

На правах рукописи

Анно Андрей Александрович

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ФЬЮЧЕРСОВ ДЛЯ
ХЕДЖИРОВАНИЯ РИСКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДИТЕЛЯ**

Специальность 08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2009

Работа выполнена в Государственном университете – Высшей школе экономики.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук
Буянова Елена Александровна

Официальные оппоненты: доктор экономических наук
Буренин Алексей Николаевич

кандидат экономических наук
Рылько Дмитрий Николаевич

Ведущая организация: Российская экономическая академия им.
Г.В. Плеханова

Защита состоится «24» сентября 2009 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета Д 212.048.02 в Государственном университете – Высшей школе экономики по адресу: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д.20, ауд.311.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного Университета – Высшей школы экономики.

Автореферат разослан «___» августа 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

д.э.н.

Смирнов С.Н.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования Сельское хозяйство является стратегически важной отраслью, поскольку все колебания на сельскохозяйственных рынках находят свое отражение в конъюнктуре цен на продовольственных рынках. Финансовые, операционные и прочие риски, которые несет фермер, производитель сельскохозяйственной продукции, в конечном итоге, через систему цен частично перекладываются на конечных потребителей. По этой причине анализ рисков, воздействующих на конъюнктуру цен на сельскохозяйственных рынках, возможности хеджирования подобных рисков за счет использования производных финансовых инструментов – одна из приоритетных задач при анализе сельскохозяйственных рынков. Потенциал сельского хозяйства велик, и без решения его проблем невозможно построение успешно растущей экономики, особенно в России, где сельское хозяйство исторически играло огромную роль и составляло значимую долю в национальном экспорте.

Сельскохозяйственные рынки связаны с высокими операционными рисками, которые вытекают как из урожайности и климатических условий, так и из изменения рыночной конъюнктуры и ценовых параметров, из которых складываются факторы спроса. Высокие операционные риски накладываются на многопериодность самого производственного процесса – сельскохозяйственное производство естественно сопряжено со значительными временными лагами, разделяющими посев и сбор урожая.

Часть операционных рисков удалось снизить за счет использования агрофьючерсов. До появления организованной фьючерсной торговли, существовала неопределенность с величиной спроса, поэтому после сбора урожая и доставки его для продажи, зернопроизводители достаточно часто оказывались в ситуации переизбытка или дефицита предложения, к тому же это существенно воздействовало на цены. Это приводило к неопределенности доходов зернопроизводителей.

Образованная в 1848 г. Чикагская Товарная Биржа положила начало организованной фьючерсной торговле. Фьючерсы снизили неопределенность со стороны спроса на сельскохозяйственную продукцию. Фьючерсный контракт, снизивший операционный риск зернопроизводителя, заставил обратить внимание на иные категории риска, которые ранее воздействовали на производителя в гораздо меньшей степени. При использовании в операциях с зерном фьючерсного контракта продукция реализуется по зафиксированной в контракте цене на зерно. Поэтому высокая волатильность стоимости топливно-энергетических и прочих затрат достаточно болезненно отражается на финансовой позиции зернопроизводителя. Кроме того, появился дополнительный фактор риска – фьючерсные цены на сельскохозяйственную продукцию. Поскольку сельскохозяйственная продукция часто бывает ориентированной на экспорт, фьючерсы на эту продукцию зачастую номинированы в долларах США для упрощения расчетов. В подобных случаях прибыль сельскохозяйственного производителя начинает зависеть и от динамики валютного курса. Уменьшив влияние операционных рисков, фьючерс создал новые группы рисков. В результате появления данных рисков изменилось соотношение волатильностей спот и фьючерсных цен. Как следствие, производственные и финансовые риски, напрямую повлияли на эффективность сельскохозяйственных рынков. Это делает актуальным анализ влияния рисков изменения валютных курсов и цен на нефть на эффективность агрофьючерсов, а также разработку методик их хеджирования

Цели и задачи исследования

Целью диссертационного исследования является разработка методов хеджирования основных рисков сельхозпроизводителя, воздействующих на дисперсию цен агропродукции.

Для реализации этих целей, в ходе исследования решаются следующие задачи:

- Сравнительный анализ применимости существующих подходов тестирования рыночной эффективности к анализу фьючерсного рынка.
- Разработка теста рыночной эффективности на основании соотношения дисперсий фьючерсных и спот цен на сельскохозяйственную продукцию.
- Применение разработанных методик тестирования эффективности рынков на примере данных по аргентинским фьючерсам на пшеницу.
- Выявление регрессионными методами при помощи анализа дисперсий цен на пшеницу основных факторов риска, воздействующих на эффективность агрофьючерсов.
- Построение модели оптимального хеджевого портфеля фьючерсов для сельскохозяйственных производителей. Оценка коэффициентов хеджирования на основании выбранной модели портфеля на примере рынка фьючерсов на пшеницу Аргентины. Ранжирование факторов по степени воздействия на рыночные цены.
- Разработка способа регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, направленного на снижение рисков зернопроизводителя.

Объект исследования

Объектом исследования являются спот и фьючерсные рынки пшеницы.

Предмет исследования

Предметом настоящего исследования является влияние рисков зернопроизводителя на эффективность фьючерсных цен на пшеницу, и способы хеджирования подобных рисков.

Методология исследования

Наиболее значительное влияние на методологию данного диссертационного исследования оказали идеи, изложенные в работах Мосчини, Майерс (2001) и Хейх, Холт (2002). В первой из указанных работ проводится анализ постоянства коэффициентов хеджирования, во второй предлагается модель хеджирования рисков. На основании этих идей, построив хеджевый портфель производных инструментов удалось

сформулировать дополнительный способ снижения финансовых рисков зернопроизводителя.

Для решения поставленных в диссертационном исследовании задач используются как теоретические, так и эмпирические методы. Проводится анализ эффективности фьючерсов на пшеницу с использованием методик коинтеграционного анализа и тестов регрессионного анализа. Проводится факторный анализ цен на агрофьючерсы с целью выявления наиболее существенных причин неэффективности. Используется методика «движущегося окна». На основании метода максимизации полезности определяются оптимальные параметры хеджевого портфеля производных инструментов. Строится тест дисперсий на условную рыночную эффективность, на основании которого предлагаются способы регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, направленные на снижение рисков зернопроизводителя.

Степень научной проработанности проблемы.

Регрессионные методы были первыми методами, которые использовались для тестирования рынков на эффективность. Подобные методики применялись в работах Бигман, Гольдфарб, Шехтман (1983), Френкель (1979). Однако позднее, в ряде работ Мейберли (1985), Элам, Диксон, (1988) было доказано, что в случае нестационарности фьючерсных и спот цен, регрессионный анализ не эффективен. Действительно, если пытаться строить регрессию нестационарных рядов, легко столкнуться с такой проблемой как «фальшивая» регрессия. Наиболее эффективным методом решения проблемы «фальшивой регрессии» является коинтеграционный анализ. Проведение подобного анализа стало возможно после 1987, когда была опубликована работа Энгеля и Грейнджера (Энгель, Грейнджер, 1987), в которой было показано, что если ряды данных являются интегрированными порядка $I(1)$, т.е. стационарными в первых разностях, то между ними может существовать устойчивая долгосрочная

коинтеграционная зависимость, ошибки которой будут являться стационарными $I(0)$.

Используя методы коинтеграционного анализа, Фортенберри, Запата (1993, 2004) исследовали рынок кукурузы и соя-бобов Северной Каролины на основании базы данных СВOT. Маккинзи, Холт (1998) исследовали американские рынки фьючерсов на крупный рогатый скот, свиней, кукурузу и бройлеров. Шен, Ванг (1990) и Ванг, Ке (2002) исследуют агрофьючерсы Китая. Кенурджиус (2005) исследует рынок греческих агрофьючерсов.

Существует третий подход, базирующийся на оценке коэффициентов хеджирования методиками GARCH (Хейх, Холт (2002), Бера, Гарсиа, Рох (1997), Андерсен, Боллерслев (2002)). Подход, предполагающий оценку коэффициентов хеджирования, не направлен непосредственно на тестирование эффективности. Основное его направление – расчет коэффициентов хеджирования и построение выводов о рисковости рынков на основании этого расчета. Тем не менее, в ряде подобных работ, например, (Мосчини, Майерс, 2001) проводится анализ постоянства коэффициентов хеджирования, который наиболее близок к понятию эффективности. По этой причине направление анализа коэффициентов хеджирования можно косвенно отнести к проблематике эффективности финансовых рынков.

Степень проработанности проблемы борьбы с неэффективностью агрофьючерсов достаточно низкая – существует немного работ, занимающихся исследованием сходной проблемы, например – (Миллер, Вонг, 2003), (Камара, 1990). В этих работах анализируется хеджирование риска доставки продукции с целью повышения эффективности агрофьючерсов. В работе (Хейх, Холт, 2002) предлагаются варианты одновременного хеджирования риска доставки и риска динамики валютного курса. В этих работах анализируются риски, которые несет брокер, торгующий зерном, и не предлагаются варианты хеджирования рисков непосредственно зернопроизводителем.

Информационная база исследования.

Для эмпирических расчетов брались спот и фьючерсные цены на пшеницу Аргентины за промежуток 1996-2008 гг., в качестве источника использовалась информация Биржи зерновых Буэнос-Айреса и Биржи производных финансовых инструментов Розарио. Информация по спотовому курсу песо и фьючерсному курсу песо/доллар также брались из данных Биржи производных финансовых инструментов Розарио. Цены на нефть, как спот, так и фьючерс брались из базы данных Администрации по энергетической информации США. Также для определения параметров и прочих данных использовались данные Института национальной статистики Республики Аргентина и Базы данных Организации по энергетике стран Латинской Америки.

Научная новизна диссертационной работы. Наиболее значимые результаты, полученные в ходе исследования и составляющие его научную новизну, сводятся к следующим положениям:

1. Разработан метод тестирования эффективности рынков на основании соотношения дисперсий цен на агропродукцию. Проведено сравнение существующих методов тестирования фьючерсных цен на эффективность. Из основных методов тестирования эффективности фьючерсов выбраны два, которые в большей степени, чем остальные, отвечают понятию эффективности рынков. Выявлены основные недостатки данных методов. С целью устранения недостатков разработан метод тестирования эффективности рынков, основанный на анализе дисперсии цен на пшеницу. Данный метод изучает относительный разрыв, который формируется между фьючерсными и спотовыми ценами.
2. На основании регрессионного анализа волатильностей различных факторов риска зернопроизводителя, выявлены основные факторы эффективности рынка аргентинских агрофьючерсов на пшеницу – цены на нефть и валютный курс. Проведенный эконометрический анализ показал, что ключевыми факторами эффективности аргентинского рынка агрофьючерсов

на пшеницу являются валютный курс и цены на нефть. Подобный вывод сделан на основании факторного анализа разрыва между дисперсиями аргентинских спотовых и фьючерсных цен на пшеницу.

3. Построен оптимальный портфель производных инструментов, максимизирующий прибыль зернопроизводителя. Для выбранных по результатам регрессионного анализа аргентинских данных факторов риска построена модель, позволяющая определить оптимальную структуру хеджевого портфеля. На основании этой структуры, помимо страхования рисков, сделаны выводы относительно весомости факторов в воздействии на эффективность рынка.

4. Разработан способ регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, направленный на снижение рисков зернопроизводителя. Исходя из тестов эффективности рынков, разработана методика расчета необходимых корректировок цен с целью повышения эффективности рынков и уменьшения разрыва между фьючерсными и спотовыми ценами на пшеницу, которая формирует ориентир движения цен, и анализирует необходимые поправки к ценам для достижения указанного ориентира.

Область применения результатов исследования.

В данном диссертационном исследовании разработан методический аппарат для тестирования эффективности рынков, и хеджирования рисков, приводящих к низкой эффективности. Данный методический аппарат основан на использовании методов эконометрического анализа, а также оптимизационного моделирования, по этой причине он является универсальным, позволяющим анализировать любой сельскохозяйственный рынок. Специфические моменты, характерные для различных рынков будут проявляться в различной параметризации моделей с точки зрения периода до экспозиции, набора оцениваемых продуктов и производственных параметров. Структура и суть моделей от этого не поменяется. Таким образом, методики, разработанные в данной работе, могут быть применены в том числе и для анализа российских агрофьючерсов.

Российский рынок на текущий момент времени невозможно анализировать на предмет неэффективности агрофьючерсов по причине отсутствия данных по торгам. Использование производных инструментов на сельскохозяйственном рынке развивается достаточно медленно – в 2002 году была открыта товарная секция на ММВБ, выпустившая в оборот фьючерсы на пшеницу. С 2003 года функционирует Сибирская Биржа по торговле фьючерсами на агропродукцию. Торговля Сибирской Биржи ведется в рублях и пока что, ввиду небольших оборотов, нацелена на внутренний рынок. Существует секция по товарно-зерновым торгам с 2003 года и на Сибирской Межбанковской Валютной Бирже, также там осуществляются государственные зерновые интервенции. Таким образом, на российских рынках фьючерсы появились относительно недавно и лишь 2007-2008 гг. можно назвать периодом активных торгов. По этой причине апробация методик хеджирования рисков, предложенных в данной работе, проводилась на данных по аргентинским фьючерсам на пшеницу. В будущем данные методики могут найти широкое применение в российских реалиях

Научные публикации и апробация результатов диссертации.

Основные результаты исследования были представлены в докладе «Воздействие волатильности валютного курса и цен на нефть на параметры агрофьючерсов» на третьей межвузовской научной конференции «Фондовый рынок России. Теория и практика развития», состоявшейся в апреле 2006 г. Доклад опубликован в сборнике материалов по итогам конференции.

Ключевые положения работы легли в основу статьи: «О справедливости гипотезы эффективности рынка агрофьючерсов», опубликованной в октябрьском номере журнала «Управление риском» за 2008 год, №47(3).

Также часть материалов работы стала основой статьи «Анализ основных факторов неэффективности агрофьючерсов», опубликованной в сборнике научных трудов «Актуальные вопросы экономики», май 2009, Центр развития научного сотрудничества, г. Новосибирск.

Материалы исследования обсуждались на научной межвузовской конференции «Экономика и бизнес: позиция молодых ученых» в 2008, проводимой Алтайским Государственным Университетом. Тезисы работы опубликованы в сборнике материалов по результатам конференции.

2. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа состоит из трех глав. В **первой главе** дается обзор литературы по исследуемой тематике. Предлагаются к рассмотрению различные методики тестирования эффективности рынка и по результатам обзора выявляются положительные и отрицательные характеристики каждого из рассматриваемых методов. В итоге выводятся критерии, по которым создается наиболее эффективная методика тестирования эффективности агрофьючерсов. После этого рассматриваются работы, предлагающие возможности хеджирования рисков зернопроизводителя, и на основании этого строится модель хеджирования рисков зернопроизводителя.

Проблема эффективности на финансовых рынках существует с 70-х годов, когда подобный термин был предложен Е. Фама (Фама (1970), Фама (1991)). Согласно его определению, финансовый рынок считается эффективным, если цены в полной мере отражают в себе всю доступную информацию, и отсутствует возможность для получения прибыли от арбитражных сделок.

Регрессионные методы были первыми методами, которые использовались для тестирования рынков на эффективность. Регрессионные методы предполагали построение регрессии на основании оценки чувствительности цен спот и фьючерсных цен. Подобные методики применялись в работах Бигман, Гольдфарб, Шехтман (1983), Френкель (1979). Пусть e_t – ошибка прогноза, S и F – спотовые и фьючерсные цены. Тогда в терминах регрессии эффективность цен на фьючерсном рынке выглядит следующим образом:

$$S_t = a + b \times F_{t,i} + e_t$$

Рыночная эффективность требует, чтобы $a = 0$, а $b = 1$. Позднее, в ряде работ (Мейберли, 1985), (Элам, Диксон, 1988) было доказано, что в случае нестационарности фьючерсных и спот цен, регрессионный анализ не эффективен. Нестационарность в случае финансовых временных рядов означает наличие устойчивой трендовой зависимости. Кроме того, спотовые и фьючерсные цены как правило имеют однонаправленный тренд. Соответственно, легко столкнуться с такой проблемой как «фальшивая» регрессия, т.е. зависимостью, которая не отвечает настоящей экономической ситуации. Одним из способов борьбы с нестационарностью является анализ на основании регрессионной оценки чувствительности доходностей спот и фьючерсных цен. Другим эффективным способом решения проблемы «фальшивой регрессии» является коинтеграционный анализ. Проведение подобного анализа стало возможно после 1987, когда была опубликована работа Энгель, Грейнджер, (1987), в которой было показано, что если ряды данных являются интегрированными порядка $I(1)$, т.е., стационарными в первых разностях, то между ними может существовать устойчивая долгосрочная зависимость, ошибки которой будут являться стационарными $I(0)$. Таким образом, можно анализировать ряды фьючерсных и спот цен на наличие коинтеграционной зависимости. Среди работ, в которых проводится подобный анализ – (Байли (1989), Шен, Ванг (1990), Бек (1994), Лай, Лай (1991), Маккинзи, Холт (1998), Ванг, Ке (2002), Кенурджиус (2005)).

Подход, базирующийся на оценке коэффициентов хеджирования (Хейх, Холт (2002), Бера, Гарсиа, Рох (1997), Мосчини, Майерс (2001)), анализирует возможности снижения рисков игроков рынка. Подробнее остановимся на работе Хейх, Холт (2002). В данной работе анализируются риски, которые несет брокер, торгующий зерном и предлагаются варианты хеджирования риска доставки и риска динамики валютного курса. Сильной стороной данной работы является оптимизационная модель расчета коэффициентов хеджирования. В работе используется функция полезности типа mean-variance, позволяющая учитывать волатильность, что является

плюсом работы и крайне важно при работе с фьючерсными рынками. Недостатком модели можно считать то, что она разработана для брокера, и рассчитана только на его риски. Также, важным недостатком является монопродуктовость модели, что естественно для оптимизации портфеля брокера, но не для зернопроизводителя. Кроме того, среди ключевых недостатков работы – авторы предлагают хеджирование без анализа эффективности рынка. Возможно, что рынок и так эффективен, и брокер не несет существенных рисков, а значит, хеджирование не является необходимым.

Все эти недостатки и достоинства работы Хейх, Холт (2002) принимались во внимание при разработке модели портфельного хеджирования зернопроизводителя в третьей главе данной диссертации. Кроме того, построению портфеля предшествовало тестирование эффективности рынка, и выявление основных факторов риска, чтобы модель хеджевого портфеля хеджировала действительно существенные риски.

Для тестирования эффективности фьючерсных рынков по результату анализа научных работ выбраны метод коинтеграционного анализа с целью проверки наличия долгосрочной зависимости между ценами спот и фьючерс и регрессионный метод с целью оценки характера подобной зависимости.

Во **второй главе** на данных по аргентинским фьючерсам на пшеницу проводилось практическое применение тестов эффективности рынка. Вначале проводилось тестирование рядов данных на стационарность. Чтобы проверить ряды на стационарность использовались тесты Дикки-Фуллера и Филиппса-Перрона. При получении вывода о нестационарности рядов, возможно проведение коинтеграционного анализа. Для тестирования на коинтеграцию применялись тесты Йохансена. В заключении анализа проводилась оценка значения коэффициентов в регрессии цен спот и фьючерс. Остатки всех регрессий, оцениваемых при проведении анализа проверялись на нормальность, проводятся тесты на серийную корреляцию остатков Лжунга-Бокса (нулевая гипотеза – отсутствие серийной

корреляции), тест нормальности Харке-Бера (нулевая гипотеза – нормальность остатков), тест на гетероскедастичность – ARCH LM тест Энгеля (нулевая гипотеза – гомоскедастичность).

Для апробации коинтеграционного метода анализа использовались данные по ценам аргентинских агрофьючерсов. Фьючерсы на пшеницу торгуются на бирже Буэнос-Айреса. Биржа Буэнос-Айреса – одна из старейших бирж производных инструментов в мире. Стихийная торговля началась в 1854 году, а официально биржа функционирует с 1897 г.

Аргентинский валютный кризис конца 2001-начала 2002 года сделал невозможным получение непрерывных рядов данных за период 1996-2008, поскольку в них наблюдается значительный разрыв. Поэтому, для анализа используются данные с мая 2002 по апрель 2008 (пост кризисный период) и с января 1996 по декабрь 2001 года – период до кризиса. Фьючерсные цены номинированы в долларах США. После кризиса 2002 спот-цены номинированы в песо. Соответственно, при построении базы данных производился пересчет спотовых цен по текущему валютному курсу в доллары США для сопоставимости цен. Таким образом, фьючерсные цены представляют собой ряд со сроком 53 дней до экспозиции. Спотовые цены – ряд данных, переведенных в доллары по курсу на дату реализации фьючерсов. До кризиса 2002 года и спот цены также номинировались в американских долларах, поэтому перевод их по валютному курсу не требуется. Получается 29 точек для анализа в каждом случае. Ниже приведены графики, изображающие построенные ряды цен на пшеницу.

За период до 2002 года динамика спотовых и фьючерсных цен в большей степени совпадала. После 2002 года динамика цен меняется, и за период 2003-2004, 2007-2008 демонстрируется разнонаправленное движение фьючерсных и спотовых цен.

Рисунок 1. Цены на пшеницу в Аргентине до кризиса 2002 года, долл. за 50 т.

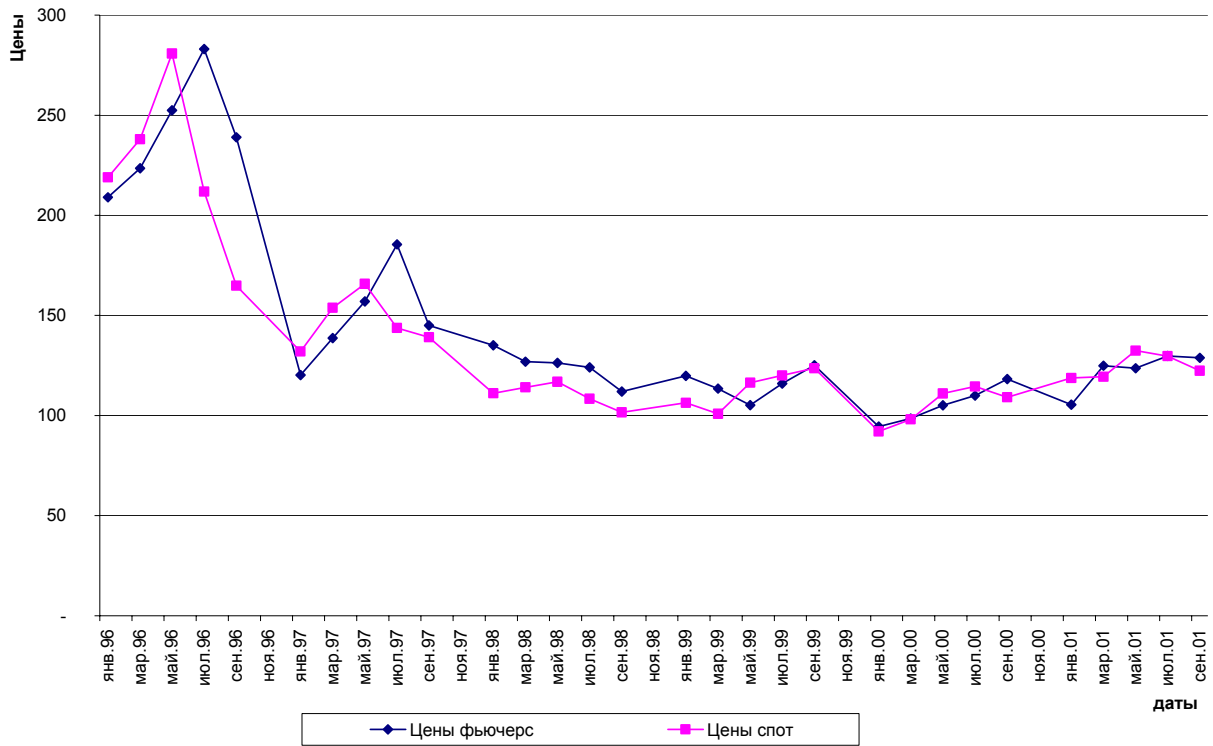
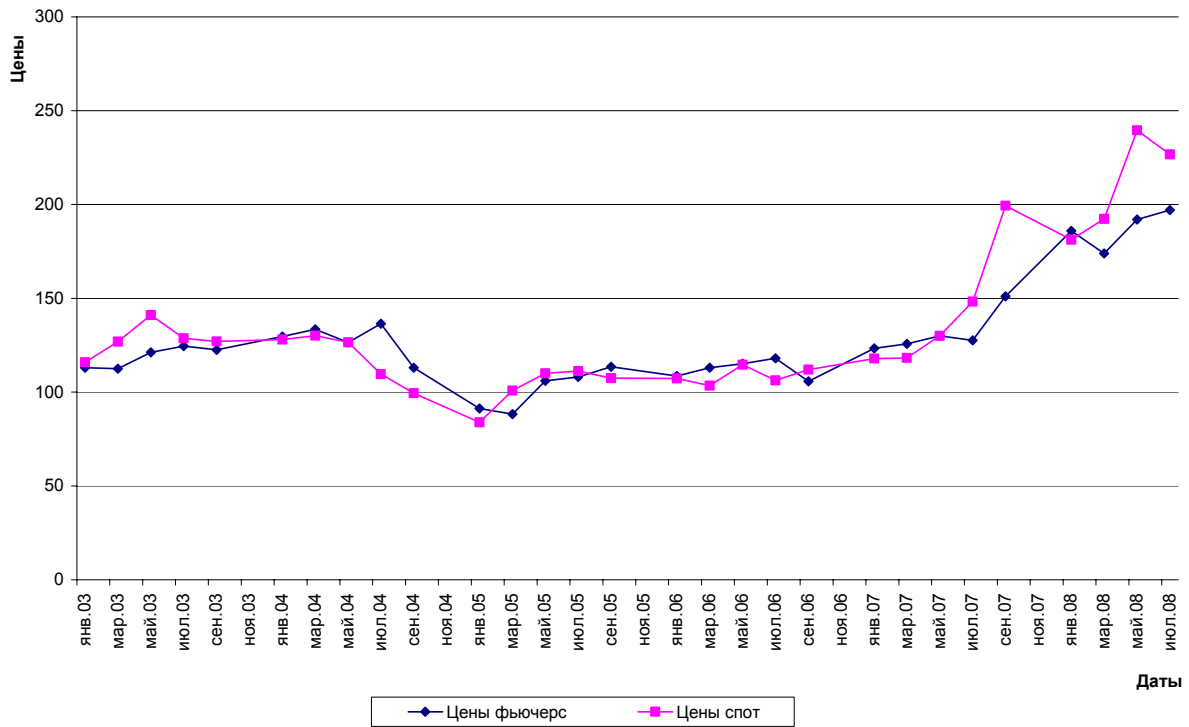


Рисунок 2. Цены на пшеницу в Аргентине после кризиса 2002 года, долл. за 50 т.



Тесты Дикки-Фулера и Филлипса-Перрона показали, что цены являются нестационарными, но стационарность достигается в первых

разностях – в уровнях и спот и фьючерсные цены являются $I(1)$, а при проверке на стационарность цен в первых разностях, получаются выводы о том, что они являются $I(0)$.

Для проверки на наличие коинтеграционной зависимости в работе использовались два теста Йохансена – тест ранга матрицы ковариаций. и тест её максимального собственного значения Для обеих групп данных – до и после 2002 года на основании критериев Байеса и Акаике применяется спецификация со свободным членом и трендом.

Тесты Йохансена для данных после 2002 года показали следующий результат – отсутствие коинтеграционных уравнений. Для данных до 2002 года, напротив, коинтеграция есть. Это дает основание утверждать, что между спот и фьючерсными ценами за период до 2002 года существовала сильная долгосрочная зависимость, что является необходимым признаком рыночной эффективности согласно определению Е.Фамы.

Таблица 1. Тестирование на коинтеграцию тестами Йохансена

Тесты	До 2002 года	р-значения	После 2002 года	р-значения
ADF в уровнях	-.424195	0.0016	-3.548999	0.0533
PP в уровнях	-.645383	0.0009	-3.548999	0.0533
Тест максимального собственного значения	43.22375	0.0000	12.39960	0.3789
Критическое значение для 5% уровня значимости	19.38704	0,05	19.38704	0,05
Тест максимального собственного значения на наличие двух коинтеграционных уравнений	7.415147	0.3032		
Тест ранга матрицы	50.63890	0.0000	20.53862	0.1998
Критическое значение для 5% уровня значимости	25.87211	0,05	25.87211	0,05
Тест ранга матрицы на наличие двух коинтеграционных уравнений	7.415147	0.3032		

Для рядов цен на пшеницу после 2002 года достаточного критерия эффективности рынков не выполнено, и долгосрочной зависимости между

спот и фьючерсными ценами нет. В заключение эмпирического тестирования на эффективность рынков проводилась проверка на значения регрессионных коэффициентов. Для данных за период после 2002 года в связи с отсутствием коинтеграции, регрессия строилась в доходностях:

$$P_t^{Spot} - P_{t-1}^{Spot} / P_{t-1}^{Spot} = a + b \times P_{t-1}^{Fut} - P_{t-2}^{Fut} / P_{t-2}^{Fut} + e_t.$$

Для данных за период до 2002 году, регрессия строилась в уровнях:

$$P_t^{Spot} = a + b \times P_{t-1}^{Fut} + e_t,$$

где P^{Spot} , P^{Fut} , e_t - соответственно спотовые, фьючерсные цены на пшеницу и вектор ошибок регрессии, а и b – регрессионные коэффициенты.

Таблица 2. Оценка параметров регрессий цен на пшеницу

Данные	Оценка значения коэффициента b, (стандартные ошибки)	F-статистика теста Вальда (Wald)	p-значение
Тестирование на значения коэффициентов a=0, b=1 до 2002	0,935780 (0,027201)	2,6754	0,0871
Тестирование на значения коэффициентов a=0, b=1 после 2002	0,428263 (0,208751)	7,50128	0,0108

На основании тестов Вальда (таблица выше) был сделан вывод о том, что гипотеза о требуемых значениях коэффициентов не отвергается на 5% уровне значимости для данных до кризиса 2002 года, но отвергается на 5% уровне значимости для данных после 2002 года. Таким образом, для данных по ценам за период 1996-2001 гипотеза эффективности фьючерсных цен выполняется, напротив, для данных за период 2003-2008 эта гипотеза нарушается.

Для того, чтобы понять, какие факторы риска наиболее существенно воздействуют на эффективность фьючерсных цен, и сконструировать портфель производных инструментов с целью хеджирования подобных рисков, строилась факторная эконометрическая модель. Разработанная нами модель оценивает зависимость между относительной волатильностью цен на пшеницу (соотношение волатильностей спот и фьючерсных цен) и

волатильностью основных показателей, которые могут влиять на цены. В работе проводился анализ основных возможных факторов подобных рисков, которые рассматриваются в экономической литературе, посвященной анализу эффективности рынков: ставка банковского процента, уровень инфляции, топливно-энергетические затраты, затраты на хранение продукции, валютный курс. Ставка процента и её изменение влияет на цены фьючерсов опосредованно, косвенным путем, со значительными лагами.

Согласно классификации, приведенной в Кенкель, Фицвотер (2008), затраты на хранения подразделяются на группу постоянных и переменных затрат. Постоянные затраты включают в себя заработные платы, амортизационные отчисления и затраты на поддержание состояния объектов недвижимости, также, страховые расходы. Переменные затраты состоят из топливно-энергетических расходов, фумигацию, усушку, усадку зерна. Фиксированные издержки незначительно меняются со временем, поэтому не создают дополнительных рисков для производителя. Затраты на усушку и усадку зерна меняют вес продукции, поэтому влияют на финансовые результаты, однако, процент потерь от этих рисков фиксирован и при рассмотрении функции прибыли в расчете на единицу продукции, также не создает дополнительных рисков. Согласно Кенкель, Фицвотер (2008) эти расходы колеблются от 0.64 до 1.33% в зависимости от продукта, но при этом являются фиксированными в среднесрочном периоде. Таким образом, при динамическом анализе затраты на хранение трансформируются в группу топливно-энергетических затрат. Волатильность топливно-энергетических затрат, присутствующих как в транспортных затратах, так и в затратах на хранение, сводится к волатильности цен на нефть. Эконометрически подобная зависимость оценивается ниже. Таким образом, на основании рассуждений, приведенных выше, ключевые факторы, воздействующие на цены агрофьючерсов, которые использовались в факторном дисперсионном анализе, это цены на нефть, ставка процента, изменение индекса цен и валютный курс.

Для построения рядов волатильностей данных использовался (согласно разработанной методике) метод движущегося окна. Размер «окна» приняли равным 6. Проводился анализ построенных рядов волатильностей отобранных факторов. Спот цены на нефть, инфляция и ставка процента стационарны в первых разностях. Причем стационарность в первых разностях достигается даже при 1% уровне значимости. Что же касается валютного курса, то спот величина валютного курса за период до 2002 г. стационарна в уровнях, после 2002 г. стационарность в первых разностях. Была построена регрессия относительной волатильности цен на пшеницу к волатильностям оцениваемых факторов. На основании анализа получены следующие выводы – в регрессии до 2002 года значима одна объясняющая переменная – цены на нефть. После 2002 года значимы валютный курс и цены на нефть.

Таблица 3. Оценка зависимости между волатильностями факторов

	1996-2001		2003-2008	
	Волатильность цен на нефть	Волатильность валютного курса	Волатильность цен на нефть	Волатильность валютного курса
Значения коэффициентов	3,0037	-	5,43037	25,5079
p-значения	-		0,00110	0,00760

На основании проведенного анализа волатильностей цен был получен результат, что период эффективности аргентинских агрофьючерсов на пшеницу совпал с периодом стационарности валютного курса. Кроме того, риск валютного курса не воздействовал на относительный разрыв в волатильностях спот и фьючерсных цен, который является численным выражением эффективности рынка. Когда же валютный курс перешел к режиму «грязного плавания» эффективность фьючерсов на пшеницу снизилась, и валютный курс стал ключевым фактором, воздействующим на эффективность рынка. На основании этого был сделан вывод, что возможно именно трансформация системы валютного управления к системе «грязного» плавания привела к снижению эффективности агрофьючерсов на пшеницу.

В третьей главе был построен оптимальный портфель производных инструментов, предполагающий возможность хеджирования выявленных в ходе вышеприведенного анализа категорий риска зернопроизводителей. Использовались две модификации модели оптимального портфеля. Первая модель предполагает производство одного продукта. Пусть K – используемый в производстве капитал (в песо), L – используемый в производстве труд (в чел/ч.), E – необходимый для производства объем электроэнергии (мВт/ч), $Fert$ – используемый в производстве посевной материал, удобрения и проч. (в т.), G и D – необходимый для производства объем топлива, бензина и дизеля (в т.), N – площадь посевов (в га), Q – объем производства сельскохозяйственного предприятия (в т.), π – прибыль сельскохозяйственного предприятия на 1 тонну пшеницы (в песо), P_t^A , P_t^E , P_t^G , P_t^D , P_t^F , r – соответственно, спот-цены на пшеницу, электроэнергию, топливо и стоимость посевного материала и удобрений (в песо), сумма банковского процента и амортизации (в%). $rent$ – размер земельной ренты, уплачиваемой производителем (в песо за га), w – заработная плата (в песо), b_1 , b_2 , b_3 – коэффициенты хеджирования соответственно фьючерсами на пшеницу, валютный курс и нефть.

Была выбрана следующая функциональная форма прибыли зернопроизводителя:

$$\begin{aligned} \pi_t = & P_t^A \times P_t^{exch} - \left(\frac{K}{Q}\right) \times r - \left(\frac{L}{Q}\right) \times w - \left(\frac{E}{Q}\right) \times P_t^E - \left(\frac{G}{Q}\right) \times \alpha^G - \left(\frac{D}{Q}\right) \times \alpha^D - \\ & - \left(\left(\frac{G}{Q}\right) \times \beta^G + \left(\frac{D}{Q}\right) \times \beta^D\right) \times (P_t^{Oil} \times P_t^{exch}) - \left(\frac{Fert}{Q}\right) \times P^F - \left(\frac{N}{Q}\right) \times rent \\ & + b_1 \times (F_{t-1}^A \times P_{t-1}^{exch} - F_t^A \times P_t^{exch}) + b_2 \times (P_{t-1}^A \times F_{t-1}^{exch} - P_t^A \times F_t^{exch}) + \\ & + b_3 \times (\beta^G + \beta^D) \times (F_{t-1}^{Oil} \times P_{t-1}^{exch} - F_t^{Oil} \times P_t^{exch}) \end{aligned}$$

Проводилась максимизация функции полезности (x_t – параметр транзакционных затрат, связанных с брокерской комиссией и биржевыми затратами).

$$\text{Max}_{b_1, b_2, b_3} U_t = \text{Max}_{b_1, b_2, b_3} \{E(\pi_t | \Omega_{t-1}) - x_t - \text{Var}(\pi_t | \Omega_{t-1})\}$$

$$U_t = E(\pi_t | \Omega_{t-1}) - x_t - \frac{\lambda}{2} \text{Var}(\pi_t | \Omega_{t-1})$$

Строилась многопродуктовая модель оптимального портфеля. В ней была изменена функция прибыли – вводились функции прибыли для каждой из выращиваемых сельскохозяйственных культур:

$$\begin{aligned} \pi_t^i = & P_t^i \times P_t^{exch} - \left(\frac{K}{Q}\right)^i \times r - \left(\frac{L}{Q}\right)^i \times w - \left(\frac{E}{Q}\right)^i \times P_t^E - \left(\frac{G}{Q}\right)^i \times \alpha^G - \left(\frac{D}{Q}\right)^i \times \alpha^D - \\ & - \left(\left(\frac{G}{Q}\right)^i \times \beta^G + \left(\frac{D}{Q}\right)^i \times \beta^D\right) \times (P_t^{Oil} \times P_t^{exch}) - \left(\frac{Fert}{Q}\right)^i \times P_t^F - \left(\frac{N}{Q}\right)^i \times rent_t \end{aligned}$$

Общий вид функции прибыли зернопроизводителя следующий (где θ_t^i - доля площадей, засеянных под i -тую сельскохозяйственную культуру):

$$\begin{aligned} \pi_t = & \sum_{i=1}^n \theta_t^i \pi_t^i + b_1 \times \sum_{i=1}^n \theta_t^i (F_{t-1}^i \times P_{t-1}^{exch} - F_t^i \times P_t^{exch}) + \\ & + b_2 \times (P_{t-1}^A \times F_{t-1}^{exch} - P_t^A \times F_t^{exch}) + b_3 \times (\beta^G + \beta^D) \times (F_{t-1}^{Oil} \times P_{t-1}^{exch} - F_t^{Oil} \times P_t^{exch}) \end{aligned}$$

Модель предполагает, что в каждом периоде зернопроизводитель решает динамическую задачу по определению доли посевов различных культур исходя из фактических значений прибылей и предыдущих весов. Аналитический вид ограничения приведен ниже:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \theta_t^i \pi_t^i - \sum_{i=1}^n \theta_{t-1}^i \pi_{t-1}^i > 0 \\ \sum_{i=1}^n \theta_t^i = 1 \end{cases}$$

В практических расчетах в работе (на основе аргентинских данных) использовалась монопродуктовая модель. Для расчетов определялась зависимость дизельных и бензиновых цен от мировых цен на нефть. Ниже приведены параметры полученных регрессионных оценок после устранения нестационарности (в скобках – стандартные ошибки). Свободный член в обеих регрессиях оказался незначимым. Ошибки регрессий нормально распределены, гомоскедастичны, и в них отсутствует серийная корреляция.

$$\begin{cases} dP_t^{Gasoline} = 1,047 \times dP_t^{Petroleum} + \zeta_t \\ (0,484) \\ dP_t^{Diesel} = 0,416 \times dP_t^{Petroleum} + \zeta_t \\ (0,23) \end{cases}$$

Для построения и параметризации функции прибыли на единицу продукции сельскохозяйственного производителя, использовались статистические данные бюллетеня AgEcon, подготовленного Ассоциацией Сельскохозяйственной и прикладной Экономики на конец 2005 года, переведенные в текущие цены при помощи индексирования на инфляцию, данные Института национальной статистики Аргентины на 2008 год. На основании моделирования построен портфель со следующими параметрами:

Таблица 4. Результаты оценки коэффициентов хеджирования

Коэффициенты хеджирования по видам контрактов	Значения коэффициентов	Стандартные ошибки
Фьючерс на пшеницу	-1,0396	0,00998
Фьючерс на валютный курс	0,49312	0,00423
Фьючерс на нефть	0,8064	0,00697

В ходе анализа коэффициентов хеджирования получены выводы, отличающиеся от выводов второй главы работы. Цены на пшеницу в большей степени зависят от производственной компоненты риска, представленной в виде фьючерса на пшеницу, однако эта компонента не намного более существенна, чем цены на нефть. В рассматриваемом случае позиции по фьючерсам получают разнонаправленные – в случае фьючерсов на пшеницу речь идет о фьючерсе на продажу, в случае фьючерса на нефть – о фьючерсе на покупку. Валютный курс присутствует и в той и другой компонентах, поскольку котировки обоих инструментов – в долларах США. По этой причине позиция по фьючерсу на валюту будет разнонаправленной и итоговая позиция отражает то, какой риск для

производителя более значим. В данном случае более значим риск цен на нефть.

Проводился анализ воздействия хеджевого портфеля на финансовые результаты зернопроизводителя. Были построены функции прибыли сельскохозяйственного производителя по трем сценариям: ожидаемая, спотовая и фактически полученная. Спотовая прибыль, то есть, прибыль, полученная на спот рынке без использования производных инструментов, ожидаемая фьючерсная прибыль, построенная на основании построенного фьючерсного портфеля, описанного выше и фактическая прибыль, получаемой при использовании только фьючерса на пшеницу. Для каждого сценария рассчитывались значения дисперсии и математического ожидания.

Таблица 5. Анализ по трем сценариям хеджирования рисков прибыли условного зернопроизводителя рынка Аргентины за период 2003-2008 гг.

Показатель	Математическое ожидание, песо	Рентабельность на инвестированный капитал, в %
1. Ожидаемая прибыль с учетом портфеля	58,7455	79,32
2. Спотовая оценка прибыли	57,8607	80,80
3. Фактически полученная прибыль	46,2267	64,55
Показатель	Дисперсия, песо	
1. Ожидаемая прибыль с учетом портфеля	2 864,8476	
2. Спотовая оценка прибыли	5 259,0883	
3. Фактически полученная прибыль	2 380,8974	

Были получены следующие результаты: фактически полученная прибыль значительно отличается от прибыли спот, как по средним значениям, так и по дисперсиям. Добавление в анализ портфеля производных инструментов практически не изменило показатель дисперсии, однако среднее значение прибыли возросло до 58,75, рентабельность на инвестированный капитал по портфельной прибыли сравнялась с рентабельностью функции спотовой прибыли и составила 79,32%.

Фьючерсный портфель повысил рентабельность зернопроизводителя, однако не уменьшил его рисков. Далее в работе проводится анализ того, какое изменение цен необходимо, для того чтобы уменьшить разрыв дисперсий спот и фьючерсных цен. Для этого разработан тест на эффективность рынков, основанный на соотношении дисперсий цен. Коинтеграционный и регрессионный методы тестирования, не дают возможности количественного измерения меры эффективности рынка в динамике. Для решения подобной проблемы в работе был предложен новый тест, основанный на оценке соотношения дисперсий фьючерсных и спот цен.

Таблица 6. Тестирование на эффективность по дисперсиям для рынка аргентинских фьючерсов на пшеницу

Показатели	период 1996-2001	период 2002-2008
Дисперсия, фьючерс на пшеницу, 53 дня до истечения	2 411,7172	755,6542
Дисперсия, Спот пшеница	2 014,1878	1 477,2354
Отношение показателей дисперсий	0,8352	1,9549
р-значение F-теста на гипотезу эффективности по дисперсиям	0,6846	0,0356

В таблице выше приведены соотношения дисперсий. Отношение дисперсий имеет распределение F-статистики Фишера-Снедекора. Поэтому построенный на основании соотношения дисперсий коэффициент был использован для конструирования статистического теста. Гипотеза эффективности рынков требует одинаковой динамики ожидаемых и фактических значений цен, поэтому соотношение дисперсий данных показателей должно быть постоянным. При наличии смещения данного коэффициента, становится возможен арбитраж, так что ключевое правило эффективности будет не соблюдено. Таким образом, оптимальным значением является значение коэффициента равного единице. Проводился анализ F-теста дисперсий на эффективность рынка (H_0 : рынки эффективны). Показано, что для периода 2003-2008 гипотеза отвергается при 5% уровне значимости. Для периода 1996-2002 гипотеза эффективности не отвергается

даже на 10% уровне значимости. На основании этого теста рассчитывается эффективная дисперсия спот цен, т.е. то значение дисперсии, при которой гипотеза эффективности рынков не будет отвергаться.

В работе предлагается набор аналитических процедур, на которых основывается способ регулирования цен на сельскохозяйственную продукцию с целью снижения рисков зернопроизводителя:

1. Выводится зависимость между дисперсиями фьючерсных и спот цен. Данная зависимость выводится на основании метода движущегося окна, который применялся во второй главе работы. При расчете ценовых корректировок спот цен в работе, основывались на том, что фьючерсная цена является производной от текущей рыночной цены, поскольку определяется как прогноз будущей динамики для спот-цены.
2. Определяется эффективную величину соотношения дисперсий, удовлетворяющую F-тесту на эффективность
3. Используя полученную выше зависимость между дисперсиями спот и фьючерс, рассчитывается эффективное значение дисперсии спот цен. Получается разницу между фактической и эффективной дисперсией
4. Определяется, какого рода поправки текущих цен спот нужно внести, чтобы уменьшить разницу между эффективной и фактической дисперсией, при минимальном изменении среднего уровня цен. На основании поправок, рассчитывается интервал колебания цены.
5. Производятся поправки рыночных цен спот через интервенции и получают новые значения, которые удовлетворяют гипотезе эффективных рынков.

Описанный способ регулирования демонстрируется на аргентинских данных для поиска значения корректировок для цен спот.

1. Временной ряд разбивается на сегменты с движущимся окном, равным 5 периодам. Определяется значение дисперсии спот цен на последнем временном отрезке. Определяется зависимость между дисперсиями спот и фьючерсных цен. Для этого строится GARCH(1,1)-

модель, поскольку тест Бройша-Пагана показывает наличие гетероскедастичности. Устраняем гетероскедастичность, оценивая регрессию методом GARCH. Итоговый вид регрессионной зависимости следующий:

$$Var(P_t^{Fut}) = 0,06195 \times Var(P_t^{Spot}) + 0,52479 \times Var(P_{t-1}^{Spot}) + \varepsilon_t \text{ (стандартные ошибки 0,0332 и 0,0294 соответственно)}$$

В регрессии для дисперсии присутствует и Garch-компонент, т.е., сама дисперсия с определенными лагами в один период и ARCH-компонент, то есть, авторегрессия ошибок. Обе компоненты с лагом в 1 период. После оценки модели методом GARCH гипотеза о гомоскедастичности принимается – значение теста Бройша-Пагана 1,0987 при р-значении 0,315208.

2. Определяется в каких пределах может видоизменяться величина дисперсии спот-цен за последний период, чтобы она не выходила за пределы эффективного интервала. Эффективный интервал определяем исходя из теста эффективности, т.е., чтобы р-значение F-теста дисперсий не опускалось ниже 5% отметки. Речь идет о F-тесте всего диапазона 2003-2008..

3. Основываясь на этом интервале определяется эффективная дисперсия.

4. Рассчитываются корректировки через предполагаемое увеличение дисперсии фьючерсных цен. То есть, фактически, задача состоит в увеличении дисперсии спотовых цен таким образом, чтобы дисперсия фьючерсных цен поменялась сильнее, чем дисперсия спот цен, и чистое изменение было бы в направлении сближения двух дисперсий..

По результатам расчетов получены следующие корректировки:

Таблица 7. Результаты проведенных корректировок цен на агрофьючерсы на пшеницу

Показатели (в долл. за 50 т. пшеницы)	Цены спот	Цены фьючерс
первоначальные значения цен на пшеницу	226,62	197,00
Величина корректировок	19,17	22,07
Значения цен после корректировок	245,79	219,07
Значения средних цен до корректировок	132,53	127,81
Значения средних цен после корректировок	133,19	128,57

Данные корректировки позволили выйти на желаемое соотношение дисперсий. Итоговые результаты по соотношению дисперсий приведены в таблице ниже.

Таблица 7. Показатели теста на рыночную эффективность после корректировок цен спот по аргентинским данным

Показатели	Значения
Дисперсия, фьючерс на пшеницу, 53 дня до истечения	881,5605
Дисперсия, Спот пшеница	1 618,7138
Отношение показателей дисперсий	1,8362
р-значение F-теста на гипотезу эффективности	0,0507

Корректировки рассчитаны, чтобы соотношение дисперсий цен спот и цен фьючерс на всем отрезке 2003-2008 не падало ниже 5%. Однако для этого пришлось скорректировать соотношение дисперсий на последнем временном отрезке (2008 год) к отметке 20%.

В **заключении** сделаны общие выводы проведенного научного исследования. В работе были рассмотрены вопросы, связанные с изучением влияния рисков зернопроизводителя на эффективность агрофьючерсов. По результатам работы разработан инструментарий, применимый для анализа рынков агрофьючерсов на пшеницу. Данный инструментарий применим для анализа российских агрофьючерсов при наличии хорошей ретроспективы данных, поскольку при его разработке использовались статистические методы и оптимизационное моделирование, которые являются универсальными. Экспортная компонента российского агрорынка является стратегически важным экономическим фактором, и потому, необходима уверенность в возможности защиты прибыли сельхозпроизводителей.

Работа, проведенная автором в рамках диссертационного исследования, позволила сделать ряд *выводов*, наиболее существенными среди которых являются следующие:

1. Проведено сравнение существующих методик анализа эффективности фьючерсных рынков и разработан общий подход к оценке степени влияния рисков зернопроизводителя на эффективность рынка

агрофьючерсов. Выбраны основные методы анализа – метод коинтеграционного анализа, метод коэффициентов хеджирования и регрессионный метод. Регрессионный метод использовался в комплексе с методикой коинтеграции, а не как самостоятельный тест.

2. Проведено тестирование гипотезы эффективных рынков на данных аргентинских агрофьючерсов на пшеницу через коинтеграционный метод и показана ограниченность этого метода, делающая неудобной оценку меры рыночной эффективности в динамике.

3. Предложен метод хеджирования финансовых рисков сельскохозяйственного производителя через построение фьючерсного портфеля.

4. На основании регрессионного анализа волатильностей, выявлены основные факторы, воздействующие на рыночную эффективность агрофьючерсов: цены на нефть и валютный курс, что позволяет сформировать портфель фьючерсов для хеджирования данных рисков.

5. Построен оптимальный портфель производных инструментов, максимизирующий прибыль зернопроизводителя. В модель оптимального фьючерсного портфеля были включены три производных инструмента – фьючерс на валютный курс, фьючерс на нефть и фьючерс на пшеницу.

6. Показано, что изменение валютного режима после аргентинского финансового кризиса 2002 года привело к изменению эффективности рынка агрофьючерсов. В результате кризиса, система валютного управления курсом была упразднена, и вместо неё ЦБ перешел к системе так называемого «грязного» плавания. Это увеличило волатильность валютного курса, и привело к значительному снижению эффективности агрофьючерсов.

6. Предложена собственная методика тестирования эффективности рынков на основании соотношения волатильностей цен на агропродукцию. При помощи построенного теста сопоставления дисперсий цен, получен вывод, что соотношение индекса дисперсий цен показывает неэффективность рынка после 2002 года, и эффективность до кризиса 2002 года.

7. Разработан способ регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, направленный на снижение рисков зернопроизводителя, пользующегося портфелем фьючерсов. На основании тестовых значений предполагается вводить через интервенции поправки цен, чтобы гипотеза эффективности рынков не отвергалась на 5% уровне значимости. Эти поправки, через механизм построенной адаптивной модели ценообразования, должны воздействовать на фьючерсные цены.

3. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные положения диссертации изложены автором в 4 работах общим объемом 2,7 п.л.:

Работы, опубликованные автором в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:

1. Анно А.А. О справедливости гипотезы эффективности рынка агрофьючерсов, – *Управление риском*, №47(3), октябрь 2008, с. 67-72 (0,4 п.л.)

Другие работы, опубликованные автором по теме диссертации:

2. Анно А.А. Воздействие волатильности валютного курса и цен на нефть на параметры агрофьючерсов. В: Сборник материалов по итогам третьей межвузовской научной конференции, «Фондовый рынок России. Теория и практика развития», апрель 2006, с. 19-41 (1,3 п.л.).
3. Анно А.А. Воздействие финансовых рисков на эффективность агрофьючерсов. В: Сборник материалов по результатам научной межвузовской конференции «Экономика и бизнес: позиция молодых ученых». 2008(2), Алтайский Государственный Университет, с. 5-8 (0,3 п.л.).
4. Анно А.А. Анализ основных факторов неэффективности агрофьючерсов. В: Сборник научных трудов «Актуальные вопросы экономики», май 2009, Центр развития научного сотрудничества, г. Новосибирск, с. 135-151 (1 п.л.), (в соавторстве с Буяновой Е.А.; личный вклад автора 0,7 п.л.)..

Лицензия ЛР № 020832 от 15 октября 1993 г.
Подписано в печать 2 июля 2009 г. Формат 60x84/16
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,1.

Тираж 100 экз. Заказ № ____ Типография издательства ГУ - ВШЭ, 125319, г.
Москва, Кочновский пр-д., д. 3