



Оригинальная статья  
УДК: 332.1  
ББК: 65.32

## Взаимосвязи факторов конкурентоспособности агропромышленного комплекса

Плотников Андрей Викторович<sup>1</sup>, Криницын Игорь Владимирович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет

<sup>2</sup> Инжиниринговый центр Кировской области Вяткинского государственного университета

<sup>1</sup> plotnikov-av@mail.ru, <sup>2</sup> iv\_krincin@vyatsu.ru

*Автор, ответственный за переписку:* Плотников Андрей Викторович, plotnikov-av@mail.ru

**Аннотация:** В работе анализируются факторы конкурентоспособности сельского хозяйства, за основу берется глобальный индекс конкурентоспособности. В качестве основного метода выступает корреляционный анализ, в результатах исследования определяются ключевые взаимосвязи между показателями сельского хозяйства и развития. Площадь земель, отведенных под сельскохозяйственные культуры, слабо коррелирует с другими переменными. Однако более многочисленная сельскохозяйственная рабочая сила имеет сильную отрицательную корреляцию с такими показателями, как продовольственная безопасность, цифровая конкурентоспособность, инновации и человеческое развитие, что свидетельствует о более низком уровне развития. Более высокие урожаи зерна положительно коррелируют с этими показателями. Кроме того, продовольственная безопасность, цифровая конкурентоспособность, инновации и развитие человеческого потенциала тесно взаимосвязаны, что указывает на то, что более развитые и конкурентоспособные в цифровом плане страны, как правило, обладают более высоким инновационным потенциалом и уровнем развития человеческого потенциала.

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, сельское хозяйство, индекс цифровой конкурентоспособности, глобальный индекс конкурентоспособности.

**Для цитирования:** Плотников А. В., Криницын И. В. Взаимосвязи факторов конкурентоспособности агропромышленного комплекса // В центре экономики. 2024. № 3. Т. 5. URL: <https://vcec.ru/index.php/vcec/article/view/114/132>

Original Paper  
JEL Classification: E24,  
F01, O30, N50

## Correlation Analysis of Factors Affecting Competitiveness in Agriculture

Andrei V. Plotnikov<sup>1</sup>, Igor V. Krinitsyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Perm National Research Polytechnic University

<sup>2</sup> Kirov Region Engineering Center at Vyatka State University

<sup>1</sup> plotnikov-av@mail.ru, <sup>2</sup> iv\_krincin@vyatsu.ru

Corresponding author: Andrei V. Plotnikov, plotnikov-av@mail.ru

**Abstract.** The paper analyzes the factors of agricultural competitiveness based on the global competitiveness index. The primary method is correlation analysis, the results of the study identify the critical relationships between indicators of agriculture and development. The area of land allocated for agricultural crops is poorly correlated with other variables. However, a larger agrarian workforce has a strong negative correlation with indicators such as food security, digital competitiveness, innovation and human development, indicating a lower level of development. Higher grain yields positively correlate with these indicators. In addition, food security, digital competitiveness, innovation and human development are closely interrelated, which indicates that more developed and digitally competitive countries tend to have higher innovation potential and a higher level of human development.

**Keywords:** competitiveness, agriculture, digital competitiveness index, global competitiveness index.

**For citation:** Plotnikov A. V., Krinitsyn I. V. Correlation Analysis of Factors Affecting Competitiveness in Agriculture. *In the Center of Economy*. 2024;3(5). URL: <https://vcec.ru/index.php/vcec/article/view/114/132>



## Введение / Introduction

Формирование валового внутреннего продукта (ВВП) в постсоветских странах представляет собой сложный процесс, на который влияют многочисленные внешние и внутренние факторы. Экономике этих стран одинаково реагируют на кризисные ситуации, факторы, влияющие на ВВП, меняются с течением времени и страны, вступающие в Европейский союз, расходятся в своих макроэкономических показателях. Сельское хозяйство оказывает сдерживающее влияние на экономический рост, в то время как растущая важность таких факторов, как индекс человеческого потенциала, предполагает переход к цифровой экономике. Таким образом, подчеркивается сложность и осторожность, необходимые при эконометрическом моделировании таких стран с переходной экономикой [11].

В современном быстро меняющемся мире агропромышленный комплекс (АПК) стоит перед рядом сложных и многофакторных задач, где актуальный интерес представляет собой изучение взаимосвязей между различными факторами, которые напрямую или косвенно влияют на конкурентоспособность сельского хозяйства [2, 6, 3, 10]. Поэтому, основываясь на междисциплинарном подходе для понимания взаимодействия представляется целесообразным провести корреляционный анализ, включающий в себя переменные, охватывающие экономические, социальные, технологические и инновационные показатели. В контексте исследования рассматриваются такие ключевые переменные, как земли под зерновые культуры (LUCP\_ha), сельскохозяйственное население (RurPop\_%), урожай зерновых (CerYi\_kg\_ha) и другие переменные, отражающие широкий спектр факторов, начиная от доступности земельных и трудовых ресурсов и заканчивая уровнем продовольственной безопасности и интеграцией цифровых технологий.

Исследование будет иметь практическую ценность для формулирования стратегических решений на уровне государственного и регионального управления. Результаты корреляционного анализа будут полезны как для научного сообщества, так и для практиков, занимающихся проблематикой агропромышленного производства.

## Материалы и методы / Materials and Methods

В качестве материалов исследования выступают страны из датасета глобальной конкурентоспособности [18], рассмотрим их структуру (для компактности данных таблиц введем сокращения для переменных):

- земли под зерновые культуры (LUCP\_ha) - объем земельных ресурсов – указывает на потенциал для масштабного производства, что может влиять на экономиию на масштабе и снижение себестоимости;
- сельскохозяйственное население (RurPop\_%) - показатель может указывать на доступность рабочей силы, а также на важность сельского хозяйства для экономики страны;
- урожай зерновых (CerYi\_kg\_ha) отражает уровень производительности, который является ключевым фактором конкурентоспособности;

- сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство – добавленная стоимость (% от ВВП) (AgrFF\_GDP\_%) показывает вклад этих отраслей в экономику;

- индекс продовольственной безопасности (FSI\_scr) имеет важное значение – высокий уровень продовольственной безопасности улучшает конкурентоспособность, поскольку он снижает риски и нестабильность.

- наличие продуктов (FdAff\_scr) и доступность продуктов (FdAv\_scr) – эти показатели могут указывать на успешность логистических и дистрибутивных систем.

- качество и безопасность продовольствия (FdQuSft\_scr) отражает конкурентоспособность на уровне качества, что может быть ключевым для доступа к премиальным рынкам.

- индекс цифровой конкурентоспособности (DCI) показывает готовность страны к интеграции цифровых технологий, что может быть фактором, улучшающим производительность и управление.

- глобальный индекс конкурентоспособности 4.0 (GCI 4.0) – множественный индекс, который учитывает множество факторов, включая инфраструктуру, уровень образования и инноваций. GCI 4.0 [14] относится к четвертому пересмотру Индекса конкурентоспособности, показателя, предназначенного для измерения конкурентоспособности стран. Ее обновленная версия была выпущена в октябре 2018 г. в рамках Отчета о глобальной конкурентоспособности. Изменения в GCI 4.0 являются существенными, с корректировками в его структуре и методологии, чтобы лучше отражать наступление четвертой промышленной революции, учитывать текущие экономические тенденции и сделать индекс более объективным и прозрачным. Например, было сокращено количество отдельных показателей, уравниен вес терминов и введены новые приоритетные области, такие как информационные технологии. Все обновления направлены на то, чтобы сделать индекс более адаптируемым и актуальным для анализа конкурентоспособности. Обновленный GCI призван учесть наступление четвертой промышленной революции, выровнять условия игры для стран, находящихся на разных этапах экономического развития, и адаптироваться к текущим глобальным экономическим тенденциям [8].

- Индекс инноваций (InnovIdx) – ежегодный рейтинг, который оценивает инновационные возможности и результаты экономик по всему миру. При расчете подчеркивается важность инноваций для экономического роста, инновационного мышления, роль государственного регулирования в стимулировании инноваций и региональные тенденции [5].

- Индекс человеческого развития (HDI) – образование и уровень жизни могут влиять на рабочую производительность и, следовательно, на конкурентоспособность. Индекс человеческого развития (ИЧР, HDI) – это сводный статистический индекс, разработанный Программой развития Организации Объединенных Наций для измерения и ранжирования стран на основе трех фундаментальных аспектов человеческого развития: долголетия, образования и материального

благополучия. Основная философия, лежащая в основе Индекса человеческого развития, включает в себя как процесс расширения человеческого выбора, так и благополучие, достигаемое отдельными людьми. Благополучие оценивается на основе способности людей жить той жизнью, которую они считают достойной [7].

Изначально данные содержали значения по 222 стра-

если максимальная корреляция у пары будет на уровне 0,3 и менее, то можно воспользоваться средним значением для заполнения пустых значений.

Ассиметрия и эксцесс должны быть в диапазоне [-2; +2] [15], то есть видим, как показатель земли под зерновые культуры (га) выделяются своей ассиметричностью среди остальных переменных, которые находятся в требуемом диапазоне, позволяющем говорить о том,

**Таблица 1. / Table 1. Описательные статистики / Индекса Index Descriptive Statistics**

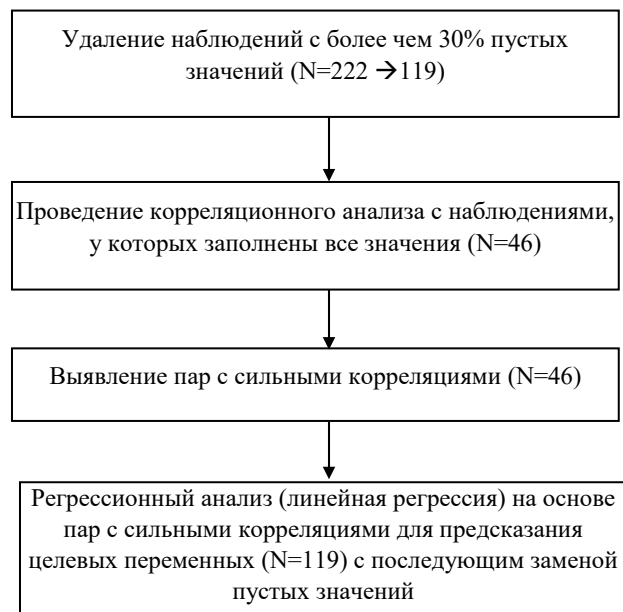
	Пропущ. знач.	Среднее	Медиана	min	max	Стд. откл.	Эксцесс	Симметрия	р-крит. Крамера-фон Мизеса
LUCP_ha	47	4169648,177	717472	7	102493146	12297099,363	44,221	6,231	0,000
RurPop_%	21	40,972	40,848	0,865	86,968	22,894	-1,018	0,194	0,002
CerYi_kg_ha	45	3559,389	3001,3	167,6	26110,2	3150,007	22,653	3,796	0,000
AgrFF_GDP_%	54	10,4	6,59	0,025	58,934	10,850	2,806	1,621	0,000
FSI_scr	109	62,888	63,8	31,2	87,4	13,819	-0,830	-0,290	0,054
FdAv_scr	109	67,504	70,5	15,8	98,9	16,321	-0,371	-0,576	0,000
FdAff_scr	109	59,384	59	28,6	84,3	11,859	-0,211	-0,147	0,479
FdQuSft_scr	109	60,96	60,6	19,8	91,8	18,398	-0,875	-0,248	0,048
DCI	159	74,837	75,174	27,763	100,000	14,887	-0,075	-0,386	0,058
GCI 4.0	81	60,635	60,900	35,100	84,800	12,383	-0,740	0,058	0,237
InnovIdx	93	36,317	33,860	14,490	67,240	12,011	-0,494	0,645	0,000
HDI	33	0,713	0,728	0,377	0,954	0,150	-0,868	-0,350	0,000

нам (таблица 1), но после удаления всех стран, у которых отсутствуют более 30% данных по переменным, осталось 121 страна. Удаление элементов наблюдений с высокой долей пропущенных значений, (более 30%) является методическим подходом, который позволяет снизить искажения и не репрезентативность в данных [16, 17].

Кроме того, важно заполнить пропущенные значения у наблюдений, в которых отсутствуют до 30% значений по переменным. Таким образом, страны, у которых более чем 30% пропущенных значений будут удалены, а страны, у которых менее 30% пропущенных значений, пустые ячейки будут заполнены [12].

Далее дополним наши пустые значения наблюдений путем использования коррелированной переменной в качестве предиктора. При этом будем руководствоваться следующей схемой замены пропущенных значений (рисунок 1).

В данном контексте представленный подход иллюстрирует приемлемую точность на основе использования сильно коррелированной переменной для оценки недостающих значений, чем использование среднего значения (использование средних для замены уменьшает дисперсию переменной, которая повлияет на последующие результаты в ходе анализа). Вычисление среднего значения приводит к ошибке, поскольку оно не учитывает корреляции между переменными. То есть следует полагать, что независимая или предикторная переменная коррелирована с зависимой переменной, которую собираемся предсказывать и соответственно, предсказанные значения зависимой переменной будут близки к фактическим значениям, таким образом сохраняя исходное распределение данных. В случае,



**Рис. 1 / Fig. 1. Последовательность проведения корреляционного анализа / Sequence of conducting correlation analysis**

что данные распределены нормально. Кроме того, измеряя эксцесс, наблюдаем его явление у следующих переменных: земли под зерновые культуры (га), урожай зерновых (кг на га), С\Х, лесное хозяйство и рыболовство, добавленная стоимость (% от ВВП).

Значение р-критерия Крамера-фон Мизеса является статистическим критерием для оценки соответствия наблюдаемого распределения выборки с теоретическим



распределением. Это обобщение критерия Колмогорова-Смирнова и часто используется для тестирования гипотезы о том, что наблюдаемая выборка извлечена из определенного распределения [4].

В контексте критерия Крамера-фон Мизеса, р-значение интерпретируется так, что если р-значение близко к 1, то наблюдаемое распределение выборки соответствует теоретическому нормальному распределению. Соответственно, нет оснований для отклонения нулевой гипотезы о том, что данные распределены нормально. Если р-значение < 0,05, то наблюдаемое распределение значительно отличается от теоретического и соответственно, нулевая гипотеза может быть отклонена, что указывает на то, что данные, вероятно, не распределены нормально.

Вычисления производились в Python в Google collab.

**Результаты / Results**

Рисунок 2 иллюстрирует корреляционную матрицу из 46 наблюдений.

Высокая корреляция определяется, когда коэффициент корреляции близок к 1 (сильная положительная корреляция) или близок к -1 (сильная отрицательная корреляция) [13].

Основываясь на корреляционной матрице с

пороговым значением абсолютной величины 0,7 или выше для высокой корреляции, следующие пары переменных демонстрируют сильную корреляцию:

1. СХ, лесное хозяйство и рыбоводство, добавленная стоимость (% от ВВП)

Отрицательные корреляции:

- С индексом продовольственной безопасности: -0,81;
- С оценкой доступности продуктов питания: -0,79;
- С оценкой качества и безопасности пищевых продуктов: -0,78;
- С индексом человеческого развития: -0,82.

2. Индекс продовольственной безопасности

Положительные корреляции:

- С оценкой доступности продуктов питания: 0,86;
- С оценкой наличия продуктов питания: 0,90;
- С оценкой качества и безопасности пищевых продуктов: 0,89;
- С индексом цифровой конкурентоспособности: 0,81;
- С индексом глобальной конкурентоспособности 4,0: 0,85;
- С индексом инноваций: 0,75;
- С индексом человеческого развития: 0,90.

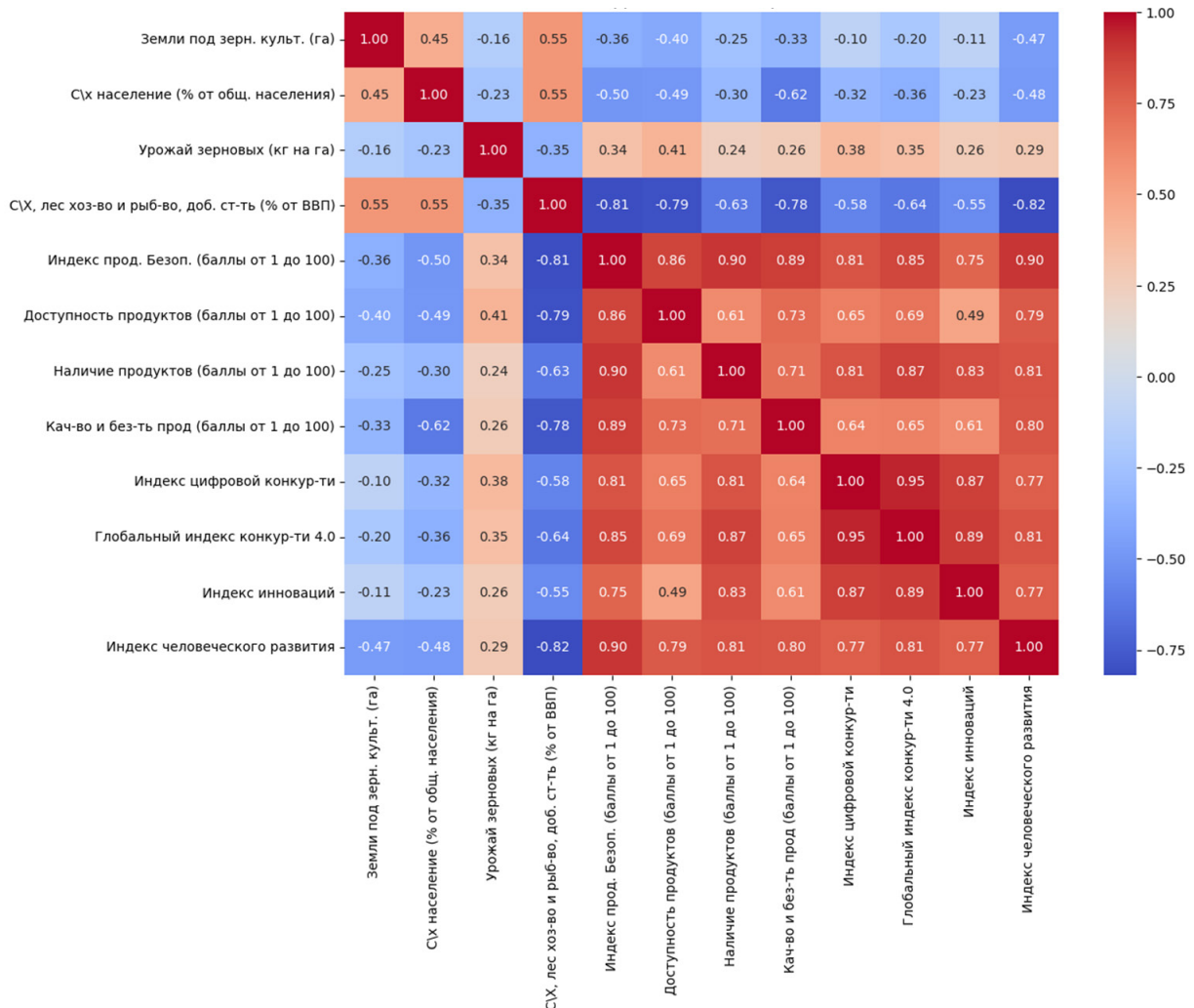


Рис. 2 / Fig. 2. Корреляционная матрица (количество наблюдений N=46) / Correlation matrix (number of observations N=46)



## 3. Доступность продуктов

Положительные корреляции:

- С оценкой качества и безопасности пищевых продуктов: 0,73;

- С индексом человеческого развития: 0,79.

## 4. Количество продуктов

Положительные корреляции:

- С оценкой качества и безопасности пищевых продуктов: 0,71;

- С индексом цифровой конкурентоспособности: 0,81;

- С индексом глобальной конкурентоспособности 4,0: 0,87;

- С индексом инноваций: 0,83;

- С индексом человеческого развития: 0,81.

## 5. Качество и безвредность пищевых продуктов

Положительные корреляции:

- С индексом человеческого развития: 0,80.

## 6. Индекс цифровой конкурентоспособности

Положительные корреляции:

- С индексом глобальной конкурентоспособности 4,0: 0,95;

- С индексом инноваций: 0,87;

- С индексом человеческого развития: 0,77;

## 7. Глобальный индекс конкурентоспособности 4,0.

Положительные корреляции:

- С индексом инноваций: 0,89;

- С индексом человеческого развития: 0,81.

## 8. Индекс инноваций

Положительные корреляции:

- С индексом человеческого развития: 0,77.

9. Индекс человеческого развития имеет множество высоких корреляций, как положительных, так и отрицательных, почти со всеми другими переменными, перечисленными выше.

Высокие корреляции могут быть полезны для заполнения недостающих данных. Таким образом, используем парные переменные с наивысшим коэффициентом корреляции для получения пропущенных значений с помощью линейной регрессии.

В результате после восстановления данных и проведения корреляционного анализа на поиск взаимосвязей получаем следующую корреляционную матрицу (N=119) (рисунок 3).

Рассмотрим взаимосвязи между переменными на основе коэффициентов корреляции:

Корреляции между земельными участками под зерновыми культурами со всеми другими ключевыми переменными низкая, что говорит о том, что площадь земель, отведенных под выращивание зерновых, не

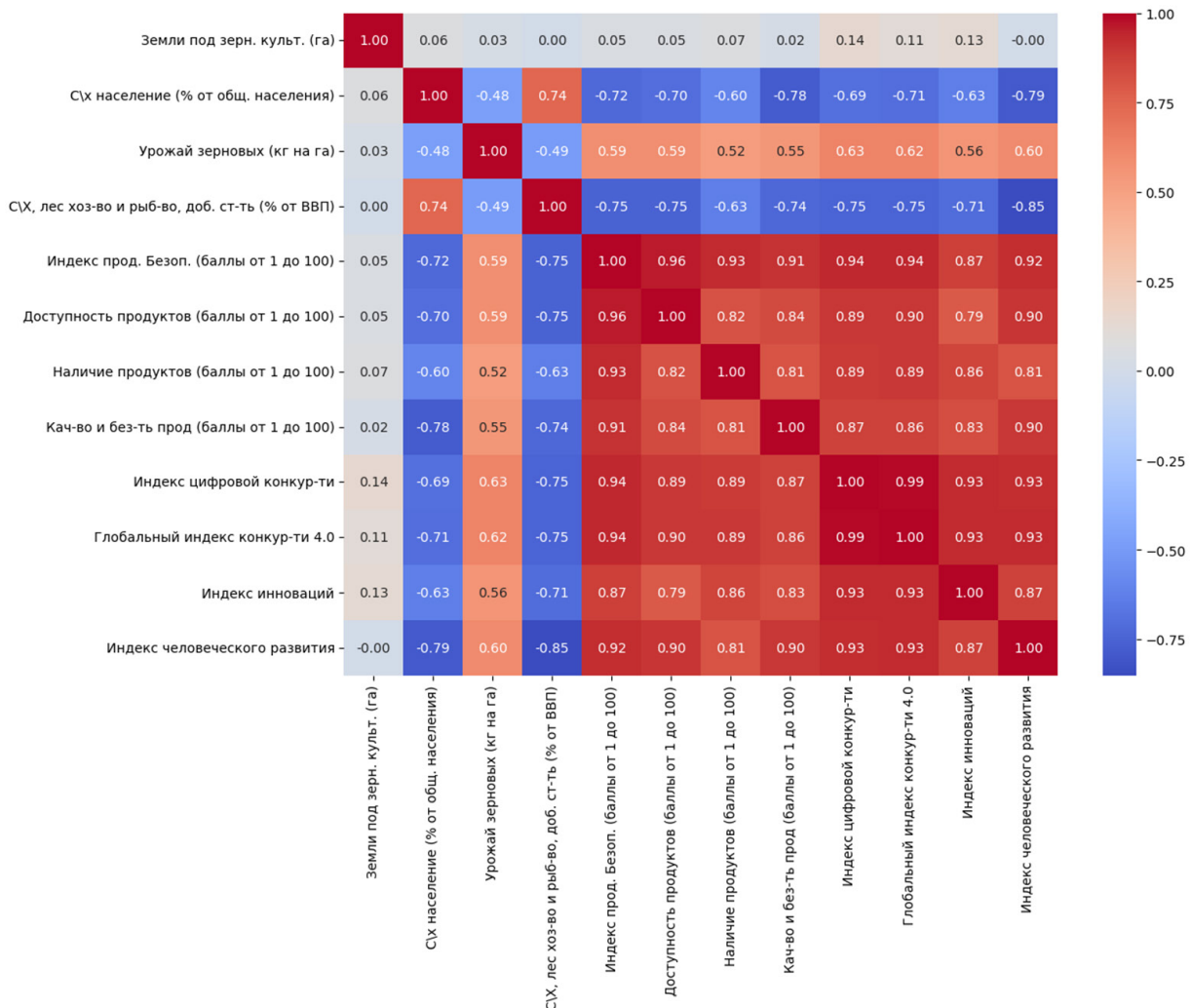


Рис. 3 / Fig. 3. Корреляционная матрица (N=119) / Корреляционная матрица (N=119)

сильно связана с другими показателями в наборе данных.

Сельскохозяйственное население (% от общей численности) имеет сильную отрицательную корреляцию с индексом продовольственной безопасности (-0,724), индексом цифровой конкурентоспособности (-0,695), индексом инноваций (-0,628) и индексом человеческого развития (-0,792). Высокие значения корреляций говорят о том, что страны с более высокой долей населения, занятого в сельском хозяйстве, как правило, имеют более низкие показатели по этим индексам развития и конкурентоспособности.

Урожайность зерновых (кг/га) имеет положительную корреляцию с индексом продовольственной безопасности (0,586), индексом цифровой конкурентоспособности (0,631), индексом инноваций (0,559) и индексом человеческого развития (0,596). Более высокая урожайность в целом ассоциируется с лучшими показателями развития и конкурентоспособности.

Индекс продовольственной безопасности имеет сильную положительную корреляцию с индексом цифровой конкурентоспособности (0,939), индексом инноваций (0,875) и индексом развития человеческого потенциала (0,923).

Индекс цифровой конкурентоспособности имеет сильную положительную корреляцию с индексом инноваций (0,933) и индексом человеческого развития (0,927), что свидетельствует о тесной связи цифровой конкурентоспособности с инновационным потенциалом и уровнем человеческого развития.

Инновационный индекс в сравнении с индексом развития человеческого потенциала (сильная положительная корреляция = 0,870), свидетельствующая о том, что страны с более высоким инновационным потенциалом имеют и более высокие индексы человеческого развития.

### **Заключение / Conclusion**

Отрицательная корреляция между долей населения, занятого в сельском хозяйстве, и различными индексами развития может отражать переход от аграрной экономики к более диверсифицированной, индустриальной и ориентированной на услуги. В более развитых странах для производства того же объема сельскохозяйственной продукции требуется меньше трудовых ресурсов, что обусловлено технологическим прогрессом и позволяет высвободить рабочую силу для других отраслей. Данный вывод соответствует работам, основанным на теории производительности труда [1, 9].

Страны с более высокой урожайностью зерновых обычно имеют более совершенную сельскохозяйственную практику, технологии и инфраструктуру. Это часто коррелирует с более высоким уровнем развития и продовольственной безопасности.

Более развитые и конкурентоспособные в цифровом отношении страны, как правило, имеют более развитую инфраструктуру, что может способствовать распределению и хранению продовольствия, а значит, и повышению уровня продовольственной безопасности. Аналогичным образом, более высокий уровень

инноваций может привести к появлению более совершенных сельскохозяйственных технологий, что может способствовать повышению уровня продовольственной безопасности.

Высокий уровень конкурентоспособности цифровых технологий способствует развитию культуры инноваций. Развитая цифровая инфраструктура может способствовать исследованиям и разработкам, улучшать коммуникации и обеспечивать эффективную работу инновационных компаний.

Страны с высоким уровнем инноваций обычно предлагают лучшие возможности для образования, здравоохранения и трудоустройства, что способствует повышению индекса развития человеческого потенциала.



### **Список источников**

1. Васильева Е.В. Воспроизводство кадров ИТ-отрасли. Сценарный анализ // Мир новой экономики. – 2016. – № 4. – С. 127-134. ISSN: 2220-6469. eISSN: 2220-7872. – EDN XIRSPX.
2. Вахрушев Е.А. Развитие АПК как фактор обеспечения конкурентоспособности предприятий молочной промышленности Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2013. – № 1. – С. 24-28. ISSN: 2412-9593. eISSN: 2413-2446.
3. Выдрин О.Н. Факторы, формирующие конкурентоспособность российского свеклосахарного подкомплекса АПК // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №2. – С. 26-29. ISSN: 1997-0749 – EDN SYJHSD.
4. Иванов А.И., Малыгина Е.А., Перфилов К.А., Вятчанин С.Е. Сравнение мощности критерия среднего геометрического и критерия Крамера - фон Мизеса на малых выборках биометрических данных // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. № 2(18). – С. 155-163. ISSN: 2227-8486.
5. Пястолов, С. М. 2017.02.023. Глобальный индекс инноваций 2016. Побеждая с глобальными инновациями. The Global innovation index 2016: winning with Global innovation / Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (EDS.); Cornell university (Johnson); INSEAD; WIPO. - 2016. - 451 p / С. М. Пястолов // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 8: Науковедение. Реферативный журнал. – 2017. – № 2. – С. 120-128. – ISSN: 2219-8814 – EDN YURRCJ.
6. Саяпин А.В., Кожевникова Т.М. Структурная модернизация как фактор конкурентоспособности предприятий АПК // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – № 2(048). – С. 102-109.
7. Саградов А.А. Россия и индекс человеческого развития // Мир России. Социология. Этнология. – 2000. – № 3. – С. 146-152. ISSN: 1811-038X. – eISSN: 1811-0398 – EDN ECISTA.
8. Строкатов Д.А. Новации в структуре и методологии расчета Индекса глобальной конкурентоспособности



// Международная торговля и торговая политика. – 2019. – № 1(17). – с. 45-59. – DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2019-1-45-59>. – ISSN 2410-7395 (Print). – ISSN 2414-4649 (Online).

9. Субаева А.К., Низамутдинов М.М., Мавлиева Л.М., Калимуллин М.Н. Производительность труда в аспекте цифрового сельского хозяйства // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 760-766. – EDN PZUXJG.

10. Хадикова Э. К., Булацева Ф. А., Сидакова М. М. Инновационный потенциал как фактор конкурентоспособности предприятий АПК // Вестник Академии права и управления. – 2016. – № 3(44). – С. 147-152. – ISSN: 2074-9201. – EDN WROBHX.

11. Цыпин А.П. Эконометрическое моделирование влияния факторов на ВВП постсоветских стран // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. – 2018. – Т. 18, вып. 4. – С. 407-412. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2018-18-4-407-412>. – ISSN 1994-2540 (Print). – ISSN 2542-1956 (Online).

12. Чернышова Ю.В., Тарасенко А.В., Тарасенко В.Ф. Выбор и реализация метода заполнения пропущенных значений в данных тестирования респондентов // Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем : Материалы V Международной молодежной научной конференции, Томск, 19–20 мая 2017 года / Под общей редакцией И.С. Шмырина. Том 301. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2017. – С. 67-72. – ISBN: 978-5-94621-642-5. – EDN YHWNKI.

13. Яроменко Н.Н., Беджанова А.К. Группировка и корреляция на примере сельскохозяйственных предприятий Краснодарского края // Символ науки. – 2016. – №. 1-1. – С. 237-241. ISSN 2410-700X.

14. Benchmarking Competitiveness in the Fourth Industrial Revolution: Introducing the Global Competitiveness Index 4.0 [Web source] <https://www3.weforum.org/docs/GCR2018/02Chapters/Chapter%203.pdf>.

15. Hair Jr J. et al. A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). – Sage publications, 2021.

16. Lee K.J. et al. Assumptions and analysis planning in studies with missing data in multiple variables: moving beyond the MCAR/MAR/MNAR classification // International Journal of Epidemiology. – 2023. – С. dyad008.

17. Pedersen A.B. et al. Missing data and multiple imputation in clinical epidemiological research // Clinical epidemiology. – 2017. – С. 157-166.

18. Popkova, E.G., Smetanina A.I., Lifanov P.A. Smart Agriculture for Food Security, Mendeley Data, V1, 2022.

doi: 10.17632/gw97zd8kv6.1.



## Reference

1. Vasilyeva E. V. Reproduction of IT industry personnel. Scenario analysis. The world of the new economy. 2016;4:127-134 (in Russian). ISSN: 2220-6469. eISSN: 2220-7872. EDN XIRSPX.

2. Vakhrushev E.A. The development of agriculture as a factor in ensuring the competitiveness of dairy enterprises of the Udmurt Republic. Bulletin of the Udmurt University. The series «Economics and Law». 2013;1:24-28 (in Russian). ISSN: 2412-9593. eISSN: 2413-2446.

3. Vydrina O.N. Factors shaping the competitiveness of the Russian beet sugar subcomplex of the agro-industrial complex. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2014;2:26-29 (in Russian). ISSN: 1997-0749. EDN SYJHSD.

4. Ivanov A.I., Malygina E.A., Perfilov K.A., Vyatchanin S.E. Comparison of the power of the geometric mean criterion and the Kramer-von Mises criterion on small samples of biometric data. Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2016;2(18):155-163 (in Russian). ISSN: 2227-8486.

5. Pyastolov, S.M. 2017.02.023. The Global innovation index 2016: winning with Global innovation. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (EDS.); Cornell university (Johnson); INSEAD; WIPO. 2016. 451 p. Social and humanitarian sciences. Domestic and foreign literature. Series 8: Science studies. Abstract journal. 2017;2:120-128 (in Russian). ISSN: 2219-8814. EDN YURRCJ.

6. Sayapin A.V., Kozhevnikova T.M. Structural modernization as a factor of competitiveness of agricultural enterprises. Socio-economic phenomena and processes. 2013;2(048):102-109 (in Russian).

7. Sagradov A.A. Russia and the human Development Index. The world of Russia. Sociology. Ethnology. 2000;3:146-152 (in Russian). ISSN: 1811-038X. eISSN: 1811-0398. EDN ECISTA.

8. Stokratov D.A. Innovations in the structure and methodology of calculating the Global Competitiveness Index. International trade and trade policy. 2019;1(17):45-59 (in Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2019-1-45-59>. ISSN 2410-7395 (Print). ISSN 2414-4649 (Online).

9. Subaeva A.K., Nizamutdinov M.M., Mavlieva L.M., Kalimullin M.N. Labor productivity in the aspect of digital agriculture. Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: Scientific works of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region, Kazan, November 13-14, 2019. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019:760-766. EDN PZUXJG.

10. Khadikova E.K., Bulatseva F.A., Sidakova M.M. Innovative potential as a factor of competitiveness of agricultural enterprises. Bulletin of the Academy of Law and Management. 2016;3(44):147-152 (in Russian). ISSN: 2074-9201. EDN WROBHX.

11. Tsy-pin A. P. Econometric Modelling of Influence of

Factors on GDP of the Post-Soviet Countries. Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Economics. Management. Law. 2018;4:407-412 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2018-18-4-407-412>. ISSN 1994-2540 (Print). ISSN 2542-1956 (Online).

12. Chernyshova Yu.V., Tarasenko A.V., Tarasenko V.F. Selection and implementation of the method for filling missing values in respondents' testing data. Mathematical and software support for information, technical and economic systems: Proceedings of the V International Youth Scientific Conference, Tomsk, May 19-20, 2017. General editor I.S. Shmyrin. Vol. 301. Tomsk. National Research Tomsk State University, 2017:67-72. ISBN: 978-5-94621-642-5. EDN YHWNKI.

13. Yaromenko N.N., Bedzhanova A.K. Grouping and correlation on the example of agricultural enterprises of the Krasnodar Territory. A symbol of science. 2016;1-1:237-241 (in Russian). ISSN 2410-700X.

14. Benchmarking Competitiveness in the Fourth Industrial Revolution: Introducing the Global Competitiveness Index 4.0 [Web source] <https://www3.weforum.org/docs/GCR2018/02Chapters/Chapter%203.pdf>.

15. Hair Jr J. et al. A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Sage publications, 2021.

16. Lee K.J. et al. Assumptions and analysis planning in studies with missing data in multiple variables: moving beyond the MCAR/MAR/MNAR classification. International Journal of Epidemiology. – 2023. – С. dyad008.

17. Pedersen A.B. et al. Missing data and multiple imputation in clinical epidemiological research. Clinical epidemiology. 2017:157-166.

18. Popkova, E.G., Smetanina A.I., Lifanov P.A. Smart Agriculture for Food Security, Mendeley Data, V1, 2022. doi: 10.17632/gw97zd8kv6.1.

#### *Информация об авторах*

**А. В. Плотников** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, Пермский национальный исследовательский политехнический университет;

Адрес: Россия, 614000, Пермь, Комсомольский проспект, д. 29;

E-mail: [plotnikov-av@mail.ru](mailto:plotnikov-av@mail.ru)

ORCID: 0000-0001-5777-3969

**Креницын И. В.** – научный сотрудник, Инжиниринговый центр Кировской области Вяткинского государственного университета;

Адрес: Россия, 610000, Киров, ул. Лепсе, 27;

E-mail: [iv\\_krincin@vyatsu.ru](mailto:iv_krincin@vyatsu.ru)

#### *Information about the authors*

**A. V. Plotnikov** – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor at the Management and Marketing Department, Perm National Research Polytechnic University;

Address: Komsomolsky Av, 29, Perm, 614000, Russia;

E-mail: [plotnikov-av@mail.ru](mailto:plotnikov-av@mail.ru)

ORCID: 0000-0001-5777-3969

**I. V. Krinitsyn** – Researcher at the Kirov Region Engineering Center at Vyatka State University

Address: Lapse st., 27, Kirov, 610000, Russia;

E-mail: [iv\\_krincin@vyatsu.ru](mailto:iv_krincin@vyatsu.ru)

#### *Вклад авторов*

**Плотников А. В.** – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; статистический анализ; написание исходного текста; итоговые выводы.

**Плотникова А. А.** – статистический анализ; доработка текста; итоговые выводы.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### *Contribution of the authors*

**Plotnikov A. V.** – scientific management; research concept; methodology development; statistical analysis; writing the draft; final conclusions.

**Krinitsyn I. V.** – statistical analysis; follow-on revision of the text; final conclusions.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.



Статья поступила в редакцию: 02.09.2024;  
одобрена после рецензирования: 19.09.2024;  
принята к публикации: 23.09.2024.

The article was submitted: 02.09.2024;  
approved after reviewing: 19.09.2024;  
accepted for publication: 23.09.2024.