РАЗДЕЛ XXIV. ФОНДОВЫЕ И ВАЛЮТНЫЕ РЫНКИ

Болдырев М.А.

Анализ достоверности моделей оценки риска неисполнения обязательств компаний России по ценным бумагам, разработанных с помощью трехшаговой методики

*АНО ВО Самарский университет государственного управления
«Международный институт рынка»
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-07-2020-142

idsp: ljjournal-07-2020-142

Аннотация

Исследуется достоверность logit-модели и probit-модели оценки риска дефолта компаний России по облигациям, разработанных с помощью трехшаговой методики. Оценивается вероятность ошибки первого рода и ошибки второго рода при использовании разработанных моделей. Проводится сравнительный анализ достоверности разработанных logit-модели и probit-модели.

Ключевые слова: облигация, неисполнение финансовых обязательств, logit-модель, probit-модель

Abstract

The reliability of the logit-model and the probit-model for assessing the risk of default of Russian companies on bonds developed using the three-step methodology is analyzed. The probability of an error of the first kind and an error of the second kind when using the developed models is estimated. The comparative analysis of the reliability of the developed logit-model and probit-model is carried out.

Keywords: bond, default on financial obligations, logit-model, probit-model

Эмиссия облигаций проводится компаниями для привлечения финансирования. При инвестировании средств в корпоративные облигации инвесторы оценивают риск неисполнения финансовых обязательств компаний. В настоящее время инвесторами при оценке риска дефолта компаний России по ценным бумагам используются различные модели оценки финансовой устойчивости компаний российских и зарубежных авторов.

В работе [1] предложены logit-модель и probit-модель оценки риска дефолта российских компаний по облигациям, разработанные с помощью трехшаговой методики.

Целью данного исследования является анализ достоверности предложенных в работе [1] математических моделей.

При моделировании риска дефолта компаний России по ценным бумагам исследована выборка 96 компаний России, разместивших ценные бумаги на ПАО «Московская биржа» [2]. Из данной выборки 48 компаний допустили неисполнение обязательств на рынке ценных бумаг в течение года после даты, на которую анализируется финансовая отчетность компаний (т.н. «нестабильные» компании), другие 48 компаний полностью исполнили свои обязательства по ценным бумагам (т.н. «стабильные» компании). Проанализированы данные финансовой отчетности организаций за 2006 – 2015 г.г.

Для первичного отбора коэффициентов разрабатываемых моделей проведен применен метод исследования статистических гипотез (использованы критерий

Стьюдента и критерий Фишера), а также корреляционный анализ индикаторов финансового состояния компаний. Для ранжирования финансовых индикаторов по эффективности проводится регрессионный анализ - осуществляется построение парных регрессий по значениям исследуемых финансовых индикаторов. При построения logit-модели и probit-модели оценки риска неисполнения обязательств по ценным бумагам использован метод максимального правдоподобия.

При использовании разработанной logit-модели, учитывающий финансовые индикаторы работы компании в отчетном году t и в году, предшествующем отчетному, $t-1$, вероятность исполнения обязательств российских компаний по ценным бумагам определяется по формуле

$$R = 1 - \frac{e^Z}{1 + e^Z},$$

$$Z_{lg} = -1,53 + 1,1 \frac{B}{A} + 1,12 \frac{СК}{ВА} + 0,13 \frac{СК-ВА}{ОА} - 0,69 \frac{Проц_t - Проц_{t-1}}{Проц_{t-1}} + 1,1 \frac{B_t - B_{t-1}}{B_{t-1}} + \frac{ППР_t + ППР_{t-1}}{B_t + B_{t-1}} + 3,86 \frac{ЧП_t + ЧП_{t-1}}{C_t + C_{t-1}} + 1,68 \frac{ЧП_t + ЧП_{t-1}}{КО_t + КО_{t-1}}, \quad (1)$$

где B – величина выручки компании,

A – величина активов компании,

$СК$ – величина собственного капитала компании,

$ВА$ – величина внеоборотных активов компании,

$ОА$ – величина оборотных активов компании,

$Проц$ – проценты к уплате,

$ППР$ – прибыль компании от продаж,

$ЧП$ – чистая прибыль компании,

C – себестоимость продаж,

$КО$ – величина краткосрочных обязательств.

При использовании разработанной probit-модели вероятность исполнения обязательств российских компаний по ценным бумагам определяется по формуле

$$R = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{z^2}{2}} dz,$$

$$Z_{pb} = -1,07 + 1,13 \frac{B}{A} + 0,04 \frac{СК}{ВА} - 0,19 \frac{Проц_t - Проц_{t-1}}{Проц_{t-1}} + 0,61 \frac{B_{t-1} - B_{t-1}}{B_{t-1}} - 0,02 \frac{Y_t + Y_{t-1}}{Y_{t-1}} + 1,48 \frac{ППР_t + ППР_{t-1}}{B_t + B_{t-1}} + 2,75 \frac{ЧП_t + ЧП_{t-1}}{C_t + C_{t-1}} + 1,01 \frac{ЧП_t + ЧП_{t-1}}{КО_t + КО_{t-1}}, \quad (2)$$

где Y – величина убытка компании.

В работе [1], проведен анализ применимости разработанных моделей к оценке риска дефолта компаний России по облигациям. Использованы критерий Стьюдента, критерий Уилкоксона, критерий Крускала – Уоллиса и критерий Манна – Уитни. Согласно всем приведенным критериям, вероятность применимости разработанной logit-модели $p > 99\%$; вероятность применимости разработанной probit-модели к оценке риска дефолта компаний России по ценным бумагам $p > 99\%$.

В работе [1] также проведен анализ эффективности моделирования риска дефолта компаний России по ценным бумагам с применением разработанных моделей. Использован индекс эффективности моделирования, рассчитываемый по формуле

$$I_{эф} = \frac{M}{N} * 100, \quad (3)$$

где M – количество компаний, для которых с помощью модели однозначно и правильно определена высокая или низкая степень риска неисполнения обязательств на рынке ценных бумаг,

N – общее количество стабильных и “нестабильных” компаний в выборке.

Согласно полученным данным, эффективность моделирования риска дефолта компаний России при использовании разработанной logit-модели $I_{эф} = 86\%$, эффективность моделирования риска дефолта компаний России при использовании

разработанной probit-модели $I_{эф} = 84\%$. Данные значения индекса эффективности моделирования $I_{эф}$ превышают значения индекса эффективности моделирования, характеризующие достоверность других исследованных моделей оценки финансовой устойчивости компаний, примененных к оценке риска дефолта компаний России по облигациям [1].

Проводится анализ вероятности совершения ошибок первого и второго рода [3] при применении разработанных моделей к оценке риска дефолта компаний России по ценным бумагам. Исследуется выборка 96 компаний России, разместивших облигации на биржевом рынке [1].

Ошибка первого рода – это не принятое в результате применения модели правильное решение. Ошибка первого рода совершается, если стабильная компания в результате применения модели классифицируется как “нестабильная”, т.е. решение об инвестировании средств не принимается. Рассчитывается индекс ошибок первого рода I_1 , определяющий долю стабильных компаний в выборке, которые классифицируются в результате использования модели как “нестабильные”:

$$I_1 = \frac{K_1}{N} * 100, \quad (4)$$

где K_1 – количество стабильных компаний, которые классифицируются как “нестабильные” при использовании модели.

Ошибка второго рода – это принятое в результате использования модели неправильное решение. Ошибка второго рода совершается, если в результате применения модели “нестабильная” компания классифицируется как стабильная, т.е. принимается решение об инвестировании средств в облигации компании.

Рассчитывается индекс ошибок второго рода I_2 , определяющий долю “нестабильных” компаний в выборке, которые классифицируются в результате использования модели как стабильные:

$$I_2 = \frac{K_1}{N} * 100, \quad (5)$$

где K_1 – количество “нестабильных” компаний, которые классифицируются как стабильные при использовании модели.

Значения индекса ошибок первого рода I_1 и индекса ошибок второго рода I_2 , характеризующие достоверность разработанных logit-модели и probit-модели, примененных к оценке риска дефолта компаний России по ценным бумагам, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Анализ достоверности разработанных моделей, примененных к оценке риска дефолта компаний России по ценным бумагам

Математическая модель	Индекс эффективности моделирования, $I_{эф}$, %	Индекс ошибок первого рода, I_1 , %	Индекс ошибок второго рода, I_2 , %
Разработанная logit-модель	86	5	9
Разработанная probit-модель	84	8	8

Ошибка первого рода может привести к недополучению инвестором прибыли, если не принимается решение об инвестировании средств в облигации стабильной компании, т.к. данная компания классифицируется в результате применения модели как “нестабильная”. Ошибка второго рода может привести к убыткам при инвестировании, если принимается решение об инвестировании средств в облигации “нестабильной” компании, т.к. данная компания классифицируется в результате применения модели как стабильная. Согласно полученным данным, вероятность совершения ошибки второго рода превышает вероятность совершения ошибки первого рода как при использовании разработанной logit-модели, так и при использовании разработанной probit-модели.

Отметим, что при использовании разработанных моделей вероятность совершения ошибки как первого рода, так и второго рода не превышает 10%.

Согласно данным таблицы 1, вероятность совершения ошибки первого рода при использовании разработанной logit-модели $I_1 = 5\%$, вероятность совершения ошибки первого рода при использовании разработанной probit-модели $I_1 = 8\%$, что определяет большую эффективность моделирования риска дефолта компаний России по ценным бумагам с помощью разработанной logit-модели.

Таким образом, проведен анализ вероятности совершения ошибок первого и второго рода при использовании разработанных моделей оценки риска дефолта компаний России по ценным бумагам.

1. Дуплякин, В.М. Методика построения моделей оценки риска неисполнения обязательств на рынке ценных бумаг / В.М. Дуплякин, М.А. Болдырев // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – №38, Ч.3. – С. 16 – 27.
2. Официальный сайт ПАО «Московская биржа» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moex.com/> (дата обращения: 4.08.2019 г.).
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М., Высшая школа, 2003. – 479 с.