

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FACTORS OF REPRODUCTION OF HUMAN CAPITAL IN THE BELARUSIAN VILLAGE**Lin S.**

*Senior Lecturer, Department of Economics and Management,
Francisk Skorina Gomel State University,
Republic of Belarus*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ФАКТОРАМИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА БЕЛОРУССКОГО СЕЛА**Лин С.Д.**

*старший преподаватель кафедры экономики и управления
Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15102665>*

Abstract

The article contains a methodology for assessing the relationship between groups of factors for the renewal of human capital in rural areas of Belarus, within the framework of which dependencies between individual indicators of human capital reproduction were established, through canonical correlation analysis connections between their groups were identified and the type of relationships were determined, integral indicators for each group of factors were calculated based on factor analysis and an assessment of their impact on individual indicators of human capital in the Belarusian village was carried out.

Аннотация

Статья содержит методику оценки взаимосвязи между группами факторов возобновления человеческого капитала сельской местности Беларуси, в рамках которой установлены зависимости между отдельными показателями воспроизводства человеческого капитала, путем канонического корреляционного анализа выявлены связи между их группами и определен тип взаимосвязей, рассчитаны интегральные показатели по каждой группе факторов на основе факторного анализа и проведена оценка их влияния на отдельные показатели человеческого капитала белорусского села.

Keywords: rural human capital of the village, factors of reproduction of rural human capital, canonical correlation analysis, factor analysis, integral indicators, impact assessment.

Ключевые слова: человеческий капитал села, факторы воспроизводства человеческого капитала села, канонический корреляционный анализ, факторный анализ, интегральные показатели, оценка влияния.

Введение. На современном этапе развития Беларуси происходит трансформация экономики под влиянием новых социально-экономических и информационно-технологических условий, оказывающих воздействие на формирование и использование человеческого капитала. Особенно уязвимым является состояние человеческих ресурсов сельских территорий, характеризующихся депопуляцией населения, ухудшением его здоровья, низким уровнем квалификации работников. Для стабилизации ситуации в республике разработан ряд нормативно-правовых актов, направленных на развитие человеческого капитала села, однако для их эффективной реализации необходимо понимание причин, обусловивших существование негативных тенденций его воспроизводства. Нужно учитывать, что среди них существуют факторы, которые как способствуют количественному и качественному наращиванию человеческих ресурсов сельской местности, так и сдерживают его. Таким образом, обоснование направлений развития человеческого капитала сельской местности следует осуществлять, исходя из тенденций изменения основных факторов, влияющих на его воспроизводство, и выявленных проблем. Поэтому логическим шагом, по нашему мнению, является установление причинно-следственных связей

между факторами воспроизводства человеческого капитала сельских территорий Беларуси и оценка их влияния на отдельные показатели человеческого капитала села. Частично это было сделано автором в [1], однако в данной статье описан доработанный вариант методики с использованием статистических данных 2023 г.

Основная часть. Для установления взаимодействия между факторами воспроизводства человеческого капитала сельской местности предлагается следующая методика.

1. Определение групп факторов, влияющих на возобновление человеческого капитала сельских территорий. На основе обобщения подходов ученых предложена классификация факторов воспроизводства человеческого капитала села, включающая социальные (С), демографические (D), структурные (S), культурные (K), мезоэкономические (E), макроэкономические (M) факторы.

2. Выявление наборов показателей по каждой группе факторов. Информационной базой исследования являются данные по сельской местности Национального статистического комитета Республики Беларусь с 2000 по 2023 гг. [2]. Использование данных официальной статистики снижает субъективный фактор, присущий

экспертным оценкам. Для анализа выбрано 25 индикаторов, отражающих взаимосвязи формирования и развития человеческого капитала сельских территорий. Показатели, отсутствующие в данных Национального статистического комитета Республики Беларусь с 2019 г., рассчитаны путем краткосрочного прогноза с использованием модели авторегрессии. Выбранные показатели распределены по группам факторов следующим образом:

- демографические факторы – естественная и миграционная убыль населения, ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении;
- структурные факторы – коэффициенты старения, потенциальной и пенсионной нагрузки;
- культурные – число клубов и библиотек;
- социальные – число розничных торговых объектов, стационарных больничных организаций, самостоятельных поликлиник и амбулаторий, аптек, автозаправочных единиц, учреждений дошкольного и общего среднего образования, обеспеченность жильем;
- мезоэкономические – доля трудовых ресурсов в общей численности населения, удельный вес занятого населения в сельском и лесном хозяйстве в численности всех занятых в экономике страны, доля малообеспеченного населения;
- макроэкономические – ВВП, номинальная начисленная среднемесячная заработная плата, объемы промышленного производства и производства сельскохозяйственной продукции, индекс сельскохозяйственной продукции, индекс цен.

3. Преобразование абсолютных показателей в относительные методом унификации данных с целью устранения автокорреляции, поскольку исходные данные представляли собой временные ряды. Это обеспечило многомерное нормальное распределение статистических данных, что удовлетворяет предпосылкам применения канонического корреляционного анализа.

4. Установление корреляционных зависимостей между показателями групп факторов воспроизводства человеческого капитала белорусского села.

Для оценки линейной взаимосвязи между показателями X и Y (показатели в факторных группах) использовался выборочный коэффициент корреляции Пирсона. В результате расчетов определяются направление и уровень связи между переменными. Интерпретация коэффициента корреляции осуществляется по шкале Чеддока следующим образом:

- слабая положительная связь – $0,01 < r \leq 0,29$;
- умеренная положительная связь – $0,30 < r \leq 0,69$;
- сильная положительная связь – $0,70 < r \leq 1$;
- слабая отрицательная связь – $-0,01 < r \leq -0,29$;
- умеренная отрицательная связь – $-0,30 < r \leq -0,69$;
- сильная отрицательная связь – $-0,70 < r \leq -1$ [3, с. 78].

Значимость коэффициента корреляции проверяется с помощью критерия Стьюдента.

Проверяется гипотеза $H_0: \rho_{XY} = 0$ (корреляция равна 0) против альтернативной $H_1: \rho_{XY} \neq 0$. Для проверки гипотезы используется t -статистика с $df = n - 2$ степенями свободы. На уровне значимости α гипотеза H_0 отклоняется в пользу H_1 , если $P(t) < \alpha$, где $P(t) = 1 - F_{df}(t)$ – p -значение, $F_{df}(t)$ – функция t -распределения Стьюдента с df степенями свободы.

В случае, если p -значение не превышает 0,05, считается, что связь между переменными является статистически значимой, в том числе ее можно разделить на три уровня: низкая статистическая значимость ($0,01 < p \leq 0,05$); средняя статистическая значимость ($0,001 < p \leq 0,01$); высокая статистическая значимость ($p \leq 0,001$).

Расчеты проведены с помощью пакета прикладных программ Statistica 12.0, приложения Microsoft Excel. Наше исследование позволило установить, что в большинстве случаев между показателями выявлена умеренная связь низкой статистической значимости. Определены показатели с сильной положительной взаимосвязью, среди которых показатели, имеющие прямое соотношение, например, число клубов и публичных библиотек, ожидаемая продолжительность жизни и доля населения 65 лет и старше, ВВП и номинальная начисленная среднемесячная заработная плата и др. Особого внимания заслуживает тот факт, что рост доли занятого населения в сельском и лесном хозяйстве сопровождается ростом доли малообеспеченного населения, что связано с низким уровнем заработной платы в белорусском агросекторе. Отрицательная корреляция высокой статистической значимости установлена для коэффициентов потенциальной и пенсионной нагрузки, стационарных больничных организаций и поликлиник, темпов прироста демографических показателей (естественный и миграционный прирост сельского населения), а также розничных торговых объектов и ВВП.

5. Выявление зависимостей между группами показателей воспроизводства человеческого капитала сельской местности Беларуси методом канонического корреляционного анализа.

Канонический корреляционный анализ выполнен с помощью модуля Canonocal Analysis в пакете прикладных программ Statistica 12.0. В результате нами рассчитаны канонические переменные для каждой пары групп показателей, которым соответствуют максимальные канонические коэффициенты корреляции.

Наши расчеты позволили определить взаимосвязь между всеми группами рассматриваемых показателей, при этом уровень их влияния друг на друга различный. Если величина канонической корреляции близка к 1, то можно говорить о тесной взаимосвязи между группами. Анализ показал высокую каноническую корреляцию для большинства факторных групп показателей воспроизводства человеческого капитала сельских

белорусских территорий. Умеренная каноническая корреляция выявлена между культурными и структурными, макроэкономическими, мезоэкономическими факторами, а также демографическими и группами культурных и макроэкономических факторов.

Также для каждой канонической корреляции рассчитывается мера избыточности, показывающая, какая часть дисперсии в одном наборе переменных объясняется другим набором переменных. Далее определяется общая избыточность, которая дает возможность определить, насколько изменчивость одной группы факторов связана с вариативностью другой группы факторов [4].

6. Установление типов взаимосвязей между группами факторов воспроизводства человеческого капитала сельской местности Беларуси на основе анализа коэффициента полной избыточности.

В случае, когда величина полной избыточности составляет 60 % и более, можно сделать вывод о сильном влиянии группы показателей на другую группу, если менее 60 % – о слабом. К примеру, вариация группы структурных показателей S на 24,8 % объясняется вариацией группы макроэкономических показателей M , а изменение макроэкономических показателей на 26,1 % находится под влиянием группы S . Соответственно, связь между названными группами показателей для сельской местности Беларуси является слабой. В то же время определена сильная взаимосвязь социальных и демографических показателей, поскольку изменение социальной группы факторов примерно в 91,3 % объясняется изменением группы демографических факторов, а влияние демографических факторов на социальные можно оценить на уровне 76,4 %.

Исходя из этого, установлены три типа взаимосвязи между группами факторов воспроизводства человеческого капитала белорусского села.

Первый тип представляет собой взаимное сильное влияние групп факторов друг на друга, что означает зависимость изменения одной группы факторов от другой и наоборот. Такая взаимозависимость установлена для следующих парных группировок показателей:

- социальные и демографические;
- социальные и культурные;
- социальные и структурные;
- социальные и мезоэкономические;
- демографические и структурные;
- демографические и культурные;
- демографические и мезоэкономические;
- мезоэкономические и культурные.

Второй тип образуют группы факторов, между которыми определена взаимная слабая связь:

структурные и макроэкономические, демографические и макроэкономические факторы, культурные и макроэкономические, мезо- и макроэкономические. Величина полной избыточности для этих групп показателей составляет менее 60 %, то есть изменение одной группы факторов не оказывает существенного воздействия на другую.

В случае взаимной сильной и слабой связи между группами переменных их влияние является однонаправленным (прямым).

Также нами выявлен третий тип взаимосвязи, включающий группы факторов, имеющих обратную связь, что предполагает сильное воздействие одной группы на другую, но влияние второй группы факторов на первую слабое (структурные и культурные, структурные и мезоэкономические, социальные и макроэкономические факторы).

На основе разработанной модели можно сделать вывод, что в воспроизводстве человеческого капитала сельской местности Беларуси ведущими являются социальные, демографические, мезоэкономические и культурные факторы, которые оказывают влияние на четыре из шести групп выделенных факторов. На втором месте по степени влияния находятся структурные факторы, так как от их изменения зависит преобразование социальных и демографических факторов. Вариативность макроэкономических факторов объясняет только динамику социальных факторов, но не оказывает существенного влияния на другие группы.

7. Расчет интегральных показателей по каждой группе факторов (мезоэкономических IER , макроэкономических IMR , демографических IDR , структурных ISR , культурных IKR , социальных ICR) согласно методологии [5] с использованием факторного анализа.

Для построения интегральных показателей по каждой группе факторов определялись некоррелируемые главные компоненты с использованием факторного анализа в ППП Statistica 12.0 (показатели для сопоставимости расчетов были унифицированы). Так, в таблице 1 приведены собственные значения (дисперсии) главных компонент, процент от общей дисперсии и кумулятивный процент дисперсии для показателей группы структурных факторов. Первый фактор объясняет 72,95 % общей дисперсии, второй фактор – 25,88 %.

Для определения количества факторов используются критерий Кайзера и критерий каменистой осыпи. Согласно критерию Кайзера отбираются факторы с собственными значениями, большими единицы. Если фактор не выделяет дисперсию, эквивалентную, по крайней мере, дисперсии одной переменной, то он опускается.

Таблица 1. Результаты факторного анализа структурных показателей

Номер собственного значения	Собственные значения	Процент дисперсии, %	Кумулятивный процент, %
1	2,188	72,948	72,948
2	0,776	25,877	98,825

В соответствии с критерием каменной осыпи, предложенным Кэттелем, собственные значения, представляются в виде графика. На графике находим место, где убывание собственных значений слева направо максимально замедляется. Предполагается, что справа от этой точки находится только «факториальная осыпь».

В результате для структурных показателей по

критерию Кайзера отобран один фактор, соответствующий первому собственному значению. По графику каменной осыпи (рисунок 1) видно, что одного фактора недостаточно, так как им объясняется только 72,95 % общей дисперсии, в то время как два фактора, выделенных критерием каменной осыпи, объясняют 98,83 %.

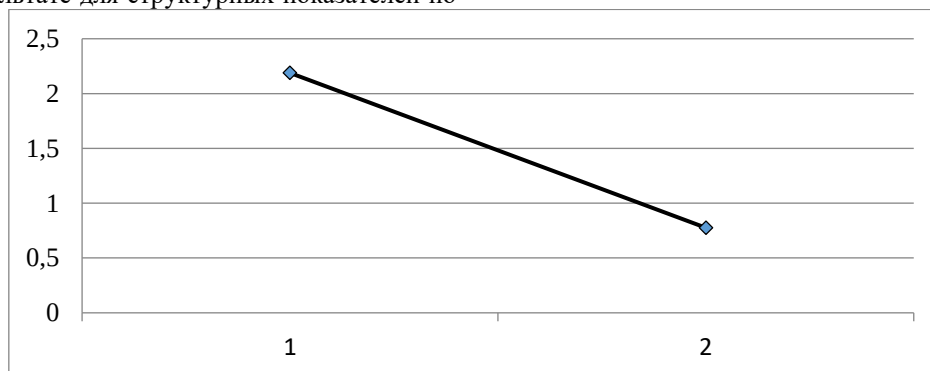


Рисунок 1 – График каменной осыпи структурных факторов $S = \{S1, S2, S3\}$

Ось абсцисс – номер собственного значения, ось ординат – величина собственного значения

Далее определялись факторные нагрузки, которые представляют собой коэффициенты корреляции между выделяемыми общими факторами $F1$ и $F2$, и показателями $S1, S2, S3$. Для выявления факторов, которые имеют высокую нагрузку для некоторых показателей, и низкими

для других, осуществлено вращение варимакс. Данное вращение минимизирует число переменных с высокими нагрузками на каждый фактор. Нагрузки после варимакс для структурных факторов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Факторные нагрузки после варимакс для структурных факторов (значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом)

Показатель	Фактор $F1$	Фактор $F2$
$S1$	-0,186	-0,983
$S2$	0,968	0,211
$S3$	-0,977	-0,165

В общий фактор $F1$ (первая главная компонента) в качестве существенных входят структурные показатели $S2$ (коэффициент потенциальной нагрузки) и $S3$ (коэффициент пенсионной нагрузки). Фактор $F2$ (вторая главная компонента) существенно представлен показателем $S1$ (доля лиц 65 лет и старше).

По формуле 1 определялся составной показатель группы структурных факторов S , представляющий собой скалярное произведение главных компонент и долей дисперсий, объясненной каждой главной компонентой:

$$IS = \frac{72,948}{98,825} \times F2 + \frac{25,877}{98,825} \times F1 = 0,738F1 + 0,262F2. (1)$$

Следующим шагом был расчет веса показателей с учетом составного показателя IS и с учетом нагрузки

каждой главной компоненты (формулы 2-4):

для $S1$:

$$0,738 \cdot (-0,186) + 0,262 \cdot (-0,983) = -0,394, (2)$$

для $S2$:

$$0,738 \cdot 0,968 + 0,262 \cdot 0,211 = 0,770, (3)$$

для $S3$:

$$0,738 \cdot (-0,977) + 0,262 \cdot (-0,165) = -0,765. (4)$$

На основе полученных данных по формуле (5) рассчитан интегральный структурный показатель ISR группы S , который представляет собой взвешенную сумму:

$$ISR = -0,394 S1 + 0,770 S2 - 0,765 S3. (5)$$

Аналогично построены интегральные показатели по группам культурных, социальных, демографических, мезоэкономических и макроэкономических факторов (таблица 3).

Интегральные показатели групп факторов	
Группа факторов	Интегральный индекс
Демографические	$IDR = 0,797 D1 + 0,404 D2 + 0,795 D3$
Структурные	$ISR = -0,394 S1 + 0,770 S2 - 0,765 S3$
Культурные	$IKR = 0,719 K1 + 0,695 K2$
Социальные	$ICR = 0,152 C1 + 0,577 C2 - 0,326 C3 + 0,315 C4 - 0,625 C5 - 0,536 C6 + 0,605 C7 + 0,043 C8$
Экономические	$IER = 0,404 E1 + 0,754 E2 + 0,855 E3$
Макроэкономические	$IMR = 0,702 M1 + 0,704 M2 - 0,689 M3 - 0,243 M4 + 0,701 M5 - 0,265 M6$

8. Оценка влияния интегральных показателей факторных групп на показатели человеческого капитала сельской местности Беларуси. В качестве показателей, характеризующих человеческий капитал села в зависимости от этапов его воспроизводства, рассматривались: на этапе формирования – численность сельского населения ($Y1$, тыс. чел.), на этапе накопления – доля специалистов с высшим образованием по профилю «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство» в общей численности выпущенных специалистов ($Y2$, %), на этапе использования – располагаемые ресурсы в расчете на одно домашнее хозяйство в сельской местности ($Y3$, до 2015 г. – тыс. руб., с 2016 г. – руб.). Для сопоставимости исследования показатели унифицированы.

Оценка влияния факторов на показатели $Y1$, $Y2$, $Y3$ проводилась на основе модели множественной линейной регрессии. В качестве объясняющих переменных рассматривались интегральные показатели групп факторов. Для учета в модели мультиколлинеарности факторов использовался метод пошагового включения, подразумевающий отбор наиболее информативных показателей для включения в модель на основе коэффициента детерминации R^2 . На первом шаге выбиралась переменная, который наиболее коррелирует с результативным признаком Y , строилась модель парной регрессии, определялся коэффициент детерминации. В рамках второго шага рассматривались информационные пары, то есть в модель добавлялась вторая переменная, и выбиралась из построенных моделей та, которая не ухудшила качество модели согласно R^2 . Далее изучались информационные тройки переменных и так далее. В результате получаем модель, в которой остаются значимые переменные.

Оцененная модель регрессии для показателя $Y1$ (численность сельского населения) – имеет следующий вид (формула 6):

$$Y1 = 1987,544 + 587,901 IKR + 126,805 ISR + 153,403 IER - 107,373 ICR. (6)$$

На уровне значимости 0,05 полученная модель является статистически значимой, $F = 460,67$, $p = 0,0000$. Коэффициенты модели также являются статистически значимыми. Так как скорректированный коэффициент детерминации $R^2_{adj} = 0,990$, то изменчивость численности сельского населения $Y1$ на 99 % объясняется влиянием социальных (ICR), структурных (ISR),

мезоэкономических (IER) и культурных (IKR) факторов.

Оцененная модель регрессии для доли специалистов по профилю «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство» в общей численности выпущенных специалистов с высшим образованием ($Y2$) рассчитана по формуле (7):

$$Y2 = 7,808 - 3,806 ICR - 2,327 IDR - 0,831 ISR. (7)$$

Так как $F = 24,357$, $p = 0,0021$, то модель статистически значима, $R^2_{adj} = 0,796$. В данном случае на долю специалистов сельскохозяйственного профиля наиболее значимое влияние оказывают интегральные показатели социальных (IKR), структурных (ISR) и демографических факторов (IDR).

Оцененная модель регрессии для результирующего показателя «располагаемые ресурсы в расчете на одно домашнее хозяйство» ($Y3$) рассчитана следующим образом (формула (8)):

$$Y3 = 1500,012 + 2557,793 IMR + 1602,720 IER - 687,213 IKR - 459,954 ISR. (8)$$

Так как $F = 535,77$, $p = 0,0000$, то модель статистически значима, $R^2_{adj} = 0,992$. Интегральные показатели макроэкономических (IMR), мезоэкономических (IER), культурных и структурных (ISR) факторов в 99,5 % объясняют величину располагаемых ресурсов в среднем одного сельского домохозяйства.

Заключение. Таким образом, в рамках проведенного анализа установлены наличие и типы взаимосвязи между группами факторов воспроизводства человеческого капитала белорусского села, доказано влияние мезо- и макроэкономических, социальных, культурных демографических и структурных факторов на численность сельского населения, долю специалистов сельскохозяйственного профиля с высшим образованием, располагаемые ресурсы в расчете на одно сельское домашнее хозяйство, характеризующие человеческий капитал сельской местности Беларуси.

Список литературы:

1. Лин, С. Д., Оценка взаимосвязей групп факторов воспроизводства человеческого капитала

села / С.Д. Лин, Л.Н. Марченко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2022. – № 5 (134). – С. 210–216.

2. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. Демографическая и социальная статистика [Электронный ресурс]. – URL: <http://dataportal.belstat.gov.by/osids> (дата обращения: 25.02.2025).

3. Статистические методы анализа: [учеб. пособие] / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С.

Мариев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 300 с.

4. Sharma, S. Applied Multivariate Techniques. / S. Sharma. – John Wiley and Sons, Inc., Canada. – 1996. – 493 p.

5. Handbook on Constructing Composite Indicators. Metodology and user guide [Электронный ресурс]. – URL: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/jrc47008_handbook_final.pdf – Дата обращения 10.12.2024.