

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ
МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ**
**MATHEMATICAL AND INSTRUMENTAL
METHODS OF ECONOMICS**

DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-1-132-143



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 330.4

Дата поступления: 11.01.2021

рецензирования: 14.02.2021

принятия: 26.02.2021

Моделирование взаимодействия между акционерами и органами контроля

А.К. Давлетова

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
г. Стерлитамак, Российская Федерация
E-mail: alina9008@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9798-6256>

Е.П. Ростова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Российская Федерация
E-mail: el_rostova@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6432-6590>

Аннотация: В статье рассматривается проблема организации процедур финансового контроля деятельности акционерного общества ревизионными органами. Разработка эффективных механизмов проверок способна существенно снизить затраты на их проведение и повысить их результативность. Одной из проблем, возникающих при исследовании подобных задач, является моделирование поведения участников системы внутреннего и внешнего контроля. Решение данной задачи невозможно без использования на научной основе экономико-математических моделей механизмов финансового контроля, учитывающих экономические отношения субъектов и объекта контроля, позволяющих оценивать затраты на контроль и его эффективность. В статье изучен механизм взаимодействия акционеров и органов контроля. Разработаны модели, описывающие данное взаимодействие, а также сформулированы и решены задачи определения вектора планового задания проверок органами контроля. Параметры процедуры проверки определяются по критерию максимизации экономического эффекта центра от проведения проверок контрольными органами. В модели используется мультипликативная функция экономического эффекта центра от обладания информацией по каждому из предметов контроля. В качестве участников системы выступают ревизионная комиссия, совет директоров и аудиторская организация. Для каждого участника системы сформулированы целевые функции с учетом информации о материальном вознаграждении и альтернативного дохода. Разработанная модель апробирована на числовых данных о стоимости проведения проверок и об альтернативных доходах. Результаты расчетов иллюстрируют модели поведения участников системы, в частности целесообразность оплаты центром полной стоимости проверок и выполнение органами контроля плана проверок в надлежащем объеме.

Ключевые слова: моделирование; взаимодействие агентов; акционеры; контроль; оптимизация; аудитор; ревизионный контроль; правомерное поведение; альтернативный доход.

Цитирование. Давлетова А.К., Ростова Е.П. Моделирование взаимодействия между акционерами и органами контроля // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12, № 1. С. 132–143. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-1-132-143>.

Информация о конфликте интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Давлетова А.К., Ростова Е.П., 2021

Алина Камилловна Давлетова – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, 453100, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, ул. Гоголя, 147.

Елена Павловна Ростова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры математических методов в экономике, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 11.01.2021

Revised: 14.02.2021

Accepted: 26.02.2021

Modeling of interaction between shareholders and control bodies

A.K. Davletova

Sterlitamak branch of the Bashkir State University, Sterlitamak, Russian Federation

E-mail: alina9008@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9798-6256>

E.P. Rostova

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: el_rostova@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6432-6590>

Abstract: The article deals with the problem of organization of financial control procedures for the activities of a joint-stock company by the audit bodies. The development of effective verification mechanisms can significantly reduce the cost of conducting them and increase their effectiveness. One of the problems that arise in the study of such problems is the modeling of behavior of participants in the system of internal and external control. The solution of this problem is impossible without the use on a scientific basis of economic and mathematical models of financial control mechanisms, taking into account the economic relations of the subjects and the object of control, allowing to assess the costs of control and its effectiveness. The article examines the mechanism of interaction between shareholders and control bodies. Models describing this interaction have been developed, as well as the tasks of determining the vector of the planned task of inspections by control bodies have been formulated and solved. The parameters of the verification procedure are determined by the criterion of maximizing the economic effect of the center from conducting inspections by the control bodies. The model uses a multiplicative function of the economic effect of the center on the possession of information on each of the subjects of control. The members of the system are the audit commission, the board of directors and the audit organization. For each participant of the system, target functions are formulated, taking into account information about material remuneration and taking into account alternative income. The developed model is tested on numerical data on the cost of conducting inspections and on alternative income. The results of the calculations illustrate the behavior patterns of the system participants, in particular, the feasibility of paying the full cost of inspections by the center and the implementation of the inspection plan by the control bodies in the appropriate volume.

Key words: modeling; agent interaction; shareholders; control; optimization; auditor; audit control; lawful behavior; alternative income.

Citation. Davletova A.K., Rostova E.P. Modeling of interaction between shareholders and control bodies. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 132–143. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-1-132-143>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

© Давлетова А.К., Ростова Е.П., 2021

Алина К. Давлетова – senior lecturer of the Department of Accounting and Audit, Sterlitamak branch of the Bashkir State University, 147, Gogol Street, Sterlitamak, Republic of Bashkortostan, 453100, Russian Federation.

Елена П. Ростова – Candidate of Economics, associate professor, associate professor, Department of Mathematical Methods in Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Введение

Успешная деятельность и развитие экономических систем, предприятий и организаций невозможны без применения эффективных механизмов управления на всех стадиях процесса функционирования. Наряду с механизмами планирования, организации, стимулирования отдельное место занимают механизмы оценки и контроля. Контроль финансово-хозяйственной деятельности акционерного общества выражается в проверке выполнения финансовых, кредитных и кассовых планов, целевого использования средств, платежеспособности общества и т. д. Осуществляется он путем проверки своевременности и правильности проведения финансово-кредитных операций, анализа балансов и отчетов.

Внутренний контроль проводится на предприятии, исходя из интересов его собственников, учредителей, акционеров. Он может регламентироваться внутренними документами, в которых прописывается порядок проведения проверок. Если в качестве объекта контроля рассматривать акционерное общество, то проводить внутренний контроль могут ревизионные комиссии, службы внутреннего аудита, комитеты по аудиту при советах директоров. К данному виду контроля, по мнению В.В. Долинской, можно отнести и непосредственный контроль общества со стороны акционеров (собственников, учредителей, участников) [1].

Вопросам осуществления контроля и проведения проверок посвящен ряд работ отечественных и зарубежных авторов. Проблема аудиторских проверок рассматривается с позиции управления рисками [2–4], обеспечения экономической безопасности [5; 6], формирования стратегии развития организации [7], а также нравственных и философских аспектов [8]. Среди зарубежных ученых, рассматривающих данную тему в своих научных исследованиях, можно выделить основоположников данного научного направления [9] и современных авторов [10–12].

Наиболее распространенными сферами экономики России, в которых на сегодняшний момент реализуется внутренний контроль, являются банковская сфера и рынок ценных бумаг, исходя из особенностей установленного в России законодательства [13–16].

В данной статье рассмотрены модели эффективности контроля и внутренних проверок при условии правомерного поведения контролируемых органов. Под правомерным поведением в рамках данной работы понимается сообщение центру обо всех выявленных в ходе проверок нарушениях и обо всех проведенных проверках. Вопросы неправомерного поведения агентов системы были рассмотрены автором ранее [17; 18]. Исследованием подобных проблем занимаются авторы статей [2–4; 19], изучающие аспекты, связанные с фальсификацией и искажением финансовой отчетности. Однако данный авторский коллектив не рассматривает задачи повышения эффективности проверок с учетом фактора информированности сторон: центра и агентов.

Ход исследования

В данной работе проанализирована система, описанная в [20]. Приведем основные обозначения и функциональные зависимости, используемые в работе.

«Рассмотрим двухэлементную систему из одного агента и одного центра. Целевая функция центра представляет собой разность между эффектом от обладания информацией о нарушениях на предприятии и затратами, связанными с материальным вознаграждением:

$$F^j(U^j(\bullet), \bar{Z}^j, \bar{Y}^j) = H^j(\bar{Z}^j) - U^j(\bar{Y}^j), \quad (1)$$

где $H^j(\bar{Z}^j)$ – выигрыш от обладания информацией о нарушениях, \bar{Z}^j показывает объем нарушений, о которых информируются акционеры (участники) по всем предметам контроля j -м органом контроля, $U^j(\bar{Y}^j)$ – затраты центра на вознаграждение одного j -го органа контроля, \bar{Y}^j характеризует все объемы проверок по всем предметам контроля, о которых сообщает акционерам (участникам) j -й орган контроля.

Для случая многоэлементной системы целевая функция центра включает вознаграждения всех агентов. Затраты на все органы контроля – $U(\bar{Y}) = \sum_{j=1}^J U^j(\bar{Y}^j)$, где квазикомпенсаторная система стимулирования, которая включает в себя премию и компенсацию затрат на проведение проверок при выполнении органом контроля планового задания и ноль при невыполнении, имеет вид:

$$U^j(\bar{Y}^j) = \begin{cases} d^j(\bar{Y}^j) + \sum_{k=1}^{K_j} \bar{y}_k^j \cdot w_k^j \cdot l_k^j, & \bar{Y}^j = Y^{j*}; \\ 0, & \bar{Y}^j \neq Y^{j*}. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь w_k^j – стоимость единицы трудового ресурса (тариф оплаты труда), затраченного на проведение комплексной проверки j -м органом контроля по k -му предмету контроля, измеряемая в денежных единицах, l_k^j – трудоемкость проведения комплексной проверки j -м органом контроля по k -му предмету контроля, измеряемая, например, в человеко-часах, \bar{y}_k^j показывает объем проверок, о которых сообщает j -й орган контроля в отношении k -го предмета контроля ($\bar{y}_k^j \in [0, 1]$).

При этом эффект от обладания информацией о нарушениях предлагается обозначить некоторой функцией $H(\bar{Z})$, где $\bar{Z} = (\bar{Z}^1, \dots, \bar{Z}^J, \dots, \bar{Z}^J)$ – матрица, обобщающая все сообщения о нарушениях, полученные от каждого из трех органов контроля. В данном случае можно записать целевую функцию центра в следующем виде:

$$F(\bar{Z}, \bar{Y}) = H(\bar{Z}) - U(\bar{Y}). \quad (3)$$

Запись целевой функции центра представлена в виде разности между выигрышем центра от проведенных проверок и затратами на стимулирование всех агентов.

Плановое задание $Y^* = (Y^{1*}, Y^{2*}, Y^{3*})$ определяется центром с учетом квазикомпенсаторной системы стимулирования и при условии точного выполнения планового задания агентами:

$$F(\bar{Z}, \bar{Y}) = H(\bar{Z}) - \sum_{j=1}^J d^j(\bar{Y}^j) - \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} \bar{y}_k^j \cdot w_k^j \cdot l_k^j. \quad (4)$$

Функция $H(\bar{Z})$ моделируется с использованием оценок эффектов от обладания информацией центром по каждому из предметов контроля отдельно и независимо. Пусть эффект от проведения полной проверки и обладания всей информацией о нарушениях по k -му предмету контроля $\bar{z}_k^\Sigma = 1$ оценивается в сумму A_k , если проведена частичная проверка в объеме и в наличии неполная информация о нарушениях $0 \leq \bar{z}_k^\Sigma < 1$, то эффект оценивается следующим образом $A_k \cdot \bar{z}_k^\Sigma$. Так как объем проверки по k -му предмету контроля складывается из объемов проверок, проводимых всеми органами контроля, а объем информации о нарушениях складывается из сообщений также всех органов контроля, то величина \bar{z}_k^Σ получается путем суммирования $\bar{z}_k^\Sigma = \sum_{j=1}^J \bar{z}_k^j \gg [20]$.

Рассмотрим далее правомерное поведение агентов, которые предоставляют центру всю информацию о выявленных нарушениях и о проверках. Отметим, что повторные проверки, перепроверяющие результат предыдущих, не имеют смысла, если агенты придерживаются стратегии правомерного поведения.

Введем ограничение на получение информации $\bar{z}_k^\Sigma = \sum_{j=1}^J \bar{z}_k^j \leq 1$ и на проведение проверок

$\forall k \sum_{j=1}^J \bar{y}_k^j \leq 1$. Тогда итоговая функция эффекта центра представляет собой сумму произведений

оценок эффекта от проведения полной проверки на объемы проведенных проверок по всем органам контроля и по всем предметам контроля: $H(\bar{Z}) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} A_k \cdot \bar{z}_k^j$ при ограничении $\forall k \quad \sum_{j=1}^J \bar{y}_k^j \leq 1$.

Целевая функция центра будет иметь вид:

$$F(\bar{Z}, \bar{Y}) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} A_k \cdot \bar{z}_k^j - \sum_{j=1}^J d^j (\bar{Y}^j) - \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} \bar{y}_k^j \cdot w_k^j \cdot l_k^j. \quad (5)$$

В данной формуле отражен эффект центра от проведения проверок и обладания информацией о нарушениях финансово-хозяйственной деятельности на предприятии.

Сформулируем вектор планового задания $Y^* = (Y^{1*}, Y^{2*}, Y^{3*})$. Элементы вектора определяются из решения оптимизационной задачи

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} (A_k \bar{z}_k^j - w_k^j \cdot l_k^j \cdot \bar{y}_k^j) \xrightarrow{\bar{Y}} \max$$

со следующими ограничениями:

$$\begin{cases} \forall k \quad \sum_{j=1}^J \bar{y}_k^j \leq 1; \\ \forall k, j \quad \bar{z}_k^j = \bar{y}_k^j. \end{cases} \quad (6)$$

Отметим, что в данной задаче применено условие отказа от использования премирования полностью, что выражено следующим равенством:

$$\sum_{j=1}^J d^j (\bar{Y}^j) = 0. \quad (7)$$

Максимального эффекта $H(\bar{Z}^*) = \sum_{k=1}^{\max\{K_j\}} A_k$ центр достигает при условии обладания полной информацией о выявленных нарушениях $\forall k \quad \bar{z}_k^{\Sigma^*} = 1$ в результате проведения проверок $\forall k \quad \sum_{j=1}^J \bar{y}_k^j = 1$.

Решение данной задачи определяется с учетом линейности целевой функции центра относительно объемов проверок $\bar{Y} = \left\| \bar{y}_k^j \right\|_{\substack{j=1, \dots, J \\ k=1, \dots, K_j}}$ и $\forall k, j \quad y_k^j = \bar{y}_k^j = z_k^j = \bar{z}_k^j$, что описывает правомерное поведение органов. Если величина $w_k^{\tilde{j}} \cdot l_k^{\tilde{j}}$ является минимальной, тогда \tilde{j} -му органу контроля поручается провести полную проверку $y_k^{\tilde{j}} = 1$ по k -му предмету контроля, в целях исключения избыточных проверок и дублирования информации, а также сокращения расходов на оплату аудиторам, $\forall j \neq \tilde{j} \quad y_k^j = 0$.

На основе решения приведенных выше задач центр определяет систему стимулирования и плановое задание для проверок и сообщает их агентам. В свою очередь агенты выбирают стратегию правомерного или неправомерного поведения с учетом оптимизации индивидуальных целевых функций, которые формируются с учетом информации о материальном вознаграждении, сообщаемой центром.

«В общем виде для двухэлементной системы управления контролем со стороны акционеров (участников) предприятия целевая функция ревизионной комиссии (ревизора) ($j = 1$), как было указано ранее, имеет вид:

$$f^1(U^1(\bullet), \bar{Z}^1, \bar{Y}^1, Y^1) = U^1(\bar{Z}^1, \bar{Y}^1) - c^1(Y^1), \quad (8)$$

где $K^1 = 3$ – число предметов контроля, $\bar{Z}^1 = (\bar{z}_1^1, \bar{z}_2^1, \bar{z}_3^1)$ – вектор объемов нарушений, о которых сообщает акционерам (участникам) ревизионная комиссия (ревизор), $\bar{Y}^1 = (\bar{y}_1^1, \bar{y}_2^1, \bar{y}_3^1)$ – вектор объе-

мов проверок, о проведении которых сообщает агент центру, $Y^1 = (y_1^1, y_2^1, y_3^1)$ – вектор объемов реально проведенных проверок.

В предположении о правомерном поведении ревизионной комиссии (ревизора), то есть когда данный орган контроля в точности сообщает акционерам (участникам) об объемах реально проведенных проверок и обо всех реально выявленных нарушениях – $\forall k = 1, \dots, 3 \quad y_k^1 = \bar{y}_k^1 = z_k^1 = \bar{z}_k^1$, можно сделать замену переменных $\bar{Z}^1 = Z^1 = \bar{Y}^1 = Y^1$ » [20].

Суммарные реальные затраты ревизора составят $c^1(Y^1) = \sum_{k=1}^3 y_k^1 \cdot w_k^1 \cdot l_k^1$, суммы, направляемые акционерами на компенсацию трудовых затрат, связанных с проведением проверок, равны $\delta^1(\bar{Y}^1) = \sum_{k=1}^3 \bar{y}_k^1 \cdot w_k^1 \cdot l_k^1$. Условие совпадения данных функций запишем в следующем виде:
 $\delta^1(\bar{Y}^1) - c^1(Y^1) = 0$.

Рассмотрим целевую функцию ревизора:

$$f^1(Y^{1*}, Y^1) = \begin{cases} d^1(Y^1), & Y^1 = Y^{1*}; \\ -c^1(Y^1), & Y^1 \neq Y^{1*}; \end{cases} \quad (9)$$

В данной записи значение целевой функции ревизора равно премии за информацию о выявленных нарушениях $f^1(Y^{1*}, Y^1) = d^1(Y^1)$, если объем проведенных проверок совпадает с плановым объемом, заданным акционерами $Y^1 = Y^{1*}$. Если наблюдается ситуация несовпадения плановых проверок и реальных $Y^1 \neq Y^{1*}$, тогда орган контроля несет убыток $-c^1(Y^1)$, равный стоимостной оценке трудовых затрат, необходимых для проведения проверок. Данная ситуация описывает отказ центра от компенсации расходов в силу выбранной агентами квазикомпенсаторной системы стимулирования.

С учетом альтернативного дохода целевую функцию ревизионной комиссии запишем в виде:

$$f^1(Y^{1*}, Y^1) = \begin{cases} d^1(Y^1), & Y^1 = Y^{1*}; \\ \tilde{d}^1 - c^1(Y^1), & Y^1 \neq Y^{1*}. \end{cases} \quad (10)$$

Величина премии $d^1(Y^1)$, которая выплачивается при выполнении плана, может быть определена из условия сопоставления с размером альтернативного дохода, который бы получил орган контроля, не участвуя во взаимодействии с акционерами (участниками) предприятия $\tilde{d}^1: \forall Y^{1*} \quad d^1(Y^{1*}) \geq \tilde{d}^1$. Как правило, размер альтернативного дохода незначительный и составляет менее 10 % от суммы работ по проведению проверок.

Или в общем виде $\forall Y^{j*} \quad d^j(Y^{j*}) \geq \tilde{d}^j$. Так как каждый орган контроля проверяет несколько предметов контроля, то величину премии можно разделить $d^j(Y^{j*}) = \sum_{k=1}^{K_j} d_k^j(y_k^{j*})$ и условия определения альтернативного дохода рассматривать отдельно для каждого из них – $\forall y_k^{j*} \quad d_k^j(y_k^{j*}) \geq \tilde{d}_k^j$.

Если акционеры (участники) стремятся минимизировать объем выплачиваемых премий, то премии устанавливаются в точном соответствии с альтернативным доходом: $\forall k, j \quad d_k^j(y_k^{j*}) = \tilde{d}_k^j \cdot y_k^{j*}$ и

общие затраты на премирование $\sum_{j=1}^J d^j(\bar{Y}^{j*}) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{d}_k^j \cdot y_k^{j*}$.

В общем виде для двухэлементной системы управления контролем целевая функция совета директоров (наблюдательного совета) ($j = 2$) представлена ранее:

$$f^2(U^2(\bullet), \bar{Z}^2, \bar{Y}^2, Y^2) = U^2(\bar{Z}^2, \bar{Y}^2) - c^2(Y^2), \quad (11)$$

где $K^2 = 6$ – число предметов контроля, $\bar{Z}^2 = (\bar{z}_1^2, \dots, \bar{z}_k^2, \dots, \bar{z}_6^2)$ – вектор объемов нарушений, о которых сообщает акционерам (участникам) совет директоров (наблюдательный совет), $Z^2 = (z_1^2, \dots, z_k^2, \dots, z_6^2)$ – вектор объемов нарушений, которые реально выявлены в ходе проверок финансово-хозяйственной деятельности, $\bar{Y}^2 = (\bar{y}_1^2, \dots, \bar{y}_k^2, \dots, \bar{y}_6^2)$ – вектор объемов проверок, о которых сообщается, $Y^2 = (y_1^2, \dots, y_k^2, \dots, y_6^2)$ – вектор объемов реально проведенных проверок.

В предположении о правомерном поведении совета директоров (наблюдательного совета), то есть когда данный орган контроля в точности сообщает акционерам (участникам) об объемах реально проведенных проверок и обо всех реально выявленных нарушениях – $\forall k = 1, \dots, 6 \quad y_k^2 = \bar{y}_k^2 = z_k^2 = \bar{z}_k^2$. Также с учетом вышесказанного можно сделать замену переменных $\bar{Z}^2 = Z^2 = \bar{Y}^2 = Y^2$.

Кроме того, для совета директоров (наблюдательного совета) суммарные реальные затраты на проведение проверок $c^2(Y^2) = \sum_{k=1}^6 y_k^2 \cdot w_k^2 \cdot l_k^2$ и суммы, направляемые акционерами (участниками)

на компенсацию трудовых затрат этого органа контроля, $\delta^2(\bar{Y}^2) = \sum_{k=1}^6 \bar{y}_k^2 \cdot w_k^2 \cdot l_k^2$ также полностью совпадают: $\delta^2(\bar{Y}^2) - c^2(Y^2) = 0$.

С учетом вышесказанного целевую функцию совета директоров (наблюдательного совета) можно записать в упрощенном виде:

$$f^2(Y^{2*}, Y^2) = \begin{cases} d^2(Y^2), & Y^2 = Y^{2*}; \\ -c^2(Y^2), & Y^2 \neq Y^{2*}. \end{cases} \quad (12)$$

С учетом альтернативного дохода целевая функция совета директоров имеет вид:

$$f^2(Y^{2*}, Y^2) = \begin{cases} d^2(Y^2), & Y^2 = Y^{2*}; \\ \tilde{d}^2 - c^2(Y^2), & Y^2 \neq Y^{2*}. \end{cases} \quad (13)$$

Величина премии для совета директоров (наблюдательного совета) $d^2(Y^2)$ определяется аналогично премии для ревизионной комиссии (ревизора) $d^1(Y^1)$.

Ранее для случая двухэлементной системы, в которой органом контроля является аудиторская организация (аудитор), сформирована следующая целевая функция ($j = 3$):

$$f^3(U^3(\bullet), \bar{Z}^3, \bar{Y}^3, Y^3) = U^3(\bar{Z}^3, \bar{Y}^3) - c^3(Y^3), \quad (14)$$

где $K^3 = 3$ – число предметов контроля, $\bar{Z}^3 = (\bar{z}_1^3, \bar{z}_2^3, \bar{z}_3^3)$ – вектор объемов нарушений, о которых сообщает акционерам (участникам) аудиторская организация (аудитор), $\bar{Y}^3 = (\bar{y}_1^3, \bar{y}_2^3, \bar{y}_3^3)$ – вектор объемов проверок, о которых сообщается, $Y^3 = (y_1^3, y_2^3, y_3^3)$ – вектор объемов реально проведенных проверок.

Также для случая правомерного поведения – $\forall k = 1, \dots, 3 \quad y_k^3 = \bar{y}_k^3 = z_k^3 = \bar{z}_k^3$ и $\bar{Z}^3 = Z^3 = \bar{Y}^3 = Y^3$. Значит, и для аудиторской организации (аудитора) суммарные реальные затраты на проведение про-

верок $c^3(Y^3) = \sum_{k=1}^3 y_k^3 \cdot w_k^3 \cdot l_k^3$ и суммы, направляемые акционерами (участниками) на компенсацию

трудовых затрат этого органа контроля, $\delta^3(\bar{Y}^3) = \sum_{k=1}^3 \bar{y}_k^3 \cdot w_k^3 \cdot l_k^3$ также полностью совпадают:

$\delta^3(\bar{Y}^3) - c^3(Y^3) = 0$. Следовательно, целевая функция аудиторской организации (аудитора) в упрощенном виде будет следующей:

$$f^3(Y^{3*}, Y^3) = \begin{cases} d^3(Y^3), & Y^3 = Y^{3*}; \\ -c^3(Y^3), & Y^3 \neq Y^{3*}. \end{cases} \quad (15)$$

С учетом альтернативного дохода целевая функция аудитора запишется в следующем виде:

$$f^3(Y^{3*}, Y^3) = \begin{cases} d^3(Y^3), & Y^3 = Y^{3*}; \\ \tilde{d}^3 - c^3(Y^3), & Y^3 \neq Y^{3*}. \end{cases} \quad (16)$$

Рассмотрим применение разработанной модели для анализа числовых данных о стоимости проведения проверок для каждого из шести предметов контроля каждым из органов контроля, а также об альтернативных доходах каждого из них при отказе от взаимодействия. Будем считать, что в проверках принимают участие три органа контроля, объекты проверок также рассмотрим в количестве трех предметов. При этом проведение проверок трех последних предметов контроля – крупных сделок, оценки имущества и системы управления рисками может осуществлять только совет директоров (наблюдательный совет). Определим орган, который может провести проверки в первых трех случаях, т. е. для первых трех предметов контроля. Оплата за выполненную работу в данном случае предполагается минимальной.

Например, «проверку бухгалтерской и финансовой отчетности, а также сделки с заинтересованностью дешевле всего поручить аудиторской организации (аудитору), проверку проведения финансово-хозяйственной деятельности – ревизионной комиссии» [21]. Таким образом, плановое задание выглядит следующим образом:

$$Y^* = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

При этом эффект центра или акционеров (учредителей составит):

$$\begin{aligned} F(\bar{Z}, \bar{Y}) &= \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} A_k \cdot \bar{z}_k^j - \sum_{j=1}^J d^j(\bar{Y}^j) - \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} \bar{y}_k^j \cdot w_k^j \cdot l_k^j = \\ &= (1+1, 2+0, 6+0, 6+0, 4+0, 5) \cdot 1\,000\,000 - \\ &= -(0+40+0+20+20+40) \cdot 1\,000 - \\ &= -(200+400+100+200+200+400) \cdot 1\,000 = \\ &= 4\,300\,000 - 120\,000 - 1\,500\,000 = 2\,680\,000. \end{aligned} \quad (18)$$

Вознаграждение ревизионной комиссии составит 40 000 при выполнении проверок в точном соответствии с планом и потери 360 000 при невыполнении плана проверок:

$$\begin{aligned} f^1(Y^{1*}, Y^1) &= \begin{cases} d^1(Y^1), & Y^1 = Y^{1*}; \\ \tilde{d}^1 - c^1(Y^1), & Y^1 \neq Y^{1*} \end{cases} = \\ &= \begin{cases} 40\,000, & Y^1 = Y^{1*}; \\ 40\,000 - 400\,000, & Y^1 \neq Y^{1*} \end{cases} = \begin{cases} 40\,000, & Y^1 = Y^{1*}; \\ -360\,000, & Y^1 \neq Y^{1*}. \end{cases} \end{aligned} \quad (19)$$

Вознаграждение совета директоров составит 80 000 при выполнении проверок в точном соответствии с планом и потери 720 000 при невыполнении плана проверок:

$$\begin{aligned}
 f^2(Y^{2*}, Y^2) &= \begin{cases} d^2(Y^2), & Y^2 = Y^{2*}; \\ \tilde{d}^2 - c^2(Y^2), & Y^2 \neq Y^{2*} \end{cases} = \\
 &= \begin{cases} 20\,000 + 20\,000 + 40\,000, & Y^2 = Y^{2*}; \\ 20\,000 + 20\,000 + 40\,000 - 200\,000 - 200\,000 - 400\,000, & Y^2 \neq Y^{2*} \end{cases} = \\
 &= \begin{cases} 80\,000, & Y^2 = Y^{2*}; \\ -720\,000, & Y^2 \neq Y^{2*}. \end{cases} \quad (20)
 \end{aligned}$$

Вознаграждение аудиторской организации составит 0 при выполнении плана проверок, то есть сумма по договору об аудиторской проверке будет оплачена полностью, и потери 300 000 при невыполнении плана проверок:

$$\begin{aligned}
 f^3(Y^{3*}, Y^3) &= \begin{cases} d^3(Y^3), & Y^3 = Y^{3*}; \\ \tilde{d}^3 - c^3(Y^3), & Y^3 \neq Y^{3*} \end{cases} = \\
 &= \begin{cases} 0 + 0, & Y^3 = Y^{3*}; \\ 0 + 0 - 200\,000 - 100\,000, & Y^3 \neq Y^{3*} \end{cases} = \begin{cases} 0, & Y^3 = Y^{3*}; \\ -300\,000, & Y^3 \neq Y^{3*}. \end{cases} \quad (21)
 \end{aligned}$$

Таким образом, при правомерном поведении органов контроля центру (акционерам (учредителям)) выгодно оплачивать полную стоимость проведения проверок и альтернативный доход, а органам контроля выгодно в точности выполнять план проверок.

Заключение

Проведение проверок финансово-хозяйственной деятельности акционерного общества позволяет своевременно выявить проблемы и определить способы их решения. Результативность и правильность проверок напрямую влияют на эффективность деятельности всей организации, доход акционеров. Разработанные модели позволяют осуществить моделирование поведения участников системы, описывающей механизмы взаимодействия аудиторов, ревизоров и совета директоров.

Выводы

1. Разработаны модели, описывающие поведение участников системы проведения внутреннего контроля, позволяющие сформулировать задачи определения параметров взаимодействия агентов.
2. Сформулированы задачи определения параметров процесса проведения проверки по критерию максимизации прибыли для каждого из участников системы, которыми являются аудитор, ревизор и акционеры.
3. Разработанные модели позволяют учитывать альтернативные доходы участников системы и решать задачи определения параметров взаимодействия с учетом данного фактора.
4. Апробация модели на числовых данных показала целесообразность выбора агентами следующих моделей поведения: органы контроля заинтересованы провести проверки в полном объеме согласно плану проверок, акционеры получают наибольший эффект при оплате полной стоимости проверок и альтернативного дохода.

Модели, разработанные в статье, могут быть использованы акционерными обществами и организациями банковского сектора при планировании процедуры внутреннего контроля в целях повышения эффективности проверок и деятельности организации в целом.

Предложенные модели определяют параметры взаимодействия участников системы контроля с учетом их целевых функций. В условиях разнонаправленности целевых функций участников решаемая в статье задача позволяет выявить условия, при которых будет достигнуто наилучшее (с точки зрения индивидуальной целевой функции) положение для каждого из участников. Отличительной чертой от предыдущих публикаций является рассмотренное правомерное поведение агентов системы, состоящее в сообщении всей информации о проверках. В этих условиях максимизируется функция центра и выбирается наилучшее решение для органов контроля. Модели, рассмотренные в данной статье, могут быть использованы для развития математического аппарата принятия решений при

формировании системы контроля и аудита с учетом индивидуальных особенностей организации и органов контроля.

Библиографический список

1. Долинская В.В. Акционерное право: основные положения и тенденции. Москва: Волтерс Клувер, 2006. 399 с. URL: <https://zahvat.ru/media/bookshelffile/original/33848.pdf>.
2. Черномордов Л.И., Рыкова А.П. Управление рисками – основа современного проведения аудита // Социальные, гуманитарно-экономические и юридические науки: современные тренды в изменяющемся мире: материалы студ. Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. О.П. Иванюта. Москва, 2015. С. 106–109. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25706576&pff=1>.
3. Арженовский С.В., Синявская Т.Г., Бахтеев А.В. Влияние опыта на оценки экспертов: статистический анализ факторов склонности к риску существенного искажения финансовой отчетности // Статистика в современном мире: методы, модели, инструменты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2020. С. 102–105.
4. Арженовский С.В., Синявская Т.Г., Бахтеев А.В. Субъективные факторы склонности к риску лиц, ответственных за подготовку финансовой отчетности: роль в оценке аудиторских рисков // Развитие российской экономики и ее финансовая безопасность в условиях современных вызовов и угроз: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2020. С. 94–98. URL: <https://rrefb2020.rsue.ru/static/documents/collection.pdf>.
5. Родионова Н.К., Бурмистрова А.А., Родионова Н.К., Кондрашова И.С. Проблемы обеспечения экономической безопасности предприятий малого бизнеса // В сборнике: Глобальные проблемы модернизации национальной экономики: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. А.А. Бурмистрова. Тамбов, 2019. С. 234–242. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37659469>.
6. Дедова Т.В., Путилов А.В. Взаимосвязь бухгалтерского учета и экономической безопасности предприятия, влияние рисков на экономическую безопасность // Учетно-аналитическое и правовое обеспечение экономической безопасности коммерческой организации: материалы I Междунар. студ. науч.-практ. конф. / под ред. Д.А. Ендовицкого, Л.С. Коробейниковой; Воронеж: Воронежский государственный университет. 2018. С. 33–35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35179210>.
7. Мельник М.В. Информация финансовой и нефинансовой отчетностей как основа для стратегических решений бизнеса: учет, контроль, анализ / М.В. Мельник, Л.А. Чайковская, Т.М. Мезенцева, М.В. Мельник, О.В. Ефимова, О.В. Рожнова, Т.В. Лесина, Е.В. Никифорова, М.В. Боровицкая, О.В. Шнайдер, М.А. Гордова, Я.И. Устинова, Е.Н. Домбровская, Т.Ю. Дружиловская, Э.С. Дружиловская, А.Ю. Кузьмин, Т.В. Пальгуева, С.М. Бычкова, Н.В. Потапова, Е.В. Чипуренко [и др.] / под ред. О.В. Рожновой. Москва: КноРус, 2020. 228 с.
8. Бычкова С.М. Современная парадигма бухгалтерского учета, анализа аудита: нравственные и философские начала / С.М. Бычкова, Н.А. Наумова, А.А. Шапошников, В.Б. Ивашкевич, И.Н. Санникова, С.М. Бычкова, С.А. Тимошенко, П.П. Баранов, Я.И. Устинова, К.Ю. Цыганков, Т.В. Жукова, А.Е. Ковалев, О.В. Усачева, И.В. Баранова, М.В. Мельник, Б.А. Аманжолова, Е.В. Хоменко, Г.В. Максимова, М.В. Хайруллина / под ред. проф. Б.А. Аманжоловой, проф. М.В. Хайруллиной. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. 286 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44062770>.
9. Montgomery R.H. Auditing. Theory and practice / Robert H. Montgomery. New York: Ronald Press Co., 1912. 714 p. Available at: <https://archive.org/details/auditingtheorypr0000mont>.
10. Weirich T.R., Pearson T.C., Churyk N.T. Accounting & Auditing Research: Tools & Strategies. Wiley, 2020. 240 p. URL: <https://www.wiley.com/en-us/Accounting+and+Auditing+Research%3A+Tools+and+Strategies%2C+9th+Edition-p-9781119373629>.
11. Jeppesen K.K. The role of auditing in the fight against corruption // The British Accounting Review. 2019. Vol. 51, №. 5. p. 100798. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.bar.2018.06.001>.
12. Songini L. Accounting, auditing and control for sustainability // Management Accounting Research. 2012. Vol. 23, № 3. P. 202–204. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.mar.2012.06.002>.
13. Федеральный закон от 22 апреля 1996 № 39–ФЗ «О рынке ценных бумаг». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9249>.

14. Ст. 57 Федерального закона «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/39a57d83ec7814fb8a011535f8e583614a4a860c.
15. Ст. 24 Федерального закона «О банках и банковской деятельности». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5842/3e31efc380696dd195f4d9acf28a8f91fd11eba2.
16. Рекомендации Базельского комитета по банковскому надзору «Система внутреннего контроля в банках: основы организации» (Базельский комитет по банковскому надзору, Базель, сентябрь 1998 г.) // Вестник Банка России. 2001. № 44–45.
17. Давлетова А.К., Балаева А.Ю. Разработка системы контроля финансово-хозяйственной деятельности акционерного общества при неправомерном поведении совета директоров // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 10А. С. 58–71. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37004867>.
18. Давлетова А.К., Балаева А.Ю. Влияние неправомерного поведения совета директоров на результаты контроля финансово-хозяйственной деятельности акционерного общества // Финансовая экономика. 2019. № 1. С. 697–702. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36900032>.
19. Арженовский С.В., Бахтеев А.В., Синявская Т.Г. Поведенческие характеристики руководства аудируемой организации как детерминанты риска фальсификации финансовой отчетности // Аудитор. 2020. Т. 6, № 12. С. 27–32. DOI: <http://doi.org/10.12737/1998-0701-2020-27-32>.
20. Хакимова А.К., Есипова О.В. Модель и методика управления системой контроля за финансово-хозяйственной деятельностью промышленного предприятия // Управление экономическими системами. 2015. № 4 (76). С. 48. URL: <http://uecs.ru/uecs-76-762015/item/3471-2015-04-29-11-19-29>.
21. Хакимова А.К., Есипова О.В. Микроэкономическое моделирование системы контроля за финансово-хозяйственной деятельностью с полной информированностью // Экономика и управление. 2014. № 10 (108). С. 57–62. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22663189>.

References

1. Dolinskaya V.V. Corporate law: main provisions and trends. Moscow: Volters Kluver, 2006, 399 p. Available at: <https://zahvat.ru/media/bookshelffile/original/33848.pdf>. (In Russ.)
2. Chernomordov L.I., Rykova A.P. Risk management – the basis of modern audit. In: *Ivanyuta O.P. (Ed.) Social, humanitarian and economic and legal sciences: modern trends in a changing world: materials of the student international research and practical conference*. Moscow, 2015, pp. 106–109. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25706576&pff=1>. (In Russ.)
3. Arzhenovskiy S.V., Sinyavskaya T.G., Bakhteyev A.V. The influence of experience on expert assessments: statistical analysis of the factors of propensity to the risk of material misstatement of financial statements. In: *Statistics in the modern world: methods, models, tools: materials of the International research and practical conference*. Rostov-on-Don, 2020, pp. 102–105. (In Russ.)
4. Arzhenovskiy S.V., Sinyavskaya T.G., Bakhteyev A.V. Subjective factors of risk appetite of persons responsible for preparing financial statements: role in assessing audit risks. In: *Development of Russian economy and its financial security in the face of modern challenges and threats: materials of the International research and practical online conference*. Rostov-on-Don, 2020, pp. 94–98. Available at: <https://rrefb2020.rsue.ru/static/documents/collection.pdf>. (In Russ.)
5. Rodionova N.K., Burmistrova A.A., Rodionova N.K., Kondrashova I.S. Problems of ensuring the economic security of small businesses. In: *Burmistrova A.A. (Ed.) Global problems of modernization of the national economy: materials of the VIII International research and practical conference*. Tambov, 2019, pp. 234–242. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37659469>. (In Russ.)
6. Dedova T.V., Putilov A.V. The relationship between accounting and economic security of an enterprise, the impact of risks on economic security. In: *Endovitsky D.A., Korobeinikova L.S. (Eds.) Accounting, analytical and legal support for the economic security of a commercial organization: materials of the I International student research and practical conference*. Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2018, pp. 33–35. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35179210>. (In Russ.)
7. Chaykovskaya L.A., Mezentseva T.M., Rozhnova O.V., Melnik M.V., Yefimova O.V., Lesina T.V., Nikiforova Ye.V., Borovitskaya M.V., Shnayder O.V., Gordova M.A., Ustinova Ya.I., Dombrovskaya Ye.N., Druzhilovskaya T.Yu., Druzhilovskaya E.S., Kuzmin A.Yu., Palguyeva T.V., Bychkova S.M., Potapova N.V., Chipurenko Ye.V.

et al. Information of financial and non-financial statements as a basis for strategic business decisions: accounting, control, analysis. Moscow: KnoRus, 2020, 228 p. (In Russ.)

8. Naumova N.A., Shaposhnikov A.A., Ivashkevich V.B., Sannikova I.N., Bychkova S.M., Timoshenko S.A., Baranov P.P., Ustinova Ya.I., Tsygankov K.Yu., Zhukova T.V., Kovalev A.Ye., Usacheva O.V., Baranova I.V., Mel'nik M.V., Amanzholova B.A., Khomenko Ye.V., Maksimova G.V., Khayrullina M.V. Modern paradigm of accounting, audit analysis: moral and philosophical principles. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2020, 286 p. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44062770>. (In Russ.)

9. Montgomery R.H. Auditing. Theory and practice. New York: Ronald Press Co., 1912, 714 p. Available at: <https://archive.org/details/auditingtheorypr0000mont/mode/2up>.

10. Weirich T.R., Pearson T.C., Churyk N.T. Accounting & Auditing Research: Tools & Strategies. Wiley, 2020, 240 p. Available at: <https://www.wiley.com/en-us/Accounting+and+Auditing+Research%3A+Tools+and+Strategies%2C+9th+Edition-p-9781119373629>.

11. Jeppesen K.K. The role of auditing in the fight against corruption. *The British Accounting Review*, 2019, vol. 51, no. 5, p. 100798. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.bar.2018.06.001>.

12. Songini L., Pistoni A.I. Accounting, auditing and control for sustainability. *Management Accounting Research*, 2012, vol. 23, no. 3, pp. 202–204. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.mar.2012.06.002>.

13. Federal Law dated April 22, 1996 № 39-FZ "Concerning the Securities Market". Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9249>. (In Russ.)

14. Article 57 of the Federal Law «Concerning the Central Bank of the Russian Federation (Bank of Russia)». Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/39a57d83ec7814fb8a011535f8e583614a4a860c. (In Russ.)

15. Article 24 of the Federal Law «Concerning Banks and Banking Activities». Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5842/3e31efc380696dd195f4d9acf28a8f91fd11eba2. (In Russ.)

16. Recommendations of the Basel Committee on Banking Supervision «The System of Internal Control in Banks: The Basics of Organization» (Basel Committee on Banking Supervision, Basel, September 1998). *Vestnik Banka Rossii*, 2001, no. 44–45. Available at: https://orioncom.ru/demo_bkb/npsndoc2/bazel_98.htm. (In Russ.)

17. Davletova A.K., Balaeva A.Yu. Development of a control system for financial and economic activities of a joint stock company in case of misconduct of the board of directors. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 2018, vol. 8, no. 10A, pp. 58–71. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37004867>. (In Russ.)

18. Davletova A.K., Balaeva A.Yu. The influence of unlawful behavior of the board of directors on the results of control over the financial and economic activities of a joint-stock company. *Financial Economy*, 2019, no. 1, p. 697–702. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36900032>. (In Russ.)

19. Arzhenovskiy S.V., Bahteev A.V., Sinyavskaya T.G. Behavioral characteristics of the audited organization management as determinants of the risk of material misstatement of financial statements. *Auditor*, 2020, vol. 6, no. 12, pp. 27–32. DOI: <http://doi.org/10.12737/1998-0701-2020-27-32>. (In Russ.)

20. Khakimova A.K., Esipova O.V. Model and method of control system over financial and economic activity of the industrial enterprise. *Management of economic systems: electronic scientific journal*, 2015, no. 4 (76), p. 48. Available at: <http://uecs.ru/uecs-76-762015/item/3471-2015-04-29-11-19-29>. (In Russ.)

21. Khakimova A.K., Esipova O.V. Microeconomic modeling systems: making financial and economic management activities more transparent. *Economics and Management*, 2014, no. 10 (108), pp. 57–62. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22663189>. (In Russ.)