

УДК 330

**Ю. М. Грузина**

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва,  
e-mail: ymgruzina@fa.ru

**Л. А. Шмелева**

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва,  
e-mail: lyashmeleva@fa.ru

**К. А. Штанова**

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва,  
e-mail: kashtanova@fa.ru

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ И НАУКОЕМКИХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ГЕНЕЗИСА НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

**Ключевые слова:** моделирование, высокотехнологичные и наукоемкие отрасли, человеческий капитал, генезис науки и образования, развитие.

Экономический рост и стабильное развитие любой страны находятся в прямой зависимости от инноваций, которые синтезируются человеческими ресурсами. В данной работе представлены факторы, оказывающие влияние на развитие человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики. В статье отмечается, что несмотря на широкое развитие теории человеческого капитала в современном менеджменте, имеется существенный дефицит количественных методов и моделей его формирования. Авторами разработана универсальная модель развития человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики в условиях генезиса науки и образования. Доказывается, что человеческий капитал, занятый в этой сфере должен обладать особыми свойствами и компетенциями. Модель в общем виде включает в себя 14 независимых переменных, состоящих из эндогенных и экзогенных факторов, влияние которых на развитие человеческого капитала доказано в академической литературе. Разработанная модель универсальна в том смысле, что изучение влияния отдельных факторов, входящих в её состав, может быть проведено отдельно. Исходные данные для модели могут быть собраны путем анкетирования сотрудников высокотехнологичных и наукоемких компаний для их последующего статистического анализа.

**Yu. M. Gruzina**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
e-mail: ymgruzina@fa.ru

**L. A. Shmeleva**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
e-mail: lyashmeleva@fa.ru

**K. A. Shtanova**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
e-mail: kashtanova@fa.ru

## **MODELING OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN HIGH-TECH AND KNOWLEDGE-INTENSIVE SECTORS OF THE ECONOMY IN THE CONTEXT OF THE GENESIS OF SCIENCE AND EDUCATION**

**Keywords:** modeling, high-tech and knowledge-intensive industries, human capital, genesis of science and education, development.

Economic growth and stable development of any country are directly dependent on innovations that are synthesized by human resources. This paper presents the factors influencing the development of human capital in high-tech and knowledge-intensive sectors of the economy. The article notes that despite the widespread development of the theory of human capital in modern management, there is a significant short-

age of quantitative methods and models of its formation. The authors have developed a universal model of human capital development in high-tech and knowledge-intensive sectors of the economy in the context of the genesis of science and education. It is proved that the human capital employed in this field should have special properties and competencies. The model in general includes 14 independent variables consisting of endogenous and exogenous factors, the influence of which on the development of human capital has been proven in the academic literature. The developed model is universal in the sense that the study of the influence of individual factors that make up it can be carried out separately. The initial data for the model can be collected by interviewing employees of high-tech and knowledge-intensive companies for their subsequent statistical analysis.

**Введение**

В современной экономике экономический рост и стабильное развитие любой страны находится в прямой зависимости от инноваций, которые синтезируются человеческими ресурсами. Специфическими особенностями высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики выступают высокий научно-технический уровень продукции, большой объем НИОКР, значительная продолжительность жизненного цикла техники и оборудования, политемность исследований и разработок, диверсифицированность и высокая динамичность производства, межотраслевая кооперация, высокая степень неопределенности, интенсивный инвестиционный процесс, наличие уникальных коллективов, а человеческий капитал, занятый в этой сфере должен обладать особыми свойствами и компетенциями.

По результатам Global Innovation Index 2020 (ГИИ 2020), составленного кон-

сорциумом Корнельского университета (США), Школой бизнеса INSEAD (Франция) и Всемирной организацией интеллектуальной собственности, содержащим результаты сопоставительного анализа инновационных систем 131 стран и их рейтинги по уровню инновационного развития, Россия заняла 47 место. Тройку лидеров занимают Швейцария, Швеция и США. Позиция России по субиндексу ресурсы инноваций находится на 42, а по субиндексу результаты инноваций на 58 месте (рисунок 1) [1].

Цель исследования раскрывается в положении о том, что в рамках концепции устойчивого развития ООН и перехода России к шестому технологическому укладу особенно актуальной становится задача создания современной модели развития человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики в условиях генезиса науки и образования.

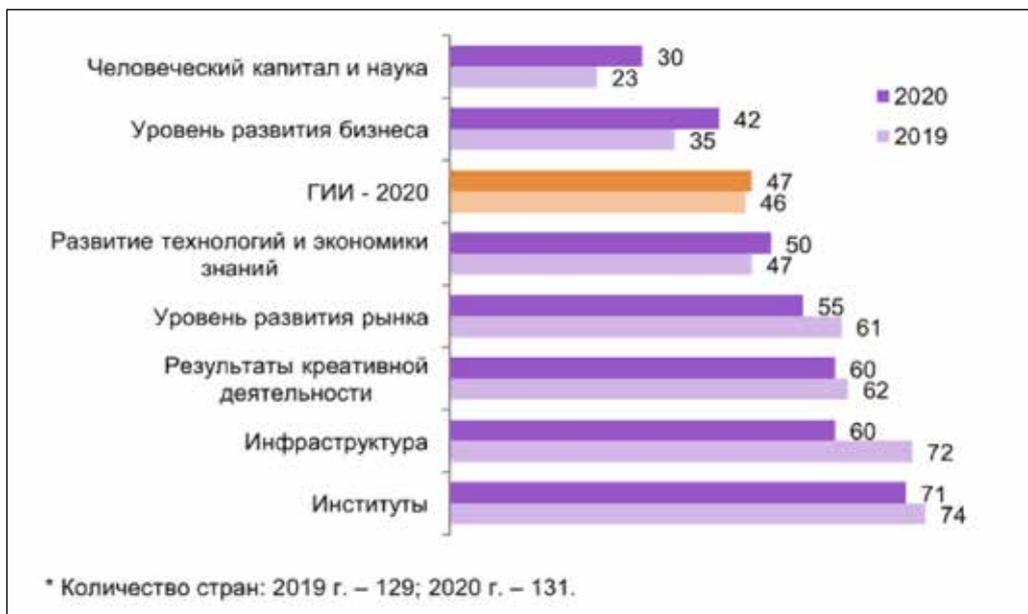


Рис. 1. Позиции России в «Глобальном инновационном индексе» по элементам индекса [1]



Рис. 2. Структурная модель развития человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики

Цель исследования раскрывается в положении о том, что в рамках концепции устойчивого развития ООН и перехода России к шестому технологическому укладу особенно актуальной становится задача создания современной модели развития человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики в условиях генезиса науки и образования.

### Материал и методы исследования

Для разработки современных технологических решений в составе человеческих ресурсов особое значение имеют работники STEM-специальностей (Science, Technology, Engineering, Mathematics), к числу которых относятся инженерно-технические кадры и исследователи [2].

Несмотря на широкое развитие теории человеческого капитала в современном менеджменте, имеется существенный дефицит количественных методов и моделей формирования и развития человеческого капитала в условиях генезиса науки и образования с позиций достижения стратегических целей организаций.

Существующие модели имеют существенные недостатки, основными из которых являются отсутствие учета многолинейности процесса инвестирования в человеческий капитал, возможности скользящего планирования, слабый уровень оценки влияния отраслевой специфики высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики,

от которой зависят весовые коэффициенты компонент человеческого капитала [3].

При разработке модели развития человеческого капитала следует отметить, что не может существовать индикатора, который бы в полной мере представлял все аспекты человеческого капитала, что объясняется многогранностью этого понятия и невозможностью представления всех его измерений количественными характеристиками.

Структурно модель развития человеческого капитала (ЧК) в высокотехнологичных и наукоемких отраслях представлена на рисунке 2.

Разработанная модель включает в себя эндогенные и экзогенные факторы, поскольку влияние обеих групп на развитие человеческого капитала доказано в академической литературе. Каждый из представленных факторов является комплексным и объединяет группы более узконаправленных факторов, поэтому представлен не одной переменной, а сразу несколькими.

### Результаты исследования и их обсуждение

*Зависимая переменная.* Зависимой переменной в модели выступает ЧК. В настоящее время нет единого определения, а значит, и подхода, к выражению ЧК через конкретные переменные, в связи с этим перед исследователями встает вопрос их выбора для компаний высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики. Человече-

ский капитал должен быть представлен таким образом, чтобы отобразить специфику предприятий в этих отраслях, а вместе с тем должна быть разносторонность составляющих, в связи с этим была выбрана концепция ЧК, которая отражает сочетание Знаний, Умений и Навыков (ЗУН) специалистов, работающих в высокотехнологичных компаниях (Shih et al., 2010) [7].

Данный выбор сделан на основе предыдущих исследований Samad (2020) [8]. Автор утверждает, что ЗУН профессионалов являются ключевым фактором успеха компаний высокотехнологичных отраслей и имеют ряд ключевых характеристик. Во-первых, они не могут быть отчуждены от человека или проданы как другие материальные активы. Во-вторых, ЗУН являются уникальной комбинацией и суммой накопленного опыта каждого специалиста, а не чем-то стандартизованным и общим. В-третьих, они могут выражаться как количественными, так и качественными показателями, что также отражает многогранность концепции ЧК. В-четвертых, они труднодостижимы для менее квалифицированного персонала организации, а потому отражают уровень продуктивности таких профессионалов, поскольку работа, которую они выполняют, не может быть выполнена другими сотрудниками (Laroche et al., 1999) [6].

Becker and Woessmann (2009) [5] также отмечают, что уникальный сплав знаний, умений и навыков профессионалов является главной составляющей конкурентных преимуществ высокотехнологичных компаний. По утверждению Ge et al. (2016) [5], сочетание ЗУН определяет компетентность про-

фессионалов, то есть способность выполнять конкретные функции в организации.

В предлагаемой модели переменная ЗУН является интегральным индикатором, отражающим сразу несколько граней знаний, умений и навыков, представленных в таблице 1.

Поскольку объективно оценить уровень ЗУН профессионалов в высокотехнологичных отраслях не представляется возможным, эти данные могут быть собраны путем анкетирования сотрудников и их последующего статистического анализа. Вопросы, с помощью которых могут быть получены эти данные, должны быть сформулированы в виде утверждения, согласие или несогласие с которым респонденты должны выразить по шкале Лайкерта баллами от 1 до 10, где 1 – «полностью не согласен с утверждением», а 10 – «полностью согласен с утверждением», либо 1 – «максимально низкий показатель», а 10 – «максимально высокий показатель». Например, ответ «6» на вопрос о профессиональном кругозоре будет означать, что респондент оценивает свой профессиональный кругозор чуть выше среднего, а ответ «9» на вопрос об уровне умений для профессиональной деятельности будет означать, что респондент считает, что обладает почти всеми умениями, требуемыми от него в профессиональной деятельности на максимально высоком уровне.

После получения данных по каждому из показателей выводится интегральная оценка по всем шести показателей путём вычисления среднего арифметического. Данный интегральный показатель и будет являться значением зависимой переменной в модели для конкретного респондента.

Таблица 1

Составные элементы переменной ЗУН

| Измерение | Показатель   | Способ измерения | Тип данных | Источник данных |
|-----------|--|------------------|------------|-----------------|
| Знания    | Общий кругозор   | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |
|           | Достаточность знаний в профессиональной сфере            | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |
| Умения    | Уровень умений для профессиональной деятельности         | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |
|           | % располагаемых умений для профессиональной деятельности | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |
| Навыки    | Умений для проф. деятельности, перешедшие в навыки       | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |
|           | Уровень навыков для профессиональной деятельности        | 1...10           | Первичные  | Анкетирование   |

*Независимые переменные.* К эндогенным факторам, влияющим на ЗУН, отнесены (1) Личностные характеристики, (2) Уровень образования и (3) Удовлетворенность работой. Личностные характеристики включают в себя возраст, семейное положение и уровень здоровья, эти данные также могут быть получены из анкет участников опроса. Респонденты отметят свой возраст числом, но для простоты обработки могут быть введены категории и соответствующие переменные. Предлагается разбиение интервала возрастов на категории по 10 лет, например, 16-29 лет, 30-39, 40-49, 50+ лет. Другим вариантом может быть использование фиктивной переменной, которая принимает значение 1 для респондентов самого продуктивного возраста и 0 для респондентов других возрастов. Самым продуктивным возрастом может считаться интервал от 25 до 50 лет. Введение данной переменной как раз позволит проверить гипотезу о том, что у профессионалов возраста 25-50 уровень развития ЧК достигает максимума. Переменная семейного положения может отражать факт наличия семьи у специалиста. Фиктивная переменная будет принимать значение 1, если у респондента есть семья (супруг(а), дети) и 0 если семьи нет. Введение этой переменной позволит оценить влияние семьи на ЧК в исследуемой сфере. Уровень здоровья также будет оцениваться субъективно самими респондентами по 10-балльной шкале.

Уровень образования предлагается оценивать тремя фиктивными переменными, а именно: имеет ли респондент высшее образование, имеет ли учёную степень и имеет ли техническое образование, подтвержденные соответствующими документами. Для всех трёх переменных значение 1 будет присваиваться при утвердительном ответе на соответствующие вопросы, а значение 0 – при отрицательном.

Удовлетворенность работой будет оцениваться по трём критериям, соответственно представленным переменными удовлетворённости доходом, условиями труда и возможностями для самореализации по 10-балльной шкале Лайкерта. Данные переменные могут быть включены в модель по отдельности, также возможен вариант выведения интегрального показателя удовлетворённости в виде среднего арифметического по указанным трём измерениям и использования его в качестве единой переменной.

Экзогенные факторы включают в себя (1) Инвестиции компании в ЧК, (2) Научную деятельность в компании и (3) Затраты на научную деятельность. Последние два фактора разделены, поскольку финансирование научной деятельности может вестись не из собственных средств компании, а из государственных фондов, субсидий и т.д. Затраты же на научную деятельность отражают стремление компании вкладывать собственные средства в научные разработки и развивать ЧК своими силами. Оценка значимости переменных, представляющих данные два фактора, позволит разделить влияние чисто финансовых инструментов и научных достижений на уровень ЧК в компаниях.

Переменная Инвестиций компании в ЧК отражает вклад не столько в науку, сколько именно в человеческий потенциал в компании, а именно в образование сотрудников, улучшение рабочих условий, дополнительное мотивирование к научной деятельности и разработке инноваций и т. д. Данная переменная представлена затратами на эти активности, которые отражаются в финансовой отчетности компаний.

Переменная Научной деятельности компаний отражает реальные достижения предприятий в сфере науки и инноваций. В самом простом случае, данная переменная может быть представлена фиктивной переменной достижений, которая принимает значение 1, если таковые разработки или достижения имеются, и 0 – если нет. Для более точной оценки этот фактор можно представить несколькими переменными, такими как переменная научных достижений (факт наличия международных и государственных премий), переменная наличия патентов на изобретения и внедрения, переменная разработки новых продуктов за последние 1-3 года. Все эти переменные могут отразить вклад научных достижений и разработок компании в развитие ЧК.

Переменная затрат на научную деятельность отражает финансирование научной деятельности из всех источников, включая собственные средства компании и финансирование из внешних источников. Она отразит влияние финансирования научных разработок в компаниях на развитие ЧК сотрудников. Все независимые переменные, включённые в модель, отражены в таблице 2.

Независимые переменные модели

| Фактор                                     | Индикатор                           | Обозначение | Способ измерения | Тип данных | Источник данных    |
|--|-------------------------------------|-------------|------------------|------------|--------------------|
| Личностные характеристики                  | Возраст                             | Возр        | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
|  | Семейное положение                  | СП          | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
|  | Здоровье                            | Здор        | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
| Уровень образования                        | Высшее образование                  | ВО          | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
|  | Ученая степень                      | УчСт        | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
|  | Техническое образование             | ТО          | 1/0              | Первичные  | Анкета             |
| Удовлетворенность работой                  | Доход                               | Дох         | 1...10           | Первичные  | Анкета             |
|  | Условия труда                       | УслТр       | 1...10           | Первичные  | Анкета             |
|  | Возможности для самореализации      | СР          | 1...10           | Первичные  | Анкета             |
| Инвестиции компании в человеческий капитал | Затраты на развитие ЧК компанией    | ЗатрЧК      | млн. руб.        | Вторичные  | Документы компании |
| Научная деятельность                       | Научные достижения                  | НаучДост    | 1/0              | Вторичные  | Документы компании |
|  | Патенты на изобретения              | Патент      | 1/0              | Вторичные  | Документы компании |
|  | Разработка новых продуктов          | НовПр       | 1/0              | Вторичные  | Документы компании |
| Затраты на научную деятельность            | Все затраты на научную деятельность | НаучД       | млн. руб.        | Вторичные  | Документы компании |

Таким образом, модель может быть представлена в виде следующего выражения:

$$\begin{aligned} \text{ЗУН} = & \text{Возр} + \text{СП} + \text{Здор} + \text{ВО} + \text{УчСт} + \\ & + \text{ТО} + \text{Дох} + \text{УслТр} + \text{СР} + \text{ЗатрЧК} + \\ & + \text{НаучДост} + \text{Патент} + \text{НовПр} + \text{НаучД} \end{aligned}$$

Имеет смысл рассматривать влияние предложенных факторов для достаточно большой выборки компаний или для долгого периода (не менее 20-30 лет), или для панельной выборки, в которой представлены данные по нескольким компаниям и за несколько лет.

### Выводы

В современном менеджменте существует множество подходов к развитию человеческого капитала, но в действующем законодательстве отсутствует единая система показателей его учета, а также имеется существенный дефицит количественных методов и моделей его формирования. В результате проведенного исследования была разрабо-

тана универсальная модель развития человеческого капитала в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики в условиях генезиса науки и образования.

Разработанная модель универсальна в том смысле, что изучение влияния отдельных факторов, входящих в её состав, может быть проведено отдельно. Не обязательно включать в уравнения сразу все факторы, можно взять только выбранные – для того, чтобы подробнее изучить взаимосвязь между отдельными элементами модели. Более того, поскольку модель в общем виде включает в себя 14 независимых переменных, использование их всех одновременно для оценки их влияния на человеческий капитал нежелательно из-за возможных проблем и искажений результатов, таких как гетероскедастичность, сильная корреляция между независимыми переменными и т. д. Тесты на наличие данных проблем в выборке данных должны быть сделаны при проведении статистической оценки параметров модели.

*Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансовому университету.*

---

*Библиографический список*

1. Гохберг Л., Гершман М., Рудь В., Стрельцова Е. Глобальный инновационный индекс – 2020. URL: <https://issek.hse.ru/news/396120793.html>
2. Рогова В.А. Кадровые проблемы развития высоких технологий в России в зеркале глобального индекса инноваций // Российский технологический журнал. 2018. Т. 6. № 4. С. 105-116.
3. Мазелис Л.С., Лавренюк К.И., Терещенко Е.А. Экономико-математическая модель развития человеческого капитала организации // АНИ: экономика и управление. 2016. Т. 5. № 4. С. 262-265.
4. Becker S.O. and Woessmann L. Was Weber Wrong? A Human Capital Theory of Protestant Economic History // Quarterly Journal of Economics. 2009. № 2 (124). P. 531-596.
5. Ge C., Huang K.-W., Png I.P.L. Engineer/scientist careers; patents, online profiles, and misclassification bias // Strategic Management Journal. 2016. № 37. P. 232-253.
6. Laroche M., Merette M. and Ruggeri G.C. On the concept and dimensions of human capital in a knowledge-based economy context // Canadian Public Policy. 1999. № 1 (25). P. 87-100.
7. Shih K.H., Liu Y.T., Jones C. and Lin B. The indicators of human capital for financial institutions // Expert Systems with Applications. 2010. № 2 (37). P. 1503-1509.
8. Samad S. Achieving innovative firm performance through human capital and the effect of social capital // Management and Marketing. Challenges for the Knowledge Society. 2020. № 2 (15). P. 326-344.