

**Бондаренко Ю.В., Щепина И.Н.**  
*Воронеж, ВГУ*  
bond.julia@mail.ru, shchepina@mail.ru

## **РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Исследование подготовлено при финансовой поддержке РФФИ,  
проект №19-29-07400 мк.*

В современных условиях интенсивной цифровизации всех сфер человеческой жизни, важнейшим фактором, оказывающим существенное влияние на развитие и внедрение информационных технологий, является человеческий капитал [1-3]. Новый этап развития технологий и информатизации экономики РФ, как и любого другого государства, невозможен без непрерывного повышения качества человеческого капитала посредством обеспечения высокого качества жизни, образования и медицины, создания новых рабочих мест, внедрения наукоемких технологий, оказания эффективных общественных услуг и т.п. В силу этого разработка инновационных подходов к оценке человеческого капитала и исследования его влияния на экономические показатели развития региона, формирование эффективных механизмов его повышения является актуальной задачей.

Сложность решения поставленной задачи обуславливается сложностью социально-экономической системы в целом, воздействием случайных факторов и высокой динамичностью. В качестве инструмента исследования таких систем, процессов и явлений хорошо зарекомендовало себя имитационное моделирование, в частности, такое его направление, как системная динамика [4]. Вопросам разработки модели системной динамики, позволяющей осуществить анализ влияния человеческого капитала на экономическое развитие региона в условиях цифровой экономики, и посвящено данное исследование.

Специфика решаемой проблемы определила те аспекты, которые должны быть тщательно проработаны для составления адекватной имитационной модели, как в научном, так и в практическом плане:

- 1) анализ человеческого капитала региона, определение основных факторов, способствующих его наращиванию и перспективному развитию в условиях цифровизации экономики и общества;
- 2) анализ основных факторов, оказывающих существенное влияние на социально-экономическое развитие региона;

- 3) идентификация количественных зависимостей основных показателей экономического роста региона от инвестиций в человеческий, интеллектуальный, технологический и социальный капитал;
- 4) проектирование диаграммы системной динамики;
- 5) идентификация математических зависимостей на основе анализа статистической информации регионов России.

В основу построения модели положено представление социально-экономической системы региона как сложной системы, в которой выделяются следующие взаимосвязанные подсистемы:

- подсистема управления регионом (администрация региона) (УР);
- подсистема формирования человеческого капитала (ЧК);
- подсистема производства инновационных технологий (ИТ);
- экономическая подсистема региона (ЭС).

Эффективность функционирования и развития экономической системы определяется набором экономических показателей, среди которых на значимом месте – объем валового регионального продукта (ВРП).

Подсистема формирования человеческого капитала включает подсистемы, которые принимают непосредственное участие в формировании человеческого капитала региона – образование, здравоохранение, социальное обеспечение, обеспечение экологического контроля, рынок труда.

Подсистема ИТ включает передовые технологии, а также организации и подразделения, осуществляющие их производство и внедрение, а также инвесторов, заинтересованных в инновационных разработках.

На основе определенной выше системы может быть построена когнитивная карта, описывающая причинно-следственные связи основных факторов производства валового продукта региона и элементов, влияющих на их количественные и качественные характеристики (рис.1).

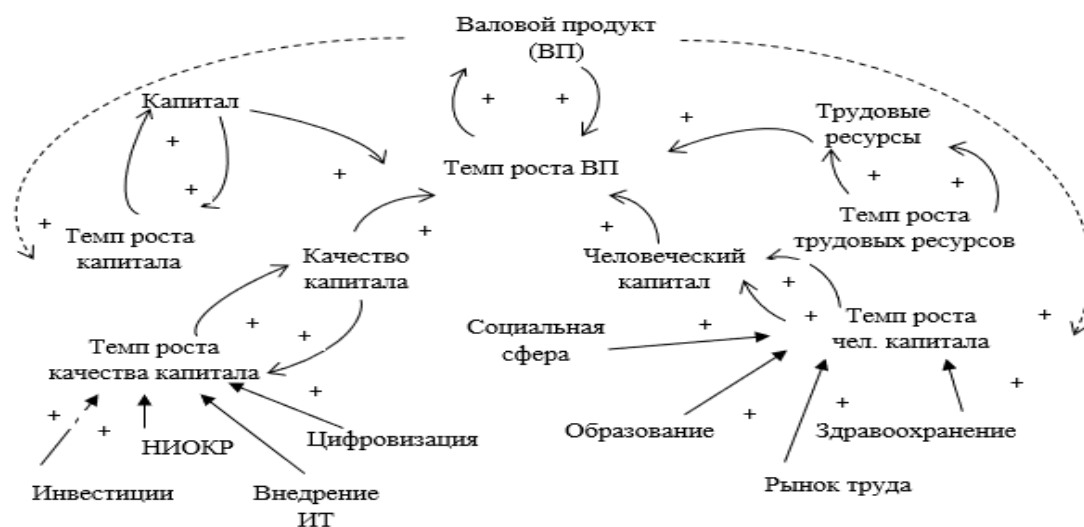


Рис.1. Диаграмма причинно-следственных связей

На основе диаграммы причинно-следственных связей может быть построена модель системной динамики, фрагмент которой, созданный в системе имитационного моделирования Anylogic 8.1.0 представлен на рис.2.

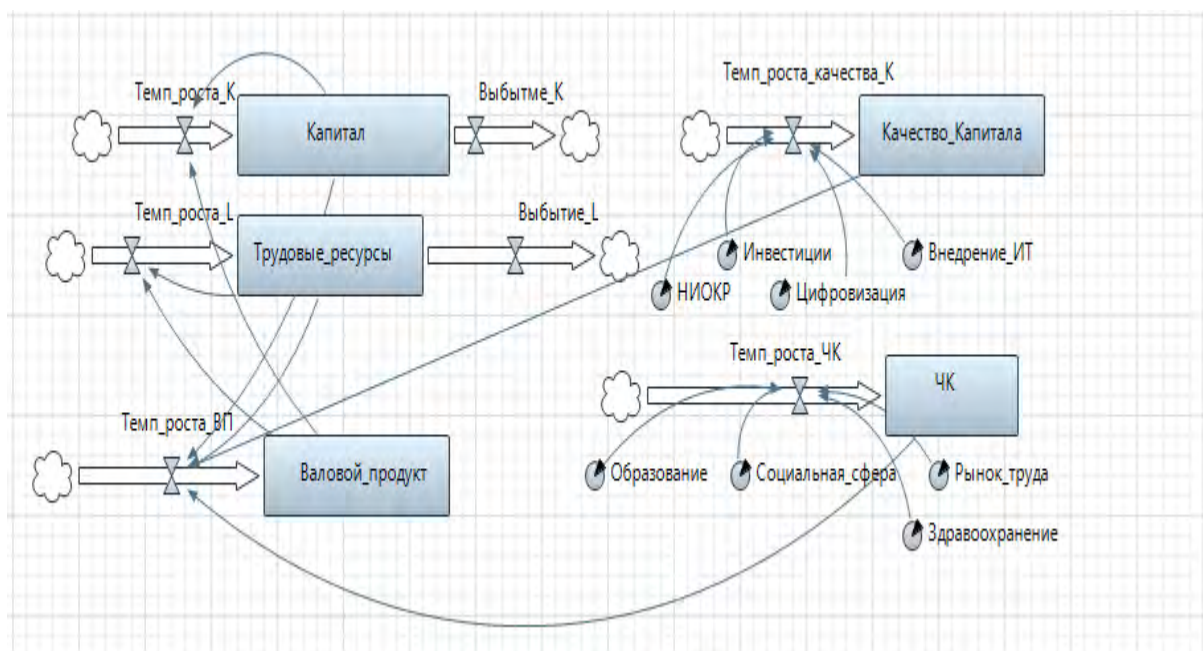


Рис.2. Фрагмент модели системной динамики

В качестве количественного показателя качества человеческого капитала предлагается использовать индекс человеческого развития (ИЧР) [5], рассчитываемый по следующей формуле:

$$HDI = \sqrt[3]{LEI \times EI \times I},$$

где  $HDI$  – индекс человеческого развития,  $LEI$  – индекс ожидаемой продолжительности жизни,  $EI$  – индекс образования,  $I$  – индекс дохода.

Основной зависимостью модели является производственная функция региона с учетом качества капитала и человеческого капитала, показывающая зависимость максимального объема ВРП ( $Y$ ) от капитала ( $K$ ), трудовых ресурсов ( $L$ ), качества капитала ( $KK$ ) и человеческого капитала ( $ЧК$ ):

$$Y = F(L, K, ЧК, KK). \quad (1)$$

Свойства функции (1) и подходы к ее практическому построению на примере Воронежской области подробно описаны в работе [6].

Формирование зависимостей и параметров модели предполагает интеграцию больших объемов статистической информации и использование высокотехнологичных результатов расчета. В этих целях разработан программный продукт визуализации, основанный на ГИС-технологиях.

Основными инструментами разработанного программного продукта являются HTML, CSS и JavaScript. Набор этих инструментов очень удобен и широко используется при создании программных продуктов, интегрируемых в сеть интернет. Визуализация данных имеет очень высокий качественный уровень.

В ходе исследования были задействованы различные источники данных, включая ЕМИСС и Росстат. На их основе была сформирована база данных с признаками по всем регионам России за период 2008-2020 годы. Все собранные признаки разделены по следующим категориям:

- 1) образование;
- 2) здоровье;
- 3) доход;
- 4) экология;
- 5) экономическое развитие.

Общий вид построенной карты представлен на рис. 3.

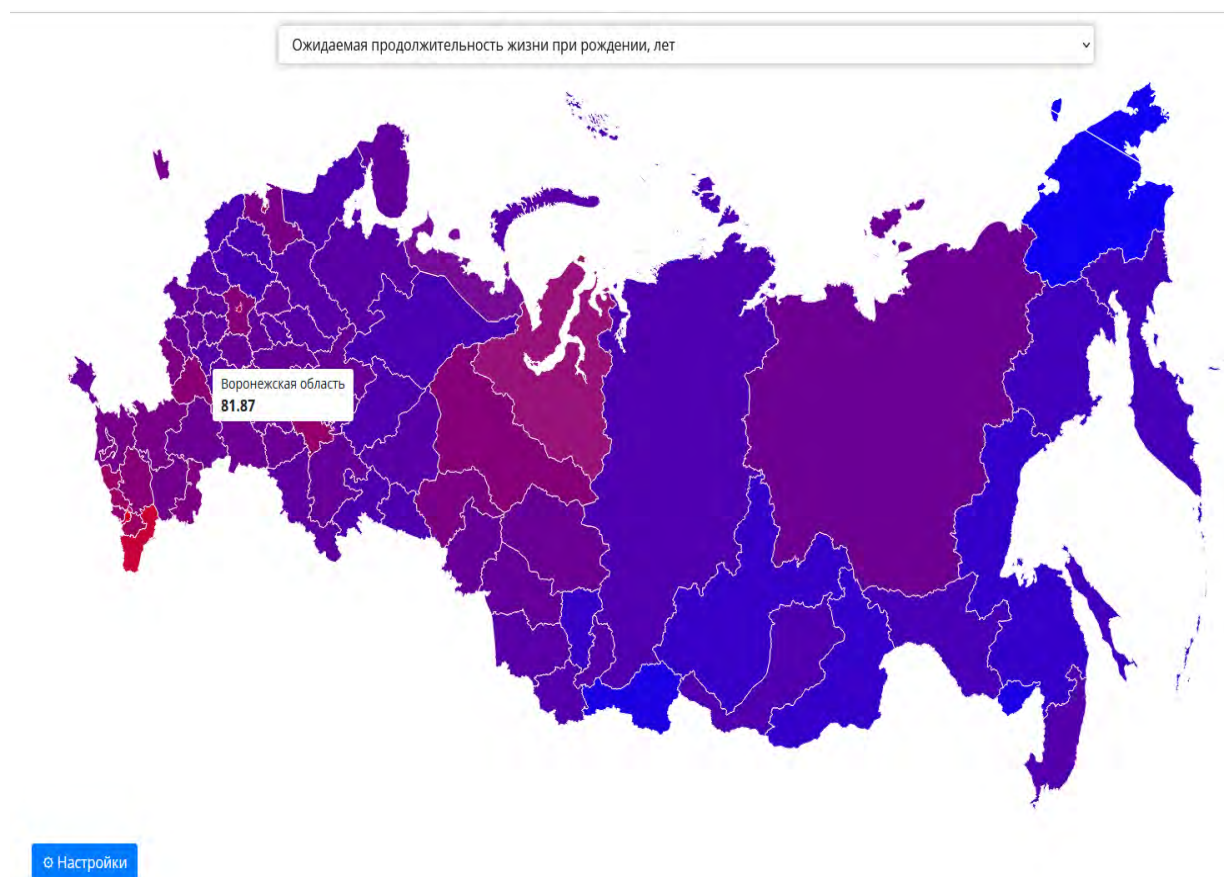


Рис.3. Общий вид карты

В заключение отметим, что в настоящей работе разработан подход к формированию имитационной модели влияния человеческого капитала на экономическое развитие региона в условиях цифровой экономики,

отличающийся учетом современных компонент человеческого капитала. Представлены основные взаимосвязи и зависимости, разработана программа визуализации данных. Дальнейшая работа в данном направлении связана с формализацией зависимостей для каждого региона РФ и проведением направленных имитационных экспериментов.

***Список использованной литературы:***

1. Киященко, Л. Т. Качество трудовых ресурсов как фактора инвестиционного развития региона // Конкурентоспособность в глобальном мире : экономика, наука, технологии.– 2017. – № 2. – С. 40–42.
2. Шеломенцева, М. В. Качество человеческого капитала приграничных регионов России и Белоруссии// Человеческий капитал и социально-экономическое развитие регионов российско-белорусского приграничья ; отв. ред. Катровский А.П. — Смоленск, 2017. С. 137–164.
3. Bondarenko Yu. V., Azarnova t.v., Kashirina I.I., Uhin A.I., and Sunteev A.N. “ Models and Algorithm for Managing of the Human Capital Development in a Digital Transformation of the Machine-building Enterprise” OP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020, p. 42020. (DOI: 10.1088/1757-899X/862/4/042020).
4. Bernardo O. R., Bernard G and Naim, M. “A system dynamics analysis of officer manpower in the merchant marine”, MATIT. POL., 1999, Vol. 26, No. 1, pp 39-60.
5. Яковенко Н.В., Сафонова И.В. Компонентная оценка человеческого капитала на уровне региона // Экология урбанизированных территорий. – 2020. - № 4. – С. 119-125
6. Человеческий капитал как драйвер развития цифровой экономики региона: теоретические и инструментальные основы исследования: коллективная монография / кол.авт. / под общ. ред. Н.В. Яковенко. – Воронеж: «Цифровая полиграфия», 2020.– 234 с.