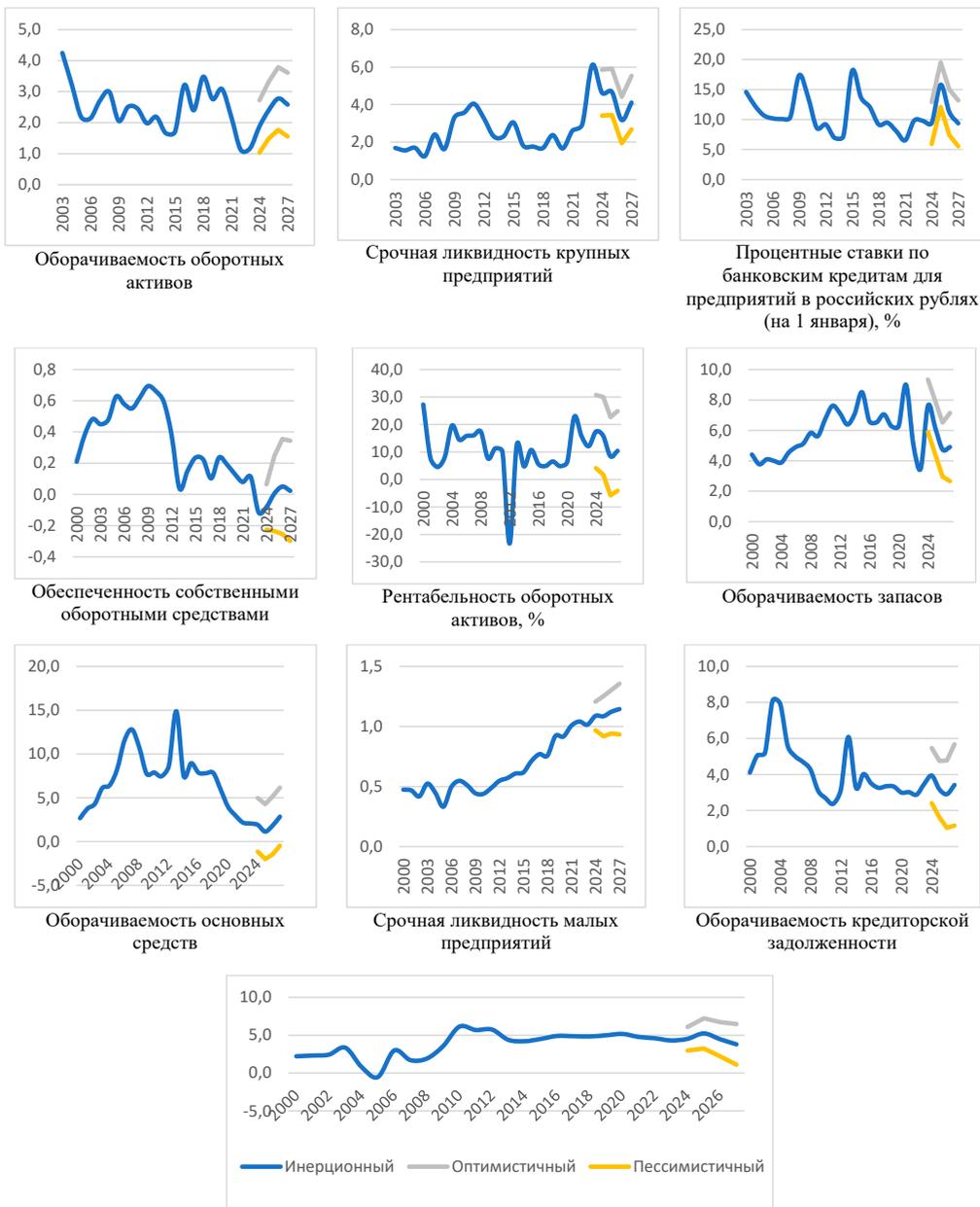


Рис. 2. Инерционный, крайне пессимистичный и оптимистичный сценарии прогнозирования динамики ключевых факторов, влияющих на изменение вероятности банкротства предприятий

Figure 2. Inertial, extremely pessimistic, and optimistic scenarios for forecasting the dynamics of key factors affecting changes in the probability of enterprise bankruptcy

Источник: составлено авторами.

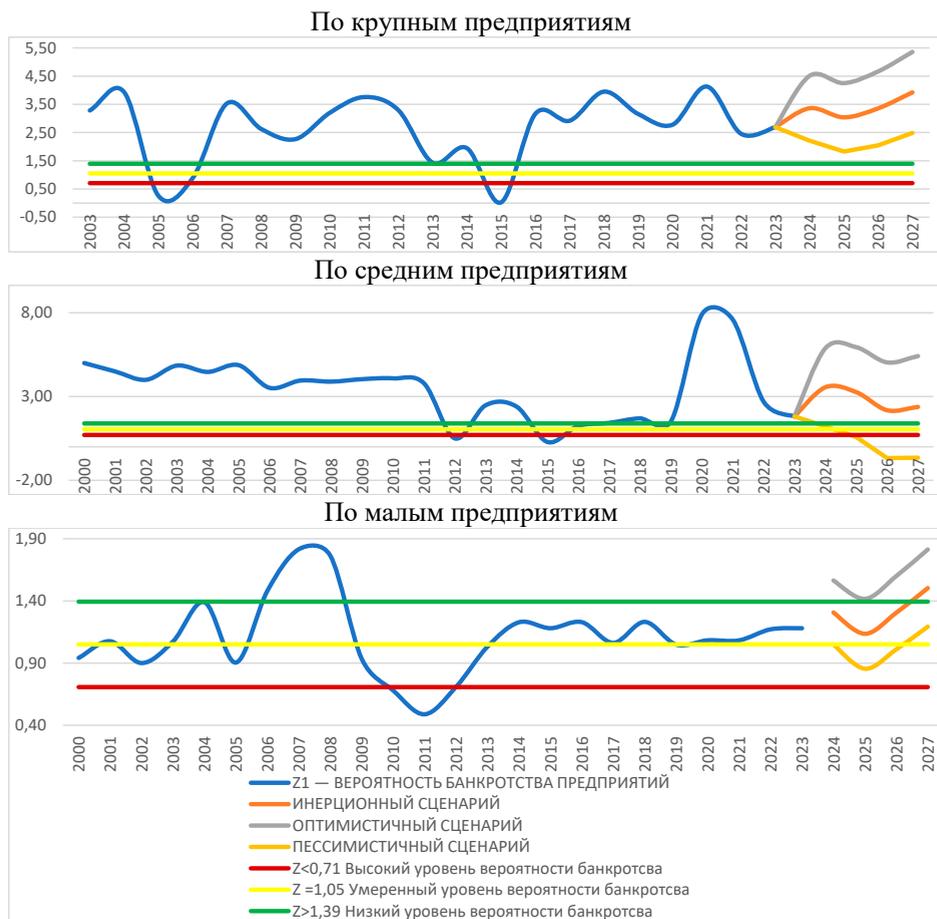


Рис. 3. Прогнозные сценарии изменения вероятности банкротства деревообрабатывающих предприятий в Свердловской области

Figure 3. Forecast scenarios of changes in the probability of bankruptcy of woodworking enterprises in the Sverdlovsk region

Источник: составлено авторами.

Для крупных предприятий инерционный сценарий предполагает относительную стабильность вероятности банкротства на уровне 2,6–4,1 в ближайшие годы. Оптимистичный сценарий предполагает снижение риска, особенно к 2025 г., когда вероятность банкротства составит около 4,25, а затем стабилизируется на уровне 5,35 к 2027 г. Пессимистичный сценарий показывает возможность увеличения риска, особенно после 2025 г., когда показатель достигнет 2,48.

Средние предприятия демонстрируют высокую изменчивость вероятности банкротства. В 2020 г. наблюдался резкий скачок до 7,9, но затем показатели снизились. По инерционному сценарию вероятность банкротства в 2023 г. составит 1,81, а затем стабилизируется. Оптимистичный сценарий предполагает постепенное снижение риска с 5,88 в 2024 г. до 5,41 в 2027 г., тогда как пессимистичный сценарий показывает тенденцию

к отрицательным значениям после 2026 г., что может свидетельствовать о стабилизации ситуации или значительном улучшении финансового состояния предприятий.

Для малых предприятий прогноз выглядит более устойчивым. Инерционный сценарий предполагает вероятность банкротства в районе 1,3–1,5 в ближайшие годы. Оптимистичный сценарий предсказывает снижение риска, начиная с 1,56 в 2024 г. и достигая 1,81 в 2027 г. Пессимистичный сценарий указывает на незначительное увеличение вероятности банкротства, но в пределах 1,0–1,2, что является менее критичным показателем по сравнению с другими категориями предприятий.

Таким образом, наибольшие риски банкротства наблюдаются у средних предприятий, особенно в пессимистичном сценарии, тогда как малые предприятия остаются относительно стабильными. Крупные предприятия демонстрируют умеренные колебания, но в целом вероятность их банкротства остается контролируемой при различных сценариях развития.

5. Обсуждение

Результаты исследования показывают, что после кратковременного спада в 2022 г. сектор продемонстрировал уверенный рост в 2023 г., что свидетельствует о высокой адаптационной способности предприятий. Анализ вероятности банкротства предприятий отрасли показал значительные различия в уровне финансовой устойчивости в зависимости от масштаба бизнеса. Крупные предприятия, как правило, демонстрируют более высокую ликвидность и финансовую независимость, тогда как малые и средние предприятия сталкиваются с ограничениями в оборотном капитале и высокой долговой нагрузкой. За период 1999–2023 гг. вероятность банкротства была наиболее высокой у малых предприятий, что обусловлено их зависимостью от заемного капитала и низкой оборачиваемостью активов.

Полученные результаты подтверждают выводы более ранних исследований. Например, Lukason & Hoffman [15] также подчеркивают, что возраст и размер предприятия значимо влияют на вероятность банкротства, причем малые и средние предприятия чаще сталкиваются с финансовыми трудностями. Субхонбердиева и др. [5] отмечают, что деревообрабатывающая промышленность России, несмотря на внешние вызовы, демонстрирует относительную стабильность, однако зависимость от импортного оборудования делает ее уязвимой к внешним финансовым факторам.

Применение модели *ARMA* позволило выявить основные тренды изменения финансовой устойчивости предприятий и спрогнозировать риски ухудшения их финансового положения. Согласно результатам прогнозирования, в случае негативного макроэкономического сценария вероятность банкротства малых предприятий может значительно повыситься в ближайшие три года. Использование регрессионного анализа подтвердило, что наиболее значимыми факторами, влияющими на финансовую устойчивость, являются

оборачиваемость активов, уровень ликвидности, процентные ставки и рентабельность операционной деятельности.

В силу вышесказанного, гипотезу о повышении точности формирования сценарных прогнозов изменения рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности с использованием регрессионной модели в сочетании с *ARMA*-моделированием, в целом можно считать подтвержденной.

Несмотря на высокую точность прогнозных моделей, следует учитывать ряд ограничений данного исследования.

Во-первых, результаты анализа основаны на данных бухгалтерской отчетности предприятий, что может не полностью отражать текущее финансовое состояние, особенно в условиях быстро меняющейся экономической среды.

Во-вторых, модели *ARIMA/ARMA* и регрессионный анализ, хотя и являются эффективными инструментами прогнозирования, могут быть чувствительны к выбросам и нелинейным зависимостям в данных.

В-третьих, методы исследования можно применять для других регионов с расчетами индивидуальных структурных особенностей отраслей промышленности.

Несмотря на общий рост объемов производства и отгруженной продукции, сохраняется высокая зависимость отрасли от внешнеэкономических условий. Колебания валютных курсов и изменения в логистических цепочках могут оказывать существенное влияние на платежеспособность предприятий, особенно в сегменте малых предприятий. В этом контексте необходимо совершенствование механизмов управления финансовыми рисками, включая внедрение адаптивных стратегий финансирования и диверсификацию источников капитала.

6. Заключение

В ходе исследования поставленная цель — разработка сценарных моделей прогнозирования рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности Свердловской области с использованием модели *ARIMA* — была достигнута. Результаты исследования подтверждают наличие существенных различий в уровнях финансовой устойчивости предприятий деревообрабатывающей промышленности, что связано как с их масштабами, так и с влиянием макроэкономических факторов.

Выявлено, что крупные предприятия обладают большей устойчивостью к экономическим и финансовым шокам, тогда как малые предприятия значительно подвержены данным угрозам. Прогнозные модели позволяют оценить вероятность банкротства в разных сценариях и указывают на необходимость дальнейшего совершенствования финансовых стратегий.

Теоретическая значимость исследования состоит в совершенствовании подходов к анализу финансовой устойчивости предприятий и оценке рисков их банкротства.

Практическая значимость заключается в возможности применения полученных результатов для разработки стратегий управления финансовой устойчивостью предприятий, особенно в сегменте малого и среднего бизнеса. Полученные результаты могут быть полезны для государственных органов при формировании политики поддержки отрасли, а также для самих предприятий при разработке стратегий финансовой устойчивости и антикризисного управления.

Проведенный анализ продемонстрировал, что повышение устойчивости предприятий требует эффективного управления ликвидностью, оптимизации структуры капитала и адаптации к макроэкономическим вызовам. Выявленные риски банкротства предприятий и прогнозируемые тенденции их изменений могут послужить основой для разработки программ антикризисного управления.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на углубленное изучение стратегий финансирования, внедрение инновационных инструментов финансового планирования и механизмы государственной поддержки, которые обеспечат стабилизацию отрасли в условиях экономической неопределенности.

Список использованных источников

1. Суркова О. Е., Акулинин М. А. Актуальные проблемы несостоятельности (банкротства) // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 7 (121), часть 2. С. 176–178. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.121.7.071>
2. Слабинская И. А., Кравченко Л. Н. Прогнозирование банкротства как метод оценки экономической безопасности организаций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2017. № 8. С. 195–199. https://doi.org/10.12737/article_5968b453283fe8.39704252
3. Крохичева Г. Е., Архипов Э. Л., Борщева Л. В., Топор Ю. А. Прогнозирование банкротства как элемент экономической безопасности // Наукоедение : интернет-журнал. 2016. Т. 8, № 2. С. 1–8. <http://dx.doi.org/10.15862/68EYN216>
4. Оборин М. С., Мартиросян М. Р. Банкротство как риск и инструмент превентивного реагирования в предпринимательской деятельности // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 3. С. 35–47. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2021-3-35>
5. Субхонбердиев А. Ш., Титова Е. В., Егорова Г. Н. Анализ рынка деревообрабатывающего производства в России // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. Т. 83, № 3. С. 269–275. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-3-269-275>
6. Федорова Е. А., Мусиенко С. О., Федоров Ф. Ю. Анализ влияния внешних факторов на прогнозирование финансовой несостоятельности российских компаний // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020. Т. 36, № 1. С. 117–133. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.106>
7. Соколова О. А., Сидоров М. А. О прогнозировании динамики показателей промышленного производства региона (На материалах Вологодской Области) // Вопросы территориального развития. 2022. Т. 10, № 2. С. 1–11. <https://doi.org/10.15838/tdi.2022.2.62.2>
8. Добрина М. В. «Модель ARIMA в машинном обучении: прогнозирование временных рядов» // Мягкие измерения и вычисления. 2024. Т. 74, № 1. С. 36–47. <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2024.01.004>

9. Шубина Н. В. Угрозы экономической безопасности деревообрабатывающей отрасли РФ // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13, № 9. С. 1692–1711. <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1692>
10. Игнашева Т. А. Моделирование интегральных показателей и прогноз индексов промышленного производства в Республике Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5, № 4. С. 460–469. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-4-460-469>
11. Давыденко В. А., Данилова Е. П., Портняга Е. М. Социально-экономические последствия банкротства физических лиц // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2022. Т. 8, № 4. С. 23–64. <https://doi.org/10.21684/2411-7897-2022-8-4-23-64>
12. Бурцева Т. А., Ахмадов А. Р. Метод оценки влияния создания новой промышленной инфраструктуры на промышленное и социально-экономическое развитие регионов // Экономика науки. 2022. Т. 8, № 1. С. 46–57. <https://doi.org/10.22394/2410-132x-2022-8-1-46-57>
13. Прядилина Н. К., Стариков Е. Н., Мезенцева Е. С. Современное состояние и перспективы развития лесопромышленного комплекса Свердловской области // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 2. С. 193–204. https://doi.org/10.12737/article_5967eafe996de7.27358174
14. Lukason O. Age and size dependencies of firm failure processes: an analysis of bankrupted Estonian firms // International Journal of Law and Management. 2017. Vol. 60, Issue 6. Pp. 1272–1285. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-03-2017-0071>
15. Lukason O., Hoffman R. Firm Bankruptcy Probability and Causes: An Integrated Study // International Journal of Business and Management. 2024. Vol. 9, No. 11. Pp. 80–91. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v9n11p80>
16. Lukason O., Vissak T. Exporters' failure predictors and processes: a multi-country analysis based on the theoretical concept of firms' financial crisis types // Cogent Economics & Finance. 2024. Vol. 12, Issue 1. 2399957. <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2399957>
17. Lukason O, Laitinen E. Firm failure processes and components of failure risk: An analysis of European bankrupt firms // Journal of Business Research. 2018. Vol. 98. Pp. 380–390. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.025>
18. Hossain S., Mir M., Chouksey A., Miah M., Pant L., Ridoy M., Sayeed A., Khan M. Bankruptcy Prediction for US Businesses: Leveraging Machine Learning for Financial Stability // Journal of Business and Management Studies. 2025. Vol. 7, No. 1. Pp. 1–14. <https://doi.org/10.32996/jbms.2025.7.1.1>
19. Rizvi M. ARIMA Model Time Series Forecasting // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2024. Vol. 12, Issue 5. Pp. 3782–3785. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.62416>
20. Wang X., Kräussl Z., Brorsson M. Datasets for Advanced Bankruptcy Prediction: A survey and Taxonomy // ArXiv. 2024. 2411.01928. Pp. 1–47. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.01928>
21. Yadav D. K., Goswami L. Autoregressive Integrated Moving Average Model for Time Series Analysis // 2024 International Conference on Optimization Computing and Wireless Communication (ICOCWC). IEEE, 2024. Pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/icocwc60930.2024.10470488>
22. Abbas A., Abdali M. Companies Bankruptcy Prediction by Using Altman Models and Comparing Them // Research Journal of Finance and Accounting. 2015. Vol. 6, No. 14. Pp. 154–169. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1605.0320>
23. Altman E. I., Iwanicz-Drozowska M., Laitinen E. K., Suvas A. Financial distress prediction in an inter-national context: A review and empirical analysis of Altman's z-score model // Journal of International Financial Management & Accounting. 2017. Vol. 28, Issue 2. Pp. 131–171. <https://doi.org/10.1111/jifm.12053>
24. Melon P. Predykcja upadłości przedsiębiorstw — przykład Monnari Trade S. A. // Ekonomia Międzynarodowa. 2022. No. 33. Pp. 45–54. <https://doi.org/10.18778/2082-4440.33.02>

25. *Siddiqui S.* Business Bankruptcy Prediction Models: A Significant Study of the Altman's Z-Score Model // *Asian Journal of Management Research*. 2012. Vol. 3, Issue 1. Pp. 212–219. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2128475>
26. *Takahashi M., Taques F., Basso L.* Altman's Bankruptcy Prediction Model: Test on a Wide Out of Business Private Companies Sample // *iBusiness*. 2018. Vol. 10, No. 1. Pp. 21–39. <https://doi.org/10.4236/ib.2018.101002>
27. *Ciampi F., Giannozzi A., Marzi G., Altman E. I.* Rethinking SME default prediction: A systematic literature review and future perspectives // *Scientometrics*. 2021. Vol. 126. Pp. 2141–2188. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03856-0>
28. *Altman E. I., Iwanicz-Drozdowska M., Laitinen E. K., Suvas A.* A Race for Long Horizon Bankruptcy Prediction // *Applied Economics*. 2020. Vol. 52, Issue 37. Pp. 4092–4111. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1730762>
29. *Глушнева А. С.* Оценка достоверности бухгалтерской информации и факторы, влияющие на степень достоверности результатов финансового анализа // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2023. № 2 (96). С. 109–113. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2023-2-109-113>
30. *Altman E., Haldeman R., Narayanan P.* ZETA Analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations // *Journal of Banking and Finance*. 1977. Vol. 1, Issue 1. Pp. 29–54. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(77\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(77)90017-6)
31. *Наумов И. В., Бычкова А. А., Никулина Н. Л.* Теоретико-методический подход к оценке вероятности банкротства предприятий отраслей экономики // *Финансовый журнал*. 2024. № 6. С. 24–41. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2024-6-24-41>
32. *Наумов И. В., Бычкова А. А., Никулина Н. Л., Седельников В. М.* Оценка перспектив банкротства отраслей промышленности Свердловской области // *Финансы: теория и практика*. 2024. Т. 28, № 4. С. 181–192. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2024-28-4-181-192>
33. *Красных С. С.* Сценарии развития внешнеторговой деятельности Российской Федерации в условиях санкционных ограничений // *Векторы благополучия: экономика и социум*. 2024. Т. 52, № 1. С. 1–12. <https://doi.org/10.18799/26584956/2024/1/1691>
34. *Красных С. С.* Сценарное моделирование развития внешнеторговой деятельности Свердловской области // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2022. № 8. С. 105–118. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-8-105-118>
35. *Наумов И. В., Никулина Н. Л., Бычкова А. А.* Сценарный подход к моделированию рисков банкротства предприятий отраслей промышленности // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2024. Т. 17, № 2. С. 166–186. <https://doi.org/10.15838/esc.2024.2.92.9>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Наумов Илья Викторович

Кандидат экономических наук, доцент, заведующий Лабораторией моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2464-6266> e-mail: naumov.iv@uiecr.ru

Бычкова Анна Андреевна

Младший научный сотрудник Лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8676-5298> e-mail: bychkova.aa@uiecr.ru

Никулина Наталья Леонидовна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6882-3172> e-mail: nikulina.nl@uiec.ru

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00704 «Сценарное моделирование и прогнозирование рисков банкротства отраслей промышленности Свердловской области» (<https://rscf.ru/project/24-28-00704/>).

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Наумов И. В., Бычкова А. А., Никулина Н. Л. Сценарное прогнозирование рисков банкротства предприятий деревообрабатывающей промышленности Свердловской области // Journal of Applied Economic Research. 2025. Т. 24, № 2. С. 555–583. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2025.24.2.019>

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 11 февраля 2025 г.; дата поступления после рецензирования 4 марта 2025 г.; дата принятия к печати 12 марта 2025 г.

Scenario-Based Forecasting of Bankruptcy Risks for Woodworking Industry Enterprises in the Sverdlovsk Region

Ilya V. Naumov , Anna A. Bychkova  , Natalia L. Nikulina 

*Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia*

 bychkova.aa@uiec.ru

Abstract. The woodworking industry in the Sverdlovsk region is a significant sector of the regional economy, contributing to the development of small and medium-sized businesses, attracting investments, and creating jobs. However, the high dependence on timber prices, transportation costs, and macroeconomic factors makes enterprises in industry vulnerable and increases their risk of bankruptcy. This article explores the application of regression and autoregressive ARIMA/ARMA models to develop predictive scenarios for changes in the probability of bankruptcy among enterprises in the industry. The study uses annual financial statements of woodworking enterprises in the Sverdlovsk region for the period 1999–2023. Key internal factors (such as turnover of current assets, quick liquidity ratio, availability of own working capital, profitability of current assets, inventory turnover, etc.) and external factors (such as bank loan interest rates, import of technologies, and technical services) influencing the probability of bankruptcy were identified. Calculations were carried out for three development scenarios: an inertia scenario (assuming the continuation of current trends), an extremely optimistic scenario, and a pessimistic scenario. The study revealed that the levels of financial stability among woodworking enterprises vary significantly, which is attributed to both their size and the impact of macroeconomic factors. The modeling results showed that the risk of bankruptcy remains moderate for large enterprises, while medium-sized enterprises face increased risks due to the volatility of financial indicators. Small enterprises, on the other hand, demonstrate relatively stable financial indicators, are less prone to bankruptcy risks, but face challenges related to asset liquidity and working capital availability. The practical significance of the study lies in the potential use of the obtained forecasts to develop measures aimed at reducing the risks of financial instability. The results can be useful for government agencies, creditors, and entrepreneurs to enhance the financial stability of enterprises in the industry. Further research is planned to delve deeper into financial regulation mechanisms and develop strategies to improve business resilience in conditions of macroeconomic uncertainty.

Key words: bankruptcy probability; regression analysis; ARIMA modeling; woodworking industry; region; forecasting.

JEL G33, L73

References

1. Surkova, O.E., Akulinin, M.A. (2022). Current problems of insolvency (bankruptcy). *International Research Journal*, No. 7, Part 2, 176–178. (In Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.121.7.071>
2. Slabinskaya, I.A., Kravchenko, L.N. (2017). Bankruptcy forecasting as a method for assessing the economic security of organizations. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*, No. 8, 195–199. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5968b-453283fe8.39704252
3. Kroklicheva, G.E., Arkhipov, E.L., Borshcheva, L.V., Topor, Yu.A. (2016). Bankruptcy forecasting as an element of economic security. *Internet Journal "Science Studies"*, Vol. 8, No. 2, 1–8. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.15862/68EVN216>

4. Oborin, M.S., Martirosyan, M.R. (2021). Bankruptcy as a risk and a tool for preventive response in entrepreneurial activity. *Intellect. Innovations. Investments*, No. 3, 35–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2021-3-35>
5. Subkhonberdiev, A.Sh., Titova, E.V., Egorova, G.N. (2021) Analysis of the woodworking production market in Russia. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, Vol. 83, No. 3, 269–275. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-3-269-275>
6. Fedorova, E.A., Musienko, S.O., Fedorov, F.Yu. (2020). Analysis of the impact of external factors on the prediction of financial insolvency of Russian companies. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, Vol. 36, No. 1, 117–133. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/sp-bu05.2020.106>
7. Sokolova O. A., Sidorov M. A. (2022). On forecasting the dynamics of industrial production indicators of the region (On the materials of the Vologda Oblast). *Territorial Development Issues*, Vol. 10, No. 2. 1–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.15838/tdi.2022.2.62.2>
8. Dobrina, M.V. (2024). ARIMA model in machine learning: Time series forecasting. *Soft Measurements and Computing*, Vol. 74, No. 1, 36–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2024.01.004>
9. Shubina, N.V. (2017). Threats to the economic security of the woodworking industry in the Russian Federation. *National Interests: Priorities and Security*, Vol. 13, Issue 9, 1692–1711. (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1692>
10. Ignasheva, T.A. (2019). Modeling of integral indicators and forecasting of industrial production indices in the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, Vol. 5, No. 4, 460–469. (In Russ.). <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-4-460-469>
11. Davydenko, V.A., Danilova, E. P. Portnyaga, E.M. (2022). Socio-economic consequences of bankruptcy of E. P. individuals. *Tyumen State University Herald. Social, Economic, and Law Research*, Vol. 8, No. 4, 23–64. (In Russ.). <https://doi.org/10.21684/2411-7897-2022-8-4-23-64>
12. Burtseva, T.A., Akhmadov, A.R. (2022). Method for assessing the impact of creating a new industrial infrastructure on industrial and socio-economic development of regions. *Economics of Science*, Vol. 8, No. 1, 46–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/2410-132x-2022-8-1-46-57>
13. Pryadilina, N.K., Starikov, E.N., Mezentseva, E.C. (2017). Current state and prospects for the development of the timber industry complex of the Sverdlovsk region. *Forestry Engineering Journal*, Vol. 7, No. 2, 193–204. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5967eafe996de7.27358174
14. Lukason, O. (2017). Age and size dependencies of firm failure processes: an analysis of bankrupted Estonian firms. *International Journal of Law and Management*, Vol. 60, Issue 6, 1272–1285. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-03-2017-0071>
15. Lukason, O., Hoffman R. (2024). Firm Bankruptcy Probability and Causes: An Integrated Study. *International Journal of Business and Management*, Vol. 9, No. 11, 80–91. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v9n11p80>
16. Lukason, O., Vissak, T. (2024). Exporters' failure predictors and processes: a multi-country analysis based on the theoretical concept of firms' financial crisis types. *Cogent Economics & Finance*, Vol. 12, Issue 1, 2399957. <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2399957>
17. Lukason, O, Laitinen, E. (2018). Firm failure processes and components of failure risk: An analysis of European bankrupt firms. *Journal of Business Research*, Vol. 98. 380–390. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.025>
18. Hossain, S., Mir, M., Chouksey, A., Miah, M., Pant, L., Ridoy, M., Sayeed A., Khan, M. (2025). Bankruptcy Prediction for US Businesses: Leveraging Machine Learning for Financial Stability. *Journal of Business and Management Studies*, Vol. 7, No. 1, 1–14. <https://doi.org/10.32996/jbms.2025.7.1.1>
19. Rizvi, M. (2024). ARIMA Model Time Series Forecasting. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, Vol. 12, Issue 5, 3782–3785. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.62416>

20. Wang, X., Kräussl, Z., Brorsson, M. (2024). Datasets for Advanced Bankruptcy Prediction: A survey and Taxonomy. *ArXiv*, 2411.01928, 1–47. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.01928>
21. Yadav, D.K., Goswami, L. (2024). Autoregressive Integrated Moving Average Model for Time Series Analysis. *2024 International Conference on Optimization Computing and Wireless Communication (ICOCWC)*. IEEE, 1–6. <https://doi.org/10.1109/icocwc60930.2024.10470488>
22. Abbas, A., Abdali, M. (2015). Companies Bankruptcy Prediction by Using Altman Models and Comparing Them. *Research Journal of Finance and Accounting*, Vol. 6, No. 14, 154–169. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1605.0320>
23. Altman, E.I., Iwanicz-Drozdowska, M., Laitinen, E.K., Suvas, A. (2017). Financial distress prediction in an inter-national context: A review and empirical analysis of Altman's z-score model. *Journal of International Financial Management & Accounting*, Vol. 28, Issue 2, 131–171. <https://doi.org/10.1111/jifm.12053>
24. Melon, P. (2022). Predykcja upadłości przedsiębiorstw — przykład Monnari Trade S. A. *Ekonomia Międzynarodowa*, No. 33, 45–54. <https://doi.org/10.18778/2082-4440.33.02>
25. Siddiqui, S. (2012). Business Bankruptcy Prediction Models: A Significant Study of the Altman's Z-Score Model. *Asian Journal of Management Research*, Vol. 3, Issue 1, 212–219. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2128475>
26. Takahashi, M., Taques, F., Basso, L. (2018). Altman's Bankruptcy Prediction Model: Test on a Wide Out of Business Private Companies Sample. *iBusiness*, Vol. 10, No. 1, 21–39. <https://doi.org/10.4236/ib.2018.101002>
27. Ciampi, F., Giannozzi, A., Marzi, G., Altman, E. I. (2021). Rethinking SME default prediction: A systematic literature review and future perspectives. *Scientometrics*, Vol. 126, 2141–2188. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03856-0>
28. Altman, E.I., Iwanicz-Drozdowska, M., Laitinen, E.K., Suvas, A. (2020). A Race for Long Horizon Bankruptcy Prediction. *Applied Economics*, Vol. 52, Issue 37, 4092–4111. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1730762>
29. Gluzhneva, A.S. (2023). Assessing the reliability of accounting information and factors influencing the degree of reliability of financial analysis results. *Economy and Business: Theory and Practice*, No. 2, 109–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2023-2-109-113>
30. Altman, E., Haldeman, R., Narayanan, R. (1977). ZETA Analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 1, Issue 1. 29–54. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(77\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(77)90017-6)
31. Naumov, I.V., Bychkova, A.A., Nikulina, N.L. (2024). Theoretical and methodological approach to assessing the probability of bankruptcy of enterprises of industries of economy. *Financial Journal*, No. 6, 24–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2024-6-24-41>
32. Naumov, I.V., Bychkova, A.A., Nikulina, N.L., Sedelnikov, V.M. (2024). Evaluation of bankruptcy prospects of industries of the Sverdlovsk region. *Finance: Theory and Practice*, Vol. 28, No. 4, 181–192. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2024-28-4-181-192>
33. Krasnykh, S.S. (2024). Scenarios of development of foreign trade activity of the Russian Federation in the conditions of sanctions restrictions. *Journal of Wellbeing Technologies*, Vol. 52, No. 1, 1–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.18799/26584956/2024/1/1691>
34. Krasnykh, S.S. (2022). Scenario modeling of the development of foreign trade activities in the Sverdlovsk region. *Russian Foreign Economic Bulletin*, No. 8, 105–118. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-8-105-118>
35. Naumov, I.V., Nikulina, N.L., Bychkova, A.A. (2024). Scenario approach to modeling the risks of bankruptcy of enterprises of industries. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, Vol. 17, No. 2, 166–186. (In Russ.). <https://doi.org/10.15838/esc.2024.2.92.9>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ilya Viktorovich Naumov

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Modelling of Spatial Development of Territories, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2464-6266> e-mail: naumov.iv@uiec.ru

Anna Andreevna Bychkova

Junior Researcher, Laboratory of Modelling of Spatial Development of Territories, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8676-5298> e-mail: bychkova.aa@uiec.ru

Natalia Leonidovna Nikulina

Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Modelling of Spatial Development of Territories, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6882-3172> e-mail: nikulina.nl@uiec.ru

ACKNOWLEDGMENTS

The research was supported by the grant of the Russian Science Foundation № 24-28-00704 “Scenario modeling and forecasting of bankruptcy risks of industries in the Sverdlovsk region” (<https://rscf.ru/project/24-28-00704/>).

FOR CITATION

Naumov, I.V., Bychkova, A.A., Nikulina, N.L. (2025). Scenario-Based Forecasting of Bankruptcy Risks for Woodworking Industry Enterprises in the Sverdlovsk Region. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 24, No. 2, 555–583. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2025.24.2.019>

ARTICLE INFO

Received February 11, 2025; Revised March 4, 2025; Accepted March 12, 2025.

