

Оценка взаимосвязей групп факторов воспроизводства человеческого капитала села

С.Д. Лин, Л.Н. МАРЧЕНКО

В статье определены основные группы факторов, воздействующих на формирование и использование человеческого капитала села, и ключевые показатели, их характеризующие. Для определения взаимосвязей между ними использовался канонический корреляционный анализ, на основе которого установлены и проанализированы типы связей как внутри групп, так и между группами. Определены канонические корреляции, первые канонические переменные и полная избыточность, показывающая насколько изменчивость в одной группе факторов объясняется другой группой. Установлены ключевые группы факторов воспроизводства человеческого капитала села.

Ключевые слова: человеческий капитал села, факторы воспроизводства, статистические показатели, канонический корреляционный анализ, избыточность, теснота связи.

The article identifies the main groups of factors affecting the formation and use of human capital in rural areas and the key indicators characterizing them. To determine the relationships between them, canonical correlation analysis was used on the basis of which the types of relationships both within groups and between groups were established and analyzed. Canonical correlations, the first canonical variables and complete redundancy are determined showing how much variability in one group of factors is explained by another group. The key groups of factors for the reproduction of the human capital of the village are established.

Keywords: rural human capital, factors of reproduction, statistical indicators, canonical correlation analysis, redundancy, tightness of connection.

Введение. Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. «...главной составляющей устойчивого социально-экономического развития страны является улучшение режима воспроизводства населения, определяющего возобновление и качество человеческого капитала» [1, с. 25]. Негативные последствия воспроизводственного процесса имеют наибольшее проявление в сельской местности страны, которая на сегодняшний день характеризуется высоким уровнем депопуляции и старения населения, миграционного оттока. Существующие проблемы формирования и использования человеческого капитала сельских территорий Беларуси определяют актуальность выбранного исследования.

Тема человеческого капитала в научной зарубежной и отечественной практике исследована достаточно глубоко: изучены отдельные аспекты человеческого капитала, определена его роль на уровне организации и национальной экономики, разработаны различные критерии для классификации человеческого капитала. В последние годы многие ученые в своих исследованиях обращаются к формулировке дефиниции человеческого капитала сельского хозяйства и сельской местности (Е.В. Авдеев, С.Е. Кабичкин, Ю.И. Колоскова, И.Г. Кузнецова, Е.Ю. Лалова, Е.П. Овечкина, Г.Ю. Пехтерева, И.Г. Свистунова, Е.И. Тихонов, Е.В. Шаравина, С.А. Шелковников, Ю.И. Колоскова и др.). Немаловажным аспектом в исследованиях является выявление факторов, влияющих на формирование и воспроизводство человеческого капитала села, обзор которых приведен в статье [2, с. 149–150].

Группой российских ученых Д.А. Пекуровским, А.Л. Лебедевым, О.Р. Семиковой предложена следующая классификация факторов, влияющих на формирование и использование человеческого капитала в сельском хозяйстве: социально-экономические, технологические и инфраструктурные, ресурсно-демографические, которые в свою очередь подразделяются на позитивные и негативные [3, с. 142]. В исследовании Г.А. Бахматовой использован подход, направленный на выявление основных ограничителей развития человеческого потенциала сельской местности, то есть препятствий и факторов, сдерживающих его рост. Автор разделяет эти ограничители на три группы: связанные с трудоустройством и величиной доходов жителей, с комфортом проживания и обеспечением качества и доступности медицинского обслуживания. Исходя из этих факторов, установлены показатели для оценки уровня человеческого потенциала села индексным методом [4, с. 4–17]. Также нельзя забывать о влиянии на человеческий капитал сельских территорий макроэкономических факторов, таких как уровень инфляции, темп роста ВВП, величина инвестиций в основной капитал и т. д.

Обобщив подходы различных ученых, нами предложена следующая классификация факторов воспроизводства человеческого капитала села: демографические (D), структурные (S), культурные (K), социальные (C), мезоэкономические (E), макроэкономические (M) факторы. Количественное изменение человеческого капитала села в первую очередь определяется процессами рождаемости, смертности и миграции, образующими группу демографических факторов. Большую роль в формировании человеческого капитала играют культурные факторы, в том числе культурные ценности, особенности менталитета населения и т. д. Структурные факторы включают детерминанты распределения сельского населения по различным критериям, прежде всего, пол и возраст. Доступность учреждений здравоохранения, образования, комфортность жилья формируют группу социальных факторов. Мезоэкономические факторы отражают, прежде всего, возможности трудоустройства, величину доходов и сельских территорий, макроэкономические – республики в целом. Каждая группа факторов характеризуется набором статистических показателей. Целью данного исследования является исследование зависимостей между названными группами показателей с помощью канонических корреляций.

Материал и методы. Выдвигается гипотеза, что сформированная система статистических показателей является системой взаимосвязанных между собой групп показателей, соответствующей принципам системного анализа.

Оценка степени тесноты влияния рассматриваемых групп показателей проводилась по статистическим данным с 2000 по 2020 год методами канонического корреляционного анализа. Информационной базой исследования послужили данные Национального статистического комитета Республики Беларусь [5]. Исходные данные представляли собой временные ряды, поэтому показатели, имеющие абсолютные значения измерения, были преобразованы в темпы прироста с целью устранения автокорреляции в рассматриваемых рядах. Такой переход обеспечил многомерное нормальное распределение статистических данных, что удовлетворяет предпосылкам применения канонического корреляционного анализа. Рассматриваемые группы показателей представлены в таблице 1. Для анализа использовались таблицы MS Excel, PPP Statistica 12.0.

Таблица 1 – Группы показателей, характеризующих воспроизводство человеческого капитала села

Показатели		Характеристика	
D	D1	Численность сельского населения, тыс. чел.	Темпы прироста
	D2	Естественная убыль, тыс. чел.	Темпы прироста
	D3	Миграционная убыль (прирост), тыс. чел.	Темпы прироста
	D4	Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении, лет	Темпы прироста
S	S1	Доля лиц 65 лет и старше, %	Темпы прироста
	S2	Коэффициенты потенциальной нагрузки, %	Исходные данные
	S3	Коэффициенты пенсионной нагрузки, %	Исходные данные
K	K1	Число клубов, единиц	Темпы прироста
	K2	Число публичных библиотек, единиц	Темпы прироста
C	C1	Число розничных торговых объектов, тыс. единиц	Темпы прироста
	C2	Число стационарных больничных организаций, единиц	Темпы прироста
	C3	Число самостоятельных поликлиник и амбулаторий, единиц	Темпы прироста
	C4	Число аптек, единиц	Темпы прироста
	C5	Число автозаправочных станций, единиц	Темпы прироста
	C6	Обеспеченность жильем в среднем на 1 жителя, м ²	Темпы прироста
	C7	Число учреждений дошкольного образования, единиц	Темпы прироста
	C8	Число учреждений общего среднего образования, единиц	Темпы прироста
E	E1	Удельный вес трудовых ресурсов в численности населения, %	Темпы прироста
	E2	Доля занятого населения в сельском и лесном хозяйстве в численности всех занятых в экономике страны, %	Исходные данные
	E3	Удельный вес населения с уровнем среднедушевых ресурсов ниже БПМ, %	Исходные данные
M	M1	ВВП, млрд. руб. до 2015 г., млн. руб. с 2016 г.	Темпы прироста
	M2	Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата, тыс. руб. до 2015 г., руб. с 2016 г.	Темпы прироста
	M3	Объем промышленного производства, млрд. руб. до 2015 г., млн. руб. с 2016 г.	Темпы прироста
	M4	Индекс потребительских цен, %	Исходные данные
	M5	Объем производства сельскохозяйственной продукции, млрд. руб. до 2015 г., млн. руб. с 2016 г.	Темпы прироста
	M6	Индекс сельскохозяйственной продукции, %	Исходные данные

Методология. Канонический корреляционный анализ (ССА) является многомерным статистическим методом, который позволяет установить линейные взаимосвязи между двумя группами переменных [6]. Корреляционная зависимость определяется с помощью канонических переменных, которые представляют собой оптимальные линейные комбинации каждой из групп переменных. Допуская несколько переменных как на «зависимой», так и на «независимой» стороне отношений, ССА позволяет глубже понять связи между группами, чем методы, которые имеют только одну «зависимую» переменную и несколько независимых переменных. ССА оценивает коэффициент или вес, называемый канонической нагрузкой, для каждой переменной. Канонические нагрузки в каждой канонической функции оцениваются так, чтобы максимизировать каноническую корреляцию ($\rho \in [0,1]$) между каноническими переменными, сохраняя при этом ортогональность среди всех других канонических функций.

Пусть X и Y два множества переменных, X состоит из p переменных, Y состоит из q переменных. Рассмотрим два случайных вектора $X_{(p)} = (X_1, X_2, \dots, X_p)'$ и $Y_{(q)} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_q)'$. Знак «'» означает транспонирование матрицы. Канонической парой (A_m, B_m) , $m = 1, 2, \dots, p$, называется m -я пара канонических переменных, представляющих собой линейные комбинации

$$A_m = a_m' X = (a_{m1} \ a_{m2} \ \dots \ a_{mp}) \times (X_1, X_2, \dots, X_p)' = a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mp}X_p,$$

$$B_m = b_m' Y = (b_{m1} \ b_{m2} \ \dots \ b_{mq}) \times (Y_1, Y_2, \dots, Y_q)' = b_{m1}Y_1 + b_{m2}Y_2 + \dots + b_{mq}Y_q,$$

каждая из которых имеет единичную дисперсию и некоррелирована с $(m-1)$ парами канонических переменных. Связанные канонические переменные обоих наборов переменных образуют каноническую функцию

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mp}X_p = b_{m1}Y_1 + b_{m2}Y_2 + \dots + b_{mq}Y_q, \quad m = 1, 2, \dots, p.$$

Векторы коэффициентов $a_m = (a_{m1} \ a_{m2} \ \dots \ a_{mp})'$ и $b_m = (b_{m1} \ b_{m2} \ \dots \ b_{mq})'$ представляют собой канонические веса или канонические нагрузки переменных $X_1, X_2, \dots, X_p$ и $Y_1, Y_2, \dots, Y_q$ соответственно. Чем больше абсолютное значение веса, тем больше вклад соответствующей переменной в значение канонической переменной.

Корреляция $\text{corr}(A_m, B_m)$ между A_m и B_m

$$\text{corr}(A_m, B_m) = \frac{\text{cov}(A_m, B_m)}{\sqrt{\text{Var}(A_m)\text{Var}(B_m)}} = \rho_m$$

называется канонической корреляцией ρ_m между канонической парой A_m и B_m и является максимальной для этой пары, $m = 1, 2, \dots, p$.

Векторы коэффициентов $a_m = (a_{m1} \ a_{m2} \ \dots \ a_{mp})'$ и $b_m = (b_{m1} \ b_{m2} \ \dots \ b_{mq})'$, определяющие m -ю пару канонических переменных, удовлетворяют уравнению

$$\begin{pmatrix} -\lambda \Sigma_{pp} & \Sigma_{pq} \\ \Sigma_{qp} & -\lambda \Sigma_{qq} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_m \\ b_m \end{pmatrix} = 0$$

при условии $\lambda = \lambda_m$ и выполнении

$$M(A_m) = M(a_m' X) = a_m' M X = 0, \quad M(B_m) = M(b_m' Y) = b_m' M Y = 0,$$

$$\text{Var}(A_m) = a_m' \text{cov}(X) a_m = a_m' \Sigma_{pp} a_m = 1, \quad \text{Var}(B_m) = b_m' \text{cov}(Y) b_m = b_m' \Sigma_{qq} b_m = 1.$$

Здесь $\Sigma_{pp} = \text{cov}(X)$ – ковариационная матрица размерности $p \times p$, характеризующая взаимосвязь между компонентами вектора X , элементами которой являются коэффициенты ковариации $\sigma_{kl}^2(X) = M(X_k - M X_k)(X_l - M X_l)$, $k, l = 1, 2, \dots, p$; $\Sigma_{qq} = \text{cov}(Y)$ – ковариационная матрица размерности $q \times q$, характеризующая взаимосвязь между компонентами вектора Y ; $\Sigma_{pq} = \text{cov}(X, Y) = \Sigma_{qp}'$ – ковариационная матрица размерности $p \times q$, характеризующая взаимосвязь компонент множеств X и Y .

При нахождении канонических корреляций ρ_m , $m = 1, 2, \dots, p$, определяются p собственных значений $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ матрицы $\Sigma = \begin{pmatrix} -\lambda \Sigma_{pp} & \Sigma_{pq} \\ \Sigma_{qp} & -\lambda \Sigma_{qq} \end{pmatrix}$.

Канонические корреляции ρ_m всегда неотрицательны, $m = 1, 2, \dots, p$. Чем больше ρ_m , тем сильнее связаны рассматриваемыми множествами переменных X и Y .

Каноническая корреляция 1-го порядка ρ_1 , соответствующая максимальному собственному значению, характеризует каноническую корреляцию между множествами переменных X и Y .

Значимость канонических переменных (или отличие от нуля канонических корреляций) проверяется при помощи χ^2 критерия Бартлетта. Если вычислено p канонических корреляций, то для каждого m ($m = 1, 2, \dots, p$) проверяются гипотезы: $H_0^{(m)}: \rho_m = \rho_{m+1} = \dots = \rho_p = 0$ (все канонические корреляции, начиная с ρ_m , $m = 1, 2, \dots, p$, равны 0) против альтернативной $H_1^m: \rho_m \neq 0$ (по крайней мере ρ_i отличается от 0). При этом учитывается, что $\rho_m \geq \rho_{m+1} \geq \dots \geq \rho_p$. Для проверки гипотез используется статистика $\chi^2 = -(N - m - 0,5(p + q + 1) + \sum_k^{m-1} r_k^2) \ln \Lambda$ с $df = (q - m + 1)(p - m + 1)$ степенями свободы. Здесь N – объем выборки, r_k^2 – оценка канонического коэффициента детерминации, $\Lambda = \prod_{k=m}^p (1 - r_k^2)$ – статистика лямбда Уикса (Wilks' lambda). На уровне значимости α гипотеза H_0^m отклоняется в пользу H_1^m , если $P(\chi^2) < \alpha$, где $P(\chi^2) = 1 - F_{df}(\chi^2)$ – так называемое p -значение, $F_{df}(\chi^2)$ – функция стандартного χ^2 -распределения с df степенями свободы.

Высокая каноническая корреляция не всегда означает наличие сильной связи между двумя множествами переменных, потому что каноническая корреляция максимизирует корреляцию между линейными комбинациями переменных в двух группах, но не максимизирует величину дисперсии в одной группе набором переменных в другой. Поэтому рассчитывается мера избыточности для каждой канонической корреляции, которая показывает, какая часть дисперсии в одном наборе переменных объясняется другим набором переменных [6].

Мера избыточности, характеризующая долю вариации переменных множества Y , которая обусловлена переменными множества X , для m -й канонической корреляции ρ_m , определяется по формуле $RM_{B_m|A_m} = AV(Y | B_m) \cdot \rho_m^2$, где $AV(Y | B_m) = \frac{1}{q} \sum_j^q LY_{mj}^2$ – средняя дисперсия переменных множества Y , которая учитывается канонической переменной B_m , LY_{mj}^2 – нагрузка переменной Y_j на каноническую переменную B_m . Полная избыточность, показывающая насколько вариации во множестве Y объясняется множеством X , равна $RM_{Y|X} = \sum_{j=1}^q RM_{B_m|A_m}$.

Результаты. Исследуем взаимосвязи между рассматриваемыми группами показателей воспроизводства человеческого капитала села методами канонического корреляционного анализа.

Рассмотрим группы демографических $D = \{ D1, D2, D3, D4 \}$ и структурных показателей $S = \{ S1, S2, S3 \}$. Среди факторов, характеризующих демографическую составляющую, наибольшая зависимость наблюдается между темпами прироста естественной убыли населения ($D2$) и темпами прироста ожидаемой продолжительности жизни ($D4$), коэффициент корреляции равен $r(D2, D4) = -0,84$. Между всеми структурными показателями наблюдается высокая прямая корреляционная зависимость: $r(S1, S2) = 0,90$, $r(S1, S3) = 0,88$, $r(S2, S3) = 0,98$. Для показателей разных групп прямая корреляция выявлена между темпами прироста естественной убыли сельского населения $D2$ и всеми структурными показателями: темпами прироста населения старше 65 лет и старше, $r(D2, S1) = 0,45$, коэффициентом потенциальной нагрузки $r(D2, S2) = 0,55$, коэффициентом пенсионной нагрузки $S3$, $r(D2, S3) = 0,60$. Между темпами прироста ожидаемой продолжительности предстоящей жизни при рождении $D4$ и всеми структурными показателями выявлен отрицательная взаимосвязь: $r(D4, S1) = -0,46$, $r(D4, S2) = -0,55$, $r(D4, S3) = -0,53$.

Каноническая корреляция равна $R = 0,90$, что свидетельствует о наличии высокой зависимости между группой демографических показателей D и группой структурных показателей. Значение критерия Бартлетта $\chi^2 = 30,79$, $p = 0,002$, говорит о значимости R . Из трех вычисленных канонических корней значимым является только первый канонический корень. Поэтому статистически значимой является только первая пара канонических переменных, которая представляет собой взвешенные суммы:

$$\begin{cases} A_1 = 0,72D_1 - 0,33D_2 - 0,63D_3 - 0,10D_4, \\ B_1 = 0,02S_1 - 5,48S_2 + 5,59S_3. \end{cases}$$

Наибольший вклад в каноническую переменную A_1 вносят показатели D_1 и D_3 , причем темпы прироста численности сельского населения D_1 обнаруживают положительное влияние, а темпы прироста миграционной убыли D_3 – отрицательное. В каноническую переменную B_1 приблизительно равный вклад вносят коэффициенты потенциальной (S_2) и пенсионной (S_3) нагрузок, причем с разными знаками: S_2 оказывает отрицательное влияние, S_3 – положительное.

Полная избыточность для группы демографических показателей D равна 47,66 %, то есть полная вариация демографических показателей D объясняется 47,66 % вариации структурных показателей S , которые с другой стороны объясняются на 33,44 % вариации показателей группы D .

Модель первой канонической корреляционной функции можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

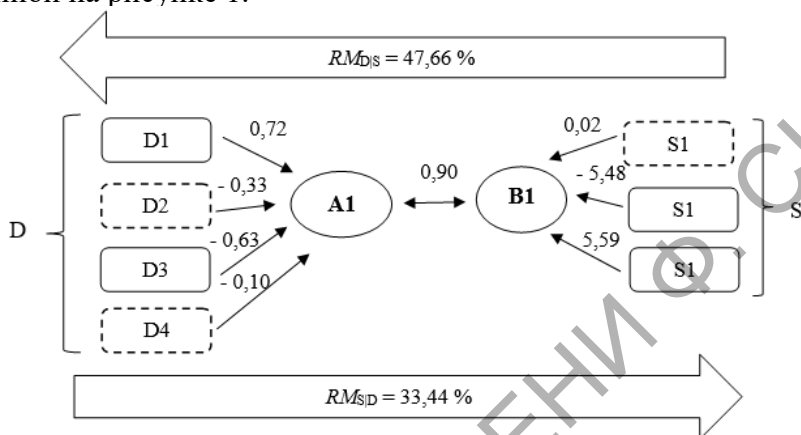


Рисунок 1 – Модель первой канонической пары групп D и S :
 [---] – незначительный вклад показателя в каноническую переменную;
 [] – значительный вклад показателя в каноническую переменную

Аналогично проведено исследование взаимосвязи между остальными группами показателей. Результаты представлены в таблице 2.

Теснота связи между группами определяется показателями канонической корреляции и полной избыточности. Все группы рассматриваемых показателей являются взаимосвязанными, но уровень их влияния друг на друга различный. Если величина канонической корреляции близка к 1, то можно говорить тесной взаимосвязи между группами. В случае, когда величина полной избыточности составляет 30 и более процентов, то можно говорить о сильном влиянии группы показателей на другую группу, если менее 30 процентов – о слабом.

К примеру, вариация группы демографических показателей D на 5,4 % объясняется вариацией группы культурных показателей K , а изменение культурных показателей на 17,7 % находится под влиянием группы D . Соответственно, можно говорить, что связь между названными группами показателей для сельской местности Беларуси является слабой. В то же время взаимосвязь социальных и макроэкономических показателей можно определить как сильную, поскольку изменение одной группой показателей примерно на 50 % объясняется изменением другой группы факторов.

Исходя из этого допущения, обозначены три следующие разновидности взаимосвязи между группами показателей воспроизводства человеческого капитала села Беларуси.

Первая разновидность представляет собой взаимное сильное влияние групп показателей друг на друга. Такая взаимозависимость установлена для следующих парных группировок показателей: демографическими и социальными, демографическими и структурными, демографическими и макроэкономическими, демографическими и мезоэкономическими, социальными и макроэкономическими, социальными и культурными, социальными и структурными, макроэкономическими и мезоэкономическими, макроэкономическими и социальными, макроэкономическими и структурными, мезоэкономическими и структурными. Очевидно, что большинство групп рассматриваемых показателей являются взаимообусловленными и имеют тесную связь.

Также можно выделить группы показателей, между которыми определена взаимная слабая связь. Так, сюда относятся культурные и мезоэкономические, культурные и демографические, культурные и структурные показатели. Влияние этих групп показателей друг на друга составляет менее 30 %.

Таблица 2 – Результаты анализа канонических корреляций между группами показателей, характеризующих воспроизводство человеческого капитала села Беларуси

Группы	Первые канонические переменные	Каноническая корреляция	Полная избыточность
Д и К	$\begin{cases} A_1 = 1,13D_1 - 1,94D_2 - 0,43D_3 - 0,89D_4, \\ B_1 = 0,43K_1 - 1,37K_2 \end{cases}$	$R = 0,44, \chi^2 = 4,73, p = 0,785$	$RM_{КД} = 17,67\%$ $RM_{ДК} = 5,37\%$
Д и С	$\begin{cases} A_1 = 0,05D_1 - 2,01D_2 - 1,14D_3 - 0,82D_4, \\ B_1 = -0,04C_1 + 4,67C_2 - 4,79C_3 + 0,18C_4 + 0,23C_5 + 0,31C_6 + 0,08C_7 - 1,05C_8 \end{cases}$	$R = 0,94, \chi^2 = 25,42, p = 0,07$	$RM_{СД} = 34,92\%$ $RM_{ДС} = 53,06\%$
Д и Е	$\begin{cases} A_1 = 0,69D_1 - 1,91D_2 - 0,39D_3 - 2,14D_4, \\ B_1 = -0,79E_1 + 0,16E_2 - 0,59E_3 \end{cases}$	$R = 0,85, \chi^2 = 18,87, p = 0,09$	$RM_{ЕД} = 48,58\%$ $RM_{ДЕ} = 31,38\%$
Д и М	$\begin{cases} A_1 = 1,38D_1 - 1,18D_2 + 0,07D_3 - 0,98D_4, \\ B_1 = 0,22M_1 - 0,55M_2 + 0,93M_3 - 0,03M_4 - 1,25M_5 - 0,367M_6 \end{cases}$	$R = 0,81, \chi^2 = 17,51, p = 0,08$	$RM_{МД} = 30,61\%$ $RM_{ДМ} = 21,07\%$
С и К	$\begin{cases} A_1 = -0,40S_1 - 4,67S_2 + 4,56S_3, \\ B_1 = -1,32K_1 + 0,38K_2 \end{cases}$	$R = 0,31, \chi^2 = 1,52, p = 0,96$	$RM_{КС} = 7,73\%$ $RM_{СК} = 2,43\%$
С и С	$\begin{cases} A_1 = 0,21S_1 + 2,21S_2 - 3,08S_3, \\ B_1 = 0,17C_1 - 0,29C_2 - 0,13C_3 - 0,08C_4 + 0,21C_5 + 0,20C_6 + 1,20C_7 - 0,63C_8 \end{cases}$	$R = 0,95, \chi^2 = 33,63, p = 0,09$	$RM_{СС} = 62,48\%$ $RM_{СС} = 37,59\%$
С и Е	$\begin{cases} A_1 = -0,19S_1 + 2,82S_2 - 1,84S_3, \\ B_1 = -0,20E_1 - 1,51E_2 + 1,17E_3 \end{cases}$	$R = 0,83, \chi^2 = 16,71, p = 0,05$	$RM_{ЕС} = 30,55\%$ $RM_{СЕ} = 46,89\%$
С и М	$\begin{cases} A_1 = -1,55S_1 - 0,75S_2 + 1,50S_3, \\ B_1 = -0,61M_1 + 0,09M_2 + 1,86M_3 + 1,07M_4 + 3,21M_5 - 0,40M_6 \end{cases}$	$R = 0,76, \chi^2 = 22,40, p = 0,22$	$RM_{МС} = 35,34\%$ $RM_{СМ} = 36,79\%$
К и С	$\begin{cases} A_1 = -1,61K_1 + 2,06K_2, \\ B_1 = -0,65C_1 + 1,23C_2 - 0,35C_3 + 0,11C_4 - 0,65C_5 - 0,34C_6 - 0,24C_7 + 0,36C_8 \end{cases}$	$R = 0,99, \chi^2 = 43,74, p = 0,0002$	$RM_{СК} = 37,90\%$ $RM_{КС} = 82,64\%$
К и Е	$\begin{cases} A_1 = -1,83K_1 + 1,17K_2, \\ B_1 = -0,38E_1 + 0,93E_2 - 1,30E_3 \end{cases}$	$R = 0,45, \chi^2 = 3,39, p = 0,07$	$RM_{ЕК} = 6,83\%$ $RM_{КЕ} = 13,00\%$
К и М	$\begin{cases} A_1 = -1,38K_1 + 0,46K_2, \\ B_1 = 0,01M_1 - 0,25M_2 - 3,53M_3 + 1,59M_4 + 2,60M_5 - 0,21M_6 \end{cases}$	$R = 0,68, \chi^2 = 10,1, p = 0,60$	$RM_{МК} = 5,09\%$ $RM_{КМ} = 37,23\%$
С и Е	$\begin{cases} A_1 = -0,26C_1 - 5,38C_2 + 5,05C_3 - 0,25C_4 + 0,25C_5 - 0,32C_6 - 0,85C_7 + 0,72C_8, \\ B_1 = -0,09E_1 - 0,99E_2 - 0,01E_3 \end{cases}$	$R = 0,94, \chi^2 = 20,11, p = 0,06$	$RM_{ЕС} = 56,29\%$ $RM_{СЕ} = 21,17\%$
С и М	$\begin{cases} A_1 = -0,33C_1 + 0,12C_3 - 0,01C_6 + 0,32C_8, \\ B_1 = -0,85M_1 + 1,62M_2 + 1,02M_3 - 0,15M_4 - 1,32M_5 - 0,24M_6 \end{cases}$	$R = 0,97, \chi^2 = 54,28, p = 0,00$	$RM_{МС} = 50,43\%$ $RM_{СМ} = 50,52\%$
Е и М	$\begin{cases} A_1 = 0,31E_1 - 0,65E_2 + 1,28E_3, \\ B_1 = 4,53M_1 - 0,05M_2 + 1,12M_3 - 2,03M_4 - 4,63M_5 + 0,97M_6 \end{cases}$	$R = 0,86, \chi^2 = 21,19, p = 0,26$	$RM_{ЕМ} = 41,34\%$ $RM_{МЕ} = 31,99\%$

Как видно, в случае взаимной сильной и слабой связи между группами переменных, их влияние является однонаправленным. Однако также выявлены группы показателей, имеющих обратную связь. То есть отмечается сильное воздействие одной группы показателей на другую, но вторая группа показателей влияет на первую слабо.

Схематично выделенные взаимосвязи между группами факторов воспроизводства человеческого капитала сельских территорий представлены на рисунке 2.

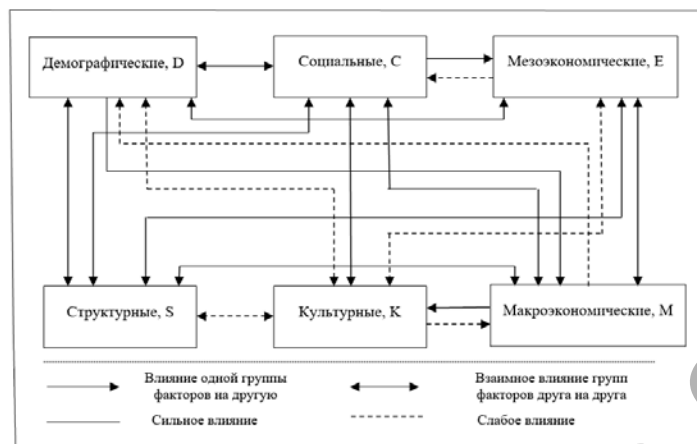


Рисунок 2 – Взаимосвязи между группами факторов воспроизводства человеческого капитала сельских территорий Беларуси

Заключение. Проведенное нами исследование позволило выявить наличие связи между выделенными группами показателей и определить тип связи между ними: взаимная (сильная или слабая) и обратная. Используемая методика также дает возможность установить, какие сферы являются приоритетными в развитии человеческого капитала сельских территорий. Полученные результаты показали, что наибольший эффект могут принести вложения в демографическую, структурную и социальную составляющие человеческого капитала села, поскольку каждая из этих групп факторов имеет тесную связь с большинством иных групп факторов. Важное влияние на формирование человеческого капитала села оказывают экономические процессы как на уровне республики, так и на уровне сельских территорий. Таким образом, для сокращения депопуляции сельского населения с последующим переходом к стабилизации его численности и оптимизации половозрастной структуры необходима реализация мероприятий по повышению уровня доходов сельских жителей, комфортности их жилищных условий, доступности учреждений здравоохранения, образования, общественной торговли и питания, созданию дополнительных рабочих мест.

Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. / ГНУ «Научно-исследовательский экономический институт». – Минск, 2015. – 143 с.
2. Лин, С. Д. Воспроизводство человеческого капитала сельских территорий : теоретические подходы / С. Д. Лин // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2019. – № 5 (116). – С. 149–152.
3. Пекуровский, Д. А. Особенности формирования и использования человеческого капитала в аграрном секторе, занятость и доходы сельского населения / Д. А. Пекуровский, А. Л. Лебедев, О. Р. Семикова // Экономические науки. – 2021. – № 3 (196). – С. 139–145.
4. Бахматова, Г. А. Оценка человеческого потенциала сельских территорий / Г. А. Бахматова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 274–290.
5. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. Демографическая и социальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Search?code=1063066>. – Дата доступа : 25.05.2022.
6. Sharma, S. Applied multivariate techniques / S. Sharma. – Canada : John Wiley and Sons, Inc., 1996. – 493 p.