

DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-3-94-108

УДК 336(045)

JEL G32, C51, C53

## Моделирование события банкротства компаний, связанных с бизнес-группой

В.В. Лопатенко<sup>а</sup>, А.М. Карминский<sup>б</sup><sup>а, б</sup> НИУ ВШЭ, Москва, Россия;<sup>а</sup> ПАО «Сбербанк», Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Цель** исследования – определение влияния бизнес-группы на оценку кредитоспособности заемщика, а также выявление наиболее значимых факторов кредитного риска. Несмотря на то что тематика оценки кредитоспособности находит широкое распространение как в отечественной, так и в зарубежной литературе, аспект влияния консолидированной группы в контексте данной проблемы практически не упоминается. Авторы используют статистический **метод** моделирования с применением логистической регрессии. Переменные модели построены на основании ежегодной финансовой отчетности как отдельных компаний, так и бизнес-групп. Для отбора факторов и построения модели использованы подходы, применяемые в статистике и машинном обучении для получения несмещенных и эффективных оценок, независимых от выборки, порождающей эти оценки. Проанализированы данные 8691 компании, предоставляющих ежегодную финансовую отчетность в соответствии с российскими стандартами бухгалтерской отчетности с 2015 по 2021 г. Общий объем выборки составил 22 201 наблюдение. Количество событий банкротства в выборке – 238 наблюдений. В качестве информации о группе использованы переменные, рассчитанные по консолидированной финансовой отчетности в соответствии с международными стандартами. Рассмотрены и систематизированы различные взгляды на понятия «бизнес-группа» и «холдинг» в отечественной литературе. Приведены особенности поведения компаний, объединенных в группы. Выявлены переменные, связанные с бизнес-группой, значимые в оценке вероятности события банкротства отдельных компаний. Приводятся различные специфические аспекты деятельности компаний, связанных с группой. Для подтверждения ряда гипотез строится статистическая модель, которая подвергается верификации и анализу. Для определения значимого ухудшения кредитоспособности компании используется событие банкротства. Сделан **вывод**, что использование данных отчетности групп позволяет увеличить качество предсказания модели для компаний, связанных с бизнес-группой.

**Ключевые слова:** кредитный риск; банкротство; факторы риска банкротства; бизнес-группа; холдинг; МСФО; логистическая регрессия; машинное обучение

**Для цитирования:** Лопатенко В.В., Карминский А.М. Моделирование события банкротства компаний, связанных с бизнес-группой. *Финансы: теория и практика*. 2023;28(3):94-108. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-28-3-94-108

### ORIGINAL PAPER

## Simulation of the Bankruptcy Event of Companies Associated with a Business Group

V.V. Lopatenko<sup>а</sup>, A.M. Karminsky<sup>б</sup><sup>а, б</sup> National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia;<sup>а</sup> PJSC Sberbank, Moscow, Russia

### ABSTRACT

The **purpose** of the study is to determine the influence of a business group on the assessment of the borrower's creditworthiness, as well as to identify the most significant credit risk factors. Despite the fact that creditworthiness assessment is widely disseminated in both domestic and foreign literature, the impact of the consolidated group in the context of this problem is practically not mentioned. The authors use a statistical modeling **method** using logistic regression. The variable models are based on the annual financial statements of both individual companies and business groups. To select factors and build a model, approaches used in statistics and machine learning were used to obtain unbiased and effective estimates, independent of the sample generating these estimates. **Analyzed data** of 8691 companies providing annual financial statements in accordance with Russian accounting standards from 2015 to 2021. The total sample size was 22 201 observations. The number of bankruptcy events in the sample is 238 observations. Variables calculated from consolidated financial statements in accordance with international standards were used as information about the group. Various views on the concepts of "business group" and

“holding” in the domestic literature are considered and systematized. Features of the behavior of companies united in groups are given. Variables associated with the business group that are significant in assessing the probability of bankruptcy of individual companies have been identified. Various specific aspects of the activities of companies associated with the group are mentioned. A statistical model is constructed to confirm a number of hypotheses, which is subject to verification and analysis. The bankruptcy event is used to determine the significant deterioration of a company’s creditworthiness. It is **concluded** that the use of group reporting data can improve the quality of model prediction for companies associated with a business group.

**Keywords:** credit risk; bankruptcy; bankruptcy risk factors; business group; holding; IFRS; logistic regression; machine learning

**For citation:** Lopatenko V.V., Karminsky A.M. Simulation of the bankruptcy event of companies associated with a business group. *Finance: Theory and Practice*. 2024;28(3):94-108. (In Russ.). DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-3-94-108

## ВВЕДЕНИЕ

### Различные взгляды на определение группы компаний

Существуют особые категории компаний, оценка кредитоспособности которых в отрыве от внешних факторов не всегда дает достоверную оценку текущего экономического состояния. В одну из таких категорий можно выделить компании, аффилированные с группой. Единого взгляда на определение группы компаний в российском законодательстве или литературе нет. Так, например, согласно международным стандартам финансовой отчетности (IFRS) 10 «Консолидированная финансовая отчетность» (далее МСФО 10), группа компаний представляет собой материнскую компанию и все ее дочерние предприятия. Под материнской компанией понимается предприятие, которое контролирует одну или несколько дочерних компаний посредством:

- прав, предоставляющих возможность управлять значимой деятельностью дочерней компании;
- мажоритарной доли в дочерней компании, предоставляющей права голоса в объеме, достаточном для определения операционной и финансовой политики;
- возможности использовать свои полномочия в отношении компании с целью оказания влияния на величину дохода инвестора — материнской компании.

С другой стороны, в российских стандартах бухгалтерской отчетности отсутствуют понятия «группа» и «консолидированная отчетность». В соответствии с требованиями Федерального закона от 27.07.2010 № 208-ФЗ (ред. от 26.07.2019, с изм. от 07.04.2020) «О консолидированной финансовой отчетности» консолидированная отчетность составляется согласно стандартам МСФО и обязательна только для узкого круга юридических лиц — банков, страховых и публичных компаний.

Тем не менее для банков законодательно закреплено понятие «банковская группа», под которым понимается объединение юридических лиц (далее — ЮЛ), в котором одно или несколько ЮЛ находятся под контролем либо значительным влиянием одной кредитной организации<sup>1</sup>. При этом определения понятий «контроль» и «влияние» ссылаются на таковые в соответствии с МСФО.

Чуть более широкое распространение получило понятие «холдинг», употребляющееся зачастую в синонимичном значении с понятием «группа компаний». Несмотря на то что оно также не находит отражения в российском законодательстве, существует немало работ, определяющих холдинг, как группу лиц, в которых холдинговая компания вправе управлять деятельностью других участников холдинга в силу преобладающего участия в их уставном капитале либо иным образом [1–3]. Так или иначе, в литературе можно найти много толкований значения этой сущности, однако все они сводятся к нескольким общим, присущим всем из них чертам:

- 1) наличие материнской (независимой) и дочерних (зависимых) компаний;
- 2) наличие контроля или влияния со стороны материнской компании в отношении дочерних;
- 3) иногда также выделяется причастность к общему виду деятельности.

Заметим, что эти критерии приводят нас к очень близкому определению, уже данному стандартом МСФО 10.

Резюмируя вышесказанное, можно выделить критерии, характерные как для понятия «группа компаний», так и для понятия «холдинг» (табл. 1).

## ОСОБЕННОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ В РАМКАХ БИЗНЕС-ГРУПП

Формализовав определение аффилированных с группой компаний, необходимо выделить спе-

<sup>1</sup> Федеральный закон от 02.12.1990 № 395-1 (ред. от 29.12.2022) «О банках и банковской деятельности».

## Критерии бизнес-группы / Business Group Criteria

| Критерий / Criterion                                                                                | Совместимость с понятием «холдинг» / Compatibility with the concept of "holding" | Совместимость с понятием «группа компаний» / Compatibility with the concept of "group of companies" |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наличие материнской и дочерних компаний                                                             | Да                                                                               | Да                                                                                                  |
| Контроль со стороны материнской компании                                                            | Да                                                                               | Да                                                                                                  |
| Критерии контроля: доминирующая доля в уставном капитале, выполнение функций исполнительного органа | Да                                                                               | Да                                                                                                  |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

цифические для них факторы поведения. Среди наиболее характерных можно выделить следующие:

1. Аффилированные с группой фирмы могут пользоваться внутренними ресурсами для преодоления трудностей в получении доступа к внешним источникам финансирования [4]. Подобный обмен ресурсами внутри группы часто выходит за рамки финансовых ресурсов группы и является важным фактором, определяющим результат деятельности фирмы [5].

2. Группы можно рассматривать как совокупность неявных соглашений, посредством которых аффилированные с группой компании поддерживают друг друга по мере необходимости. Благодаря этим взаимным соглашениям, группы эффективно вовлечены в процесс распределения риска, тем самым предотвращая дефолт отдельных участников, подверженных временному дефициту ликвидности [6].

Исходя из вышесказанного, групповая аффилированность и модель поведения компании внутри группы играют важную роль в оценке кредитного риска компаний, входящих в группу. Однако это также зависит от ряда факторов, связанных, например, с ролью компании в группе, ее долей в финансовом результате бизнеса, структуры собственности.

Еще одна важная характеристика таких компаний заключается в том, что владельцы могут осуществлять контроль над большим числом компаний, сдерживая их подверженность риску посредством ограниченной ответственности — так как материнские компании могут не нести ответственности за обязательства их дочерних компаний и могут принять решение не поддерживать дочернюю компанию в трудной ситуации, когда это дорого обходится для всей группы компаний

(так называемая опция выборочного дефолта). Материнские компании придерживаются такого стратегического поведения, в соответствии с которым стремятся намеренно использовать ограниченную ответственность, чтобы оградить себя от обязательств своих дочерних компаний. Поэтому маловероятно, что эти компании смогут выручить свои дочерние компании, оказавшиеся в затруднительном финансовом положении. Подобная модель ведения бизнеса рассмотрена в некоторых статьях. В соответствии с ней бенефициар создает несколько фирм, подконтрольных только ему, и путем распределения активов, прибыли и убытков уходит от налогов и приводит к банкротству фирмы, являющиеся центрами долгов [7]. Следуя этим аргументам, связанность с группой не должна, по сути, иметь значения для предсказания дефолта.

С другой стороны, суды по делам о банкротстве могут быть подняты на уровень материнской компании, и в этом случае последние могут понести ответственность за долги дочерних компаний. Более того, дефолт дочерней компании может подвергнуть материнскую дополнительным нетривиальным расходам, связанным с репутационными рисками/ограничением доступа к капиталу, и таким образом сгенерировать череду дефолтов внутри группы. В результате этих расходов и вероятности эскалации материнская компания все же может принять решение поддержать дочернюю, и с этой стороны аффилированность с группой уже будет иметь значение в контексте вероятности выхода компании в дефолт [8].

### ОПИСАНИЕ ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ СОБЫТИЯ БАНКРОТСТВА

Для моделирования события банкротства компании, связанной с группой, была построена

модель на объединенных финансовых данных: как группы, так и самой компании. В качестве отчетности группы использовалась консолидированная отчетность по стандарту МСФО, для отчетностей отдельных компаний использовалась отчетность, составленная по российским стандартам бухгалтерского учета.

Связанные с группой компании были определены как компании, на которые соответствующий эмитент МСФО способен оказывать значительное влияние. Оно проявляется в наличии одной из следующих связей между компаниями:

- наличие контрольного пакета акций контролирующей компании у зависимой;
- возможность управлять значимой деятельностью зависимой компании;
- ситуация, в которой у контролирующей и зависимой компании общий генеральный директор;
- ситуация, в которой генеральный директор контролирующей компании является учредителем зависимой.

Моделируемое событие было определено как принятие арбитражным судом заявления о возбуждении в отношении компании процедуры банкротства в течение года после отчетной даты. Для этого были использованы данные по арбитражным делопроизводствам. Под инициацией процедуры банкротства понималось принятие судом заявления о признании должника банкротом, при этом, если заявление было возвращено истцу, было принято считать, что событие не произошло. Из выборки также исключались наблюдения, по которым на отчетную дату уже была инициирована процедура банкротства.

Для моделирования были использованы риск-факторы, рассчитанные с помощью соответствующих показателей отчетности компаний. Все факторы условно можно разделить на несколько групп, в зависимости от того, какой аспект экономической деятельности заемщика они характеризуют:

- кредитоспособность — факторы, имеющие в расчете статьи, связанные с заемными обязательствами;
- размер — факторы, опирающиеся на выручку или активы компании;
- рентабельность — факторы, в расчете которых различные виды прибыли соотносятся с другими статьями отчетности;
- ликвидность — факторы, характеризующие способность компании иметь оперативный доступ к денежным средствам;

- финансовая стабильность — факторы, оперирующие статьями собственного капитала и баланса;

- активность и обороты — факторы, демонстрирующие финансовый результат компании в динамике.

Полный список факторов представлен в *табл. 2*.

Для полного списка показателей был проведен независимый анализ факторов, позволяющий провести оценку ранжирующей способности и стабильности базовой модели, построенной на одном факторе. На основании такого анализа был произведен выбор списка факторов, удовлетворяющих критериям стабильности и предсказательной силы, на основании которого далее были оценены корреляции, произведен отбор признаков и построена финальная модель.

Для оценки дискриминирующей способности модели использовался индекс Джини<sup>2</sup>, описывающий, насколько корректно модель упорядочивает наблюдения от лучшего к худшему.

Далее подробно описан поэтапный процесс построения модели.

#### Формирование выборки для моделирования

За основу выборки были использованы компании — эмитенты финансовой отчетности в соответствии с международными стандартами. В выборку были добавлены все такие компании, имеющие хотя бы одну опубликованную с 2016 г. отчетность. Методологически было принято считать, что данные компании представляют собой материнскую компанию группы компаний, в то время как показатели соответствующей отчетности представляют собой результаты финансовой деятельности группы.

Далее были найдены связанные с ними компании, публикующие результаты финансовой деятельности в соответствии с российскими стандартами бухгалтерской отчетности, при этом были исключены компании, находящиеся в процедуре банкротства. Для каждой компании был определен индикатор срабатывания целевого события. В *табл. 3* приведен ознакомительный фрагмент выборки для моделирования.

Характеристики собранной выборки приведены в *табл. 4*.

<sup>2</sup> Коэффициент Джини. Из экономики в машинное обучение. Хабр. Блог компании Open Data Science. URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/350440/> (дата обращения: 10.12.2022).

## Полный список факторов / Long List of Factors

| Код фактора / Factor code | Описание фактора / Description                                        |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| prof_bt看_rev              | Отношение прибыли до налогов к выручке                                |
| prof_bt看_bal              | Отношение прибыли до налогов к величине баланса                       |
| prof_bt看_turn             | Отношение прибыли до налогов к оборотным активам                      |
| prof_net_rev              | Отношение чистой прибыли к выручке                                    |
| prof_net_bal              | Отношение чистой прибыли к величине баланса                           |
| prof_net_turn             | Отношение чистой прибыли к оборотным активам                          |
| liq_abs                   | Абсолютная ликвидность                                                |
| liq_inst                  | Мгновенная ликвидность                                                |
| liq_cur                   | Текущая ликвидность                                                   |
| liq_short                 | Короткая ликвидность                                                  |
| liq_mid                   | Средняя ликвидность                                                   |
| debt_bal                  | Отношение долга компании к величине баланса                           |
| cur_asset_bal             | Отношение оборотных активов к величине баланса                        |
| bal_long_liab             | Отношение баланса компании к долгосрочным обязательствам              |
| notrnvr_asset_long_liab   | Отношение внеоборотных активов компании к долгосрочным обязательствам |
| profit_debt               | Отношение чистой прибыли к долгу                                      |
| profit_net_debt           | Отношение чистой прибыли к чистому долгу                              |
| profit_liab               | Отношение чистой прибыли к обязательствам компании                    |
| profit_net_liab           | Отношение чистой прибыли к чистым обязательствам компании             |
| profit_bt看_debt           | Отношение прибыли до налогов к долгу                                  |
| profit_bt看_net_debt       | Отношение прибыли до налогов к чистому долгу                          |
| profit_bt看_liab           | Отношение прибыли до налогов к обязательствам компании                |
| profit_bt看_net_liab       | Отношение прибыли до налогов к чистым обязательствам компании         |
| debt_rev                  | Отношение долга компании к выручке                                    |
| net_debt_rev              | Отношение чистого долга компании к выручке                            |
| liab_rev                  | Отношение обязательств компании к выручке                             |
| net_liab_rev              | Отношение чистых обязательств компании к выручке                      |
| debt_due_turn             | Оборачиваемость дебиторской задолженности                             |
| acc_due_turn              | Оборачиваемость кредиторской задолженности                            |
| cash_rev                  | Отношение величины денежных средств к выручке                         |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.



Таблица 3 / Table 3

## Ознакомительный фрагмент выборки для моделирования / Introductory Sample Passage for Modeling

| Название поля /<br>Field name | Наблюдение 1 /<br>Observation 1 | Наблюдение 2 /<br>Observation 2 | Наблюдение 3 /<br>Observation 3 | Наблюдение 4 /<br>Observation 4 |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| inn_num                       | 5 003 050 143                   | 5 030 076 824                   | 5 911 063 420                   | 5 444 100 990                   |
| report_dt                     | 2021-01-01                      | 2022-01-01                      | 2018-01-01                      | 2018-01-01                      |
| prof_bt看_rev                  | 768                             | -836                            | 0,016457                        | 0,03806                         |
| prof_bt看_bal                  | 0,001463                        | -0,01739                        | 0,118958                        | 0,127227                        |
| prof_bt看_turn                 | 0,108367                        | -0,05188                        | 0,10019                         | 0,184778                        |
| prof_net_rev                  | 614,25                          | -836                            | 0,010861                        | 0,02963                         |
| prof_net_bal                  | 0,00117                         | -0,01739                        | 0,078506                        | 0,099045                        |
| prof_net_turn                 | 0,108367                        | -0,05188                        | 0,10019                         | 0,184778                        |
| liq_abs                       | 187                             | 873                             | 1094                            | 4679                            |
| liq_inst                      | 187                             | 873                             | 1094                            | 3729                            |
| liq_cur                       | 22 673                          | 16 115                          | 28 436                          | 17 632                          |
| liq_short                     | 22 673                          | 16 115                          | 26 372                          | 16 086                          |
| liq_mid                       | 22 673                          | 16 115                          | 28 425                          | 17 632                          |
| debt_bal                      | 0,050783                        | 0                               | 0                               | 0                               |
| cur_asset_bal                 | 0,010801                        | 0,335205                        | 0,783577                        | 0,536025                        |
| bal_long_liab                 | 19,69147                        | 48 075                          | 36 290                          | 32 894                          |
| notrnvr_asset_long_liab       | 19,47879                        | 31 960                          | 7854                            | 15 262                          |
| profit_debt                   | 0,023048                        | -836                            | 2849                            | 3258                            |
| profit_net_debt               | 819                             | -836                            | 2849                            | 3258                            |
| profit_liab                   | 0,023048                        | -836                            | 2849                            | 3258                            |
| profit_net_liab               | 819                             | -836                            | 2849                            | 3258                            |
| profit_bt看_debt               | 0,028817                        | -836                            | 4317                            | 4185                            |
| profit_bt看_net_debt           | 1024                            | -836                            | 4317                            | 4185                            |
| profit_bt看_liab               | 0,028817                        | -836                            | 4317                            | 4185                            |
| profit_bt看_net_liab           | 1024                            | -836                            | 4317                            | 4185                            |
| debt_rev                      | 26 651                          | 0                               | 0                               | 0                               |
| net_debt_rev                  | 26 604,25                       | -873                            | -0,00417                        | -0,03391                        |
| liab_rev                      | 26 651                          | 0                               | 0                               | 0                               |
| net_liab_rev                  | 26 604,25                       | -873                            | -0,00417                        | -0,03391                        |
| debt_due_turn                 | 5621,5                          | 15 242                          | 0,096361                        | 0,103741                        |
| acc_due_turn                  | 113                             | 14 400                          | 0,069124                        | 0,046109                        |
| cash_rev                      | 46,75                           | 873                             | 0,00417                         | 0,033913                        |
| report_type                   | RSBU                            | RSBU                            | RSBU                            | RSBU                            |
| bank_flag                     | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               |
| cg_inn_num                    | 7751 188 020                    | 7718 560 636                    | 6 607 000 556                   | 4 205 003 440                   |
| prof_bt看_rev_cg               | 97,97468                        | 0,107876                        | 0,201286                        | 0,068                           |
| prof_bt看_bal_cg               | 0,085656                        | 0,087471                        | 0,059612                        | 0,100137                        |
| prof_bt看_turn_cg              | 2,378571                        | 0,231876                        | 0,123405                        | 0,168145                        |
| prof_net_rev_cg               | 84,3038                         | 0,106889                        | 0,145785                        | 0,05442                         |

Продолжение таблицы 3 / Table 3 (continued)

| Название поля /<br>Field name | Наблюдение 1 /<br>Observation 1 | Наблюдение 2 /<br>Observation 2 | Наблюдение 3 /<br>Observation 3 | Наблюдение 4 /<br>Observation 4 |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| prof_net_bal_cg               | 0,073704                        | 0,086671                        | 0,043175                        | 0,08014                         |
| prof_net_turn_cg              | 2,378571                        | 0,231876                        | 0,123405                        | 0,168145                        |
| liq_abs_cg                    | 0,348837                        | 0,214353                        | 2,142049                        | 1,944146                        |
| liq_inst_cg                   | 0,348837                        | 0,214353                        | 2,142049                        | 1,944146                        |
| liq_cur_cg                    | 65,11628                        | 1,434122                        | 4,79237                         | 4,480129                        |
| liq_short_cg                  | 39,95349                        | 0,385852                        | 2,777121                        | 3,20981                         |
| liq_mid_cg                    | 42,16279                        | 0,879116                        | 4,490951                        | 4,137845                        |
| debt_bal_cg                   | 0,016478                        | 0,431269                        | 0,271597                        | 0,370153                        |
| cur_asset_bal_cg              | 0,030987                        | 0,37378                         | 0,349867                        | 0,476613                        |
| bal_long_liab_cg              | 6,829491                        | 4,288029                        | 3,076                           | 2,984087                        |
| notrnvr_asset_long_liab_cg    | 6,617867                        | 2,685251                        | 1,999809                        | 1,561832                        |
| profit_debt_cg                | 4,472801                        | 0,200966                        | 0,158968                        | 0,216505                        |
| profit_net_debt_cg            | 2,22E + 09                      | 5,63E + 09                      | 4,28E + 09                      | 7,01E + 08                      |
| profit_liab_cg                | 0,501733                        | 0,175503                        | 0,108453                        | 0,18152                         |
| profit_net_liab_cg            | 2,22E + 09                      | 5,63E + 09                      | 4,28E + 09                      | 7,01E + 08                      |
| profit_btax_debt_cg           | 5,19812                         | 0,202823                        | 0,219488                        | 0,270529                        |
| profit_btax_net_debt_cg       | 2,58E + 09                      | 5,68E + 09                      | 5,9E + 09                       | 8,76E + 08                      |
| profit_btax_liab_cg           | 0,583095                        | 0,177125                        | 0,149741                        | 0,226814                        |
| profit_btax_net_liab_cg       | 2,58E + 09                      | 5,68E + 09                      | 5,9E + 09                       | 8,76E + 08                      |
| debt_rev_cg                   | 18,8481                         | 0,531874                        | 0,917069                        | 0,251358                        |
| net_debt_rev_cg               | 18,65823                        | 0,462974                        | 0,389038                        | 0,11091                         |
| liab_rev_cg                   | 168,0253                        | 0,609041                        | 1,344226                        | 0,299803                        |
| net_liab_rev_cg               | 167,8354                        | 0,540141                        | 0,816195                        | 0,159355                        |
| debt_due_turn_cg              | 21,55696                        | 0,055125                        | 0,15655                         | 0,091433                        |
| acc_due_turn_cg               | 5,936709                        | 0,115802                        | 0,061109                        | 0,089157                        |
| cash_rev_cg                   | 0,189873                        | 0,0689                          | 0,528031                        | 0,140448                        |
| bank_flag_cg                  | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               |
| target                        | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

**Выделение обучающей выборки**

В машинном обучении для оценки качества модели обычно используют так называемую отложенную или контрольную выборку. Идея состоит в том, чтобы получать оценки на одной выборке, называемой обучающей, а проверять на другой, тем самым подтверждая или опровергая гипотезу о наличии обобщающей способности полученной модели. Наряду с описанным подходом для подбора параметров модели, зачастую также ис-

пользуется способ разбиения, называемый стратифицированной кросс-валидацией на  $k$ -блоков, когда одну из выборок, обычно обучающую, разбивают  $k$  раз на обучающую и контрольную выборки, чтобы контрольные выборки между разбиениями не пересекались. При этом строят  $k$  моделей на каждой из выборок, которые верифицируются на каждой из контрольных выборок. Далее из полученных моделей отбирается лучшая, которая затем проверяется на контрольной

Таблица 4 / Table 4

## Характеристики выборки для моделирования / Modeling Sample Properties

| Характеристика / Property                                            | Значение / Value |
|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| Количество различных групп компаний                                  | 509              |
| Количество связанных компаний                                        | 8691             |
| Количество связанных компаний, для которых произошло целевое событие | 236              |
| Относительная частота события банкротства, %                         | 1,07%            |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

выборке, полученной из исходного разбиения [9]. Такой подход позволяет избежать переобучения модели и построения смещенных оценок.

В качестве контрольной выборки использовалась выборка, полученная выделением 25% выборки от исходной. При выделении применялась стратификация по целевой переменной.

## Преобразование факторов

Перед проведением отбора риск-факторов каждый фактор был преобразован, используя алгоритм WOE (англ. Weight of Evidence) преобразования [10, 11]. Согласно этому алгоритму, каждый фактор преобразовывается в категориальную переменную таким образом, чтобы для соседних категорий выполнялась гипотеза о статистически значимом различии между средними для выборок, представленных каждой из категорий. Далее для каждой из категорий вычисляется WOE — значение, соответствующее данной группе и следующей формуле:

$$WOE_i = \ln \left( \frac{Ngood_i / Ngood_{all}}{Nbad_i / Nbad_{all}} \right), \quad (1)$$

где  $WOE_i$  — значение показателя WOE для группы фактора с порядковым номером  $i$ ;  $Ngood_i$  — количество наблюдений, для которых событие банкротства не было реализовано, в группе фактора с порядковым номером  $i$ ;  $Ngood_{all}$  — общее количество наблюдений, для которых не было реализовано событие банкротства;  $Nbadi$  — количество наблюдений, для которых событие банкротства было реализовано, в группе фактора с порядковым номером  $i$ ;  $Nbad_{all}$  — общее количество наблюдений, для которых не было реализовано событие банкротства.

## Отбор факторов в модель

Для выделения наиболее стабильных и ранжирующих факторов в модели был использован вышеописанный механизм кросс-валидации на 3 блока. Предварительно из всей выборки для разработки была выделена обучающая выборка, составляющая 75% от исходного объема выборки. Далее в соответствии с алгоритмом она была последовательно разбита на 3 непересекающихся выборки для обучения, составляющих 75% от исходной выборки для обучения, и 3 непересекающихся контрольных выборки, составляющих, соответственно, 25% от исходной выборки для разработки, не пересекающихся между собой. Таким образом, итоговая проверка выполнялась на 3 независимых выборках, имеющих пустое пересечение с каждой из 3 остальных. На этапе независимого отбора факторов к каждому фактору для каждого из разбиений, полученного применением алгоритма стратифицированной кросс-валидации на 3 сегмента, выдвигались следующие требования:

- дискриминирующая способность не менее 5% Джини на обучающей выборке;
- дискриминирующая способность не менее 5% Джини на контрольной выборке;
- статистическая значимость построенной однофакторной регрессии на уровне 99% на обучающей выборке;
- статистическая значимость построенной однофакторной регрессии на уровне 99% на контрольной выборке;
- отсутствие явного переобучения фактора: изменение ранжирующей способности фактора в абсолютном выражении не более чем на 10 пунктов или не более чем на 20% в относительном выражении.

Для измерения уровня ранжирования использовался индекс Джини, он измеряется в шкале от 0 до 100%. Применительно к задачам бинарной



классификации он представляет собой степень расслоения двух классов каким-либо признаком. Используя в качестве признака предсказанные моделью вероятности, рассчитав индекс Джини, можно понять, какую долю выборки модель ранжирует корректно. Чем больше значение данного показателя — тем выше качество предсказания модели. Значение данного коэффициента достигает максимума при значении, равном единице, когда при достижении определенного значения предсказанной вероятности все наблюдения, принадлежащие к одному классу, окажутся меньше/не больше этого значения, а все наблюдения, принадлежащие ко второму классу, — не больше/меньше данного значения. Значение коэффициента Джини будет равно нулю, если для любого из заданных значений в полученном разбиении будут присутствовать оба класса в равных долях.

Для измерения статистической значимости коэффициента, полученного построением однофакторной регрессии, был использован тест Вальда [12], механизм применения которого заключается в расчете статистики:

$$Z_w = \frac{\hat{\beta}}{E_{st}(\hat{\beta})}, \quad (2)$$

где  $\hat{\beta}$  — полученное значение коэффициента перед переменной;  $E_{st}(\hat{\beta})$  — стандартная ошибка коэффициента регрессии.

Для полученного значения статистики было использовано соответствующее значение p-value, которое далее сравнивалось с пороговым значением в 0,01, при превышении которого фактор отсекался из дальнейшего анализа.

В результате были отобраны факторы, удовлетворяющие полученным критериям на каждом из пяти разбиений.

#### Изучение совместного влияния факторов

На данном этапе было исследовано взаимное влияние полученного списка факторов. Аналогично этапу независимого отбора факторов для выделения модельного списка факторов использовалась стратифицированная кросс-валидация на 3 непересекающихся сегмента. К списку факторов, полученному на предыдущем этапе, сперва была применена процедура исключения переменных на основании рассчитанных значений коэффициента корреляции Пирсона, затем применен алгоритм пошаговой регрессии. Список факторов, используемый для построения итоговой

модели, определялся на основании факторов, присутствующих в каждом из трех списков, полученных после применения алгоритма пошаговой регрессии.

Далее был проведен корреляционный анализ [13]. В случае, если для пары переменных значение коэффициента корреляции превышало 0,7, фактор, имеющий меньшее значение индекса Джини, исключался из дальнейшего рассмотрения.

Впоследствии был применен алгоритм пошаговой регрессии, который заключается в последовательном включении на каждом шаге наиболее статистически значимых факторов с последующим исключением на каждом шаге незначимых факторов. Статистическая значимость определяется на основании p-value, полученного на основании тестирования нулевой гипотезы о значимости нулю коэффициента линейной регрессии перед соответствующей переменной.

#### Построение модели

После изучения совместного влияния факторов и выделения списка факторов для моделирования была построена модель логистической регрессии. В Logit модели вероятность события определяется как:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-Z}}, \quad (3)$$

где

$$Z = \sum_i X_i \beta_i + \alpha, \quad (4)$$

где  $X_i$  — независимые факторы;  $\beta_i$  — соответствующие им коэффициенты регрессии;  $\alpha$  — свободный член.

В табл. 5 приведены характеристики построенной модели, а именно:

- значение коэффициентов регрессии перед соответствующими факторами;
- стандартные ошибки коэффициентов регрессии, используемые для проверки гипотезы о равенстве нулю значений коэффициентов;
- соответствующая нулевой гипотезе z-статистика, рассчитанная в соответствии с тестом Вальда;
- соответствующее статистике значение p-value.

Помимо факторов, построенных на финансовой отчетности компаний, в модель вошли показатели, рассчитанные на данных отчетности контролирующей компании. При этом один из них, а именно отношение долга группы к величине баланса, имеет второе по абсолютной величине значение коэффициента.

Таблица 5 / Table 5

## Характеристики построенной модели / Model Properties

| Фактор / Factor                                                   | Коэффициент / Coefficient value | Стандартная ошибка коэффициента / Standard error | z-статистика / Z-value | p-value |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|---------|
| Свободный член                                                    | -4,5339                         | 0,087                                            | -51,888                | 0,000   |
| Оборачиваемость дебиторской задолженности, WOE                    | -0,6841                         | 0,237                                            | -2,882                 | 0,004   |
| Отношение прибыли до налогов к величине баланса, WOE              | -0,5421                         | 0,142                                            | -3,826                 | 0,000   |
| Отношение долга группы к ее балансу, WOE                          | -1,2964                         | 0,299                                            | -4,338                 | 0,000   |
| Отношение прибыли до налогов группы к ее выручке, WOE             | -0,8544                         | 0,251                                            | -3,410                 | 0,001   |
| Отношение прибыли до налогов к чистым обязательствам, WOE         | -0,5720                         | 0,120                                            | -4,768                 | 0,000   |
| Отношение чистых обязательств к выручке, WOE                      | -0,8827                         | 0,129                                            | -6,825                 | 0,000   |
| Отношение внеоборотных активов к долгосрочным обязательствам, WOE | -1,9480                         | 0,504                                            | -3,864                 | 0,000   |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

Все коэффициенты являются значимыми на уровне 99%. Значение статистики хи-квадрат составило 248,44.

Значение индекса Джини на обучающей выборке для построенной модели составило 59,08%. Для оценки вклада групповых факторов они были исключены из модели, затем была проведена переоценка коэффициентов регрессии. Значение индекса Джини снизилось до 56,27%, что соответствует ухудшению дискриминационной способности на 5%.

#### Валидация и анализ построенной модели

После построения модели была проведена проверка адекватности и анализ построенной модели на предмет соответствия экономической логике на валидационной выборке. Выборка формировалась таким образом, чтобы компании, связанные с одной и той же группой, входили либо в обучающую, либо в контрольную выборку, поскольку такой подход исключает наличие за-

висимых наблюдений. Валидационная выборка имела следующие характеристики:

- размер выборки составлял 4709 наблюдений;
- количество наблюдений, для которых событие банкротства произошло, насчитывало 52 наблюдения.

Дискриминационная способность модели на валидационной выборке составила 53,44%. Аналогично обучающей выборке было проведено исключение групповых факторов и переоценка коэффициентов модели, что также привело к снижению индекса Джини до 51,73%. На рис. 1 представлено сравнение дискриминационной способности модели на обучающей и контрольной выборках.

Дискриминационная способность отдельных факторов представлена на рис. 2.

Наибольшую предсказательную способность имеют факторы «Отношение прибыли до налогов к величине баланса», «Отношение прибыли до налогов к чистым обязательствам», «Отношение

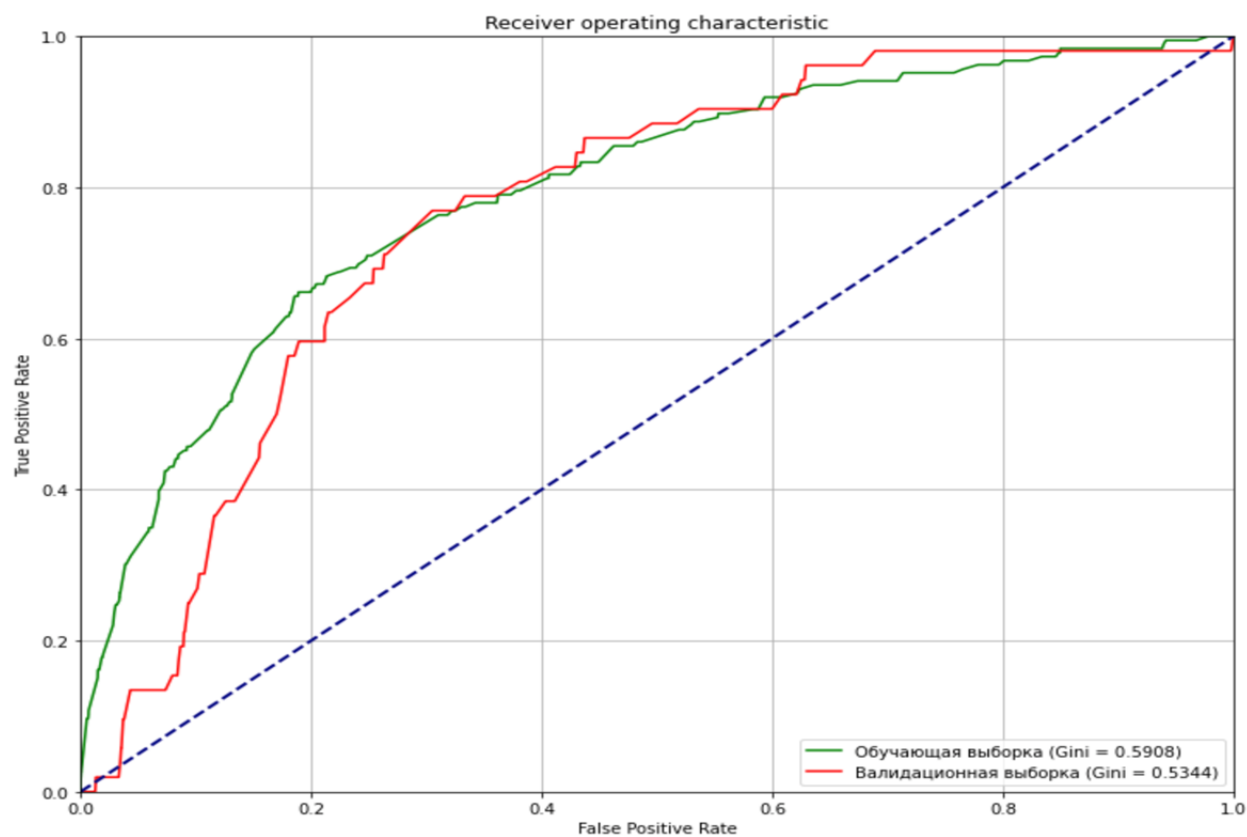


Рис. 1 / Fig. 1. Дискриминационная способность модели / Model Discriminatory Ability

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

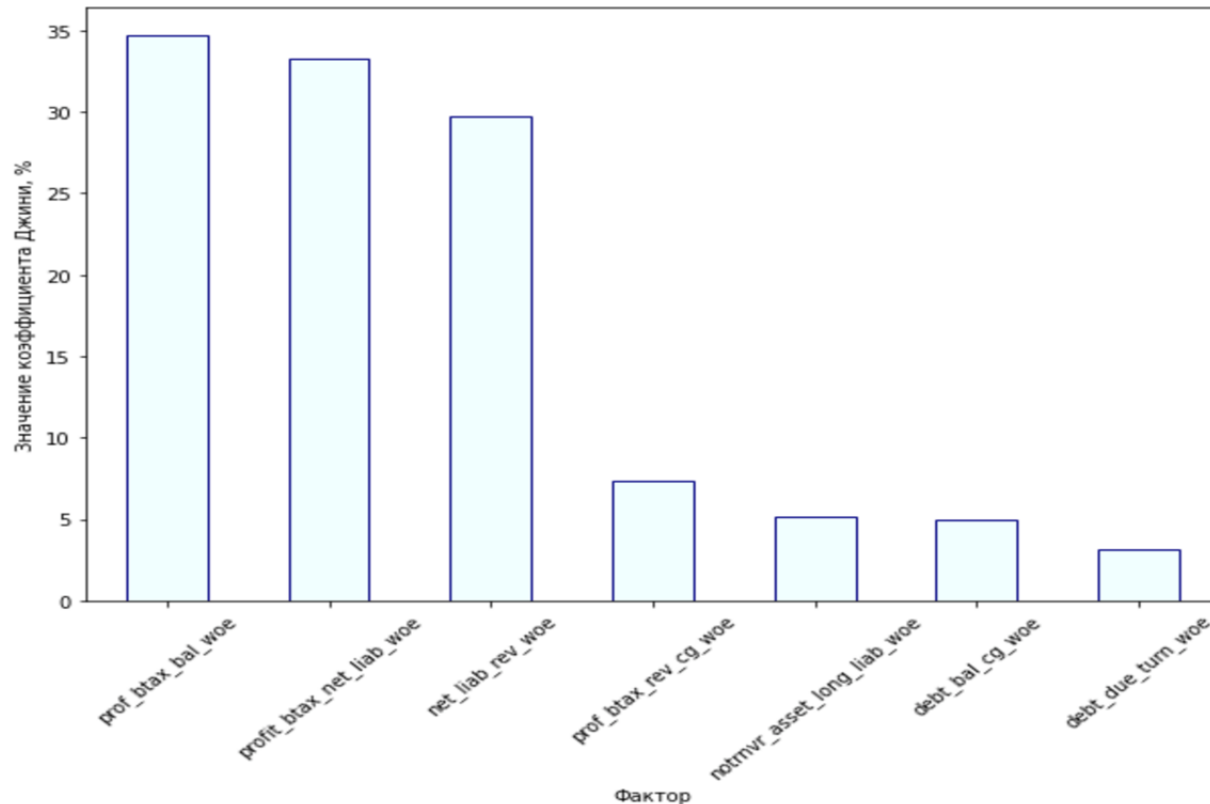


Рис. 2 / Fig. 2. Дискриминационная способность факторов / Discriminating Ability of Factors

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

Таблица 6 / Table 6

**Таблица значений WOE для фактора  
«Отношение прибыли до налогов к величине  
баланса» / Table of WOE Values for the Factor  
“Ratio of Profit Before Taxes to Balance Sheet”**

| Значение WOE /<br>WOE value | Относительная частота, % /<br>Relative frequency, % |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| -1,288797                   | 3,38                                                |
| -0,700082                   | 1,89                                                |
| 0,380075                    | 0,84                                                |
| 1,369820                    | 0,33                                                |

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

чистых обязательств к выручке». Необходимо отметить, что каждый из данных факторов независимо от других выявляет треть всех наблюдений, для которых целевое событие произошло. С точки зрения устойчивости модели — это положительный признак: так, например, в ситуации, когда при применении модели в одном из факторов будет иметь место сильный шум, модель окажется более устойчивой в сравнении с моделью аналогичной дискриминационной способности, построенной на одном доминирующем факторе. Подобная ситуация может произойти в ряде случаев:

- ручные ошибки при внесении отчетности в систему;
- неполадки в технической инфраструктуре;
- манипуляции с отдельными статьями финансовой отчетности.

Первый фактор представляет собой отношение налога на прибыль к величине баланса. С ростом значения данного фактора относительная частота появления моделируемого события возрастает последовательно с 0,32% до значения в 3,32%. Полученные значения WOE и соответствующие им относительные частоты представлены в табл. 6.

Стоит отметить, что максимальное значение среди всех попарных коэффициентов корреляции не превышает 0,7. Все факторы являются значимыми на 99%-ном уровне. Дополнительно проведен f-test на значимость уравнения регрессии [14], полученное значение статистики 29,86 соответствует  $p\text{-value} \ll 0,001$ , на основании чего был сделан вывод о значимости уравнения регрессии.

Дополнительно было исследовано качество работы модели только на тех наблюдениях, у которых контролирующая компания сама попала в процесс банкротства. Примечательно, что дискриминирующая способность модели, использующей групповые данные, в сравнении с моделью, которая не использует групповые показатели, выросла с 47,82 до 60,33% Джини. На рис. 3 представлены сравнительные кривые.

Говоря об экономической интерпретации данного явления, можно сказать, что факторы, построенные на отчетности контролирующей компании, также косвенно моделируют событие банкротства для этой компании. Банкротство материнской компании группы зачастую влечет эффект заражения — распространения события на другие компании. В трудной финансовой ситуации контролирующая компания, имея доступ к рынкам капитала зависимых компаний, использует их ресурсы для спасения собственного положения, что в результате с большой вероятностью влечет банкротство последних.

Из сравнения дискриминационных кривых наглядно видно, что вторая модель обладает большей полнотой, причем на всей области определения. Иными словами, какой бы мы не выбрали порог для срабатывания модели, вторая модель всегда будет определять большее количество «плохих» компаний, при этом всегда обладая меньшей долей ложных срабатываний. Данное свойство свидетельствует о повышении полноты модели, что может быть особенно важно в ряде ситуаций, когда ошибки первого и второго рода неравноценны.

## ВЫВОДЫ

На основании проведенного анализа был сделан вывод, что использование в модели информации из отчетности контролирующей компании приводит к увеличению ее дискриминирующей способности предсказания события банкротства. Предложенный подход может быть использован коммерческими банками для использования в рейтинговых моделях для компаний, имеющих связи с группой, по которым у банка нет достоверной информации о дефолтах компании. Также было показано, что построенная модель обладает большей полнотой в случае, когда событие банкротства установлено по материнской компании. Устанавливая различные пороговые значения, можно настраивать степень консервативности модели, регулируя при этом соотношение между ошибками первого и второго рода.

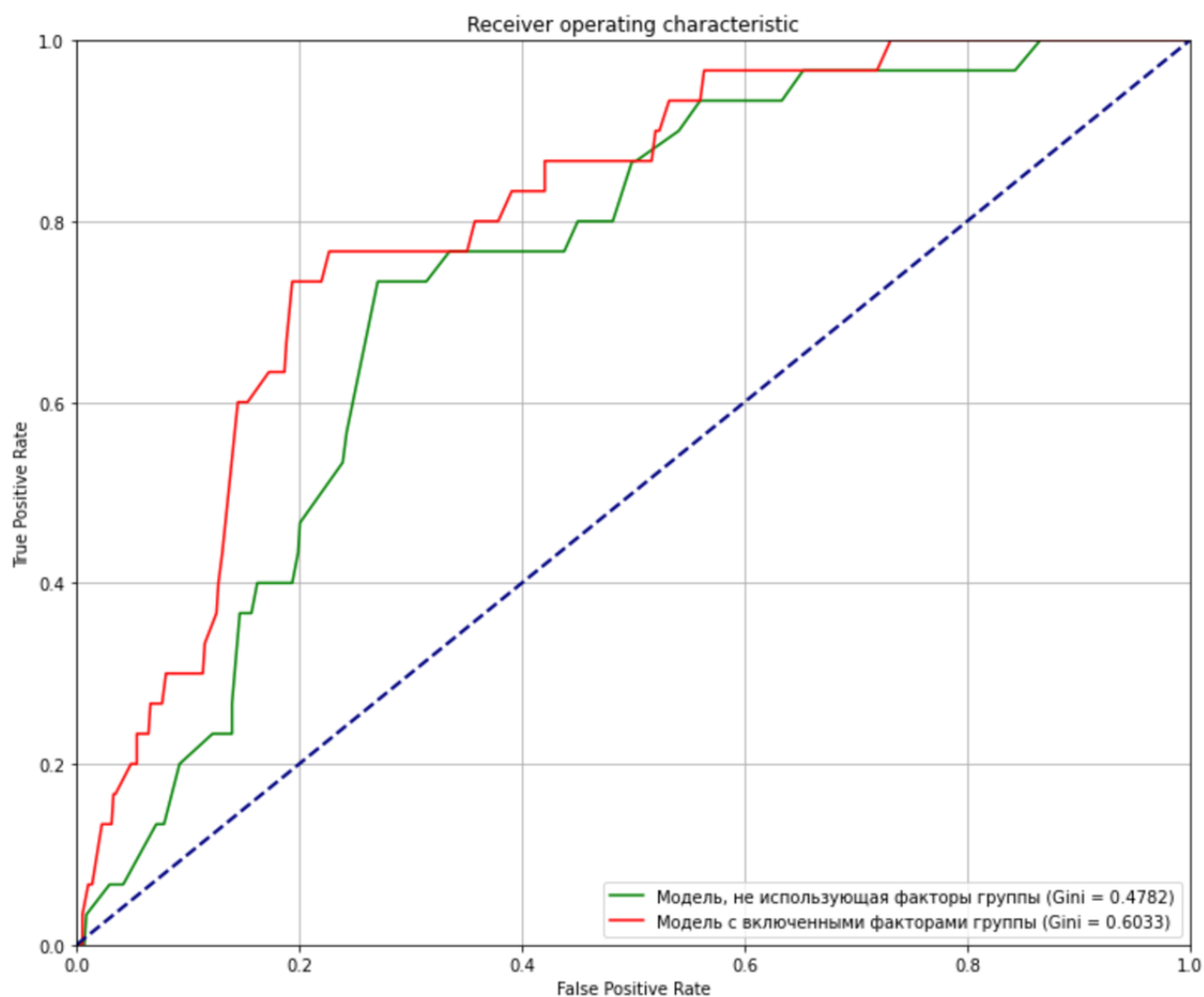


Рис. 3 / Fig. 3. Сравнение дискриминационной способности моделей в случае банкротства материнской компании / Comparison of the Discriminatory Ability of Models in the Bankruptcy of the Parent Company

Источник / Source: составлено авторами / Compiled by the authors.

Модель можно также улучшить, уточнив список факторов для каждой компании, в зависимости от ее роли в группе. На данный момент это остается нерешенной проблемой ввиду существования внутригрупповых операций между компаниями. Без дополнительных данных о денежных потоках между компаниями внутри группы нельзя говорить о расчете вклада отдельной компании в финансовый результат

группы и ее роли в ней. С другой стороны, подобные данные, возможно, позволят сегментировать выборку или же включить дополнительные факторы в модель, в зависимости от того, является ли компания, например, основным держателем активов группы или основной компанией, генерирующей прибыль, однако на данный момент это остается темой для будущих исследований.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ. НИУ ВШЭ, Москва, Россия.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This work/article is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University). National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березнев С.В., Барышев М.А. Понятие «холдинг» в России: определение сущности и содержания. *Мир экономики и управления*. 2012;12(1):109–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-holding-v-rossii-opredelenie-suschnosti-i-soderzhaniya> (дата обращения: 11.12.2022).
2. Корнеева Т.А., Шатунова Г.А. Корпоративные объединения и консолидированная финансовая отчетность. *Аудит и финансовый анализ*. 2006;(3):5–9. URL: <https://auditfin.com/fin/2006/3/Korneeva/Korneeva%20.pdf> (дата обращения: 15.12.2022).
3. Белых В.С., Берсункаев Г.Э. Холдинги и холдинговое законодательство в России. *Бизнес, менеджмент и право*. 2007;(1):86–88.
4. Claessens S., Fan J.P.H., Lang L.H.P. The benefits and costs of group affiliation: Evidence from East Asia. *Emerging Markets Review*. 2006;7(1):1–26. DOI: 10.1016/j.ememar.2005.08.001
5. Chang S.J., Hong J. Economic performance of group-affiliated companies in Korea: Intragroup resource sharing and internal business transactions. *Academy of Management Journal*. 2000;43(3):429–448. DOI: 10.2307/1556403
6. Beaver W.H., Cascino S., Correia M., McNichols M.F. Group affiliation and default prediction. *Management Science*. 2019;65(8):3559–3584. DOI: 10.1287/mnsc.2018.3128
7. Мкртчян Г.М. Привлечение бенефициаров бизнеса к субсидиарной ответственности. *Северо-Кавказский юридический вестник*. 2019;(3):122–129. DOI: 10.22394/2074-7306-2019-1-3-122-129
8. Khanna T., Yafeh T. Business groups and risk sharing around the world. *Journal of Business*. 2005;78(1):301–340. DOI: 10.1086/426527
9. Ghojogh B., Crowley M. The theory behind overfitting, cross validation, regularization, bagging, and boosting: Tutorial. arXiv:1905.12787. 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1905.12787
10. Моргунов А.В. Моделирование вероятности дефолта инвестиционных проектов. *Корпоративные финансы*. 2016;10(1):23–45. DOI: 10.17323/j.jcfr.2073-0438.10.1.2016.23-45
11. Siddiqi N. Credit risk scorecards: Developing and implementing intelligent credit scoring. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2006. 208 p.
12. Полтерович В.М., ред. Стратегия модернизации российской экономики. СПб.: Алетейя; 2010. 424 с.
13. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. 6-е изд. М.: Дело; 2004. 576 с.
14. Карминский А.М., Фалько С.Г., ред. Контроллинг в банке. М.: Инфра-М; 2013. 288 с.
15. Карминский А.М., Костров А.В. Моделирование вероятности дефолта российских банков: расширенные возможности. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2013;(1):64–86.

## REFERENCES

1. Bereznev S.V., Baryshev M.A. The concept of “holding” in Russia: Determination of nature and content. *Mir ekonomiki i upravleniya = World of Economics and Management*. 2012;12(1):109–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-holding-v-rossii-opredelenie-suschnosti-i-soderzhaniya> (accessed on 11.12.2022). (In Russ.).
2. Korneeva T.A., Shatunova G.A. Corporate unions and the consolidated financial reporting. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*. 2006;(3):5–9. URL: <https://auditfin.com/fin/2006/3/Korneeva/Korneeva%20.pdf> (accessed on 15.12.2022). (In Russ.).
3. Belykh V.S., Bersunkaev G.E. Holdings and holding legislation in Russia. *Biznes, menedzhment i pravo = Business, Management and Law*. 2007;(1):86–88. (In Russ.).
4. Claessens S., Fan J.P.H., Lang L.H.P. The benefits and costs of group affiliation: Evidence from East Asia. *Emerging Markets Review*. 2006;7(1):1–26. DOI: 10.1016/j.ememar.2005.08.001
5. Chang S.J., Hong J. Economic performance of group-affiliated companies in Korea: Intragroup resource sharing and internal business transactions. *Academy of Management Journal*. 2000;43(3):429–448. DOI: 10.2307/1556403
6. Beaver W.H., Cascino S., Correia M., McNichols M.F. Group affiliation and default prediction. *Management Science*. 2019;65(8):3559–3584. DOI: 10.1287/mnsc.2018.3128
7. Mkrtchyan G.M. Some issues of bringing the controlling persons of the debtor to subsidiary liability. *Severo-Kavkazskii yuridicheskii vestnik = North Caucasus Legal Vestnik*. 2019;(3):122–129. (In Russ.). DOI: 10.22394/2074-7306-2019-1-3-122-129

8. Khanna T., Yafeh T. Business groups and risk sharing around the world. *Journal of Business*. 2005;78(1):301–340. DOI: 10.1086/426527
9. Ghojogh B., Crowley M. The theory behind overfitting, cross validation, regularization, bagging, and boosting: Tutorial. arXiv:1905.12787. 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1905.12787
10. Morgunov A. V. Modeling the probability of default of the investment projects. *Korporativnye finansy = Journal of Corporate Finance Research*. 2016;10(1):23–45. (In Russ.). DOI: 10.17323/j.jcfr.2073–0438.10.1.2016.23–45
11. Siddiqi N. Credit risk scorecards: Developing and implementing intelligent credit scoring. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2006. 208 p.
12. Polterovich V.M., ed. Strategy for modernizing the Russian economy. St. Petersburg: Aletheia; 2010. 424 p. (In Russ.).
13. Magnus Ya.R., Katyshev P.K., Peresetskii A. A. Econometrics. Initial course. 6<sup>th</sup> ed. Moscow: Delo; 2004. 576 p. (In Russ.).
14. Karminsky A.M., Fal'ko S.G., eds. Controlling in a bank. Moscow: Infra-M; 2013. 288 p. (In Russ.).
15. Karminsky A.M., Kostrov A.V. Modeling the default probabilities of Russian banks: Extended opportunities. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*. 2013;(1):64–86. (In Russ.).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS



**Валентин Васильевич Лопатенко** — аспирант экономической школы, НИУ ВШЭ, Москва, Россия; ведущий эксперт по исследованию данных, ПАО «Сбербанк», Москва, Россия

**Valentin V. Lopatenko** — PhD student at the School of Economics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; Leading Data Science Expert, Sberbank PJSC, Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-0256-0792>

Автор для корреспонденции / Corresponding author:

[vllopatenko@gmail.com](mailto:vllopatenko@gmail.com)



**Александр Маркович Карминский** — доктор экономических наук, профессор-исследователь школы финансов, НИУ ВШЭ, Москва, Россия

**Alexander M. Karminsky** — Dr. Sci. (Econ.), Research Prof., School of Finance, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-8943-4611>

[karminsky@mail.ru](mailto:karminsky@mail.ru)

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of Interest Statement: The authors have no conflicts of interest to declare.

Статья поступила в редакцию 10.04.2023; после рецензирования 14.05.2023; принята к публикации 25.05.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 10.04.2023; revised on 14.05.2023 and accepted for publication on 25.05.2023.

The authors read and approved the final version of the manuscript.