

УДК 338.27
JEL G11, G17
DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-4-176-194

Пространственная и видовая оптимизация мировой инвестиционной политики выращивания зерновых

**Д. А. Герцекович, Л. И. Горбачевская
О. Л. Подлиняев, Т. Д. Константинова**

*Иркутский государственный университет
Иркутск, Россия*

Аннотация

Статья посвящена проблемам формирования оптимальной инвестиционной политики в агропромышленном производстве на международном уровне. Поставленная задача решается с помощью модели «Доходность-риск», в основу которой положены базовые положения портфельного анализа: доходность, риск и отношение доходности к риску. Анализируются годовые данные за 2010–2017 гг. по урожайности зерновых культур в целом, кукурузы, пшеницы, ячменя и риса в разных странах, представленные на сайте knoema.com. В результате: 1) для каждой культуры сформированы подгруппы стран-лидеров, обещающих наиболее привлекательные инвестиционные результаты; 2) проведенный сравнительный количественный анализ по доходности, риску и соотношению доходности к риску позволил выявить как наиболее предпочтительные в инвестиционном плане зерновые культуры в зависимости от отношения инвестора к уровню допустимого риска, так и страны, в которых это выращивание будет наиболее прибыльным; 3) по результатам пространственной, видовой и глобальной оптимизации синтезированы эффективные системы принятия инвестиционных решений. Показано, что увеличение уровня риска на 3 % увеличивает доходность только на 1 %.

Ключевые слова

урожайность зерновых культур, доходность, риск, модель «Доходность-риск», оценка инвестиционной привлекательности, портфельный анализ

Благодарности

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ № 20-010-00169 «Формирование моделей стратегического развития промышленных предприятий с учетом отраслевой специфики, модернизации производства, влияния факторов конкурентоспособности и инновационности»

Для цитирования

Герцекович Д. А., Горбачевская Л. И., Подлиняев О. Л., Константинова Т. Д. Пространственная и видовая оптимизация мировой инвестиционной политики выращивания зерновых // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20, № 4. С. 176–194. DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-4-176-194

Spatial and Aspectual Optimization of the World Investment Policy for Grain Growing

**D. A. Gertsekovich, L. I. Gorbachevskaya
O. L. Podlinyaev, T. D. Konstantinova**

*Irkutsk State University
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract

The article is devoted to the problems of creating at the international level the optimal investment policy in agricultural production. The problem is solved by means of the “Return-Risk” model, which is based on

© Д. А. Герцекович, Л. И. Горбачевская, О. Л. Подлиняев, Т. Д. Константинова, 2020

the basic principles of the portfolio analysis: return, risk and the return-risk ratio. The model is easy to implement and does not require special skills; for important estimates it is necessary and sufficient to use MS EXCEL Data Mining Add-in. This article analyses the historical data of 2010–2017 by productivity of grain crops in general: corn, wheat, barley and rice in different countries. The time span is 1 year. The source data are exported from knoema.com. The findings are as follows: 1) the leading countries with the most attractive potential investment results have been formed for each sample subgroup promise; 2) the benchmarking quantitative analysis on return, risk and the return-risk ratio revealed both the most investment-attractive crops depending on the investor's attitude to the acceptable risk level, and the countries where the cultivation will be most profitable; 3) the results of the spatial, aspectual and global optimization afford synthesis of effective decision support investment systems. It is proved that the 3 % increase in risk leads to only 1 % return.

Keywords

grain yield, return, risk, "Return-Risk" model, investment attractiveness assessment, portfolio analysis

Acknowledgements

This article was prepared with financial support from the Russian Foundation for Fundamental Research, project No. 20-010-00169 "Formation of models for the strategic development of industrial enterprises with consideration of industry specification, production modernization, competitiveness and innovation influence"

For citation

Gertsekovich D. A., Gorbachevskaya L. I., Podlinyaev O. L., Konstantinova T. D. Spatial and Aspectual Optimization of the World Investment Policy for Grain Growing. *World of Economics and Management*, 2020, vol. 20, no. 4, p. 176–194. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-4-176-194

Значительная доля мировых земельных угодий расположена в зоне рискованного земледелия, что оказывает существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и, как следствие, приводит к высокой волатильности урожайности, так и валовых сборов. Очевидно, что повышение эффективности принимаемых инвестиционных решений приводит к вовлечению в экономическую деятельность большего числа потенциальных инвесторов. Рост инвестиционной активности, в свою очередь, приводит к повышению темпов экономического развития. Поэтому, разработка методов выявления предпочтительных направлений инвестирования в агропромышленное производство является актуальной задачей в повышении результативности функционирования, как самого агропромышленного комплекса, так и мировой экономической системы в целом.

Цель работы – опираясь на данные по урожайности зерновых культур в целом, а также кукурузы, пшеницы, ячменя и риса в разных странах, на основные положения теории портфеля [1–15], выяснить, на каких странах и на каких культурах инвесторам целесообразно акцентировать внимание. Выбор наиболее подходящих направлений для последующего включения их в высоко диверсифицированный инвестиционный портфель осуществляется по уровню ожидаемой доходности (Dx), величине риска (Rs), соотношению доходности к риску (Dx/Rs) и по взаимной коррелированности доходности культур на межнациональном уровне [4]. Эмпирическое тестирование эффективности подхода проводилась многими авторами [16–20]. В работе R. Roll [21] значимость эмпирического тестирования подвергается сомнению. В целом проведенные исследования свидетельствуют об эффективности модели «Доходность-риск» в задаче формирования оптимальной инвестиционной политики на фондовых рынках. Авторы статьи поставили перед собой

цель оценить возможность повышения эффективности инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве на основе модели «Доходность-риск».

В статье использовались данные о динамике урожайности перечисленных выше сельскохозяйственных культур за 2010–2017 гг. от knoema.com с временным интервалом один год.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи.

1. Анализ исторических данных о динамике урожайности сельскохозяйственных культур с целью выбора наиболее предпочтительных стран для инвестирования (пространственная оптимизация).

2. Проведение количественного сравнительного анализа для выявления уровня допустимого риска при инвестировании в различные сельскохозяйственные культуры (видовая оптимизация).

Анализируемые данные представляют собой таблицы урожайности, в которых число столбцов – число лет, число строк равно двадцати, так как по каждой культуре приводятся данные для двадцати лучших стран. Далее, последовательно на основе рассчитанных предварительно значений доходности (относительного прироста урожайности), приводятся результаты расчета ожидаемой доходности (Dx) – простая средняя арифметическая и риска (Rs) – стандартное отклонение, как опорных критериев для последующего портфельного анализа на базе модели «Доходность-риск» (табл. 1–5). В таблицах страны упорядочены по величине урожайности в 2017 г. В двух последних строках указанных таблиц представлены минимальные и максимальные значения ожидаемой доходности, риска и отношения доходности к риску. В таблицах в графе отношение доходности к риску выделены значения больше единицы. В рассматриваемом интервале времени при анализе зерновых в целом максимальную доходность показал Оман (25,30), а минимальную (0,35) – Чили. Максимум по риску (78,36) – Оман, а минимум (1,17) – Китай. Максимум по отношению доходности к риску (1,08) – Китай, а минимум (0,03) – Франция. Таким образом, Оман является «лидером», как по ожидаемой доходности, так и по величине риска (рис. 1).

Далее из анализа исключаются те страны, у которых доходность на рассматриваемом интервале времени (01.01.2010 – 31.12.2017) [22]:

- ✓ либо оказалась отрицательной;
- ✓ либо была близка к нулю;
- ✓ либо ее значение на диаграмме может быть интерпретировано как выброс (далеко отстоит от основной группы и никоим образом не может быть интерпретировано как лидер);
- ✓ либо при равных значениях доходности уровень риска одной из них больше другой;
- ✓ либо при равном значении риска доходность одной из них меньше другой.

Здесь два значения доходности (риска) принимались равными, если абсолютная величина разности между ними не превышала 0,1 (в процентах).

В итоге, после исключения стран-аутсайдеров, диаграмма принимает следующий вид (см. рис. 1). На диаграмме (и последующих рис. 2–6) по оси абсцисс откладывается риск, а по оси ординат – ожидаемая доходность.

Таблица 1

Количественный доходность-риск анализ урожайности зерновых в целом

Table 1

Quantitative return-risk crop yield analysis in general

Страна	Доходность Dx (%)	Риск R_s (%)	Dx / R_s
Китай	1,26	1,17	1,08
Багамские острова	2,32	3,10	0,75
Египет	1,76	4,48	0,39
Дания	2,55	6,77	0,38
Республика Корея	1,08	2,83	0,38
Япония	0,48	1,33	0,36
Новая Зеландия	2,14	6,55	0,33
Сент-Винсент и Гренадины	6,03	18,76	0,32
Оман	25,30	78,36	0,32
Объединенные Арабские Эмираты	13,59	52,57	0,26
США	3,01	11,48	0,26
Ирландия	3,12	12,89	0,24
Германия	1,38	6,48	0,21
Швейцария	2,95	18,41	0,16
Австрия	1,97	16,44	0,12
Великобритания	0,97	9,87	0,10
Нидерланды	0,73	9,16	0,08
Бельгия	0,88	17,34	0,05
Чили	0,35	10,05	0,04
Франция	0,46	13,74	0,03
Максимальное значение	25,30	78,36	1,08
Минимальное значение	0,35	1,17	0,03

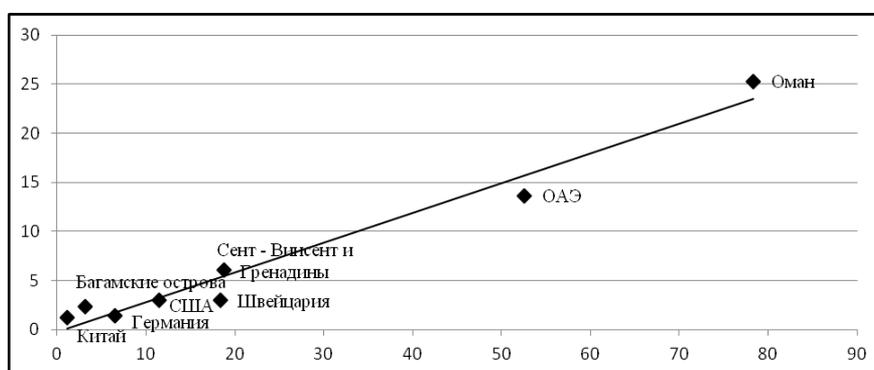


Рис. 1. Страны-лидеры по модели «Доходность-риск» (зерновые в целом)

Fig. 1. Leading countries according to "Return-Risk" model (crops in general)

Анализ зерновых в целом (см. рис. 1) показал, что для инвесторов, не избегающих «острых ощущений», привлекательным объектом является Оман, тогда как ОАЭ по их местоположению на диаграмме можно отнести к «среднякам». Для разумных инвесторов избегающих риск приоритетными странами являются Китай, Германия, США, Багамские острова, Швейцария и Сент-Винсент и Гренадины, среди которых по величине отношения доходности к риску (1,08) следует особо выделить Китай (см. табл. 1, рис. 1).

Проведенный корреляционный анализ доходности стран (см. табл. 1), позволяет сделать следующий вывод: наиболее тесно коррелированы страны-соседи, такие как ОАЭ и Оман, Нидерланды и Дания, Ирландия и Великобритания. Это может быть обусловлено схожими природными условиями (качество пахотных земель, климат и др.) и уровнем земледелия. Отмеченная закономерность выполняется не только для зерновых в целом, но и для большинства зерновых культур, овощей и др. Что касается рассматриваемой конкретной группы стран-лидеров, то в ней тесных корреляционных связей нет. Последнее позволяет синтезированную подгруппу стран-лидеров назвать высоко диверсифицированным простейшим портфелем с равными весами [23].

По данным об ожидаемой доходности и уровне риска, для группы стран-лидеров была синтезирована следующая модель «Доходность-риск» по зерновым в целом:

$$Dx = 0,30 Rs; \quad R^2 = 0,96.$$

Здесь Dx – средняя ожидаемая доходность (%), Rs – уровень риска (%).

Высокое значение коэффициента детерминации (R^2) свидетельствует об адекватности модели «Доходность-риск» и ее практической пригодности. Сказанное выше подтверждают результаты оценки стандартной ошибки найденного эмпирического коэффициента вычисленные с 95 %-м уровнем доверительной вероятности: найденные стандартные ошибки коэффициентов значительно меньше модулей соответствующих коэффициентов регрессии. Из полученного уравнения регрессии следует, что увеличение уровня риска на 3 % увеличивает доходность только на 1 % (соотношение доходности к риску составляет 1 : 3).

Количественный доходность-риск анализ урожайности по кукурузе приведен в табл. 2.

В рассматриваемом интервале времени (по урожайности кукурузы) максимальной доходность показали ОАЭ (34,97), а минимальную (–5,63) – Катар. Максимум по риску (101,86) – ОАЭ, а минимум (3,71) – Испания. Максимум по отношению доходности к риску (0,48) – Турция, а минимум (–0,38) – Катар.

Из дальнейшего анализа были исключены страны с отрицательной доходностью: Греция, Новая Зеландия, Катар, а также страны, доходность которых близка к нулю: Чили, Канада, Италия. Далее отсеиваются страны, которые имеют большие риски, с приблизительно одинаковыми показателями доходности, такие как Израиль, Бельгия, Нидерланды, Германия и Узбекистан. На диаграмме рассеяния (см. рис. 2) представлена ранжировка двадцатки стран лидеров по модели «Доходность-риск».

Таблица 2

Количественный доходность-риск анализ урожайности кукурузы

Table 2

Quantitative return-risk corn yield analysis

Страна	Доходность Dx (%)	Риск R_s (%)	Dx / R_s
ОАЭ	34,97	101,86	0,34
Санд-Винсент и Гренадины	6,03	18,76	0,32
Израиль	2,07	29,95	0,07
Иордания	9,74	51,74	0,19
Нидерланды	3,18	17,53	0,18
Таджикистан	1,75	11,28	0,16
Катар	-5,63	14,94	-0,38
Бельгия	1,59	16,31	0,10
Испания	1,06	3,71	0,29
Чили	0,66	10,94	0,06
США	2,85	13,60	0,21
Швейцария	4,43	16,64	0,27
Германия	3,28	15,62	0,21
Канада	0,82	5,11	0,16
Узбекистан	4,62	16,82	0,27
Греция	-0,04	4,81	-0,01
Новая Зеландия	-0,76	6,70	-0,11
Австрия	2,50	23,25	0,11
Италия	1,11	13,70	0,08
Турция	3,76	7,88	0,48
Максимальное значение	34,97	101,86	0,48
Минимальное значение	-5,63	3,71	-0,38

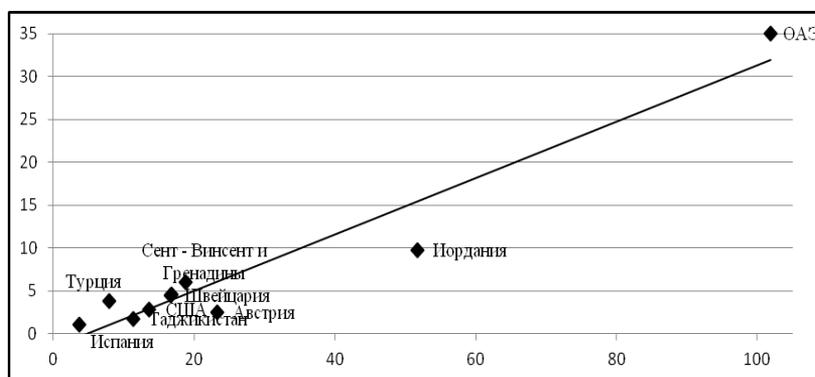


Рис. 2. Страны-лидеры по модели «Доходность-риск» по кукурузе

Fig. 2. Leading countries according to "Return-Risk" model (corn)

Из рис. 2 видно, что ОАЭ по результатам анализа доходности кукурузы становятся безусловными лидерами по критериям доходности и риска, то есть высокая доходность соответствует высокому уровню риска.

Модель «Доходность-риск» для данных стран-лидеров по доходности от выращивания кукурузы имеет следующий вид:

$$Dx = 0,30Rs; R^2 = 0,91.$$

Значение коэффициента детерминации (R^2) и соотношения стандартных ошибок и эмпирических коэффициентов свидетельствуют об адекватности модели «Доходность-риск» и ее практической пригодности. Из полученного уравнения регрессии следует, что увеличение уровня риска на 3 % увеличивает доходность только на 1 % (соотношение доходности к риску составляет 1 : 3).

Для инвесторов принимающих риск можно порекомендовать ОАЭ, для инвесторов нейтральных к риску – Иорданию. Избегающие риск инвесторы могут обратить свое внимание на оставшиеся страны: Испанию, Турцию, Таджикистан, США, Австрию, Швейцарию и Сент-Винсент и Гренадины (см. рис. 2). Динамика урожайности ОАЭ и Иордании тесно коррелирована между собой. Коэффициент взаимной корреляции равен 0,89. Это означает, что полученную группу лидеров не имеет смысла рассматривать как единое целое. Более эффективные инвестиционные результаты следует ожидать, если вышеперечисленный набор стран разделить на две подгруппы, каждая из которых содержит только одну страну из указанных и построить портфель на основе принципа комбинирования решений [23].

Количественный доходность-риск анализ урожайности по пшенице приведен в табл. 3.

В рассматриваемом интервале времени (см. табл. 3) максимальную доходность показала Хорватия (6,65), а минимальную (–0,71) – Люксембург. Максимум по риску (21,57) – Швейцария, а минимум (1,23) – Китай. Максимум по отношению доходности к риску (1,69) – Китай, а минимум (–0,07) – Люксембург.

По результатам анализа урожайности пшеницы отрицательную ожидаемую доходность показали: Чили и Люксембург; близкую к нулю: Нидерланды, Германия, Франция, Намибия, Саудовская Аравия; высокие риски при малой доходности: Ирландия, Бельгия, Великобритания, Швейцария. Окончательно, группа стран-лидеров на диаграмме рассеяния расположилась так (см. рис. 3).

Модель «Доходность-риск» для данных стран – лидеров по доходности от выращивания пшеницы имеет следующий вид:

$$Dx = 0,40Rs; R^2 = 0,19.$$

Невысокие значения критерия R^2 обусловлены тем, что соотношение доходности к риску по Болгарии значительно превосходит результаты остальных членов подгруппы.

Визуальный анализ группы стран-лидеров позволяет отнести Китай к подгруппе, которой могут отдать предпочтение избегающие риска инвесторы. Для нейтральных к риску инвесторов можно порекомендовать Замбию, Египет, Данию, Новую Зеландию, Болгарию и Швецию. И, наконец, Хорватия – это страна,

Таблица 3

Количественный доходность-риск анализ урожайности пшеницы

Table 3

Quantitative return-risk wheat yield analysis

Страна	Доходность Dx (%)	Риск R_s (%)	Dx / R_s
Ирландия	3,77	17,14	0,22
Новая Зеландия	3,25	10,48	0,31
Нидерланды	0,76	10,34	0,07
Бельгия	1,14	17,71	0,06
Великобритания	1,63	11,21	0,15
Дания	3,48	8,74	0,40
Германия	1,00	6,27	0,16
Замбия	2,17	6,60	0,33
Швеция	4,32	11,51	0,38
Франция	0,89	17,77	0,05
Египет	2,58	7,74	0,33
Намибия	0,88	3,73	0,24
Саудовская Аравия	0,84	6,60	0,13
Швейцария	2,73	21,57	0,13
Чили	1,05	10,67	0,10
Хорватия	6,65	17,15	0,39
Чехия	3,31	18,62	0,18
Люксембург	-0,71	10,07	-0,07
Китай	2,08	1,23	1,69
Болгария	5,92	5,99	0,99
Максимальное значение	6,65	21,57	1,69
Минимальное значение	-0,71	1,23	-0,07

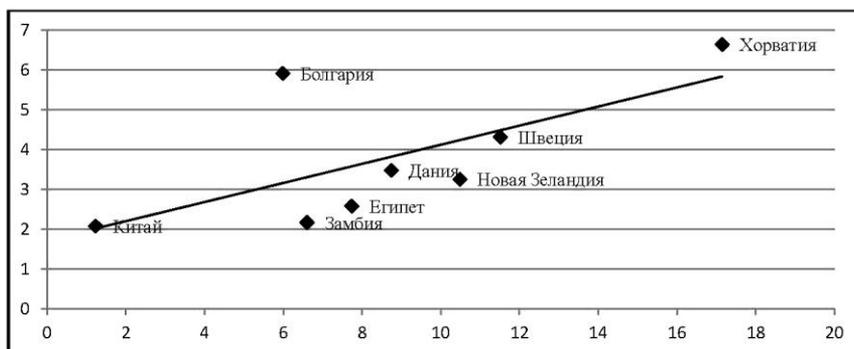


Рис. 3. Страны-лидеры по модели «Доходность-риск» по пшенице

Fig. 3. Leading countries according to "Return-Risk" model (wheat)

Таблица 4

Количественный доходность-риск анализ ячменя

Table 4

Quantitative return-risk barley yield analysis

Страна	Доходность Dx (%)	Риск R_s (%)	Dx / R_s
Бельгия	0,63	20,36	0,03
Ирландия	3,15	11,51	0,27
ОАЭ	-0,07	2,06	-0,04
Швейцария	4,39	20,08	0,22
Новая Зеландия	2,87	6,88	0,42
Чили	3,64	13,53	0,27
Германия	1,80	9,72	0,18
Нидерланды	1,78	5,66	0,31
Саудовская Аравия	0,19	12,15	0,02
Франция	0,89	15,38	0,06
Великобритания	1,15	6,87	0,17
Дания	2,22	5,04	0,44
Австрия	3,98	15,65	0,25
Зимбабве	0,29	0,002	0,00
Люксембург	0,58	8,58	0,07
Швеция	4,42	7,63	0,58
Венгрия	6,80	5,87	1,16
Чехия	4,36	13,48	0,32
Хорватия	6,11	10,43	0,59
Словения	2,19	11,03	0,20
Максимальное значение	6,80	20,36	1,16
Минимальное значение	-0,07	0,00	-0,04

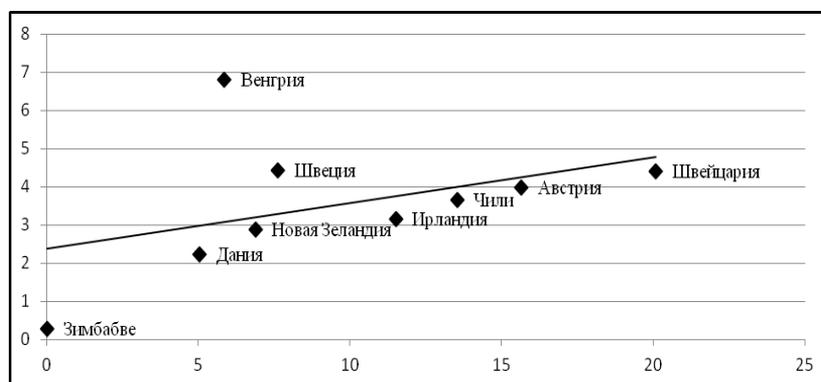


Рис. 4. Страны-лидеры по модели «Доходность-риск» по ячменю
 Fig. 4. Leading countries according to "Return-Risk" model (barley)

в которой высокий прирост урожайности пшеницы сопровождается значительными колебаниями в рассматриваемом интервале времени. Окончательно, если проанализировать отношения доходности к риску для рассматриваемой группы стран-лидеров (см. табл. 3), из вышеперечисленных стран явно выделяются Китай (1,69) и Болгария (0,99), тогда как по группе в целом это соотношение значительно меньше (0,40).

В рассматриваемой подгруппе стран-лидеров по пшенице задача построения инвестиционного портфеля является значительно более сложной. Пары: Египет – Хорватия, Замбия – Швеция, Дания – Швеция и Замбия – Дания тесно коррелированы между собой на уровне 0,85–0,87. Этот факт обуславливает необходимость построения нескольких более простых портфелей, которые затем на основе принципа комбинирования решений можно объединить в один [23].

Количественный доходность-риск анализ урожайности по ячменю приведен в табл. 4.

В рассматриваемом интервале времени максимальную доходность показала Венгрия (6,80), а минимальную (–0,07) – ОАЭ. Максимум по риску (20,36) – Швейцария, а минимум (0,00) – Зимбабве. Максимум по отношению доходности к риску (1,16) – Венгрия, а минимум (–0,04) – ОАЭ.

Были исключены из дальнейшего рассмотрения:

а) ОАЭ, так как на рассматриваемом интервале исторических данных средняя ожидаемая доходность по ячменю оказалась отрицательной;

б) Бельгия, Саудовская Аравия, Франция, Люксембург – средняя ожидаемая доходность близка к нулю;

в) Германия, Нидерланды, Великобритания, Чехия, Хорватия, Словения (близкая к нулю доходность при высоких значениях ожидаемого риска) (см. рис. 4).

Особенность группы стран-лидеров по ячменю состоит в том, что в рассматриваемой группе определился явный лидер по отношению доходности к риску. Это Венгрия, которую (см. рис. 4) можно рассматривать как выброс. Именно поэтому модель «Доходность-риск» имеет очень низкое значение коэффициента детерминации (см. ниже), хотя положение остальных членов группы позволяет надеяться на существование приемлемой зависимости «Доходность-риск». Действительно, если временно исключить из группы лидеров Венгрию (см. рис. 4) значение R^2 повышается до вполне приемлемого для практики уровня ($R^2 = 0,66$). Таким образом, наличие выраженного лидера в группе сводит задачу выбора оптимального объекта для инвестиций до тривиальной, а именно: инвестировать следует только в Венгрию.

Обратимся к предыдущей задаче – пшенице. Модель «Доходность-риск» для пшеницы имеет низкие критерии качества. Причина тому наличие выраженного лидера – Болгарии, наличие которого значительно снижает уровень критериев качества (страна-лидер в группе анализируемых данных выпадает из «общей картины»).

Модель «Доходность-риск» имеет вид

$$Dx = 0,30Rs; \quad R^2 = 0,37.$$

В рассматриваемом интервале времени максимальную доходность показал Таджикистан (6,17), а минимальную (–0,50) – Австралия. Максимум по риску

(18,00) – Никарагуа, а минимум (0,94) – Египет. Максимум по отношению доходности к риску (2,26) – Гондурас, а минимум (–0,19) – Египет.

Таблица 5

Количественный доходность-риск анализ риса

Table 5

Quantitative return-risk rice yield analysis

Страна	Доходность Dx (%)	Риск R_s (%)	Dx / R_s
Австралия	–0,50	8,49	–0,06
Египет	–0,18	0,94	–0,19
Уругвай	2,85	7,68	0,37
США	1,64	3,56	0,46
Турция	–0,34	9,99	–0,03
Таджикистан	6,17	5,44	1,13
Испания	0,34	2,45	0,14
Гондурас	3,59	1,59	2,26
Марокко	0,85	4,57	0,19
Перу	–0,11	4,15	–0,03
Республика Корея	1,09	3,42	0,32
Китай	0,78	1,09	0,71
Ель Сальвадор	0,41	12,48	0,03
Италия	1,61	5,96	0,27
Япония	0,35	1,67	0,21
Парагвай	3,63	10,95	0,33
Аргентина	1,96	7,39	0,27
Мексика	3,11	4,74	0,66
Никарагуа	4,09	18,00	0,23
Португалия	1,02	5,85	0,17
Максимальное значение	6,17	18,00	2,26
Минимальное значение	–0,50	0,94	–0,19

Из исходного перечня стран-лидеров по выращиванию риса были исключены из рассмотрения Австралия, Египет, Турция и Перу, так как доходность по рису у этих стран оказалась отрицательной.

Ближие к нулю доходности показали Испания, Марокко, Китай, Ель Сальвадор и Япония, что обусловило их исключение из числа стран, рассматриваемых в качестве потенциальных объектов последующего инвестирования. И, наконец, метод парного сравнения позволил исключить из рассмотрения Италию, Парагвай, Португалию и Корею. Окончательно подгруппу стран-лидеров представляет рис. 5.

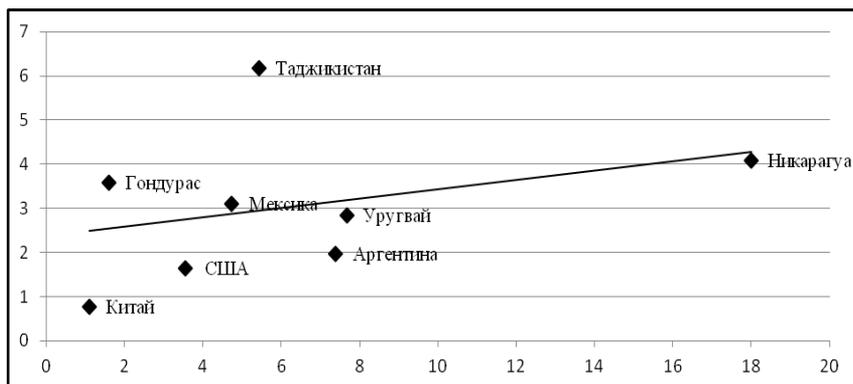


Рис. 5. Страны-лидеры по модели «Доходность-риск» по рису
Fig. 5. Leading countries according to "Return-Risk" model (rice)

Как и в предыдущем пункте, при обсуждении результатов модели «Доходность-риск» по ячменю (см. рис. 4) в подгруппе присутствуют два выраженных лидера: Таджикистан и Гондурас. По аналогии с предыдущими примерами (по пшенице и ячменю) именно эти страны следует рассматривать в качестве наилучшего объекта для инвестирования. Модель, построенная без данных этих стран, показывает вполне пригодные значения критерия R^2 (0,71).

Синтезированная «Доходность-риск» модель имеет вид

$$Dx = 0,11Rs + 2,37; \quad R^2 = 0,11.$$

Видовая оптимизация. Перейдем непосредственно к сравнительной оценке инвестиционной привлекательности между рассмотренными выше сельскохозяйственными культурами (зерновые в целом, кукуруза, пшеница, ячмень и рис). С этой целью построим точечную диаграмму, по оси абсцисс которой будем откладывать средние риски рассматриваемых направлений, а по оси ординат – средние доходности. Далее, после исключения аутсайдеров в полном соответствии с основными положениями портфельного анализа, по оставшимся данным построим модель линейной регрессии:

$$Dx = 0,33Rs; \quad R^2 = 0,98.$$

Из рис. 6 следует:

- а) по величине соотношения доходности к риску можно выделить как наиболее привлекательные: пшеницу, кукуруза и зерновые в целом;
- б) инвестирование в выращивание кукурузы – это направление для инвесторов, не избегающих риск;
- в) ячмень, пшеница, рис – для инвесторов, избегающих риск;
- г) выращивание пшеницы – для «любителей тишины».

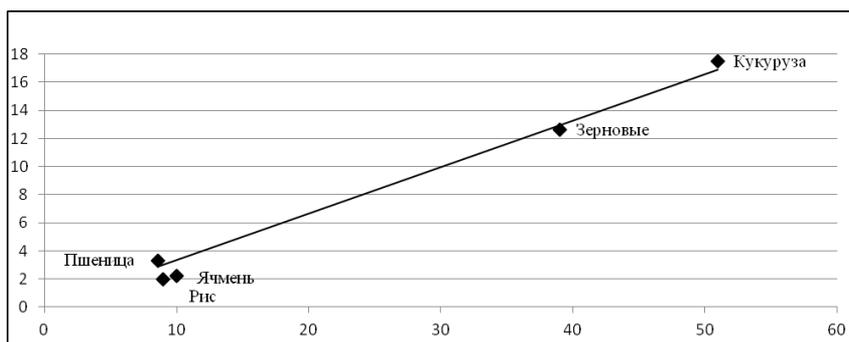


Рис. 6. Визуализация видовой предпочтительности сельскохозяйственных культур по величине соотношения доходности к риску

Fig. 6. Aspectual preferability visualisation for agricultural crops in terms of return-risk ratio

Глобальная оптимизация. Представленные выше результаты синтеза подгрупп-лидеров по каждой сельскохозяйственной культуре (см. рис. 1–5) являются по своей сути локальными экстремумами. Для получения глобального оптимума необходимо объединить табл. 1–5 в одну, а далее повторить изложенную выше процедуру отсева «стран-аутсайдеров». Окончательно группа стран-лидеров выглядит так (табл. 6):

1) ОАЭ (объект инвестирования – кукуруза) – $Dx = 35$; $Rs = 101,9$ и Оман (зерновые в целом – $Dx = 25,3$ и $Rs = 78,4$) (представляют интерес для инвесторов предпочитающих «острые ощущения»);

2) ОАЭ (зерновые в целом – $Dx = 13,6$ и $Rs = 52,6$), Иордания (кукуруза – $Dx = 9,7$ и $Rs = 51,7$) – это подгруппа для инвесторов со средним отношением к уровню риска;

3) все остальные культуры (см. табл. 6) можно порекомендовать инвесторам, предпочитающим низкий уровень риска.

В группу лидеров все страны вошли единожды, за исключением ОАЭ и Новой Зеландии. Это, по мнению авторов, означает, что у каждой страны есть что перенять.

В таблице выделены лидеры по соотношению доходность / риск.

Результаты в целом по объединенной группе стран-лидеров отражает модель

$$Dx = 0,31Rs; \quad R^2 = 0,91.$$

Высокое значение коэффициента детерминации свидетельствуют о том, что полученная группа достаточно однородна в смысле отношения доходности к риску.

Выводы.

1. В рамках рассматриваемого интервала исторических данных для каждой сельскохозяйственной культуры, из числа рассмотренных в данной статье, синтезированной группа стран-лидеров, «обещающая» для инвесторов наилучшие (в смысле

Группа лидеров

Leading group

Таблица 6

Table 6

№ п/п	Культура	Страна	Доходность <i>Dx</i> (%)	Риск <i>Rs</i> (%)	<i>Dx</i> / <i>Rs</i>
1	Зерновые	Объединенные Арабские Эмираты	13,6	52,6	0,26
2	Зерновые	Оман	25,3	78,4	0,32
3	Зерновые	Багамские острова	2,3	3,1	0,74
4	Зерновые	Египет	1,8	4,5	0,40
5	Зерновые	Дания	2,6	6,8	0,38
6	Зерновые	Республика Корея	1,1	2,8	0,39
7	Кукуруза	Объединенные Арабские Эмираты	35,0	101,9	0,34
8	Кукуруза	Иордания	9,7	51,7	0,19
9	Кукуруза	Узбекистан	4,6	16,8	0,27
10	Кукуруза	Турция	3,8	7,9	0,48
11	Пшеница	Новая Зеландия	3,3	10,5	0,31
12	Пшеница	Великобритания	1,6	11,2	0,14
13	Пшеница	Хорватия	6,6	17,1	0,39
14	Пшеница	Китай	2,1	1,2	1,75
15	Ячмень	Новая Зеландия	2,9	6,9	0,42
16	Ячмень	Австрия	4,0	15,7	0,25
17	Ячмень	Зимбабве	0,3	0,0	–
18	Ячмень	Люксембург	0,6	8,6	0,07
19	Ячмень	Швеция	4,4	7,6	0,58
20	Ячмень	Венгрия	6,8	5,9	1,15
21	Рис	США	1,6	3,6	0,44
22	Рис	Таджикистан	6,2	5,4	1,15
23	Рис	Гондурас	3,6	1,6	2,25
24	Рис	Мексика	3,1	4,7	0,66

портфельной теории) условия. Здесь под термином инвестор понимаются как частные компании, так и государственные структуры, принимающие решения о распределении бюджетных средств.

2. Выстроена система видовой инвестиционной предпочтительности по критерию «Доходность-риск».

3. Синтезированное множество стран-лидеров в целом позволяет облегчить процесс принятия инвестиционных решений при попытке скорректировать национальные интересы в сельскохозяйственном секторе на районном, региональном и национальном уровнях.

Направления дальнейшей деятельности. В рамках выполнения цикла работ по созданию многоуровневой интегрированной системы формирования инвестиционной политики предприятия, на основе модели «Доходность-риск», предполагается разработка алгоритмического и программного обеспечения, позволяющего облегчить процесс анализа возможных вариантов управляющих инвестиционных стратегий, сократить время на их выработку и существенно повысить их эффективность. Для реализации поставленных задач предполагается использовать не только накопленный опыт по расширению возможностей и повышения эффективности инвестиционного управления на фондовых рынках [5], но и приёмы, и навыки по созданию и функционированию таких систем для рынка Forex [24–27].

Список литературы

1. **Боди З., Мертон Р.** Финансы. М.: Вильямс, 2007. 592 с.
2. **Буренин А. Н.** Управление портфелем ценных бумаг. М.: НТО им. академика С. И. Вавилова, 2008. 440 с.
3. **Дамодоран А.** Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов. М.: Альпина, 2007. 1340 с.
4. **Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж.** Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 2016. 1040 с.
5. **Гитман Л. Дж., Джонк М. Д.** Основы инвестирования. М.: Дело, 1997. 1088 с.
6. **Lintner J.** The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 1965, vol. 47, no. 2, p. 13–37.
7. **Markovitz H. M.** Portfolio selection. *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, p. 77–91.
8. **Markovitz H. M.** Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York, Wiley, 1959, p. 176–185.
9. **Markowitz H. M.** Mean-variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Market. Oxford; New York, Blackwell, 1987, 387 p.
10. **Markowitz H. M.** Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments. Oxford; New York, Blackwell, 1991, 384 p.
11. **Merton R. C.** Optimum consumption and portfolio rules in a continuous time model. *Journal of Economic Theory*, 1971, no. 3, p. 373–413.
12. **Merton R. C.** Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 1973, vol. 4, no. 1, p. 141–183.

13. **Sharpe W. F.** Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 1964, vol. 19, no. 9, p. 425–442.
14. **Tobin J.** Liquidity Preference as Behavior towards Risk. *Review of Economic Studies*, 1958, vol. 26, no. 1, p. 65–86.
15. **Tobin J., Hahn F. H., Brechling F. P. R.** The Theory of Portfolio Selection. In: *Theory of Interest Rates*. London, MacMillan, 1965, p. 3–51.
16. **Cowles A.** Can stock market forecasters forecast? *Econometrica*, 1933, vol. 1, no. 7, p. 309–324.
17. **Fama E. F., MacBeth J. D.** Risk. Return and Equilibrium: Empirical Tests. *Journal of Political Economy*, 1973, vol. 81, no. 5, p. 607–636.
18. **Gibbons M. R.** Multivariate Tests of Financial Models. *Journal of Financial Economics*, 1982, vol. 10, no. 3, p. 3–27.
19. **Wilson J. W., Charles P. J.** A Comparison of Annual Common Stock Returns: 1871–1925 and 1926–1985. *Journal of Business*, 1987, vol. 60, no. 2, p. 239–258.
20. **Герцекевич Д. А., Каetano Ж. С., Змановская О. С.** Сравнительный анализ потенциальной предпочтительности различных направлений инвестирования // Вестник Моск. ун-та. Серия 6. Экономика. 2020. № 2. С. 62–76.
21. **Roll R. A.** Critique of the Asset Pricing Theor’s Tests; Part 1: On Past and Potential Testability of the Theory. *Journal of Financial Economics*, 1977, vol. 4, no. 2, p. 129–176.
22. **Герцекевич Д. А. Бабушкин Р. В.** Динамический портфельный анализ мировых фондовых индексов // Мир экономики и управления. 2019. Т. 19, № 4. С. 14–30.
23. **Герцекевич Д. А.** Формирование оптимального инвестиционного портфеля по комплексу эффективных портфелей // Вестник Моск. ун-та. Серия: Экономика. 2017. Вып. 5. С. 86–101.
24. **Ананченко И. В., Мусаев А. А.** Торговые роботы и управление в хаотических средах: обзор и критический анализ. SPIRRAS Proceedings, 2014, iss. 3 (34). www.Proceedings.spiiras.nw.ru.
25. **Кравченко А. В., Романов А. В.** Автоматизация торговли на международном валютном рынке Форекс // Сибирская финансовая школа. 2012. № 2. С. 62–69.
26. **Логуа Р. А.** Формирование механизма принятия инвестиционных решений при проведении дилинговых операций на валютном рынке // Вестник Самар. гос. ун-та. 2012. № 1 (92). С. 218–223.
27. **Engle R. F., Granger C. W. J.** Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrics*, 1987, vol. 55, no. 2, p. 251–276.

References

1. **Bodie Z., Merton R.** Finance. Moscow, Williams, 2007, 592 p. (in Russ.)
2. **Burenin A. N.** Managing a portfolio of securities. Moscow, 2008, 440 p. (in Russ.)
3. **Damodaran A.** Investment valuation: Tools and techniques for assessment of any asset. Moscow, Alpina, 2007, 1340 p. (in Russ.)
4. **Sharpe W. F., Aleksander G., Bailey Dzh.** Investments. Moscow, INFRA-M, 2016, 1040 p. (in Russ.)

5. **Gitman L. J., Junk. M. D.** Fundamentals of investment. Moscow, Delo, 1997, 1088 p. (in Russ.)
6. **Lintner J.** The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 1965, vol. 47, no. 2, p. 13–37.
7. **Markovitz H. M.** Portfolio selection. *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, p. 77–91.
8. **Markovitz H. M.** Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York, Wiley, 1959, p. 176–185.
9. **Markowitz H. M.** Mean-variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Market. Oxford; New York, Blackwell, 1987, 387 p.
10. **Markowitz H. M.** Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments. Oxford; New York, Blackwell, 1991, 384 p.
11. **Merton R. C.** Optimum consumption and portfolio rules in a continuous time model. *Journal of Economic Theory*, 1971, no. 3, p. 373–413.
12. **Merton R. C.** Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 1973, vol. 4, no. 1, p. 141–183.
13. **Sharpe W. F.** Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 1964, vol. 19, no. 9, p. 425–442.
14. **Tobin J.** Liquidity Preference as Behavior towards Risk. *Review of Economic Studies*, 1958, vol. 26, no. 1, p. 65–86.
15. **Tobin J., Hahn F. H., Brechling F. P. R.** The Theory of Portfolio Selection. In: Theory of Interest Rates. London, MacMillan, 1965, p. 3–51.
16. **Cowles A.** Can stock market forecasters forecast? *Econometrica*, 1933, vol. 1, no. 7, p. 309–324.
17. **Fama E. F., MacBeth J. D.** Risk. Return and Equilibrium: Empirical Tests. *Journal of Political Economy*, 1973, vol. 81, no. 5, p. 607–636.
18. **Gibbons M. R.** Multivariate Tests of Financials Models. *Journal of Financials Economics*, 1982, vol. 10, no. 3, p. 3–27.
19. **Wilson J. W., Charles P. J.** A Comparison of Annual Common Stock Returns: 1871–1925 and 1926–1985. *Journal of Business*, 1987, vol. 60, no. 2, p. 239–258.
20. **Gertsevovich D. A., Cayetano J. S., Zmanovskaya O. S.** Comparative analysis of potential preference for the different areas of investments. *Moscow university economics bulletin*, 2020, no. 2, p. 62–76. (in Russ.)
21. **Roll R. A.** Critique of the Asset Pricing Theor’s Tests; Part 1: On Past and Potential Testability of the Theory. *Journal of Financial Economics*, 1977, vol. 4, no. 2, p. 129–176.
22. **Gertsevovich D. A. Babushkin V.** Dynamic portfolio analysis of world stock indices. *World of Economics and Management*, 2019, vol. 19, no. 4, p. 14–30. (in Russ.)
23. **Gertsevovich D. A.** Formation of an optimal investment portfolio for a complex of effective portfolios. *Moscow University Economics Bulletin*, 2017, vol. 5, p. 86–101. (in Russ.)
24. **Anantchenko I. V., Musaeu A. A.** Trading robots and management in chaotic environments: a review and critique analysis. In: SPIRRAS Proceedings, 2014, iss. 3 (34). www.Proceedings.spiiras.nw.ru. (in Russ.)

25. **Kravchenko A. V., Romanov A. V.** Automation of trade on the international currency market Forex. *Siberian financial school*, 2012, no. 2, p. 62–69. (in Russ.)
26. **Logua R. A.** Formation of the mechanism for making investment decisions when conducting dealing operations on the foreign exchange market. *Bulletin of Samara state University*, 2012, no. 1 (92), p. 218–223. (in Russ.)
27. **Engle R. F., Granger C. W. J.** Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrics*, 1987, vol. 55, no. 2, p. 251–276.

Материал поступил в редколлегию 26.05.2020

Принят к печати 26.10.2020

The article was submitted 26.05.2020

Accepted for publication 26.10.2020

Сведения об авторах

Герцекович Давид Арташевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры, Международный институт экономики и лингвистики, Иркутский государственный университет (Иркутск, Россия)

davidgerc@yahoo.com.

ORCID 0000-0003-2544-8656

Горбачевская Людмила Ивановна, доцент кафедры, Международный институт экономики и лингвистики, Иркутский государственный университет (Иркутск, Россия)

ivanovna151@mail.ru

ORCID 0000-0001-7272-8760

Подлиняев Олег Леонидович, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики, Иркутский государственный университет (Иркутск, Россия)

podlinyaev@inbox.ru

ORCID 0000-0002-6633-3997

Константинова Татьяна Дмитриевна, студентка Международного института экономики и лингвистики Иркутского государственного университета (Иркутск, Россия)

tanya.konstantinova.2014@mail.ru

ORCID0000-0002-6288-0248

Information about the Authors

David A. Gertsekovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the International Institute of Economics and Linguistics of Irkutsk State University (Irkutsk, Russian Federation)

davidgerc@yahoo.com.

ORCID 0000-0003-2544-8656

Ludmila I. Gorbachevskaya, Associate Professor of the International Institute of Economics and Linguistics of Irkutsk State University (Irkutsk, Russian Federation)

ivanovna151@mail.ru

ORCID 0000-0001-7272-8760

Oleg L. Podlinyaev, Doctor of Pedagogics, Professor of the Department of Pedagogics, Institute of Pedagogics of Irkutsk State University (Irkutsk, Russian Federation)

podlinyaev@inbox.ru

ORCID 0000-0002-6633-3997

Tatyana D. Konstantinova, Student of the Department of International Institute of Economics and Linguistics of Irkutsk State University (Irkutsk, Russian Federation)

tanya.konstantinova.2014@mail.ru

ORCID0000-0002-6288-0248