



**НАУЧНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 330.322+519.86

Дата поступления: 22.02.2021  
рецензирования: 26.03.2021  
принятия: 27.05.2021

**Методика расчета факторов риска и оценка чувствительности доходностей  
активов портфеля при инвестировании в персонал**

**А.Ю. Балаева**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара, Российская Федерация  
E-mail: balaeva\_au@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-362X>

**А.А. Беляков**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара, Российская Федерация  
E-mail: jake.dunn@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5789-8048>

**Аннотация:** Авторами ранее была предложена экономико-математическая модель инвестирования в персонал, а также алгоритм вычисления безрисковых ставок доходностей и нерыночных рисков. Целями данной работы являются разработка методики по определению величин факторов риска и оценка чувствительностей доходностей активов портфеля к этим факторам при проектировании инвестиционного портфеля по модели арбитражного ценообразования *APT* для инвестиций в персонал компании с целью возврата вложенных средств. В статье подробно рассматриваются вопросы оценки риска при выборе направлений инвестирования в человеческий капитал предприятия. Рассматривается ковариационная таблица бюджетирования безрисковой части инвестиционного портфеля, с помощью которой вычисляются ковариации между доходностями активов и факторами риска направлений инвестирования, что необходимо для того, чтобы рассчитать факторные беты портфеля. Также вводится матрица детализации бюджета, которая отражает детальное распределение безрисковой части от общего инвестиционного бюджета по активам с учетом рисков. Всем ее элементам дана типовая интерпретация. Для них же сформулировано условие баланса, с помощью которого можно осуществить проверку правильности вычислений. Таким образом, приводится методика расчета премий за риски с оценкой чувствительности активов к ним.

**Ключевые слова:** фактор риска; рыночный риск; человеческий капитал; инвестиции; HR-служба; управление персоналом; риск-инжиниринг; чувствительность к риску; ожидаемая премия за риск.

**Цитирование.** Балаева А.Ю., Беляков А.А. Методика расчета факторов риска и оценка чувствительности доходностей активов портфеля при инвестировании в персонал // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12, № 2. С. 171–179. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-171-179>.

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

© Балаева А.Ю., Беляков А.А., 2021

*Анастасия Юрьевна Балаева* – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

*Андрей Алексеевич Беляков* – студент, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

**SCIENTIFIC ARTICLE**

Submitted: 22.02.2021  
Revised: 26.03.2021  
Accepted: 27.05.2021

**Methodology for calculating risk factors and assessing the sensitivity of portfolio  
asset returns when investing in personnel**

**A.Yu. Balaeva**

Samara National Research University, Samara, Russian Federation  
E-mail: balaeva\_au@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-362X>

**A.A. Belyakov**

Samara National Research University, Samara, Russian Federation  
E-mail: jake.dunn@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5789-8048>

**Abstract:** The authors previously proposed an economic and mathematical model of investing in personnel and also the algorithm for determining of risk-free and the size of non-market risks. The goals of the article are to develop the threat rates and risk sensitive search methods during engineering of investment portfolio through arbitrage pricing theory for investment in personnel to return on investment. Questions of risk evaluation when choosing assets to invest in human capital of a company are fully provided. The covariance structure of allocation of funds of risk-free part of investment portfolios is addressed, that helps to calculate covariance between return on assets and threat rates of investment patterns that is necessary to find factor betas of portfolio. Also, the matrix of budget sharpening is offered that shows the detail investment budget's risk-free pieces split for all assets having regard to risks. The elements got standard interpretation. Then there is the balance condition that is to implement the proof of calculation. Finally, the method of how to calculate and estimate them is given.

**Key words:** threat; market risk; human capital; investments; HR; staff management; risk engineering; risk sensitive; implied risk premium.

**Citation.** Balaeva A.Yu., Belyakov A.A. Methodology for calculating risk factors and assessing the sensitivity of portfolio asset returns when investing in personnel. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 2. pp. 171–179. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-171-179>. (In Russ.)

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

© Balaeva A.Yu., Belyakov A.A., 2021

Anastasia Yu. Balaeva – Candidate of Economic Sciences, lecturer of the Department of Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Andrey A. Belyakov – student, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

## Введение

Ранее при рассмотрении вопроса инвестирования в персонал компании возникали сложности, связанные с оценкой экономической эффективности вложений в развитие сотрудников, с отсутствием понятных и надежных инструментов для контроля результативности мероприятий по развитию персонала, с измерением «человеческого фактора» и его влияния на результат деятельности компании, повышением прозрачности, а следовательно, и управляемости организации. Для преодоления указанных сложностей авторами была разработана экономико-математическая модель на основе модели арбитражного ценообразования АРТ [1]. В ходе дальнейших исследований был разработан алгоритм расчета безрисковых ставок активов и их несистематических рисков для калькуляции доходности инвестиционного портфеля при инвестировании в персонал компании [2]. Разработанная авторами экономико-математическая модель включает в себя три основные составляющие: безрисковую ставку доходности, плату за систематические риски и плату за нерыночные риски. На данный момент остается выработать и принять рекомендации по расчету составной части инвестиционного портфеля, подверженной рискам, для чего необходимо провести детализацию направлений инвестирования и принципов подбора процентных ставок на стадии поиска и принятия инвестиционных решений инвестором и специалистами HR-департамента предприятия.

Под «рыночным риском» будем понимать риск потерь вследствие изменения рыночной стоимости активов инвестиционного портфеля. При этом, очевидно, что рыночный риск по «длинным» позициям наступает в случае снижения цен на активы, по «коротким» – в случае их повышения. К рыночному риску частично имеет отношение и валютный риск, то есть вероятность потери стоимости активов или рост долга компании из-за неблагоприятного движения валютных курсов. Валютный риск возникает, когда компания заимствует средства в одной валюте, но получает доходы от их использования в другой. В результате неблагоприятных колебаний обменных курсов валют компания может понести

убытки либо оказаться не в состоянии обслуживать долг. Кроме того, рыночный риск может наступить при попытке реализации относительно крупного по сравнению с объемами рынка портфеля активов, поскольку в этом случае велика вероятность падения цен [3].

В работе рассматривается подход к расчету факторов риска, с которыми сталкивается компания, а также предлагается оценка чувствительности активов к ним.

### Ход исследования

Как было установлено ранее, основными направлениями инвестиций в персонал являются внутреннее обучение, обучение сотрудников за пределами компании, внедрение методов Performance Management, технические средства контроля над сотрудниками и программы развития лидерства. Поскольку в рассматриваемом случае имеется пять активов с ненулевыми доходностями, то количество факторов риска  $F_k$  в модели будет равняться четырем ( $k=4$ ), о чем более подробно рассматривалось в работе авторов [1].

Модель *APT* не предписывает, какие именно факторы риска влияют на доходности активов, хотя при практической реализации модели это является значимым моментом, оказывающим существенное влияние на конечные результаты ее применения.

Существует метод поиска оценки ожидаемых премий за риск с помощью построения факторного портфеля, но для него требуются значения факторных бет портфеля, которые исследователю изначально неизвестны. Факторные беты – это чувствительности доходностей  $i$ -х активов к изменению доходностей от  $k$ -х факторов риска. Они являются средневзвешенными величинами бет индивидуальных составляющих портфеля и могут быть как положительными, так и отрицательными [1]. Причем если  $\beta_{ik}$  меньше нуля, то это означает, что актив движется против рынка и тем самым представляет наибольшую ценность, ведь инвестиции в такие направления приносят наибольшие прибыли.

В данной ситуации стоит рассчитать факторы риска  $F_k$  напрямую через ставки доходностей рыночного портфеля  $r_{mk}$ :

$$F_k = r_{mk} - r_{fi}, \quad (1)$$

где  $r_{fi} = \omega_{pi} r_f$  – собственная безрисковая ставка  $i$ -го актива, рассчитываемая по алгоритму, описанному в работе авторов [2];

$r_f$  – единая безрисковая ставка, которая также определяется по алгоритму [2];

$$\omega_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^{12} (CF_{fij} - CF_{Pi})}{\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{12} (CF_{fij} - CF_{Pi})} - \text{распределяемая доля безрисковых инвестиций в } i\text{-й актив из работ}$$

ты [2];

$CF_{fij}$  – среднестатистическое стабильное фактическое значение денежного потока на  $j$ -м периоде;

$CF_{Pi}$  – плановое значение денежного потока  $i$ -го актива;

$j = \overline{1,12}$  – число контрольных точек за период (чаще всего равно числу месяцев в году);

$P$  – индекс плановой величины;

$f$  – индекс безрисковой величины;

$m$  – индекс рыночной величины.

Под **рыночным портфелем** подразумевается множество всех возможных объектов инвестирования. Поскольку на практике нельзя оценить подобное множество, определить долю каждой из составляющих в нем и, соответственно, рассчитать доходность по такому портфелю, в качестве заместителя рыночного портфеля решено использовать только рынок корпоративного образования, а в каче-

стве репрезентативной выборки активов, на нем обращающихся, – общепринятые характерные для выбранных пяти направлений инвестирования показатели и доходности по ним [4].

Таким образом, получены следующие интерпретации:

$r_{m1}$  – мотивация сотрудника, которая стимулирует рост производительности труда;

$r_{m2}$  – тайм-менеджмент, который сокращает прогулы и хозяйственное бездействие на рабочем месте;

$r_{m3}$  – командная работа, которая способствует снижению текучести кадров;

$r_{m4}$  – вовлеченность в работу, которая позволяет улучшать клиентский сервис.

Используемые показатели удовлетворяют статистическим данным по работе с персоналом [5–10]. Они отражают динамику изменения соответствующих *KPI*-характеристик и, как следствие, вносят свой вклад в денежный поток, что позволяет отождествлять их со среднестатистическими ставками доходностей за риски рыночного портфеля, ведь их реализация обладает некоей вероятностью и потому не гарантируется.

Как правило, эти риски довольно высоки, потому что рынок инвестиций в персонал пока мал, а размер рыночных ставок  $r_{mk}$  отражает бурный рост.

Для последующих расчетов потребуются знания ковариаций безрисковых доходностей  $i$ -х активов с  $k$ -ми факторами риска  $\text{cov}(r_{fi}; F_k)$ . Чтобы их найти, нужно эмпирически составить ковариационную таблицу бюджетирования безрисковой части инвестиционного портфеля. Для этого следует ввести матрицу-столбец  $[\varphi]$  долей рискованных инвестиций  $\varphi_k$ , которая аналогично матрице-столбцу  $[\omega_p]$  распределяемых долей безрисковых инвестиций  $\omega_{pi}$  в отношении матрицы-столбца  $[r_f]$  собственных безрисковых ставок  $r_{fi}$  описывает распределение того же бюджета, но по факторам риска  $F_k$  матрицы-столбца  $[F]$ , то есть какой размер инвестиций  $\varphi_k$  отводится под тот или иной риск. Также вводится матрица детализации бюджета  $[\psi]$  с элементами  $\psi_{ik}$ , которая отражает детальное распределение безрисковой части от общего инвестиционного бюджета по  $i$ -м активам при  $k$ -х рисках. В представленном случае матрица  $[\psi]$  имеет размер  $4 \times 5$ .

Конструктивно данная таблица бюджетирования безрисковой части инвестиционного портфеля имеет общий вид:

$$\begin{bmatrix} [F]^T \\ [r_f] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [\psi] \\ [\varphi]^T \end{bmatrix} [\omega_p] \quad (2)$$

«Развернутый» вариант ковариационной таблицы представлен в таблице.

**Таблица – Бюджетирование безрисковой части инвестиционного портфеля**  
**Table – Budgeting the risk-free part of the investment portfolio**

$r_{fi} / F_k$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$\omega_{pi}$
$r_{f1}$	$\psi_{11}$	$\psi_{12}$	$\psi_{13}$	$\psi_{14}$	$\omega_{p1}$
$r_{f2}$	$\psi_{21}$	$\psi_{22}$	$\psi_{23}$	$\psi_{24}$	$\omega_{p2}$
$r_{f3}$	$\psi_{31}$	$\psi_{32}$	$\psi_{33}$	$\psi_{34}$	$\omega_{p3}$
$r_{f4}$	$\psi_{41}$	$\psi_{42}$	$\psi_{43}$	$\psi_{44}$	$\omega_{p4}$
$r_{f5}$	$\psi_{51}$	$\psi_{52}$	$\psi_{53}$	$\psi_{54}$	$\omega_{p5}$
$\varphi_k$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$\dots$

Неизвестные элементы  $\psi_{ik}$  возможно подобрать эмпирически. Как правило, они определяются предпочтениями инвестора, голосами собрания HR-директоров, содержанием  $i$ -х направлений инвестирования и их корреляцией с  $k$ -ми факторами риска.

Каждая строчка «тела» таблицы относится к одному из пяти направлений инвестирования, выбранных вначале, а каждый столбик – к одному из четырех показателей *KPI*-характеристик, подверженных факторам риска. Таким образом, можно логически обосновать выбор активов согласно целям инвестирования, соотнося направления вложений с эффектами, на которые они нацелены.

Описание всех элементов таблицы для рассматриваемого случая пяти активов и четырех рисков:

$\psi_{11}$  – внутреннее обучение проводится с целью роста производительности труда работников;

$\psi_{12}$  – внутреннее обучение проводится с целью сокращения прогулов и хозяйственного бездействия работников;

$\psi_{13}$  – внутреннее обучение проводится с целью снижения текучести кадров;

$\psi_{14}$  – внутреннее обучение проводится с целью улучшения клиентского сервиса;

$\psi_{21}$  – внешнее обучение проводится с целью роста производительности труда работников;

$\psi_{22}$  – внешнее обучение проводится с целью сокращения прогулов и хозяйственного бездействия работников;

$\psi_{23}$  – внешнее обучение проводится с целью снижения текучести кадров;

$\psi_{24}$  – внешнее обучение проводится с целью улучшения клиентского сервиса;

$\psi_{31}$  – внедрение методов Performance Management проводится с целью роста производительности труда работников;

$\psi_{32}$  – внедрение методов Performance Management проводится с целью сокращения прогулов и хозяйственного бездействия работников;

$\psi_{33}$  – внедрение методов Performance Management проводится с целью снижения текучести кадров;

$\psi_{34}$  – внедрение методов Performance Management проводится с целью улучшения клиентского сервиса;

$\psi_{41}$  – установка технических средств контроля над сотрудниками проводится с целью роста производительности труда работников;

$\psi_{42}$  – установка технических средств контроля над сотрудниками проводится с целью сокращения прогулов и хозяйственного бездействия работников;

$\psi_{43}$  – установка технических средств контроля над сотрудниками проводится с целью снижения текучести кадров;

$\psi_{44}$  – установка технических средств контроля над сотрудниками проводится с целью улучшения клиентского сервиса;

$\psi_{51}$  – программы развития лидерства проводятся с целью роста производительности труда работников;

$\psi_{52}$  – программы развития лидерства проводятся с целью сокращения прогулов и хозяйственного бездействия работников;

$\psi_{53}$  – программы развития лидерства проводятся с целью снижения текучести кадров;

$\psi_{54}$  – программы развития лидерства проводятся с целью улучшения клиентского сервиса.

Итак, благодаря элементам  $\psi_{ik}$  таблицы возможно отразить компоненты каждого направления инвестирования и провести по ним детализацию бюджета. Некоторые элементы могут быть равны нулю (например,купаемые технические средства контроля никак не способствуют стимулу сотрудника по критерию роста производительности труда). С этим пониманием инвестор или HR-менеджер может обнулять одни ячейки и выделять инвестиционные доли под другие при бюджетировании. Однако размер этих долей в общей таблице должен построчно подчиняться условию баланса:

$$\sum_{k=1}^4 \psi_{ik} = \omega_{pi}. \quad (3)$$

Известно уравнение связи [2]:

$$\omega_p = \sum_{i=1}^5 \omega_{pi} = 1. \quad (4)$$

Таким образом, объединением формул (3) и (4) получено:

$$\omega_p = \sum_{i=1}^5 \omega_{pi} = \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^4 \psi_{ik} = 1. \quad (5)$$

Формула (5) называется условием полной группы, согласно терминам и объектам математической статистики. Если соблюдается уравнение связи (4), но общая сумма элементов  $\psi_{ik}$  отлична от единицы, то это означает «дыру в бюджете», то есть бюджетирование выполнено неправильно на начальном уровне либо на уровне детализации. Подобная проверка также может быть полезна для идентификации хищений из бюджета или быть основанием его несогласования по иным причинам.

Следствием условия полной группы (5) является оптимальное распределение инвестиций по отношению к факторам риска, которое описывается уравнением связи, аналогичным формуле (4):

$$\sum_{k=1}^4 \varphi_k = 1. \quad (6)$$

Причем имеет место аналогичное условие баланса:

$$\varphi_k = \sum_{i=1}^5 \psi_{ik}. \quad (7)$$

Перед расчетом ковариаций безрисковых доходностей  $i$ -х активов с  $k$ -ми факторами риска  $\text{cov}(r_{fi}; F_k)$  важно обратить внимание, что для этого нужно использовать не всю ковариационную таблицу, а отдельные ее структурные составляющие, которые имеют следующую конструкцию:

$$\begin{array}{ccc} & F_k & \\ r_{fi} & \psi_{ik} & \omega_{pi} \\ & \varphi_k & \end{array} \quad (8)$$

Обусловлено это тем, что для каждого  $i$ -го ряда из распределения по пяти активам существует  $k$ -й ряд из распределения по рискам. На деле же это описывается тройкой соответствующих для  $i$ -го актива долей  $(\psi_{ik} \ \varphi_k \ \omega_{pi})$ .

Расчет самой ковариации производится по известной в математической статистике формуле:

$$\text{cov}(r_{fi}; F_k) = E(r_{fi}F_k) - E(r_{fi})E(F_k). \quad (9)$$

Компоненты формулы рассчитываются следующим образом:

$$E(r_{fi}F_k) = \psi_{ik}r_{fi}F_k;$$

$$E(r_{fi}) = r_{fi};$$

$$E(F_k) = \varphi_k F_k.$$

Тогда преобразованная формула ковариации имеет вид:

$$\text{cov}(r_{fi}; F_k) = \psi_{ik}r_{fi}F_k - r_{fi}\varphi_k F_k = (\psi_{ik} - \varphi_k)r_{fi}F_k. \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что при  $\psi_{ik} = \varphi_k$  инвестиции в  $i$ -й актив приходятся лишь на  $k$ -й риск.

При таком сосредоточении долей  $\omega_{pi}$  вероятность убытков начинает существенно возрастать, поэтому следует избегать подобных ситуаций на этапе поиска и принятия инвестиционных решений при проектировании портфеля.

Поиск ковариаций между прочими составляющими ставок доходностей инвестиционного портфеля не имеет смысла, так как используемая модель *APT* обладает системой ковариационных ограничений:

$$\begin{cases} E(\varepsilon_i) = 0 \\ \text{cov}(\varepsilon_i; F_k) = 0 \\ \text{cov}(\varepsilon_i; \varepsilon_j) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

где  $\varepsilon_i; \varepsilon_j$  – нерыночные (диверсифицируемые) риски, рассчитываемые в работе авторов [2].

Несмотря на тот факт, что стандартное отклонение является более удобной мерой риска, в дальнейших расчетах потребуется именно дисперсия, так что ее придется искать, пользуясь ковариационной таблицей. Также важно понимать, что индивидуальные дисперсии факторов риска  $\sigma^2(F_k)$  являются лишь промежуточным звеном в построении инвестиционного HR-портфеля, так как для него в первую очередь важны корреляции между выбранными активами и факторами риска  $F_k$ .

Дисперсия вычисляется по известной формуле, которую следует преобразовать с учетом особенностей тематики работы:

$$\sigma^2(F_k) = \varphi_k (F_k - E(F_k))^2 = \varphi_k (F_k - \varphi_k F_k)^2 = \varphi_k (1 - \varphi_k)^2 F_k^2. \quad (12)$$

Далее для более точной оценки требуется использовать факторные беты портфеля. Известно, что бета-коэффициент может принимать любое значение на поле действительных чисел, но при очень большом количестве активов в портфеле его матрица имеет единичный предел по градиенту:

$$\lim_{i \rightarrow \infty} (\text{grad}[\beta]) = 1. \quad (13)$$

Данное явление обусловлено тем, что с ростом числа активов снижаются специфические риски и остаются только рыночные риски, которые также называются несистематическими или недиверсифицируемыми. Они же описываются факторами риска  $F_k$ , влияющими на доходность портфеля. Зная их, можно рассчитать факторные беты по формуле:

$$\beta_{ik} = \frac{\text{cov}(r_{fi}; F_k)}{\sigma^2(F_k)} = \frac{(\psi_{ik} - \varphi_k) r_{fi} F_k}{\varphi_k (1 - \varphi_k)^2 F_k^2} = \frac{(\psi_{ik} - \varphi_k) r_{fi}}{\varphi_k (1 - \varphi_k)^2 F_k}. \quad (14)$$

Как уже отмечалось ранее, рынок инвестиций в персонал считается волатильным, оттого довольно рисковым и высокодоходным. Поэтому стоит ожидать, что большинство найденных факторных бет будут иметь отрицательные значения, что расценивается как недооцененность данных направлений вложений.

### Полученные результаты и выводы

В результате проведенного исследования даны подробные рекомендации, а также разработана методика расчета факторов риска и оценки чувствительности активов к ним при полной калькуляции доходности инвестиционного портфеля при инвестировании в персонал компании. Данная методика позволяет полноценно использовать ранее разработанную авторами модель для оценки финансовой эффективности вложений в развитие сотрудников, получения понятного и надежного инструмента контроля результативности мероприятий по развитию персонала, а также для лучшей измеряемости «человеческого фактора» и его влияния на результат деятельности компании, что позволит повысить прозрачность, а следовательно, и управляемость организацией.

Наибольший интерес может вызвать плата за рыночный риск, для более тщательной проверки или даже переоценки которой могут потребоваться более комплексные методики и принципы, с помощью которых возможно высчитать более точное ее значение. Стоит предположить, что данная задача лежит уже в области численной оптимизации динамическим программированием, а также при сетевом планировании.

Вторым аспектом, требующим особого внимания, является размер доли детального распределения безрисковой части портфеля от общего инвестиционного бюджета при соотношении известных рисков, которая определяет корреляцию риска и дохода. Эмпирически существует множество различных критериев ее выбора, что определяется стратегией лица, принимающего решение, – будь то инвестор или специалист HR-департамента, так как в рамках задачи инвестирования в персонал до сих пор не существует общих правил и стандартов для выбора тех или иных критериев принятия решений в условиях неопределенности.

Не исключается, что в частных случаях количество факторов риска может быть достаточно велико, что может привести к ситуации, когда для инвестора на этапе поиска направлений инвестирования результаты принятия решений станут труднообозримыми и для их осмысления потребуется воспользоваться некими усредненными характеристиками. С этой целью рекомендуется применять, например, метод динамики средних либо ограничиться рядом обоснованных допущений, как это было сделано в работе [2] при определении нерыночных рисков.

### Библиографический список

1. Балаева А.Ю., Беляков А.А. Разработка экономико-математической модели инвестирования в персонал // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2020. Т. 11, № 2. С. 92–101. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-2-92-101>.
2. Балаева А.Ю., Беляков А.А. Алгоритм определения безрисковых ставок и размера нерыночных рисков при инвестировании в персонал // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2020. Т. 11, № 4. С. 97–106. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-4-97-106>.
3. Аюпов А.А. Риск-инжиниринг как элемент финансовой инженерии на рынке инновационных финансовых продуктов // Экономические науки. Научно-информационный журнал. 2007. № 12. С. 363–369. URL: [https://kpfu.ru/docs/F1379359841/Auo\\_st4.pdf](https://kpfu.ru/docs/F1379359841/Auo_st4.pdf).
4. Карцев П.В., Аканов А.А. Обзор практики применения доходного подхода к оценке бизнеса // Вопросы оценки. 2012. № 2. С. 2–19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17860081>; [http://www.rea-centre.ru/download/IncomeApproachToBusinessValuation\\_QuestionsOfValuations\\_2012-2\\_FINAL.pdf](http://www.rea-centre.ru/download/IncomeApproachToBusinessValuation_QuestionsOfValuations_2012-2_FINAL.pdf).
5. Deloitte. Международное исследование тенденций в сфере управления персоналом // Отчет по подразделению Российской Федерации. ПК «Делойт и Туш Риджинал Консалтинг Сервисис Лимитед», май 2016. URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/human-capital/articles/introduction-human-capital-trends-2016.html>.
6. Миронов А. Исследование по расчету средней стоимости замены сотрудников // Отчет по исследованиям. Холдинг АНКОР, октябрь 2010.
7. Ed O'Boyle. Treat Your People Like Assets, Not Expenses – Invest in Them // Workplace State. Gallup. 2019. June 6. URL: <https://www.gallup.com/workplace/258044/treat-people-assets-not-expenses-invest.aspx>.
8. Andrew J Oswald, Eugenio Proto, Daniel Sgroi. Happiness and Productivity // Journal of Labor Economics. 2014. № 33 (4). P. 789–822. Available at: [https://wrap.warwick.ac.uk/63228/7/WRAP\\_Oswald\\_681096.pdf](https://wrap.warwick.ac.uk/63228/7/WRAP_Oswald_681096.pdf).
9. HR in Heavy Industry: an Uncertain Situation // HR Strategy State. Ward Howell International. 2015. April 20. URL: [https://wardhowell.com/en/teinstitute/hr\\_v\\_promyshlennosti\\_situaciya\\_neopredelennosti](https://wardhowell.com/en/teinstitute/hr_v_promyshlennosti_situaciya_neopredelennosti).
10. Рейтинг стран мира по уровню расходов на образование // The World Bank: World Development Indicators. URL: <https://www.data.worldbank.org> (дата обращения 22.01.2021).
11. Меликсетян С.Н. Развитие программно-целевого метода планирования в сфере образования // Финансы и кредит. 2017. Т. 23, № 26. С. 1545–1562. DOI: <http://doi.org/10.24891/fc.23.26.1545>.
12. Гимпельсон В.Е. Нужен ли российской экономике человеческий капитал? Десять сомнений // Вопросы экономики. 2016. № 10. С. 129–143. DOI: <http://doi.org/10.32609/0042-8736-2016-10-129-143>.
13. Кончакова Л.Н., Чугунова С.В. Человеческий капитал и инвестиции в человеческий капитал предприятия // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 3, № 13. С. 48–50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32538909>.

### References

1. Balaeva A.Yu., Belyakov A.A. Development of an economic and mathematical model for investing in personnel. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 92–101. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-2-92-101>. (In Russ.)
2. Balaeva A.Yu., Belyakov A.A. Algorithm for determining risk-free rates and the size of non-market risks when investing in personnel. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2020, vol. 11, no. 4, pp. 97–106. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-4-97-106>. (In Russ.)
3. Ayupov A.A. Risk-engineering, as an element of financial engineering in the market of innovative financial products. *Economic sciences. Scientific Journal*, 2007, no. 12, pp. 363–369. Available at: [https://kpfu.ru/docs/F1379359841/Auo\\_st4.pdf](https://kpfu.ru/docs/F1379359841/Auo_st4.pdf). (In Russ.)



4. Kartzev P.V., Akanov A.A. Review of the income approach to business valuation. *Voprosi ochenki = The Appraisal Issues*, 2012, no. 2, pp. 2–19. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17860081>; [http://www.rea-centre.ru/download/IncomeApproachToBusinessValuation\\_QuestionsOfValuations\\_2012-2\\_FINAL.pdf](http://www.rea-centre.ru/download/IncomeApproachToBusinessValuation_QuestionsOfValuations_2012-2_FINAL.pdf). (In Russ.)
5. Deloitte. International research of tendencies in the sphere of personnel management. *Report on Russian Federation subunit. MC «Deloitte & Touche Regional Consulting Services Limited»*, May 2016. Available at: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/human-capital/articles/introduction-human-capital-trends-2016.html>. (In Russ.)
6. Mironov A. Research on calculation of average cost of employees. *Report on research. Holding company ANKOR*, October 2010. (In Russ.)
7. Ed O'Boyle. Treat Your People Like Capital, Not Expenses – Invest in Them. *Workplace State. Gallup*, 2019, June 6. Available at: <https://www.gallup.com/workplace/258044/treat-people-assets-not-expenses-invest.aspx>.
8. Andrew J Oswald, Eugenio Proto, Daniel Sgroi. Happiness and Productivity. *Journal of Labor Economics*, no. 33 (4), pp. 789–822. Available at: [https://wrap.warwick.ac.uk/63228/7/WRAP\\_Oswald\\_681096.pdf](https://wrap.warwick.ac.uk/63228/7/WRAP_Oswald_681096.pdf).
9. HR in Heavy Industry: an Uncertain Situation. *HR Strategy State. Ward Howell International*, 2015, April 20. Available at: [https://wardhowell.com/en/teinstitute/hr\\_v\\_promyshlennosti\\_situaciya\\_neopredelennosti](https://wardhowell.com/en/teinstitute/hr_v_promyshlennosti_situaciya_neopredelennosti).
10. World Countries Level of Investing into Education Rating. *The World Bank: World Development Indicators*. Available at: <https://www.data.worldbank.org> (accessed 22.01.2021)
11. Meliksetyan S.N. Developing the program-target method of financial planning in the sphere of education. *Finance and Credit*, 2017, vol. 23, no. 26, pp. 1545–1562. DOI: <http://doi.org/10.24891/fc.23.26.1545>. (In Russ.)
12. Gimpelson D.E. Does the Russian economy need human capital? Ten doubt. *Voprosy ekonomiki*, 2016, no. 10, pp. 129–143. DOI: <http://doi.org/10.32609/0042-8736-2016-10-129-143>. (In Russ.)
13. Konchakova L.N., Chugunova S.V. Human capital and company's investment in human capital. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 2017, vol. 3, no. 13, pp. 48–50. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32538909>. (In Russ.)