

# **Математическая модель оценки влияния человеческого капитала на развитие регионов России с учетом современных тенденций цифровизации**

В. В. Кульба, email: kulba@ipu.ru<sup>1</sup>

В. И. Меденников, email: dommed@mail.ru<sup>2</sup>

1 ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН

2 ФИЦ ИУ РАН

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются подходы на основе математического моделирования к оценкам, как непосредственно человеческого капитала, так и его влияния на региональное развитие с позиций системы высшего образования, играющего ключевую роль в повышении интеллектуального потенциала страны.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, научно-образовательные ресурсы, санкции, информационные системы, математическая модель.*

## **Введение**

Исследования в области человеческого капитала (ЧК) приобретают в последнее время большое значение для эффективной и успешной цифровизации всего общественного развития, недостаточный уровень которого ведет к человеческой неготовности к современным технологиям, отторжению их в этом случае и к научной дремучести участников процесса. Таким образом, усиление роли ЧК в мировом развитии связано с повышенными требованиями цифровой экономики (ЦЭ) к значительному увеличению числа высококвалифицированных специалистов на всех уровнях производственного управления, кардинального переоснащения производственных мощностей, профессионального переобучения сотрудников, перехода на цифровые

---

методы управления. Введенные развитыми странами санкции на Россию в настоящее время накладывает существенный отпечаток не только на производственный, но также и на трудовой рынок. Соответственно, данные санкции требуют адекватной реакции и по трансформации ЧК.

Осознание этих требований предсказуемо вызвало запрос на соответствующие исследования по поиску оценок ЧК с использованием математических методов на всех уровнях управления экономикой страны. Такие исследования, основанные на комплексном, научном подходе, на достаточно достоверном необходимом объеме информации приводят к возможностям выбора наиболее эффективных методов использования данного ЧК.

На первых этапах появления понятия ЧК в исследованиях его доминировала концепция, в которой к ЧК относили лишь часть инвестиций в человека, которые бы приводили к повышению его способностей к труду, в основном, в образовании и профессиональную подготовку. С течением времени данный подход начал расширяться, приобретать более содержательный смысл, что было вызвано возможностями информатизации, в дальнейшем и цифровизации общества, дающими шанс учета все более возрастающего количества факторов, влияющих на поведение людей в трудовом процессе, их зарплату, трудовые навыки и образование.

В настоящее время с каждым годом появляется все более значительное количество работ, расширяющих виды инвестиций в ЧК, например, такие, как расходы на обеспечение экономически необходимого уровня мобильности рабочей силы; интеллектуальный капитал, к которому относится деятельность в сфере творчества, и ассоциируемой с интеллектом, изобретательностью, смекалкой человека; организационно-предпринимательский капитал, рассматриваемый в виде предприимчивости, организаторских способностей, генерации творческих идей, коммерческой жилки; культурно-нравственный капитал, выражаемый в таких качествах, как порядочность, нравственность в делах, соблюдение деловой культуры и этики; биологический человеческий капитал, определяемый уровнем здоровья либо конкретных работников, либо всего населения в зависимости от целей исследования, порой и физических возможностей (способностей) к трудовым функциям, а также еще ряд других [1].

Такое многообразие подходов к исследованиям ЧК привело к необходимости классификации его по следующим уровням: микроуровень (индивидуальный ЧК), мезоуровень (ЧК предприятия, региона), макроуровень (национальный ЧК). Хотя в настоящее время к наиболее значительным инвестициям в ЧК по-прежнему относят инвестиции в образование и здравоохранение, в эпоху ЦЭ расходы на науку стали резко возрастать, что связывают также с инвестициями в ЧК, поскольку наука ведет к созданию современных инновационных разработок, превращающихся с течением времени в новые общественно-экономические технологии. После этого они изменяют, как самого человека, так и экономические и социальные отношения в обществе, что, в конце концов, приводит к возникновению новых способностей и компетенций. Так, в [2] приведены данные, что при инвестициях в ЧК без внедрения цифровых технологий прибыль возрастает на 9%, а при совместных инвестициях – на 26%. При внедрении цифровых технологий без инвестиций в ЧК, наоборот, наблюдается сокращение прибыли на 11%.

Исходя из основного принципа цифровой трансформации экономики – интеграции как информационных систем, так и данных [3], в настоящее время в исследованиях появился еще один вид инвестиций в ЧК, на основе которого будет опираться значительная часть наших исследований далее, – поиск социально, экономически и образовательно ценной информации, поскольку она становится важнейшим ресурсом для людей, а в настоящее время и для многих программно-аппаратных систем, например, для роботов, технологий искусственного интеллекта, и т.п. В работе [4] это объясняется следующим образом: «Люди и информация – основа информационной экономики, при этом человек определяется в качестве главного ресурса в тандеме. Поэтому развитие людей и менеджмента должно происходить с не меньшей скоростью, чем технологии».

## **1. Математическая модель формирования и оценки человеческого капитала на уровне ВУЗа**

В связи с этим в данной работе рассмотрим математическую модель оценки ЧК в системе формального образования на примере ВУЗов и с этой целью определим факторы, наиболее влияющие на его качество. Тем более, что Минобрнауки РФ в приказе N 462 от

14.06.2013г. «Порядок проведения самообследования образовательной организацией» определил процедуру оценивания их деятельности, что можно считать, исходя из вышеизложенного, как некую методику оценку ЧК в виде его потенциала.

Однако, мониторинг сайтов ВУЗов показал, что в данном приказе не учитываются многие значительные тенденции цифровой трансформации в мире, когда большая часть производимых данных перемещается в интернет, что выливается в появление на сайтах ВУЗов таких ресурсов, как информационные научно-образовательные (ИНОР), электронные биржи труда (ЭБТ), электронные торговые площадки (ЭТП). Не нашло также отражение в приказе к оценке ВУЗов информации, характеризующей имидж и репутацию их на основе использования методов сайтометрии контента сайтов. К ИНОР отнесем следующие ресурсы, представленные, как на сайтах, так и входящие в список научных знаний, наиболее востребованных в экономике, в частности, АПК [5, 6]: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация (НПИ), дистанционное обучение (ДО), пакеты прикладных программ (ППП), базы данных (БД), выполняющие триединую роль в росте качества ЧК: поддержка научных исследований, повышение уровня образования (зачастую переподготовкой) для всех слоев населения, эффективная система трансфера научно-образовательных знаний в производство. Информационные ресурсы (ИР), включенные в порядок проведения самообследования, назовем вторичными информационными образовательными ресурсами (ВИОР) в отличие от семи видов ИНОР, названными первичными (ПИНОР). При этом эти ИР могут храниться, как в виде информационного каталога, так и в виде полноформатного представления. Назовем это формами хранения ИР. С другой стороны, хранение ИР в системах управления БД (СУБД) назовем упорядоченным представлением, в противном случае, что и происходит в большинстве случаев в настоящее время, – неупорядоченным представлением.

Общий критерий формирования и оценки ЧК зададим в виде аддитивной суммы взвешенных групп, общая сумма весов которых равна 1, следующих частных критериев: критерий оценки ЧК по видам представления ИНОР, критерий оценки ЧК по эффективности использования ИР методами сайтометрии, критерий оценки ЧК по

эффективности использования ИР ЭТБ, критерий оценки ЧК по эффективности использования ИР ЭТП, критерий оценки ЧК по состоянию ИР из приказа Минобрнауки. Тогда дадим математическое описание модели.

$i$  – показатель уровня интеграции ИР,  $i \in I$  ;

$l$  – показатель формы хранения ИР,  $l \in L$  ;

$n$  – показатель вида ИНОР,  $n \in N$  ;

$m$  – код ВУЗа,  $m \in M$  ;

$h$  – вид ВИИР,  $h \in H$  ;

$t$  – год;

$P_j^m$  – частный критерий оценки ЧК  $m$ -го ВУЗа по  $j$ -му

показателю в году  $t$ ,  $j \in J$  ;

$P^m$  – общий критерий оценки ЧК  $m$ -го ВУЗа в году  $t$  ;

$\alpha_i^1$  – весовой коэффициент уровня интеграции ИР;

$\alpha_l^2$  – весовой коэффициент  $l$ -й формы хранения ИР;

$\alpha_n^3$  – весовой коэффициент  $n$ -го вида представления ИР;

$\beta_j$  – весовой коэффициент оценки ЧК по  $j$ -му показателю;

$v_{i \ln 0}^m$  – число экземпляров ИНОР  $i$ -го уровня интеграции,  $l$ -ой формы хранения,  $n$ -го вида представления на уровне  $m$ -го ВУЗа в году  $t$  ;

$v_{i \ln f}^m$  – число экземпляров ИНОР  $i$ -го уровня интеграции,  $l$ -ой формы хранения,  $n$ -го вида представления на уровне  $f$ -го факультета  $m$ -го ВУЗа в году  $t$  ;

$v_{i \ln k}^m$  – число экземпляров ИНОР  $i$ -го уровня интеграции,  $l$ -ой формы хранения,  $n$ -го вида представления на уровне  $k$ -й кафедры  $m$ -го ВУЗа в году  $t$  ;

$\lambda_{i \ln}^m$  – величина оценки ЧК по числу экземпляров ИНОР  $i$ -го уровня интеграции,  $l$ -ой формы хранения,  $n$ -го вида представления  $m$ -го ВУЗа в году  $t$ ;

$$\lambda_{i \ln}^m = (v_{i \ln 0}^m + \sum_f v_{i \ln f}^m + \sum_k v_{i \ln k}^m) / \max_m (v_{i \ln 0}^m + \sum_f v_{i \ln f}^m + \sum_k v_{i \ln k}^m);$$

$d_{rm}^{t2}$  – количество  $r$ -го показателя оценки ЧК методами сайтотрии в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ,  $r \in R$ ;

$q_{rm}^{t2}$  – величина  $r$ -го критерия оценки ЧК методами сайтотрии в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ;

$\omega_r^2$  – вес  $r$ -го показателя критерия оценки ЧК методами сайтотрии;

$$q_{rm}^{t2} = d_{rm}^{t2} / \max_m d_{rm}^{t2};$$

$d_{sm}^{t3}$  – значение  $s$ -го показателя критерия оценки ЧК по состоянию ЭТП в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ;

$\omega_s^3$  – вес  $s$ -го показателя критерия оценки ЧК по состоянию ЭТП;

$d_{gm}^{t4}$  – величина  $g$ -го показателя критерия оценки ЧК по состоянию ЭБТ в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ;

$\omega_g^4$  – вес  $g$ -го показателя критерия оценки ЧК по состоянию ЭБТ,  $g \in G$ ;

$d_{hm}^{t5}$  – число  $h$ -го показателя оценки ЧК по ВИОР в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ,  $k \in K$ ;

$q_{hm}^{t5}$  – величина  $h$ -го показателя критерия оценки ЧК по ВИОР в  $m$ -ом ВУЗе в году  $t$ ;

$\omega_{hm}^5$  – вес  $h$ -го показателя критерия оценки ЧК по ВИОР в  $m$ -ом ВУЗе,  $k \in K$ ;

$$q_{hm}^{t5} = d_{hm}^{t5} / \max_m d_{hm}^{t5} ;$$

Тогда:

$$P^{tm} = \sum_j \beta_j \cdot P_j^{tm} ;$$

$$\text{Где } P_1^{tm} = \sum_{i,l,n} \lambda_{i \ln}^{tm} \alpha_i^1 \alpha_l^2 \alpha_n^3, P_2^{tm} = \sum_k \omega_k^2 q_{km}^{t2},$$

$$P_3^{tm} = \sum_s \omega_s^3 d_{gm}^{t3}, P_4^{tm} = \sum_g \omega_g^4 d_{gm}^{t4}, P_5^{tm} = \sum_h \omega_h^5 q_{hm}^{t5} .$$

В указанной выше постановке значение  $P^{tm}$  можно определить как оценку ЧК, производящим  $m$ -м образовательным учреждением.

## 2. Математическая модель формирования и оценки ЧК на уровне региона

Для оценки влияния ЧК, произведенного  $m$ -м ВУЗом на региональное развитие введем соответствующий критерий, являющийся сверткой некоторых региональных рейтингов  $R_k^{tm}$ , отражающих их социально-экономическое положение, где  $k$  – номер рейтинга,  $k \in K$ . При наличии нескольких ВУЗов в регионе под  $P^{tm}$  будем понимать некоторую свертку оценок ЧК региональных ВУЗов. Проранжируем  $P^{tm}$ , в результате чего получим рейтинги  $P^{0tm}$  ВУЗов по оценке ЧК.

Введем некоторый обобщенный региональный рейтинг социально-экономического положения регионов  $R^{tm} = (\sum_{k=1}^K \eta_k R_k^{tm}) / K$ , где  $\eta_k$  –

положительные числа, отражающие веса слагаемых и  $\sum_{k=1}^K \eta_k = 1$ . Веса

выбираются в зависимости от отраслевого потенциала регионов и степени статистической зависимости  $P^{0tm}$  и  $R_k^{tm}$ . Пример расчетов такой статистической зависимости рассмотрен в [7].

Тогда оценка влияния ЧК на социально-экономическое положение региона будет зависеть от соотношений  $P^{0m}$  и  $R^m$ . Соотношение  $P^{0m} > R^m$  означает, что ЧК в регионе недостаточно развит. Причины могут быть разные: недостаток финансирования, слабый преподавательский состав, программа обучения не соответствует требованиям региона и т.д. Для выявления причин необходимо разработать и провести дополнительное анкетирование ВУЗов и регионов. Соотношение  $P^{0m} < R^m$  означает, что ЧК в регионе недостаточно используется региональными властями и бизнесом. Причины могут быть также разные: недостаточная инновационная деятельность в регионе, потребность региона в специалистах меньше потенциала ЧК ВУЗов, большая миграция выпускников из региона, программа обучения превышает требования региона и т.д. Соотношение  $P^{0m} = R^m$  означает сбалансированность потенциала ЧК ВУЗов и потребностей региона в специалистах. При введении величины  $\Delta^m = P^m - P^{t-t_1, m}$ , где  $t - t_1$  – временной лаг можно оценить степень изменения в лучшую/худшую сторону качества ЧК.

### **Заключение**

В исследовании разработаны две математической модели, отражающие влияния ЧК на развитие регионов России: модель формирования и оценки его на уровне ВУЗа и модель формирования и оценки ЧК на уровне региона. В работе, представленной на данной конференции «Результаты моделирования оценки влияния человеческого капитала на развитие регионов России», основанной на проведенном мониторинге в 2022г. сайтов сельскохозяйственных ВУЗов, будут представлены практические результаты расчетов на основе данных исследований.

### **Список литературы**

1. Смирнов, В. Т. Основы экономической теории / В.Т. Смирнов, В.Ф. Бондарев, В.И. Романчин // Орел: Изд-во ОрелГТУ, 2003. 474 с.
2. Зябриков, В. В. Цифровизация менеджмента: перспективы и скрытые угрозы для культурного развития нации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.lihachev.ru/chten/2018/sec4/zajbrikov/>



3. Райков, А. Н. Анализ опыта цифровой трансформации в мире для сельского хозяйства России / А.Н. Райков, В.И. Меденников, // Тенденции развития интернет и цифровой экономики : Труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Симферополь- Алушта, 04–06 июня 2020 года. – Симферополь- Алушта: ИП Зуева Т.В., 2020. – С. 57-62.

4. Электронный ресурс] : – Режим доступа : [https://studref.com/310639/mededzhment/otsenka\\_chelovecheskogo\\_kapitala](https://studref.com/310639/mededzhment/otsenka_chelovecheskogo_kapitala)

5. Меденников, В. И. Модели и методы формирования единого информационного интернет-пространства аграрных знаний / В.И. Меденников, Л.Г. Муратова, С.Г. Сальников. – М. : ГУЗ, 2014. – 428 с.

6. Зацаринный, А. А. Системные аспекты технологии управления научными и образовательными сервисами / А.А. Зацаринный, А.П. Шабанов // Открытое образование. – 2017. – Т.21, №2. – С. 88-96.

7. Казаренков, И. Г. Управление человеческим капиталом в условиях цифровизации экономики: оценка его влияния на экономический рост, конкурентоспособность, социальное благополучие и развитие общества / И.Г. Казаренков, И.Г. Каменев, Т.В. Кокуйцева [и др.]. – М. : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – 214 с. – ISBN 978-5-209-10196-3.