

УДК 338.43

МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТЬ В РЕЙТИНГОВЫХ МОДЕЛЯХ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ АГРОЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ^{1,2}Бурда А.Г., ²Мокропуло А.А., ¹Полусмак В.И., ¹Бурда С.А.¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, e-mail: agburda@mail.ru, poluslavik13@gmail.com, saburda@mail.ru;²ЧОУ ВО «Южный институт менеджмента», Краснодар, e-mail: agburda@mail.ru, nastyamo@list.ru

Цель статьи – рассмотреть проблему мультиколлинеарности при построении и интерпретации рейтинговых моделей в аграрной экономике, прежде всего ранжировании инвестиционных проектов агроэкономических систем по уровню их эффективности с целью отбора для приоритетного финансирования. Проведен анализ 50 инвестиционных проектов сферы агропромышленного производства, исследована коллинеарность факторных показателей одной из рейтинговых моделей комплексной сравнительной оценки проектов и определения приоритетов для их последующей государственной поддержки. Определены парные коэффициенты корреляции между факторными признаками, построены корреляционные матрицы для различных отраслевых направлений инвестирования (овощеводство закрытого грунта; строительство и модернизации логистических и оптово-распределительных центров, комплексов, овощехранилищ; переработка плодово-овощной продукции; переработка зерновых культур; закладка фруктовых садов), вычислены значения их определителей и отмечена высокая степень мультиколлинеарности в рассматриваемой методике. Сделан вывод о том, что отраслевые особенности инвестиций должны учитываться при построении рейтингов инвестиционных проектов не только на этапе их дифференциации по направлениям вложений, но и при обосновании показателей оценки для проектов, обладающих специфическими отраслевыми свойствами. В качестве перспективного направления названо исследование мультиколлинеарности проектов, показатели денежных потоков которых приведены в сопоставимый вид по одинаковым процентным ставкам.

Ключевые слова: математическая рейтинговая модель, мультиколлинеарность, корреляционная матрица, определитель, агроэкономическая система, процентная ставка, инвестиционный проект

MULTICOLLINEARITY IN RATING MODELS OF EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS OF AGROECONOMIC SYSTEMS^{1,2}Burda A.G., ²Mokropulo A.A., ¹Polusmak V.I., ¹Burda S.A.¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, e-mail: agburda@mail.ru, poluslavik13@gmail.com, saburda@mail.ru;²Private Educational Institution of Higher Education Southern Institute of Management, Krasnodar, e-mail: agburda@mail.ru

The purpose of the article is to consider the problem of multicollinearity in the construction and interpretation of rating models in the agrarian economy, primarily ranking investment projects of agro-economic systems according to their level of efficiency with the aim of selecting for priority funding. An analysis of 50 investment projects in the sphere of agro-industrial production was carried out, the collinearity of factor indicators of one of the rating models of comprehensive comparative assessment of projects and the determination of priorities for their subsequent state support was investigated. Paired correlation coefficients between the factor signs were determined, correlation matrices were constructed for various sectoral investment areas (greenhouse vegetable production, construction and modernization of logistic and wholesale distribution centers, complexes, vegetable stores, fruit and vegetable processing, grain processing, planting fruit orchards), values were calculated their determinants and marked by a high degree of multicollinearity in this method. It was concluded that the sectoral features of investments should be taken into account when building investment project ratings not only at the stage of their differentiation according to investment areas, but also when justifying assessment indicators for projects with specific industry characteristics. The study of the multicollinearity of projects, whose cash flow indicators are given in a comparable form at the same interest rates, is called a promising direction.

Keywords: mathematical rating model, multicollinearity, correlation matrix, determinant, agro-economic system, interest rate, investment project

Использование математического аппарата в экономических исследованиях становится общепринятой практикой, что выдвигает оценку корректности применения конкретных математических методов и приемов в число актуальных вопросов современной экономико-математической науки. В частности, широкое применение находит использование рейтинговых мо-

делей для комплексной оценки развития регионов [1, 2], оценки кредитоспособности заемщика в скорринговых моделях [3], конкурентоспособности организаций [4]. В аграрной экономике построение рейтингов используется как в одномерной интерпретации для анализа отраслевых рынков и выявления топ-предприятий по объемам производства продукции [5], так и для ком-

плексной сравнительной оценки уровня аграрного потенциала и эффективности его использования [6], определения приоритетности государственного софинансирования инвестиционных проектов [7], комплексной интегральной оценки инвестиционных проектов [7, 8].

В многофакторных математических моделях исследователи нередко сталкиваются с явлением мультиколлинеарности, которое достаточно полно освещается в учебной и научной литературе применительно к эконометрическим моделям многофакторных корреляционно-регрессионных моделей [9, с. 99; 10]. Однако, когда речь идет о применении рейтинговых моделей для ранжирования объектов по нескольким признакам мультиколлинеарность практически никогда не рассматривается, что может привести к искажению реального положения дел. Подтверждением сложившегося в специальной литературе подхода к освещению мультиколлинеарности преимущественно применительно к регрессионным моделям является определение Л.И. Лопатникова: «Мультиколлинеарность – понятие математической статистики, тесная корреляционная взаимосвязь между отбираемыми для анализа факторами, совместно воздействующими на общий результат. Эта связь затрудняет оценивание параметров регрессии – в частности, при анализе эконометрической модели» [11]. К сожалению, при рассмотрении рейтинговых моделей возможные искажения, обусловленные наличием мультиколлинеарности, чаще всего, даже не упоминаются.

Цель исследования: рассмотреть проблему мультиколлинеарности данных при построении и интерпретации рейтинговых моделей в аграрной экономике, прежде всего ранжировании инвестиционных проектов агроэкономических систем по уровню их эффективности с целью отбора для приоритетного финансирования.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили опубликованные в открытой печати и отраженные в диссертациях математические модели и методики рейтинговой оценки инвестиционных проектов [8, 12, 13]. Статья основана на математической обработке результатов оценки многих инвестиционных проектов, прежде всего материалов М.С. Ореховой и использованных ею исходных данных [7, с. 128–138]. Для оценки мультиколлинеарности использованы коэффициенты парной корреляции факторных переменных, построение корреляционных матриц и вычисление их определителей.

Результаты исследования и их обсуждение

В ряде случаев для оценки инвестиционных проектов используется не только экспертиза с позиций реализуемости и окупаемости – прежде всего, когда проекты не являются конкурирующими, скажем, с точки зрения финансирования, но и сопоставление их по совокупности характеристик и показателей эффективности – когда стоит вопрос об установлении приоритетов в очередности их реализации. В работе [7] предложена методика многокритериальной оценки инвестиционных проектов для отрасли растениеводства, которая учитывает такие параметры, как степень инновационности проектов.

«На четвертом этапе целесообразно исключить дублирование факторов, коррелирующих между собой (срок возврата инвестиций – простой срок окупаемости – дисконтированный срок окупаемости; налоговые платежи в федеральный и краевой бюджет)» [7, с. 130]. Однако можно отметить не только вышеперечисленные взаимосвязи факторов рейтинга. Для оценки мультиколлинеарности используются, прежде всего, парные коэффициенты корреляции и корреляционная матрица с последующим анализом связей между признаками. Мы рассчитали парные коэффициенты корреляции между значениями показателей, включенных в модель по конкретным направлениям инвестирования: овощеводство закрытого грунта; строительство и модернизации логистических и оптово-распределительных центров, комплексов, овощехранилищ; переработка плодоовощной продукции; переработка зерновых культур; закладка фруктовых садов, а также по всем проектам (табл. 1). Для определения тесноты связи применялась шкала Чеддока, в соответствии с которой значение коэффициента корреляции в диапазоне от 0,7 до 0,9 оценивается как высокая теснота связи, а свыше 0,9 – очень высокая. Ни в одной из пар показателей по всем из рассмотренных направлений очень высокая теснота связи не выявлена, что подтверждает обоснованность включения выбранных показателей для комплексной оценки инвестиционных проектов. Однако если рассматривать каждое направление инвестирования в отдельности, то здесь наличие мультиколлинеарности очевидно. Так, в проектах четырех направлений (овощеводство закрытого грунта, логистика, переработка плодоовощной продукции и зерновых культур) очень сильная связь между потребностью в инвестициях и такими показателями, как чистый дисконтированный доход и налоговые платежи в краевой бюджет.

Таблица 1

Матрица парных коэффициентов корреляции показателей инвестиционных проектов различной направленности в агропромышленном комплексе Краснодарского края, февраль 2018 г.

Показатель	Потребность в инвестициях, млн руб.	Чистый дисконтированный доход, млн руб.	Дисконтированный срок окупаемости, лет	Внутренняя норма доходности, %	Индекс прибыльности	Количество рабочих мест	Налоговые платежи, млн руб.
Проекты в овощеводстве закрытого грунта (16 проектов)							
Потребность в инвестициях, млн руб.	1						
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	0,988	1					
Дисконтированный срок окупаемости, лет	-0,010	-0,141	1				
Внутренняя норма доходности, %	-0,420	-0,362	-0,574	1			
Индекс прибыльности	0,719	0,774	-0,477	-0,193	1		
Количество рабочих мест	0,980	0,976	-0,020	-0,414	0,732	1	
Налоговые платежи, млн руб.	0,991	0,999	-0,117	-0,361	0,756	0,978	1
Проекты строительства и модернизации логистических и оптово-распределительных центров, комплексов, овощехранилищ (12 проектов)							
Потребность в инвестициях, млн руб.	1						
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	0,995	1					
Дисконтированный срок окупаемости, лет	0,343	0,337	1				
Внутренняя норма доходности, %	-0,055	-0,110	-0,326	1			
Индекс прибыльности	-0,321	-0,281	-0,561	-0,450	1		
Количество рабочих мест	0,543	0,500	0,033	0,326	-0,069	1	
Налоговые платежи, млн руб.	0,987	0,971	0,321	0,030	-0,328	0,661	1
Проекты по переработке плодоовощной продукции (9 проектов)							
Потребность в инвестициях, млн руб.	1						
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	0,945	1					
Дисконтированный срок окупаемости, лет	-0,117	-0,195	1				
Внутренняя норма доходности, %	-0,375	-0,408	-0,732	1			
Индекс прибыльности	0,751	0,754	-0,351	0,025	1		
Количество рабочих мест	0,502	0,485	-0,477	0,219	0,427	1	
Налоговые платежи, млн руб.	0,711	0,673	-0,250	0,034	0,984	0,383	1
Все проекты (50 проектов различной направленности)							
Потребность в инвестициях, млн руб.	1						
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	0,437	1					
Дисконтированный срок окупаемости, лет	-0,698	-0,831	1				
Внутренняя норма доходности, %	0,510	0,994	-0,827	1			
Индекс прибыльности	0,558	0,845	-0,984	0,822	1		
Количество рабочих мест	0,977	0,392	-0,746	0,449	0,623	1	
Налоговые платежи, млн руб.	0,410	0,970	-0,699	0,980	0,697	0,315	1

Такая связь может объясняться тем, что каждый из этих показателей отражает масштабность проекта. Понятно, что значительные суммы инвестиций приведут к расширению налогооблагаемой базы, да и сумма генерируемой стоимости денежного потока зависит от объемов капиталовложений. По этой же причине сумма инвестиций коллинеарна с количеством рабочих мест, что проявилось, в частности, при оценке проектов по строительству теплиц и закладке садов – направлений, где высокая трудоемкость производства при реализации проектов приводит к увеличению рабочих мест. Это наталкивает на мысль о том, что отраслевые особенности инвестиций должны учитываться при построении рейтингов инвестиционных проектов не только на этапе их дифференциации по направлениям вложений, но и при обосновании показателей оценки для проектов, обладающих специфическими отраслевыми свойствами. В овощеводстве закрытого грунта рассматривались проекты строительства теплиц и тепличных комплексов для выращивания овощей, цветов, ягод, декоративных растений, листовых салатов в Тимашевском, Белореченском, Брюховецком, Ленинградском, Лабинском, Кушевском, Кореновском, Гулькевичском, Мостовском, Курганинском, Каневском, Староминском, Ейском, Белоглинском, Щербиновском районах Краснодарского края, в отдельных районах оценивались сразу несколько предложенных к реализации проектов. Рассматривались следующие проекты строительства и модернизации логистических и оптово-распределительных центров, комплексов, овощехранилищ: овощехранилище по сушке бахчевых культур в Белореченском районе, логистический центр (овощехранилище) в Павловском районе, ангары для хранения и фасовки сельскохозяйственной продукции в Тимашевском районе, оптово-распределительный центр заморозки, сушки и фасовки сельскохозяйственной продукции в Новокубанском районе, логистические центры в Красноармейском и Гулькевичском районах, производственно-логистический комплекс по приемке, хранению и переработке сельскохозяйственной продукции в г. Новороссийске, овощехранилище с первичной переработкой в Славянском районе, комплекс по выращиванию, обработке, упаковке и хранению овощей в г. Армавире, размещение логистического комплекса по хранению и первичной переработке плодоовощной продукции в Кушевском районе, многофункциональный комплекс по пере-

работке, хранению и реализации сельскохозяйственной продукции в Темрюкском районе, логистический центр по переработке и хранению плодоовощной продукции в Крыловском районе Краснодарского края. В группу проектов по переработке плодоовощной продукции вошли консервные заводы по переработке плодоовощной продукции в Брюховецком и Ленинградском районах, реконструкция предприятия по производству консервной плодоовощной продукции и соков в Калининском районе, завод по производству овощных и фруктовых соков в Кавказском районе, высокотехнологичное предприятие по переработке плодов и овощей, а также завод по производству пектина в Староминском районе, заводы по переработке сельхозпродукции в Тбилисском и Успенском районах, завод по заморозке и сушке сельхозпродукции в Динском районе.

Обращает на себя внимание отрицательная корреляция внутренней нормы доходности с большинством показателей, включенных в перечень оцениваемых по большинству направлений инвестирования. На первый взгляд, этому сложно дать вразумительное объяснение, ведь, казалось бы, IRR, NPV и PI должны изменяться однонаправленно. Однако чистая приведенная стоимость и индекс прибыльности зависят от используемой ставки для дисконтирования денежного потока, а эта ставка в каждом из проектов была индивидуальна, поскольку информация о показателях эффективности проектов взята на инвестиционном портале Краснодарского края, куда предоставлялась разработчиками проектов. Несмотря на то, что все проекты имеют одинаковую временную принадлежность, взяты по состоянию на февраль 2018 г., размах вариации применяемых в них ставок мог быть весьма значительным. В этой связи представляется перспективным исследование мультиколлинеарности проектов, показатели денежных потоков которых приведены в сопоставимый вид по одинаковым процентным ставкам.

Кроме расчета парных коэффициентов корреляции для оценки мультиколлинеарности вычисляется определитель корреляционной матрицы, по величине которого судят о совокупной мультиколлинеарности рассматриваемых факторов: чем этот показатель ближе к нулю, тем выше мультиколлинеарность, и наоборот: чем его значение ближе к единице, тем меньше мультиколлинеарность. Значения определителей корреляционных матриц факторных показателей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения определителей корреляционной матрицы показателей инвестиционных проектов различной направленности, Краснодарский край, февраль 2018 г.

Направления инвестирования	Количество проектов	Определитель корреляционной матрицы
Овощеводство закрытого грунта	16	$3,717 \times 10^{-9}$
Строительство и модернизация логистических и оптово-распределительных центров, комплексов, овощехранилищ	12	$5,723 \times 10^{-7}$
Переработка плодоовощной продукции	9	$3,362 \times 10^{-7}$
Переработка зерновых культур	8	$1,604 \times 10^{-9}$
Закладка фруктов садов	5	$6,162 \times 10^{-64}$
Все проекты	50	$3,207 \times 10^{-3}$

Для рассматриваемых совокупностей инвестиционных проектов определители корреляционной матрицы оказываются во всех случаях близки к нулю, что говорит о сильной мультиколлинеарности факторов, включенных автором методики в модели рейтинговой оценки инновационных проектов. Кроме этого для оценки мультиколлинеарности могут применяться метод Феррара – Глобера, фактор инфляции вариации и другие.

Н.А. Моисеев проводит сравнительный анализ эффективности различных методов для борьбы с мультиколлинеарностью объясняющих переменных в линейных регрессионных моделях (ридж-регрессия, регрессия ЛАССО, метод главных компонент, метод частных наименьших квадратов) и приходит к выводу, что классический метод наименьших квадратов не теряет в точности из-за присутствия мультиколлинеарности предикторов, но имеется возможность повысить эту точность с помощью применения рассматриваемых методов, при этом отдает предпочтение методу частных наименьших квадратов [10]. Встречается также мнение, что мультиколлинеарность можно «осознанно игнорировать в контексте прикладных задач» [3].

Л.И. Лопатников называет три основных способа преодоления затруднений, связанных с мультиколлинеарностью: «...дополнить модель новой информацией, по возможности, не обладающей свойствами коллинеарности... ввести некоторые ограничения на параметры модели, использовать вероятностные характеристики параметров (например, опираясь на предшествующие наблюдения над соответствующими величинами)» [11].

Выводы

Исследование показало, что для рейтинговых моделей оценка мультиколлинеарности является ничуть не менее зна-

чимым этапом моделирования, чем для корреляционно-регрессионных эконометрических моделей, наиболее часто встречающихся в современных исследованиях экономики. Оценка мультиколлинеарности в рейтингах необходима для предотвращения искажений реальной действительности, для адекватного отражения факторов, принимаемых во внимание в конкретных моделях. На этапе количественной оценки мультиколлинеарности могут использоваться парные коэффициенты корреляции факторных признаков, вычисление определителей корреляционной матрицы и другие методы выявления коллинеарности. Анализ одной из методик ранжирования инновационно-инвестиционных проектов по совокупности показателей экономической, социальной и бюджетной эффективности подтвердил предположения о мультиколлинеарности факторных признаков. Для устранения влияния значительной вариации процентных ставок представляется перспективным исследование мультиколлинеарности проектов, показатели денежных потоков которых приведены в сопоставимый вид по одинаковым процентным ставкам. Изучение совокупностей инвестиционных проектов различной направленности показало, что отраслевые особенности инвестиций должны учитываться при построении их рейтингов не только на этапе дифференциации по направлениям вложений, но и при обосновании показателей оценки для проектов, обладающих специфическими отраслевыми свойствами.

Список литературы

1. Горюнов Е.В. Векторный метод рейтинговой оценки // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 16 (271). С. 13–17.
2. Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ. Итоги 2017 года. М.: Рейтинговое агентство «РИА Рейтинг», 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.giarating.ru> (дата обращения: 12.01.2019).

3. Белоусов В. Мультиколлинеарность в скорринге // Риск-менеджмент в кредитной организации: методический журнал. 2016 № 1 [Электронный ресурс]. URL: http://www.reglament.net/bank/tr/2016_1.htm (дата обращения: 12.01.2019).
4. Бурда А.Г., Кочетов В.В. Рейтинговая оценка конкурентоспособности кондитерских предприятий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 17. С. 98–117.
5. 50 крупнейших агрокомпаний России // Expert Online. 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://expert.ru/2016/10/3/50-kрупnejshih-agrokompanij-gossii> (дата обращения: 12.01.2019).
6. Бурда А.Г., Косников С.Н. Плодовый потенциал Кубани: оценка и эффективность использования. Краснодар: КубГАУ, 2009. 227 с.
7. Орехова М.С. Пути повышения эффективности инновационно-инвестиционной деятельности в растениеводстве Краснодарского края: дис. ... канд. экон. наук. Краснодар, 2019. 182 с.
8. Мансуров Р.Е. Рейтинговая оценка эффективности реализованных инвестиционных проектов на промышленном предприятии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aup.ru/articles/investment/30.htm> (дата обращения: 12.01.2019).
9. Эконометрика: учебник для магистров / Под ред. И.И. Елисеевой. М.: Юрайт, 2014. 453 с.
10. Моисеев Н.А. Сравнительный анализ эффективности методов устранения мультиколлинеарности // Учет и статистика. 2017. № 2 (46). С. 62–73.
11. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. М.: Дело, 2003. 520 с.
12. Яшин С.Н., Боронин О.С. Многокритериальная оценка экономической эффективности инновационных проектов // Экономические науки. 2010. Т. 72. № 11. С. 253–256.
13. Клепикова О.В. Оценка эффективности инвестиционных проектов на автомобильном транспорте. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина [Электронный ресурс]. URL: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2007/24/Klepikova74@mail.ru.doc.pdf (дата обращения: 12.01.2019).