

## **СТРЕСС-ТЕСТ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ОТРАСЛИ)**

**Дранко О.И., Резчиков А.Ф., Дворяшина М.М.**  
*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,*  
*Россия, Москва ул. Профсоюзная д. 65*  
olegdranko@gmail.com, Rw4cy@mail.ru, dvoryashina@gmail.com

**Кушников В.А.**  
*ФГБУН ФИЦ «Саратовский научный центр Российской Академии Наук»,*  
*Россия, Саратов ул. Рабочая д. 24*  
Kushnikoff@iptmuran.ru

**Богомолов А.С.**  
*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский*  
*государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»*  
*Россия, Саратов ул. Астраханская д. 83*

*Институт проблем точной механики и управления – обособленное структурное*  
*подразделение ФГБУН ФИЦ «Саратовский научный центр Российской Академии Наук»,*  
*Россия, Саратов ул. Рабочая д. 24*  
Bogomolov@iptmuran.ru

*Аннотация: Предлагается метод нахождения допустимых изменений финансовых параметров для вывода предприятия из состояния прогнозируемого банкротства. Метод использует прогнозную модель для остатка денежных средств, из которой искомые изменения выражаются аналитически. Показан расчет для предприятий системообразующей отрасли.*

Ключевые слова: стресс-тестирование, критическое сочетание параметров, риск-менеджмент, финансовое прогнозирование, моделирование, обратная задача, движение денежных средств, операционная эффективность.

### **Введение**

В настоящее время мировая экономика подвергается большому риску рецессии. Современное её состояние характеризуется высокой степенью неопределенности. Факторы риска связаны со сложными процессами геополитического противодействия, адаптации к пандемии и как следствие – сдвигов экономического уклада различных стран.

Прошедший 2021 год для российской экономики оказался годом восстановления после бурного роста пандемии COVID-19 в 2020 году. Для иллюстрации этого мы проанализировали информацию об изменении выручки и чистой прибыли крупнейших российских организаций (см. рис. 1, табл. 1). При этом использована информация финансовой отчетности выборки 21 тыс. крупнейших организаций с выручкой более 1 млрд руб. (далее – выборка). В выборку включены только организации, информация о которых есть в открытых источниках. В качестве таких источников рассматривалась база финансовой отчетности Федеральной налоговой службы России и некоторые сайты публичных акционерных обществ.

Согласно данным финансовой отчетности выборки организаций, их суммарная выручка увеличилась с 142 трлн. руб. до 184 трлн. руб. (см. рис. 1, табл. 1). Прирост выручки сопоставимого круга организаций составил 29%. На рис. 1 и в табл. 1 приведена информация о выручке с детализацией по отраслям экономики согласно ОКВЭД-2. Основные отрасли экономики – это торговля, обрабатывающие производства, добыча полезных ископаемых. Прирост чистой прибыли по выборке организаций составил 160%. Таким образом, финансово-экономическое положение совокупности российских организаций выборки значительно укрепилось за 2021 г.

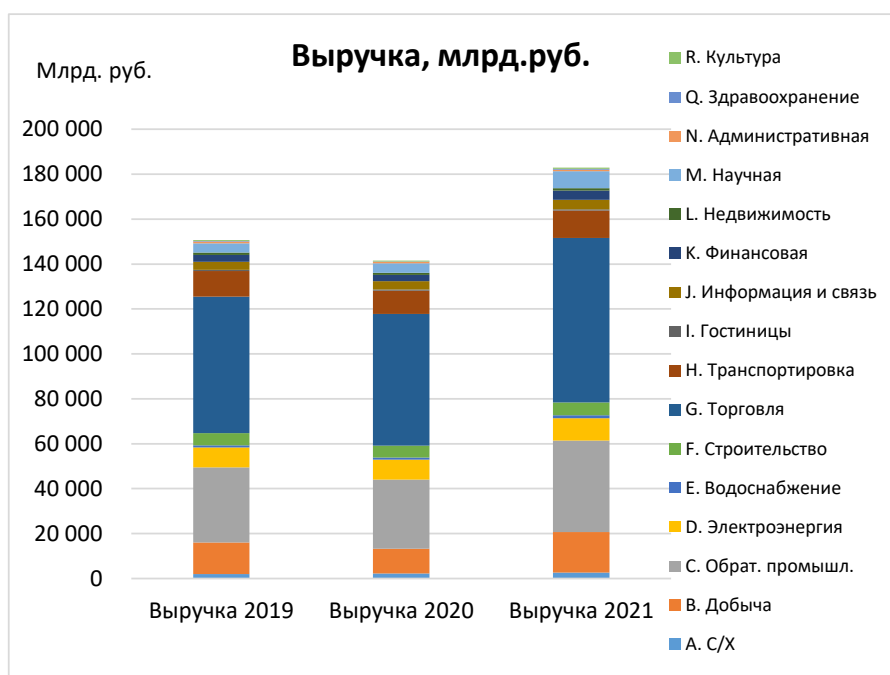


Рис. 1. Динамика выручки выборки организаций

Таблица 1. Динамика показателей финансовой отчетности выборки организаций, млрд руб.

Вид деятельности	Выручка, 2019 г.	Выручка, 2020 г.	Выручка, 2021 г.	Чистая прибыль, 2019 г.	Чистая прибыль, 2020 г.	Чистая прибыль, 2021 г.	Кол-во орг-ций	Прирост выручки 2021/2020	Прирост чистой прибыли 2021/2020
A. С/Х	2 046	2 296	2 709	265	380	526	701	18%	39%
B. Добыча	13 980	10 950	17 973	2 321	1 544	4 449	528	64%	188%
C. Обрабатывающие производства	33 454	30 837	40 727	2 703	1 751	4 766	4 230	32%	172%
D. Электроэнергия	8 930	8 853	9 919	574	362	664	706	12%	84%
E. Водоснабжение	855	917	1 298	39	31	73	291	42%	137%
F. Строительство	5 416	5 366	5 765	60	151	151	1 703	7%	0%
G. Торговля	60 860	58 636	73 249	2 201	1 215	5 346	9 016	25%	340%
H. Транспортировка	11 316	10 330	12 189	653	169	617	1 119	18%	265%
I. Гостиницы	573	458	594	16	-28	11	167	29%	-140%
J. Информация и связь	3 632	3 794	4 206	363	441	508	542	11%	15%
K. Финансовая	3 040	2 688	4 140	580	447	871	297	54%	95%
L. Недвижимость	1 076	981	1 072	192	38	76	580	9%	97%
M. Научная	4 122	4 248	7 491	924	715	1 699	766	76%	138%
N. Административная	732	598	733	70	36	52	206	23%	44%
Q. Здравоохранение	210	243	310	17	27	43	91	28%	58%
R. Культура	436	412	532	53	38	58	60	29%	54%
<b>Общий итог</b>	<b>151 274</b>	<b>142 382</b>	<b>183 855</b>	<b>11 134</b>	<b>7 766</b>	<b>20 168</b>	<b>21 064</b>	<b>29%</b>	<b>160%</b>

Основной вывод: финансово-экономическое положение совокупности российских организаций (выборки) значительно укрепилось за 2021 г.

Возникает вопрос: насколько российские организации накопили «запас прочности» для того, чтобы успешно функционировать в следующем году? Для ответа на этот вопрос проведем расчеты однофакторного стресс-тестирования организаций одной отрасли из выборки организаций.

Согласно приказу Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2020 г. № 276 «Об утверждении Порядка проведения оценки финансовой устойчивости (стресс-теста) системообразующих организаций российской экономики, претендующих на предоставление в 2020 году мер государственной поддержки» необходимо ежемесячно формировать сценарии оценки устойчивости системообразующих организаций России и определять категорию риска организации. При этом выделено 12 отраслей, наиболее пострадавших в условиях эпидемических ограничений. В частности, транспортная отрасль, организация досуга и развлечений, гостиничный бизнес и общественное питание, деятельность по предоставлению бытовых услуг населению.

Фактически, стресс-тест – это испытание на прочность финансового положения организации в

условиях «серьезного, но вместе с тем вероятного шока». Большинство работ по стресс-тестированию основано на исследованиях финансовой устойчивости бизнес-организации. В [1, 2] приведен обзор исследований по определению показателей финансовой неустойчивости (проблемы, distress, банкротства). Методики стресс-тестирования для кредитных организаций развиты в ряде работ, а наиболее полно его принципы отражены в Требованиях Базельского комитета по банковскому надзору (The Basel Committee). К результатам для стресс-тестирования нефинансовых организаций можно отнести модели для определения показателей финансовой неустойчивости, как правило – регрессионные (Beaver, Altman, Wilcox, Deakin, Blum, Elam, White и Turnbull, Ketz, Ohlson, Emery и Cogger и др.). В публикации [3] подчеркивается значимость проведения обратных, или реверсивных, стресс-тестов (reverse stress test).

Для предприятий и организаций реального сектора экономики нам представляется интересным и целесообразным развитие методик определения относительно небольших изменений параметров, позволяющих вывести систему из состояния прогнозируемого банкротства. В работе [4] предлагается подход к определению такого изменения параметра предприятия. Но далее возникает задача массовой обработки таких данных по отраслям. Это позволит оценить в целом состояние отраслей и средства, необходимые для их поддержки. В предлагаемом докладе представлена постановка, подход к решению и пример расчета для такой задачи.

## 1 Постановка задачи

В качестве основного показателя устойчивости финансово-экономического положения компании рассматривается возможность оплаты обязательств. Формальный критерий – наличие (неотрицательность) остатка денежных средств на конец прогнозного периода.

Пусть в результате анализа схемы расчета финансово-экономических показателей (в частности, образования прибыли, инвестиций, изменения оборотных активов) выделен вектор управляющих параметров  $X(t) = (X_1(t), \dots, X_n(t))$ . Эти параметры определяют формирование остатка денежных средств на счете компании. Параметры доступны для изменения в заданном интервале  $U(t)$ . Компоненты этого интервального вектора достаточно малы, чтобы такие изменения могли быть сделаны достаточно быстро и затронули остальных параметров, формирующих рассматриваемый показатель. Таким образом, если мы находимся в периоде времени  $t-1$ , то прогнозируемый на следующий период  $t$  остаток денежных средств компании  $C(t)$  в общем виде можно представить как

$$C(t) = F(X(t-1)), \quad (1)$$

где  $X(t-1)$  – текущие значение параметра,  $C(t)$  – прогнозное значение остатка денежных средств на следующий период, в котором уже заложено влияние остальных параметров организации.

Мы исследуем возможность улучшения (увеличения)  $C(t)$  путем изменения  $X(t-1)$  в указанном интервале. В частности, если прогнозируемое значение  $C(t)$  отрицательно, то требуется предпринять меры для предотвращения потенциального банкротства. Обозначим через  $X^*(t-1)$  измененное значение показателя  $X(t-1)$ . Прогнозируемое значение показателя остатка денежных средств обозначим через  $C^*(t)$  и представим в виде

$$C^*(t) = C(t) + Z(X^*(t-1)) - P(X^*(t-1)), \quad (2)$$

где  $C(t)$  – начальное прогнозируемое значение целевого показателя, а функции  $Z(X^*(t-1))$ ,  $P(X^*(t-1))$  выражают его прирост благодаря принятым изменениям и затраты, связанные с этими изменениями соответственно. Разность этих значений в соответствии со смыслом предполагаемых изменений должна быть положительна.

Представим компоненты измененного значения в виде  $X_i^*(t-1) = u_i X_i(t-1)$ , где  $u_i$  – скалярные коэффициенты,  $i = 1, \dots, n$ . Если  $u_i > 1$ , то значение  $X_i(t-1)$  увеличивается на  $100(u_i-1)$  процентов в результате принятых мер, если  $u_i < 1$ , то значение  $X_i(t-1)$  уменьшается на  $100(1-u_i)$  процентов. При  $u_i = 1$  значение  $X_i(t-1)$  не меняется. Далее величины  $u_i$  будут рассматриваться как переменные задачи оптимизации и аргументы функций  $Z$  и  $P$  из (2). Требуется определить такие допустимые значения  $u_i$ , что значение  $C^*(t)$ , определяемое по (2), превысит  $C(t)$  и будет максимальным при заданных ограничениях. Это означает максимальную выгоду от принимаемых мер. Мы ожидаем, что в найденном решении некоторые значения  $u_i$  будут отличны от 1.

Рассматриваемая задача может быть поставлена как задача математического программирования [5] с неотрицательными переменными  $u_i$ . Во введенных выше обозначениях требуется при заданных  $X(t-1)$ ,  $C(t)$  из (1), функциях  $Z(X(t-1), u)$ ,  $P(X(t-1), u)$  найти максимум функции:

$$C^*(t) = C(t) + Z(X(t-1), u) - P(X(t-1), u) \rightarrow \max, \quad (3)$$

при ограничениях

$$Z(X(t-1), u) - P(X(t-1), u) \geq 0, \quad (4)$$

$$u \in U(t). \quad (5)$$

Заметим, что по результатам решения задачи повышения прогнозируемого остатка денежных средств можно выделить следующие варианты:

- $C(t) < 0, C^*(t) \geq 0$  – определяем изменения параметров, которые позволят прогнозировать максимально выгодный положительный остаток;
- $C(t) < 0, C^*(t) < 0$  – в условиях имеющихся ограничений мы не находим меры по выходу к положительному прогнозу остатка денежных средств, однако есть возможность определить изменения параметров, которые позволят прогнозировать минимальные потери, оценить «масштаб бедствия» и размер необходимой внешней поддержки (субсидий, кредитов) при условии реализации таких мер;
- $C(t) > 0, C^*(t) > 0$  – отрицательный остаток денежных средств не прогнозируется изначально, но целесообразно определить возможные меры по его повышению в условиях имеющихся ограничений.

## 2 Способ решения

Выпишем специализированную математическую модель для данной задачи в следующем виде:

$$C_t = C_{t-1} + CF_t, \quad (6)$$

$$CF_t = Pr_t + Am_t - I_t + \Delta D_t, \quad (7)$$

$$I_t - Am_t = \Delta FA_t + \Delta WC_t = n_{FA_t} FA_t + n_{WC_t} \Delta S_t, \quad (8)$$

$$Pr_t = (S_t(1 - v_t) - FC_t - r_{Dt} D_t)(1 - r_{\tau t})(1 - r_{ut}), \quad (9)$$

$$S_t = S_{t-1}(1 + k_{St}), \quad (10)$$

где  $C$  – остаток денежных средств,  $S$  – выручка,  $k_S$  – прирост выручки,  $CF$  – поток денежных средств (денежный поток),  $I$  – инвестиции,  $Am$  – амортизация,  $FA$  – внеоборотные активы,  $WC$  – чистый оборотный капитал, равный разности оборотных активов и текущих пассивов,  $n_{FA}$  – прирост остаточной стоимости внеоборотных активов,  $n_{WC}$  – срок оборачиваемости чистого оборотного капитала,  $Pr$  – нераспределенная прибыль,  $v$  – доля переменных расходов,  $FC$  – условно-постоянные расходы без процентов,  $D$  – долг,  $r_D$  – ставка процентов по кредитам,  $r_\tau$  – ставка налога на прибыль,  $r_u$  – доля чистой прибыли на потребление (дивиденды),  $t$  – индекс периода.

После преобразований и группировки переменных системы (6) – (10) получаем

$$C_t = C_{t-1} + (S_t(1 - v_t) - FC_t - r_{Dt} D_t)(1 - r_{\tau t})(1 - r_{ut}) - (\Delta FA_t + \Delta WC_t) + \Delta D_t, \quad (11)$$

Необходимое условие: прогнозное значение остатка денежных средств  $C_t$  с учетом изменения (управления) производственных, коммерческих, финансовых параметров предприятия должно быть неотрицательным

$$C_t \geq 0. \quad (12)$$

Отсюда, из (11) и (12), получаем

$$\begin{aligned} C_t = & C_{t-1} + (k_{Dt} - 1)D_{t-1} - k_{FA_t} n_{FA_t} FA_{t-1} + \\ & + (S_t(1 - k_{vt} v_t) - k_{FC_t} FC_t - k_{Dt} r_{Dt} D_{t-1})(1 - r_{\tau t})(1 - r_{ut}) - \\ & - [(k_{AR_t} l_{AR_t} S_t - l_{AR_t} S_{t-1}) + (k_{Inv_t} l_{Inv_t} - k_{AP_t} l_{AP_t} - k_{pt})(k_{vt} v_t S_t + FC_t) - (l_{Inv_t} - l_{AP_t} - k_{pt}) TC_{t-1}] \geq 0, \end{aligned} \quad (13)$$

где  $k_v$  – коэффициент изменения удельных переменных затрат,  $k_{FC}$  – коэффициент изменения постоянных затрат,  $k_D$  – коэффициент изменения процентов по кредитам,  $k_{VC}$  – коэффициент изменения переменных затрат,  $k_{Inv}$  – коэффициент изменения срока оборачиваемости запасов,  $k_{AR}$  – коэффициент изменения срока оборачиваемости дебиторской задолженности,  $k_{AP}$  – коэффициент изменения срока

оборачиваемости кредиторской задолженности,  $k_{FA}$  – коэффициент изменения инвестиций во внеоборотные активы,  $n_{FA}$  – прирост остаточной стоимости внеоборотных активов.

В силу аналитической записи и линейности математической модели, возможно аналитическое решение обратной задачи: каким может быть допустимое изменение одного из параметров для выполнения условия (13).

Выпишем решение (13) для сценария стресс-тестирования с учетом «быстрого» реагирования производства  $k_p = 0$ , без изменения сроков оборачиваемости  $k_{AR} = 1, k_{AP} = 1, k_{Inv} = 1$ , оборотный капитал пропорционален выручке, дивиденды не выплачиваются  $r_u = 0$ , налог на прибыль не выплачивается  $r_t = 0$

$$k_s \leq \frac{C_{t-1} + Pr_{t-1} - n_{FA}FA_{t-1}}{S_{t-1}(n_{WC} - (1 - v))}, \quad (14)$$

что совпадает с формулой в [4].

### 3 Результаты расчета

В качестве анализируемой отрасли рассмотрена отрасль с кодом «47. Торговля розничная, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами» (далее – «47. Торговля розничная») по ОКВЭД-2. В выборку организаций по этой отрасли включено 865 организаций.

На рис.2 показано распределение отношения остатка денежных средств к выручке для данной выборки. У подавляющего количества организаций выборки доля остатков денежных средств на начало периода не превышает 10% от выручки.

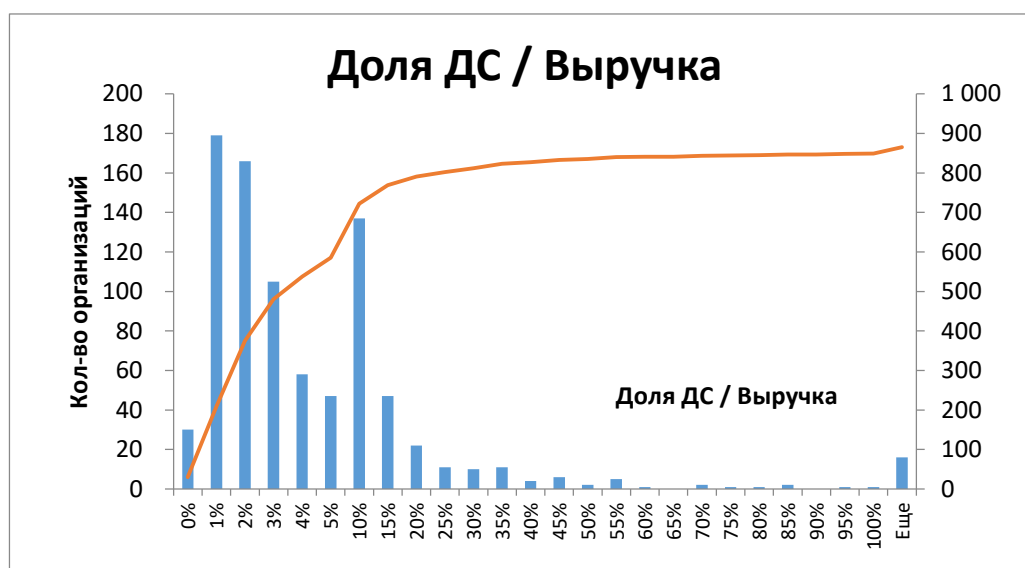


Рис. 2. Доля денежных средств (ДС) к выручке выборки организаций

На Рис. 3 и в Табл. 2 приведена информация о предельном (допустимом) падении выручки по выборке организаций в рамках рассматриваемого сценария стресс-теста. Из выборки для 258 организаций потребуется дополнительное финансирование даже при сохранении выручки. Как правило, это обусловлено большой инвестиционной программой организаций. Для 98 организаций допустимо 100% падение выручки (фактически – остановка), так как запаса денежных средств будет достаточно для покрытия убытков одного года. Около 50 организаций должны выдержать падение выручки от 6 до 10%, с 11 до 15%, с 16 до 20%.

Из представленной информации следует вывод, что подавляющая часть организаций рассматриваемой отрасли могут выдержать падение выручки 10% и выше.

Отметим, в данной работе рассматривается задача стресс-тестирования на 1 год, но возможно повторение расчетов в рамках более сложных сценариев на несколько лет.

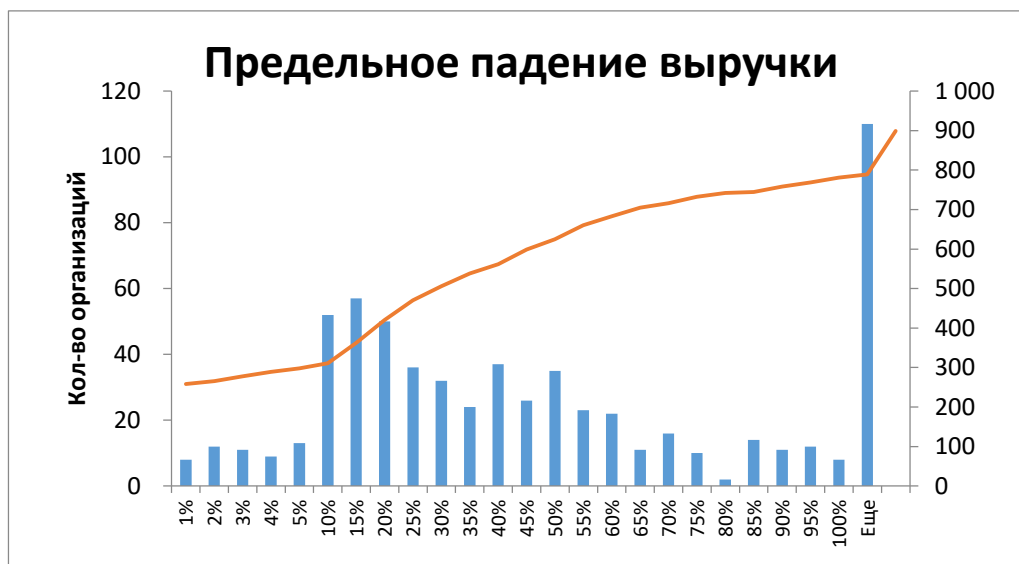


Рис. 3. Предельное падение выручки по выборке организаций

Таблица 2. Предельное падение выручки

Диапазон предельного падения выручки	Организаций	Организаций, суммарно
0%	258	258
1%	5	263
2%	9	272
3%	10	282
4%	10	292
5%	12	304
10%	60	364
15%	61	425
20%	47	472
25%	35	507
30%	24	531
35%	29	560
40%	35	595
45%	26	621
50%	31	652
55%	20	672
60%	21	693
65%	13	706
70%	20	726
75%	5	731
80%	3	734
85%	11	745
90%	8	753
95%	9	762
100%	5	767
	98	865

## Заключение

В работе развивается модель стресс-тестирования предприятий реального сектора экономики. Предлагаемый аналитический метод позволяет уменьшить трудоемкость количественных оценок пограничных (допустимых) значений финансово-экономических параметров состояния предприятия.

Проведены расчеты однофакторного стресс-теста (определению критического уменьшения падения выручки) для перечня системообразующих организаций розничной торговли. Расчет показал, что многие российские организации показали хороший запас прочности (на 2022 г.).

Полученные результаты дают возможность формулировать условия задач оптимизации выбора поддерживаемых государством предприятий по критерию сохранения основных социально-экономических процессов в сложных макроэкономических условиях и высокой неопределенности. Например, задача выбора множества предприятий, поддерживаемых в целях сохранения живучести отраслей в условиях мобилизации экономики и возникающих ограничений: санкционных, эпидемических и др.

При этом необходимое изменение одного параметра, которое рассматривается в [4] и в этом докладе, в ряде случаев оказывается неприемлемым по причинам недостатка требуемых для этого материальных, человеческих ресурсов и времени. В то же время небольшие изменения двух и более параметров, каждое из которых не так значительно, могут быть использованы для достижения поставленной цели за счет с возможного синергетического эффекта. Таким образом, эти изменения могут составить «критическую комбинацию событий» с желаемым положительным исходом [6, 7]. Поэтому будут ставиться и решаться задачи для определения комбинаций двух и более параметров, допустимые изменения которых позволят улучшить прогноз финансового состояния организации предприятия и отрасли.

## Литература

1. *Zmijewski M.E.* Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models // *Journal of Accounting Research*. – 1984. – № 22. – P. 59 – 86.
2. *Zmijewski M.E.* *Journal of Accounting Research*. Vol. 22, Studies on Current Econometric Issues in Accounting Research (1984), pp. 59-82.
3. *Long Hai Vo.* Lessons from the 2008 Global Financial Crisis: Imprudent Risk Management and Miss Calculated Regulation // *Journal of Management Sciences*. 2015. 2(1):205-222.
4. *Bogomolov A.S., Dvoryashina M.M., Dranko O.I., Kushnikov V.A., Rezchikov A.F.* Stress testing of nonfinancial organizations: an analytical approach to solving the reverse problem // *Control Sciences*. 2021. № 6. С. 13-24.
5. *Карманов В.Г.* Математическое программирование. М.: Физматлит, 2004.
6. *Bogomolov A.S. et al.* The problem of preventing the development of critical combinations of events in large-scale systems // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Т. 1224. С. 274-280.
7. *Bogomolov A.S.* Prevention of Accidental Combinations of Events in the Control of Human-Machine Systems // *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Math. Mech. Inform.*, 2019, vol. 19, iss. 2, pp. 196–206 (in Russian).