

# АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 519.8

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СОГЛАСОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Коды JEL: F15, O15, R11

*Бондаренко Ю. В., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, профессор кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия  
E-mail: bond.julia@mail.ru; SPIN-код: 2225-7082*

*Подвальный Е. С., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой естественно-научных и социальных дисциплин, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (филиал РАНХиГС), г. Воронеж, Россия  
E-mail: direktor@vrn.ranepa.ru; SPIN-код: 3550-3844*

*Недикова Т. Н., кандидат технических наук, доцент кафедры математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, доцент кафедры автоматизированных вычислительных систем, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия  
E-mail: nedikova.tatyana@mail.ru; SPIN-код: 2342-0500*

*Бондаренко О. В., магистрант кафедры математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия  
E-mail: oleg.bondarenko.2000@list.ru; SPIN-код: отсутствует*

Поступила в редакцию 30.10.2023. Принята к публикации 03.11.2023

### Аннотация

Актуальность темы. Формирование эффективных механизмов управления человеческим капиталом, согласованных с потребностями и возможностями социально-экономической системы, является необходимым условием достижения целей ее социально-экономического развития.

Цель. Разработка моделей и механизмов согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона в условиях эпидемиологических ограничений.

Методология. Исследование выполнено на основе методов математического моделирования в рамках актуализированной версии производственной функции.

Результаты и выводы. Приводится формальная постановка задачи согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона. Верхний уровень задачи отражает интересы региональных органов власти, а нижний - экономические интересы хозяйствующих субъектов. Для конкретизации задач нижнего уровня разработана оптимизационная модель, позволяющая для предприятий каждого вида экономической деятельности рассчитать те значения экономических показателей, которые могут быть достигнуты при определенном уровне развития человеческого капитала региона.

Область применения. Сфера развития социально-экономических систем в условиях эпидемиологических ограничений.

Ключевые слова: человеческий капитал, регион, согласование, показатели социально-экономического развития, математические модели.

## MATHEMATICAL MODELS FOR COORDINATION OF HUMAN CAPITAL AND INDICATORS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION UNDER EPIDEMIOLOGICAL CONSTRAINTS

JEL Codes: F15, O15, R11

*Bondarenko Yu. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Voronezh State University, Professor of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

*E-mail: bond.julia@mail.ru ; SPIN code: 2225-7082*

*Podvalny E. S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Natural Sciences and Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPА branch), Voronezh, Russia*

*E-mail: direktor@vrn.ranepa.ru ; SPIN code: 3550-3844*

*Nedikova T. N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Voronezh State University, Associate Professor of the Department of Automated Computing Systems, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

*E-mail: nedikova.tatyana@mail.ru ; SPIN code: 2342-0500*

*Bondarenko O. V., Master's Student of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Voronezh State University, Voronezh, Russia*

*E-mail: oleg.bondarenko.2000@list.ru ; SPIN code: missing*

### Abstract

The relevance of the topic. *The formation of effective mechanisms for managing human capital, consistent with the needs and capabilities of the socio-economic system, is a prerequisite for achieving the goals of its socio-economic development.*

Goal. *Development of models and mechanisms for the coordination of human capital and indicators of socio-economic development of the region in conditions of epidemiological restrictions.*

Methodology. *The study was carried out on the basis of mathematical modeling methods within the updated version of the production function.*

Results and conclusions. *The formal statement of the problem of coordination of human capital and indicators of socio-economic development of the region is given. The upper level of the task reflects the interests of regional authorities, and the lower level reflects the economic interests of economic entities. To concretize the tasks of the lower level, an optimization model has been developed that allows enterprises of each type of economic activity to calculate the values of economic indicators that can be achieved at a certain level of human capital development in the region.*

Scope of application. *The sphere of development of socio-economic systems in conditions of epidemiological restrictions.*

Keywords: *human capital, region, coordination, indicators of socio-economic development, mathematical models.*

DOI: 10.22394/1997-4469-2023-62-3-169-175

### Введение

Цифровая трансформация экономики играет важную роль в ускорении темпов экономического развития регионов, создании новых отраслей и секторов, повышении производительности труда и качества результатов. Активное вовлечение новых информационных технологий в сферу бизнеса и управления приводят к смене приоритетов источников экономического роста. Решающим фактором в развитии инновационной эконо-

мики, его драйвером, становится человеческий капитал (ЧК). В силу этого, достижение высоких показателей развития региона в современных условиях не представляется возможным без разработки и практического внедрения эффективных механизмов управления человеческим капиталом региона, согласованных с потребностями и возможностями социально-экономической системы. В этом случае будем говорить о согласовании человеческого капитала и показателей соци-

ально-экономического развития региона. Особую актуальность задача согласования приобретает в условиях эпидемиологических ограничений, когда предприятия в силу объективных причин сталкиваются с рядом серьезных экономических проблем — снижением прибыли; угрозой финансовой стабильности; вынужденными ограничениями на осуществление деятельности; высокой заболеваемостью и необходимостью временного отстранения сотрудников от участия в производственных процессах [1—2] и т. д.

Разработка механизмов согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона является сложной, комплексной проблемой, обоснованное решение которой невозможно без применения математических методов и моделирования.

Целью настоящего исследования является формальное описание задачи согласования ЧК и показателей социально-экономического развития региона и разработка модельного инструментария, позволяющего на уровне региональных органов власти:

- осуществить оценку и влияния качества человеческого капитала на социально-экономические показатели субъектов экономической деятельности региона с учетом эпидемиологических ограничений;

- определить такое значение количественного показателя ЧК региона, которое является необходимым для достижения требуемых значений показателей развития видов экономической деятельности и региона в целом;

- оказать поддержку при формировании актуальных направлений развития ЧК региона.

Теоретической основой исследования послужили работы В. Н. Буркова, Д. А. Новикова и др., в которых описаны механизмы управления на основе согласования интересов активных элементов [3]. Вопросы построения математических моделей согласованного управления развитием региональных экономических систем представлены в работах Г. А. Угольницкого и О. И. Горбаневой [4]. Общие подходы к разработке математического инструментария согласования показателей социального и экономического развития региона, описаны в статьях Ю. В. Бондаренко, Т. В. Азарновой и др. [5—6]. Настоящая работа является логическим продолжением данных исследований в направлении разработки моделей и механизмов согласования человеческого капитала региона и показателей социально-экономического развития в условиях эпидемиологических ограничений.

Отличительной особенностью разрабатываемого комплекса моделей является учет следующих факторов и условий:

- влияние качества человеческого капитала на экономические показатели (объем выпу-

скаемой продукции, прибыль) хозяйствующих субъектов региона;

- вынужденные ограничения на возможность осуществления экономической деятельности в полном объеме, связанные с эпидемиологическими ограничениями;

- необходимость перевода части сотрудников в дистанционный режим работы и отстранение сотрудников из групп риска от участия в производственных процессах при сохранении их заработной платы и т. д.;

- изменения человеческого капитала, вызванные с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой.

Перейдем к описанию подхода.

### 1. Постановка задачи

Рассмотрим социально-экономическую систему (СЭС) региона, в качестве элементов которой выделим следующие взаимодействующие подсистемы:

- региональные органы власти (администрация региона);

- экономическая система;

- социальная система региона.

Социальная система региона определяется как общность индивидуумов, классов, сообществ и других групп граждан, проживающих на территории региона и являющихся носителем человеческого капитала.

Экономическая система региона представляется как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих хозяйствующих субъектов (ХС), расположенных на территории региона и реализующих экономические интересы и цели посредством экономической деятельности.

Элементы экономической системы будем рассматривать в агрегированном срезе — как группы предприятий, объединенных по видам основной экономической деятельности. Такое деление обусловлено характером доступной статистической информации. Обозначим число ВЭД региона через  $M$ , а через  $m$  — порядковый номер ВЭД (где  $m = 1, \dots, M$ ).

Социально-экономическая система региона является сложной, динамической, многоуровневой, активной системой. В нотациях, принятых в теории систем, описатель такой системы (обозначим его через  $\tilde{S}$ ) имеет следующее представление:

$$\tilde{S} = \langle (T_0, t, T), Str, D^t, F^t, Cond^t, (H_{in}^t, H_{out}^t), Tech^t \rangle,$$

где  $t \in [T_0, T]$  — системное время;  $Str$  — многоуровневая структура системы;  $D^t$  — множество состояний системы;  $F^t$  — совокупность или структура целей, включающая цели развития элементов системы;  $Cond^t$  — условия существования СЭС;  $H_{in}^t, H_{out}^t$  — входной и выходной потоки;  $Tech^t$  — совокупность технологий (методов, операций, приемов, этапов, алгоритмов и т. п.), реализующих функционирование и развитие системы.

Рассмотрим дискретный временной интервал (период планирования)  $[T_0, T]$ , временной такт которого составляет 1 год,  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$ .

В каждый момент времени состояние системы измеряется набором социально-экономических показателей, в качестве основных из которых принято выделять:

- валовой региональный продукт ( $Y^t$ );
- основные фонды в экономике (по полной учетной стоимости; на конец года) ( $K^t$ );
- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций ( $W^t$ );
- инвестиции в основной капитал ( $I^t$ );
- сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) деятельности организаций ( $Z^t$ ).

Для удобства записи выбранные показатели СЭС развития региона представим в форме вектора:

$$A^t = (Y^t, K^t, W^t, I^t, Z^t). \quad (1)$$

Будем полагать, что региональными органами власти для каждого момента времени рассматриваемого промежутка времени  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$  определены требуемые (целевые) значения основных показателей социально-экономического развития региона, соответственно набор (вектор):

$$\underline{A}^t = (\underline{Y}^t, \underline{K}^t, \underline{W}^t, \underline{I}^t, \underline{Z}^t).$$

Целевые значения показателей развития региона проецируются в целевые показатели развития каждого ВЭД:

$$\underline{A}_m^t = (\underline{Y}_m^t, \underline{K}_m^t, \underline{W}_m^t, \underline{I}_m^t, \underline{Z}_m^t),$$

$$m = 1, \dots, M; t = T_0, T_0 + 1, \dots, T.$$

Также предположим, что человеческий капитал региона, уровень его развития, может быть представлен количественным показателем  $\tilde{L}_t$ ,  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$ .

Среди существенных свойств СЭС выделим активность ее элементов, которая означает их способность самостоятельно формулировать собственные цели и способы их достижения. Естественно, что каждый элемент СЭС региона заинтересован в высоких показателях социально-экономического развития региона, но вместе с тем, имеет и свои, частные интересы. В настоящем исследовании будем полагать, что приоритетным интересом руководства каждого предприятия является получение максимально возможной величины прибыли, что соответствует принимаемой в экономических исследованиях гипотезе о рациональном поведении [7].

*Задача согласования* человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона состоит в определении ре-

гиональными органами власти и последующем достижении таких значений показателя ЧК  $\tilde{L}_t$ ,  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$ , которые позволят предприятиям ВЭД региона достичь требуемых значений показателей социально-экономического развития (1) при условии их рационального поведения.

Формализовано задача согласования может быть представлена в двухуровневой постановке. Верхний уровень — уровень администрации региона, а нижний — уровень предприятий ВЭД.

*Задача верхнего уровня* (региональные органы власти): для периода планирования  $[T_0, T]$  требуется найти такие минимальные значения  $L_t$ ,  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$ , при которых:

$$A_m^t = (Y_m^t, K_m^t, W_m^t, I_m^t, Z_m^t) \geq \underline{A}_m^t = (\underline{Y}_m^t, \underline{K}_m^t, \underline{W}_m^t, \underline{I}_m^t, \underline{Z}_m^t), \quad (2)$$

где  $m = 1, \dots, M$ ;  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$ .

При этом значения показателей социально-экономического развития каждого ВЭД (вектор  $A_m^t$ ) находится как решение задачи нижнего уровня.

*Задачи нижнего уровня* (предприятия ВЭД): определить такие допустимые значения показателей социально-экономического развития, которые обеспечивают при данном уровне человеческого капитала получение максимального значения финансового результата (прибыли):

$$\sum_{t=T_0}^T Z_m^t(\tilde{L}_t) \rightarrow \max, m = 1, \dots, M.$$

Задачи нижнего уровня представляют собой оптимизационные задачи, а проведение практических расчетов требует конкретизации функций цели и допустимых множеств.

## 2. Математические модели в задаче согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона

В двухуровневой задаче согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона необходимо формализовать зависимости описывающие производственные и экономические возможности хозяйствующих субъектов, агрегированных по видам экономической деятельности. Одной из таких зависимостей является производственная функция, формально описывающая взаимосвязь максимального объема выпускаемой продукции субъекта (ВЭД, региона) от факторов производства (капитала и трудовых ресурсов) [7]:

$$y = f(K, \omega \cdot L),$$

здесь  $K$  — капитал (основные фонды) предприятий ВЭД;  $L$  — численность трудовых ресурсов;  $\omega$  — средняя номинальная заработная плата;  $f$  — производственная функция.

Параметры производственной функции определяются на основе ретроспективной статистической информации методами машинного обучения (например, регрессионным анализом).

Особенностью настоящего подхода является учет в качестве аргументов производственной функции не только количественных показателей факторов производства, но и их качества.

В работах [8, 9] подробно проанализированы известные в литературе производственные функции, учитывающие человеческий капитал и (или) его основные компоненты.

Обобщая накопленный опыт исследований и учитывая современные подходы к анализу производственных функций, вводится понятие *производственной функции с учетом качества ресурсов* или *квалитативной производственной функции* отдельного предприятия или группы предприятий ВЭД, которая в общем случае имеет следующий вид:

$$y = \tilde{f}(K, \bar{K}, \omega \cdot L, \bar{L}),$$

где  $L$  — количественный показатель качества человеческого капитала (как синонима качества трудовых ресурсов);

$K$  — показатель качества капитала (основных фондов).

В монографии [10] описаны аксиомы, свойства производственной квалитативной функции, приведены подходы количественной оценки качества капитала и человеческого капитала, предложены алгоритмы построения и рассмотрены конкретные примеры для ряда ВЭД Воронежской области.

Эпидемиологические ограничения, следствием которых является ограничения экономической деятельности ряда предприятий и необходимость отстранения части сотрудников от непосредственного участия в производственных процессах, приводят к необходимости учета этих факторов и на модельном уровне, в частности — в аргументах производственной функции.

Введем следующие обозначения:

—  $\nu$  — доля работников, которые временно не заняты на производстве в связи с принятыми в регионе мерами противодействия распространению пандемии или заболеванием,  $0 \leq \nu \leq 1$ ;

—  $\mu$  — доля загруженных мощностей хозяйствующего субъекта (ВЭД, региона) в период пандемии,  $0 \leq \mu \leq 1$ ;

—  $\eta$  — нормирующий множитель, характеризующий снижение качества человеческого капитала в период пандемии,  $0 \leq \eta \leq 1$ .

Тогда квалитативная производственная функция в условиях эпидемиологических ограничений может быть модифицирована следующим образом:

$$y = \mu \cdot \bar{f}(K, \bar{K}, \omega \cdot (1 - \nu) \cdot L, \eta \cdot \bar{L}).$$

Для описания моделей нижнего уровня рассмотрим некоторый ВЭД  $m$  индексом  $m$ . Полагаем, что администрации региона в начальный момент времени  $T_0$  известна следующая агрегированная по предприятиям ВЭД  $m$  информация:

—  $L_m^0$  — общая численность работающих (трудоустроенных);

—  $\nu_m^0$  — доля работников, которые временно не заняты на производстве в связи с принятыми в регионе мерами противодействия распространению пандемии или заболеванием;

—  $\omega_m^0$  — средняя за период номинальная заработная плата сотрудников, занятых на производстве;

—  $\bar{\omega}_m^0$  — средняя величина выплат сотруднику, временно не занятому на производстве;

—  $K_m^0$  — объем капитала (основных фондов);

—  $I_m^0$  — собственные средства предприятий группы, которые могут быть инвестированы в расширение и развитие производства;

—  $\gamma_m$  — коэффициент ликвидации основных фондов;  $\lambda_m$  — коэффициент обновления основных фондов ВЭД;

—  $\rho_m$  — доля отчислений с фонда оплаты труда;

—  $a_m$  — ставка налога на прибыль;

—  $\beta_m$  — показатель, характеризующий темп роста качества вводимых основных фондов;

—  $\bar{L}^0$  — количественный показатель человеческого капитала региона.

На основе статистической и экспертной информации в каждый момент времени  $t = T_0, T_0 + 1, \dots, T$  могут быть определены (оценены, спрогнозированы):

—  $\bar{K}_m^t$  — качественная оценка капитала (основных фондов) ВЭД;

—  $\bar{\nu}_m^t$  — доля сотрудников, временно не занятых в производственных процессах в связи с ограничениями пандемии и болезнью;

—  $\bar{\omega}_m^t$  — средняя номинальная заработная плата сотрудников, занятых на производстве;

—  $g_m^t$  — средние затраты на создание одного рабочего места;

—  $C_m^t$  — средние затраты на производство единицы продукции;

—  $L^t$  — прогнозируемые значения показателя человеческого капитала в соответствии с принятой в регионе политикой развития;

—  $f_m(K_m^t, \bar{K}_m^t, \omega_m^t \cdot (1 - \nu_m^t) \cdot L_m^t, \eta_m^t \cdot \bar{L}^t)$  — производственная функция ВЭД;

—  $Q_m^t$  — прогнозируемая величина спроса на продукцию ВЭД;

—  $B_m^t$  — прогнозируемые дополнительные затраты в связи с эпидемиологическими ограничениями;

—  $B_m^t$  — совокупные дополнительные издержки предприятий, связанные с эпидемиологической обстановкой.

Переменными модели являются:

—  $Y_m^t$  — объем выпускаемой продукции  $m$ -го ВЭД в момент времени  $t$ ;

—  $Z_m^t$  — совокупная чистая прибыль ВЭД в момент времени  $t$ ;

—  $\Delta K_m^t$  — затраты на расширение основных фондов в момент времени  $t$ ;

—  $\Delta L_m^t$  — затраты предприятий ВЭД на создание новых рабочих мест;

—  $K_m^t$  — размер капитала (основных фондов) в момент времени  $t$ ;

—  $L_m^t$  — численность трудовых ресурсов в момент времени  $t$ .

В принятых обозначениях модель нижнего уровня для  $m$ -го ВЭД представляет собой

$$Z_m^t = (1 - \alpha_m) \cdot \left( Y_m^t - C_m^t \cdot y_{mt}^t - \frac{1}{1 - \rho_m} \left( \omega_m \cdot (L_m^t - \bar{L}_m^t) + \bar{\omega}_m \cdot \bar{L}_m^t \right) - \lambda_m K_m^t - B_m^t \right); \quad (6)$$

$$I_m^t = I_m^{t-1} + Z_m^t - (\Delta K_m^{t-1} + \Delta L_m^{t-1}), \quad t = T_0 + 1, \dots, T; \quad (7)$$

$$\Delta K_m^t + \Delta L_m^t \leq I_m^t, \quad t = T_0, \dots, T; \quad (8)$$

$$K_m^t = (1 - \gamma_m + \lambda_m) K_m^{t-1} + \Delta K_m^t, \quad t = T_0 + 1, \dots, T; \quad (9)$$

$$L_m^t = L_m^{t-1} + \frac{\Delta L_m^t}{g_m}, \quad t = T_0 + 1, \dots, T; \quad (10)$$

$$\bar{K}_m^t = \frac{(1 - \gamma_m) K_m^{t-1}}{K_m^t} \cdot \bar{K}_m^{t-1} + \frac{\Delta K_m^t}{K_m^t} \cdot \beta_m \cdot \bar{K}_m^{t-1}, \quad t = T_0 + 1, \dots, T; \quad (11)$$

$$\Delta K_m^t \geq 0, \Delta L_m^t \geq 0, \quad t = T_0, \dots, T. \quad (12)$$

Ограничение (4) модели учитывает максимальный выпуск предприятий в соответствии с технологией, формально описываемой производственной функцией. В производственной функции учтено наличие трудовых ресурсов, временно не занятых в процессе производства.

Ограничение (5) отражает необходимость удовлетворения потребностей региона в продукции группы предприятий.

Соотношения (6) и (7) соответственно описывают динамику изменения прибыли и средств, доступных для инвестирования за рассматриваемый период. В соотношении (6) учтены дополнительные затраты предприятий группы, связанные с эпидемиологическими ограничениями.

Неравенство (8) представляет финансовое ограничение на возможности расширения основных фондов и увеличение численности сотрудников.

В соотношениях (9)-(11) отражена динамика изменения факторов производства и их качества.

оптимизационную задачу, критерием которой принимается максимизация совокупной за период прибыли (финансового результата) ВЭД:

$$\sum_{t=T_0}^T Z_m^t \rightarrow \max, \quad (3)$$

при следующих ограничениях:

$$Y_m^t = \mu_t \cdot f_m \left( K_m^t, \bar{K}_m^t, \omega_m^t \cdot (1 - v_m^t) \cdot L_m^t, \eta_t \cdot \bar{L}_m^t \right), \quad t = T_0, \dots, T; \quad (4)$$

$$Y_m^t \geq Q_m^t, \quad t = T_0, \dots, T; \quad t = T_0, \dots, T; \quad (5)$$

Модель (3)-(12) относится к классу задач нелинейной оптимизации и может быть сведена к равносильной задаче с переменными  $\Delta L_m^t, \Delta K_m^t$ . Для практического решения задачи выбран метод исследования пространства параметров (метод Соболя).

На основе решения задачи нижнего уровня для каждого ВЭД определяется расчетный набор показателей:  $A_m^t = (Y_m^t, K_m^t, W_m^t, I_m^t, Z_m^t)$ ,  $t = T_0, \dots, T$ , для которого выполняется проверка неравенства (3).

Решение задачи верхнего уровня — определения необходимого для согласования качества человеческого капитала — предлагается осуществлять на основе имитационного эксперимента, параметры которого формируются на основе анализа информации о политике управления ЧК в регионе.

### Заключение

В настоящем исследовании рассматривается проблема формирования эффективных механизмов управления человеческим капиталом в целях достижения требуемых значений показателей социально-экономического развития региона в условиях возможных эпидемиологических ограничений. Приводится общая формальная постановка двухуровневой задачи согласования человеческого капитала и показателей социально-экономического развития региона. Верхний уровень отражает интересы региональных органов власти, а нижний — хозяйствующих субъектов, агрегированных по видам экономической деятельности. Для задач каждого уровня приводятся математические модели, позволяющие отыскать такой уровень развития человеческого капитала, который бы способствовал гармоничному развитию региона.

**Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Матерн Н. А. Влияние локдауна на развитие предпринимательства в Новосибирской области / Н. А. Матерн, Е. Г. Першина // Сибирская финансовая школа. — 2021. — № 2 (147). — С. 32—36.
2. Абрамчикова Н. В. Меры государственной поддержки малого и среднего бизнеса в условиях пандемии Covid-19 / Н. В. Абрамчикова // Региональная экономика. — 2021. — Т. 19. № 6 (489). — С. 1053—1068.
3. Бурков В. Н. Согласованная оптимизация в расплывчатых условиях / В. Н. Бурков, В. Н. Кузнецов, В. А. Павлов // Теория активных систем : Тр. Междунар. научно-практич. конф. (17—19 ноября 2009 г., Москва, Россия), 2009. — Т. 1. — С. 55—58.
4. Gorbaneva O. I. Static models of coordination of social and private interests in resource allocation / O. I. Gorbaneva, G. A. Ougolnitsky // Automation and Remote Control. — 2018. — V. 29. № 7. — С. 1319—1341.
5. Bondarenko Yu. V. Aggregated multi-criteria model of enterprise management engineering, taking into account the social priorities of the region / Yu. V. Bondarenko, T. A. Sviridova, T. A. Averina // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. — Т. 537. — С. 042045 (doi:10.1088/1757-899X/537/4/042045).
6. Bondarenko Yu. V. The task of coordinating social and economic indicators of the development of the region and the mathematical approach to its solution / Yu. V. Bondarenko, I. V. Goroshko, I. L. Kashirina // Journal of Physics: Conference series. — 2019. — Т. 1203. — С. 012037 (doi:10.1088/1742-6596/1203/1/012037).
7. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. — Москва : Айрис-пресс, 2002. — 576 с.
8. Клейнер Г. Б. Производственные функции: Теория, методы, применение / Г. Б. Клейнер. — Москва : Книга по требованию, 2012. — 240 с.
9. Romer P. Endogenous Technological Change / P. Romer // Journal of Political Economy. — 1990. — 985 (2). — P. 71—102.
10. Человеческий капитал как драйвер развития цифровой экономики региона: теорети-

ческие и инструментальные основы исследования : коллективная монография / под общ. ред. докт. геогр. наук Н. В. Яковенко. — Воронеж : Цифровая полиграфия, 2020. — 234 с.

**LITERATURE**

1. Matern N. A. The impact of lockdown on the development of entrepreneurship in the Novosibirsk region / N. A. Matern, E. G. Pershina // Siberian Financial School. — 2021. — № 2 (147). — Pp. 32—36.
2. Abramchikova N. V. Measures of state support for small and medium-sized businesses in the context of the Covid-19 pandemic / N. V. Abramchikova // Regional economy. — 2021. — Т. 19. № 6 (489). — Pp. 1053—1068.
3. Burkov V. N. Coordinated optimization in vague conditions / V. N. Burkov, V. N. Kuznetsov, V. A. Pavlov // Theory of active systems: Tr. International scientific and practical. Conf. (November 17—19, 2009, Moscow, Russia), 2009. — Vol. 1. — Pp. 55—58.
4. Gorbaneva O. I. Static models of coordination of social and private interests in resource allocation / O. I. Gorbaneva, G. A. Ougolnitsky // Automation and Remote Control. — 2018. — V. 29. No. 7. — Pp. 1319—1341.
5. Bondarenko Yu. V. Aggregated multi-criteria model of enterprise management engineering, taking into account the social priorities of the region / Yu. V. Bondarenko, T. A. Sviridova, T. A. Averina // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. — Vol. 537. — P. 042045 (doi:10.1088/1757-899X/537/4/042045).
6. Bondarenko Yu. V. The task of coordinating social and economic indicators of the development of the region and the mathematical approach to its solution / Yu. V. Bondarenko, I. V. Goroshko, I. L. Kashirina // Journal of Physics: Conference series. — 2019. — Vol. 1203. — P. 012037 (doi:10.1088/1742-6596/1203/1/012037).
7. Intrigator M. Mathematical methods of optimization and economic theory / M. Intrigator. — Moscow : Iris-press, 2002. — 576 p.
8. Kleiner G. B. Production functions: Theory, methods, application / G. B. Kleiner. — Moscow : Book on Demand, 2012. — 240 p.
9. Romer P. Endogenous Technological Change / P. Romer // Journal of Political Economy. — 1990. — 985 (2). — P. 71—102.
10. Human capital as a driver of the development of the digital economy of the region: theoretical and instrumental foundations of research : collective monograph / under the general ed. doct. geogr. of Sciences N. V. Yakovenko. — Voronezh : Digital polygraphy, 2020. — 234 p.