

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПОРТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ЦЕНЫ ВНУТРЕННЕГО РЫНКА

Акинфиев В. К.¹

(ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

Рассматривается задача анализа и выбора управляющих воздействий правительства для регулирования деятельности компаний-экспортеров. Цель правительства заключается в сдерживании роста внутренних цен на критически важные виды продукции. Мы рассматриваем эту проблему на примере отрасли выращивания зерна, в частности, пшеницы. Заметим, что рынок зерна в РФ имеют характер олигополии. В исследуемой задаче рассматриваются два типа участников рынка: множество компаний-экспортеров и правительство, которое осуществляет функцию регулятора на рынке. Мы предлагаем для решения исследуемой задачи использовать подход к моделированию, который учитывает взаимодействия между участниками рынка и позволяет согласовать интересы независимых производителей и государства. Важной особенностью такого подхода является то, что каждый игрок выбирает стратегию своего поведения на рынке в рамках некоторой задачи оптимизации, которые взаимосвязаны между собой через общие переменные. Приведена математическая формулировка исследуемой задачи и предложены методы ее решения. Рассматриваются и анализируются существующие механизмы регулирования рынка зерна в РФ. Приведены результаты сценарного моделирования и анализа влияния параметров экспортных ограничений на внутренние цены на примере рынка пшеницы. Поведенный анализ позволяет донести параметры механизмов регулирования рынка пшеницы и сделать их более эффективными.

Ключевые слова: экспортные ограничения, волатильность внутреннего рынка, задачи математического программирования, сценарное моделирование.

1. Введение

Система стратегического планирования, сформированная в РФ на протяжении последних лет, позволяет государству определять в долгосрочной перспективе приоритетные направления развития, основные риски и конкурентные преимущества. Через систему стратегического планирования разрабатываются и реализуются ключевые проекты как на федеральном, так и на

¹ Валерий Константинович Акинфиев, д.т.н., в.н.с. (akinf@ipr.ru).

региональном уровне, позволяющие решать важнейшие социальные и экономические задачи развития страны [5, 7].

В сложившейся системе стратегического планирования РФ можно выделить несколько уровней. Верхний уровень – уровень целеполагания, на котором формулируются основные цели и приоритеты развития страны. Документы стратегического планирования – Указы Президента РФ.

Второй уровень – уровень федерального Правительства, на котором реализуется программные принципы стратегического управления (рис. 1).



Рис. 1 Уровни планирования экономикой РФ

Документы стратегического планирования – государственные программы, федеральные целевые программы, национальные и федеральные проекты. Документы стратегического пла-

нирования уровня федерального Правительства направлены на реализацию целей и приоритетов развития страны, сформулированных в Указах Президента РФ. Важное место в системе стратегического планирования РФ занимают также документы финансового планирования, разрабатываемые Правительством РФ ежегодно. Прогноз социально-экономического развития на трехлетний период и Бюджет РФ на тот же период.

Для достижения сформулированных целей развития страны Правительство осуществляет оперативное управление экономикой, используя разнообразные инструменты воздействия на процессы ее функционирования с учетом изменений внешних геополитических и экономических условий. Цель действий Правительства – создание необходимых условий и стимулов для устойчивого развития и функционирования компаний различной формы собственности и отраслей экономики. Правительство использует для реализации этих целей ряд механизмов управления, в том числе финансовую и налоговую политику, макроэкономическое регулирование, инструменты индикативного планирования, различные меры поддержки бизнеса, реализуемые через государственные программы, и многое другое.

В данной работе мы будем рассматривать одну из таких задач, связанную с регулированием деятельности компаний-экспортеров с целью сдерживания роста внутренних цен и темпа инфляции на критически важные виды продукции. Как известно, многие отрасли российской экономики являются экспортно-ориентированными. Это, прежде всего, металлургия, производство удобрений, производство зерна и многие другие.

Проблема состоит в том, что в условиях открытой рыночной экономики компании сами могут определять как объемы производства, так и рынки сбыта своей продукции. Если цены на мировом рынке за вычетом издержек выхода на этот рынок будут выше, чем цены на внутреннем рынке, то экономически рациональные агенты будут стараться продавать свою продукцию не на внутреннем рынке, а на мировом рынке, потому что это принесет им больше прибыли. В этом случае цены на внутреннем рынке будут стремиться к мировым за вычетом издержек выхода на международный рынок (закон одной цены) [12]. При этом существуют сложные динамические взаимосвязи

между параметрами внутреннего рынка страны и внешними рынками, которые нужно учитывать при управлении. Заметим, что на обоих рынках цена на продукцию формируется на основе соотношения спроса со стороны потребителей и предложения со стороны производителей.

Цель управления состоит в следующем. Во-первых, необходимо минимизировать риски переноса волатильности внешних рынков на внутренний, стабилизировать цены на внутреннем рынке и сдерживать их рост. И, во-вторых, внутренний уровень цен должен быть достаточным для поддержания рентабельности производства и развития отечественного производителя. Для этой цели правительство использует ряд методов управления экспортом продукции с территории РФ, одним из которых являются механизм взимания экспортных пошлин. Кроме этого, используются и другие методы экспортных ограничений, которые мы рассмотрим далее, в том числе, например, введение динамических квот на экспорт.

Мы будем рассматривать задачу анализа и выбора параметров механизмов экспортных ограничений (управляющих воздействий правительства) на динамику цен на внутреннем рынке. Мы рассмотрим эту проблему на примере отрасли выращивания зерна, в частности, пшеницы.

Проблема оценки влияние экспортных ограничений на мировые рынки – достаточно популярная область исследований [3, 4, 8, 10, 11, 13, 15–20]. Много работ посвящено исследованию волатильности мировых рынков в связи с продовольственной безопасностью регионов и отдельных стран.

Так, в [16] приведены оценки влияния экспортных ограничений на мировую экономику с использованием глобальной вычисляемой модели общего равновесия MIRAGE, разработанной французским центром перспективных исследований и международной информации (СЕРП). На основании проведенных расчетов авторы делают вывод, что отмена экспортных налогов будет иметь глобальные последствия: средний экспортный налог на мировую торговлю товарами в 2007–2012 годах составил в среднем 0,48%, причем большая часть этих налогов была введена на энергетические и продовольственные продукты. Исследования показали, что их отмена может увеличить мировое бла-

госостояние на 0,25%. Авторы делают вывод, что как развитые, так и развивающиеся экономики, такие как Китай и Индия, выиграют от такой политики, даже если они в настоящее время вводят экспортные ограничения. Средние и малые страны – импортеры продовольствия без рыночной власти также выиграют от отмены экспортных ограничений, особенно в ситуациях продовольственного кризиса.

В [15] исследуются причинно-следственные связи между волатильностью цен на зерно и экстремальными ценовыми событиями и их движущими силами, которые могут усиливать и способствовать более широким социальным рискам с точки зрения продовольственной безопасности, экономического развития и политической стабильности. В частности, исследуются исторические данные с точки зрения различных мер волатильности, в том числе стандартного отклонения логарифмической доходности, коэффициента вариации от среднего или тренда, условной волатильности (GARCH) и др.

Ряд работ посвящен исследованию структуры зерновых рынков, в частности исследованию рыночной власти отдельных игроков. Так, в [8, 11, 13, 17–19] отмечается, что олигополистические рыночные структуры являются источником рыночной власти, и мировой рынок пшеницы, несомненно, снабжается несколькими странами-экспортерами. Конкуренция между этими государствами ограничивается географией, поскольку пшеница относится к категории громоздких продуктов, которые влекут за собой значительные транспортные расходы при торговле. Таким образом, географическая близость может подразумевать и ценовую власть.

Важными вопросами при моделировании зерновых рынков является вопросы оценки эластичности спроса на зерно по отношению к различным факторам. Так, в [8, 11, 13] отмечается, что ценовая эластичность спроса на зерно в последние годы была ниже, чем ранее, что способствовало повышению волатильности цен. Менее чувствительный к цене спрос может позволить экспортерам лучше использовать доминирующее положение на рынке, поскольку индекс Лернера как мера проявления рыночной власти является функцией ценовой эластичности спроса. В [11, 13] авторы утверждают, что спрос на основные продукты

питания менее чувствителен по отношению к цене в годы дефицита. Поэтому вопрос рыночной власти особенно актуален в периоды дефицита и высоких цен. Экспортеры пшеницы, эксплуатирующие рыночную власть, могут способствовать росту и волатильности цен и, следовательно, существенно влиять на продовольственную безопасность в развивающихся странах.

В некоторых публикациях затрагиваются вопросы рыночной власти России в международной торговле пшеницей и оценки последствий для глобальной продовольственной безопасности. Так, в [18, 19] на основе данных о российском экспорте пшеницы авторы используют метод остаточной эластичности спроса для анализа ценового поведения России на двух ее важнейших экспортных рынках, в Египте и Турции. Результаты оценок авторов показывают, что Россия ведет себя конкурентоспособно в Египте, в то же время она демонстрирует рыночную власть в Турции с предполагаемой наценкой в 13,5 %. В [17] моделируется влияние запрета на экспорт пшеницы из России в 2010/2011 годах на пространственную рыночную интеграцию и трансакционные издержки рынков зерна.

Вопросы влияния политики экспортных ограничений на цены внутреннего рынка страны экспортера рассматривалась в ряде публикаций, в том числе в [3, 4, 10, 20]. В [3, 4] предложена модель частичного равновесия, которая позволяет оценить влияние экспортной деятельности на внутренний рынок страны-экспортера. Проанализированы взаимосвязи между экспортом и продажами на внутреннем рынке на примере российского рынка подсолнечного масла. В [10, 20] обобщены некоторые эмпирические данные о влиянии ограничений на экспорт продовольствия на внутренние цены и на благосостояние участников в экономике стран-экспортеров. Данные свидетельствуют о том, что ограничения на экспорт продовольствия позволяют краткосрочно снизить скачки цен на продукты за счет стимулирования внутреннего предложения. Однако они имеют и отрицательные последствия: не позволяют отечественным производителям воспользоваться высокими мировыми ценами, стимулируя сельскохозяйственный сектор и увеличивая производство продуктов питания.

Следует отметить, что, по мнению автора, многие исследования и полученные выводы в перечисленных работах сделаны под влиянием концепции свободного рынка, которая господствовала среди западных экономистов последние десятилетия. В настоящее время среди экономистов и политиков набирает обороты концепция здорового изоляционизма, которая позволяет защитить внутренние рынки, что соответствует интересам собственных государств. Особенно это важно для России на современном этапе ее развития.

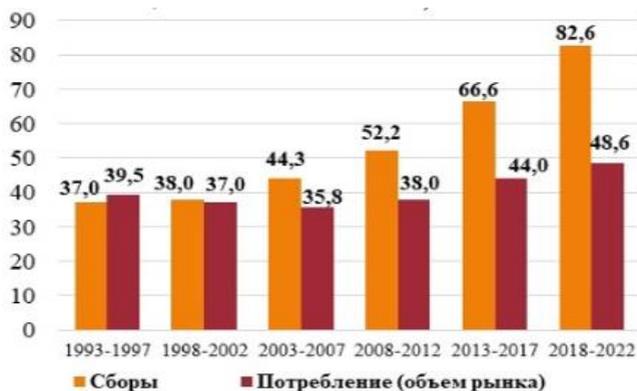
В данной работе мы рассматриваем задачу анализа и выбора параметров механизмов экспортных ограничений (управляющих воздействий правительства) на динамику цен на внутреннем рынке. Мы предлагаем для этих целей использовать подход к моделированию, который учитывает рыночные взаимодействия между участниками рынка и позволяет согласовать интересы независимых производителей и государства. В следующих разделах будут рассмотрены вопросы регулирования рынка зерна в РФ, дана математическая формулировка исследуемой задачи и методы ее решения, приведены результаты сценарного анализа влияния параметров экспортных ограничений на внутренние цены на примере рынка пшеницы.

2. Рынок зерна РФ и его регулирование

В настоящее время Россия стала крупным экспортером зерна и сегодня она занимает существенную долю рынка во многих странах-импортерах пшеницы на Ближнем Востоке и в Северной Африке [6]. На протяжении последних лет устойчиво росли объемы сбора пшеницы. Среднегодовой валовый сбор за 2018–2022 гг. достиг 82,5 млн т, а среднегодовые объемы экспорта составили 34,1 млн т (рис. 2). Самообеспеченность России пшеницей в 2018–2022 гг. достигла отметок в 169,9%. Под самообеспеченностью понимается отношение объемов производства к объемам внутреннего потребления в процентном выражении.

За последние пять лет (2018–2022) объем российского рынка (объем потребления) пшеницы также вырос и достиг 48,6 млн т против 44,0 млн т в 2013–2017 гг. Расширение объема рынка связано с ростом потребления фуражной пшеницы на

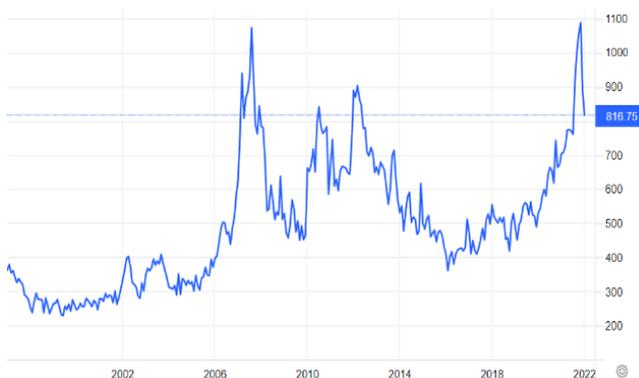
нужды отраслей животноводства. Существенная разница между валовым сбором зерна и внутренним его потреблением создало условия для увеличения в последние годы экспорта зерна российскими производителями.



Источник: Расчеты АБ-Центр по данным Росстата и USDA

Рис. 2. Производство и потребление пшеницы в РФ, млн т

Следует отметить, что внешние рынки зерна достаточно волатильны (рис. 3).



Источник: USDA (Foreign Agricultural Service).

Рис. 3. График изменения мировой цены пшеницы (USD/100 бушель)

Цены на зерно зависят от многих факторов, в том числе от благоприятных или не благоприятных погодных условий каждого года, от экспортной политики стран, поставляющих зерно на мировой рынок, геополитики и от много другого. График демонстрирует высокую волатильность цен на пшеницу на мировом рынке и его циклический характер.

Для снижения влияния волатильности внешних рынков и мировых цен на российскую экономику правительство РФ использует различные механизмы экспортных ограничений для компаний – экспортеров сельскохозяйственной продукции. Если цены растут вслед за мировыми, то страдают потребители, если цены падают, то страдают производители. Правительство преследует при этом ряд целей, в том числе снижение темпов инфляции на продовольствие на внутреннем рынке, создание паритета между производителями и переработчиками и обеспечение надежных продовольственных поставок на внутреннем рынке.

Следует отметить, что за последнее десятилетие наблюдается устойчивый процесс концентрации российского экспорта пшеницы. В то время как в 2003 году десять крупнейших российских компаний – экспортеров пшеницы экспортировали менее 40% всей российской пшеницы, в 2011 году они контролировали уже 70% российского экспорта пшеницы. На рис. 3 схематично показаны основные участники российского зернового рынка – множество компаний производителей зерна, трейдеры и правительство, которое осуществляет регуляторную функции в интересах государства. Цена на внутреннем рынке формируется на биржевых площадках (Московской биржа, Национальная товарная биржа) на основе предложения и спроса со стороны перерабатывающих предприятий и трейдеров.

Рассмотрим основные механизмы управления рынком со стороны государства, в том числе, поведением компаний-экспортеров зерна.

Правительство РФ с 2021 года ввело механизм **зернового демпфера**, который предусматривает плавающие пошлины на экспорт пшеницы, кукурузы и ячменя и возврат полученных от них средств на субсидирование сельхозпроизводителей. Они были запущены в период, когда высокие мировые цены оказы-

вали давление на внутренний рынок и являлись существенным проинфляционным фактором. Размер пошлин рассчитывается на базе индикаторов, основанных на ценах экспортных контрактов, которые регистрируются на Московской бирже. В 2025 году пошлина составляет 70% от разницы между базовой и индикативной ценами.

Базовые цены на зерно рассчитываются и корректируются Минсельхозом с учетом текущих темпов инфляции и, соответственно, растущей себестоимостью производства зерна для поддержания приемлемой рентабельности производства. Индикативная цена рассчитывается на основе экспортных контрактов, которые регистрируются на Московской бирже. Гибкая ставка пошлины позволяет сгладить влияние цен внешних рынков на внутренние цены при сохранении рентабельности экспорта. Сначала базовая цена для расчета пошлин составляла 15 тыс. рублей за тонну пшеницы. С июня 2023 года она была повышена до 17 тыс. рублей за тонну. С июня 2024 года базовая цена на пшеницу составляет 18 тыс. рублей за тонну.

Квоты на экспорт. В России введена квота на экспорт в государства, не являющиеся членами ЕАЭС. Квота ежегодно пересчитывается с учетом прогноза урожая и валового сбора зерна, а также баланса производства и потребления на внутреннем рынке. Внутри квоты действует плавающая ставка вывозной пошлины (демпфер).

Одним из важных механизмов стабилизации рынка являются **зерновые интервенции**. Зерновые интервенции – рыночный метод участия государства в регулировании зернового рынка. Их основная задача – поддержание цен на зерно, обеспечивающих формирование мотивации сельхозпроизводителей к увеличению объемов производства. Закупочные интервенции проводятся с целью сокращения ресурсов на внутреннем рынке и предотвращения нежелательного падения цен. Товарные интервенции, наоборот, служат для сдерживания роста цен и балансируют рынок в случае высокого спроса. Функции государственного агента при проведении государственных закупочных и товарных интервенций на зерновом рынке выполняет ОАО «Объединенная зерновая компания» (ОЗК).

Возникает задача оценки эффективности механизмов регулирования зернового рынка РФ при различных сочетаниях сценариев динамики цен на внешних рынках, динамики производства зерна российскими производителями, темпов инфляции и курса национальной валюты. Такой анализ позволит донстроить параметры имеющихся механизмов и сделать их еще более эффективными.

3. Математическая формулировка задачи

Для формализации рассматриваемой задачи мы используем подход, основанный на моделировании рыночных взаимодействиях игроков, в котором каждый игрок выбирает свое решение в рамках некоторой задачи оптимизации (задачи математического программирования) [1, 2, 9, 14]. Заметим, что рынки сельхозпродукции, как правило, имеют характер олигополии. Причем игроки могут быть различных типов, включая и правительственные структуры, которые также могут влиять на поведение остальных игроков. Важной особенностью такой постановки является то, что задачи оптимизации игроков взаимосвязаны через общие искомые переменные.

Здесь используется гипотеза рационального поведения игроков, заключающаяся в том, что каждый игрок с учетом имеющейся у него информации выбирает стратегию, которая приводит к наиболее предпочтительному для игрока результату. Цель стратегии каждого игрока состоит в максимизации некоторой собственной функции полезности. Общее, согласованное решение для всех игроков заключается в поиске равновесных стратегий игроков с точки зрения равновесия Нэша.

Будем рассматривать два типа участников рынка: множество компаний-экспортеров и Правительство, которое осуществляет регуляторную функцию в интересах государства. Рассмотрим задачи оптимизации каждого игрока.

Задача оптимизации компании-экспортера. Будем предполагать, что компании-экспортеры производят продукцию и поставляют ее на внутренний и на несколько внешних рынков, например, как показано на рис. 4.

Используемые обозначения: $i \in I$ – множество компаний-экспортеров; $m \in M$ – множество рынков, где $m = 1$ обозначает внутренний рынок, а $2 \leq m \leq M$ – внешние рынки; $x_{i,t}$ – производство продукции, например зерна, компании i в t году. В данной задаче $x_{i,t}$ определяется производственной мощностью компании i (например, посевными площадями под зерновые культуры) и климатическими условиями выращивания в конкретном году t и задается экзогенно. Данный параметр задает сценарные условия, учитываемые при решении задачи.

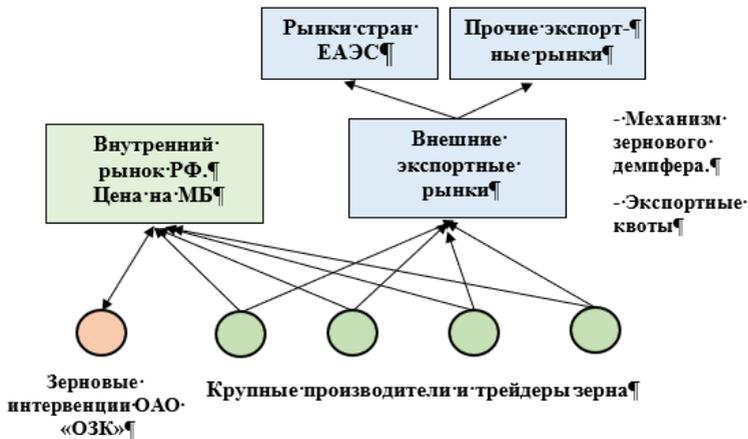


Рис. 4. Схема рынка зерна РФ

Каждая компания-экспортер решает задачу максимизации своей выручки от продажи произведенной продукции, которая зависит от стратегии продаж. Искомое решение в задаче задается переменной $s_{i,m,t}$, которая определяет объем продукции, поставляемой компанией i на рынок m в период t

Если цена продукции на внешних рынках задается в модели экзогенно, то цена продукции на внутреннем рынке P_t зависит от стратегий продаж всех компаний-экспортеров и формируется на основе соотношения спроса со стороны потребителей и предложения со стороны производителей.

Потребители на внутреннем рынке представлены обратной функцией спроса, которую можно рассматривать как результат решения их задач максимизации полезности: $P_t = a_t - b_t \sum_{i=1}^I s_{i,1,t}$,

Здесь $\sum_{i=1}^I s_{i,1,t}$ – суммарный объем поставок на внутренний рынок, a_t и b_t – заданные параметры, характеризующие функцию спроса потребителей на внутреннем рынке.

Далее, пусть $Pf_{m,t}$ – экспортная цена продукции на внешнем рынке m в t году или индикативная цена, используемая при расчете экспортных пошлин; P_t^* – базовая цена продукции, установленная правительством в t году. Заметим, что базовые цены для расчета экспортных пошлин динамически пересчитываются по годам с учетом инфляции. Здесь и везде далее мы используем реальные цены, т.е. цены, очищенные от инфляции; Q_{mt} – квота на экспорт, установленная правительством в t году.

Тогда экспортная пошлина вычисляется по следующей формуле: $Ed_{m,t} = (Pf_{m,t} - P_t^*)k_t$, где $0 \leq k_t \leq 1$ – ставка экспортной пошлины. Пусть C_{mt} – дополнительные удельные затраты, связанные с экспортом продукции на внешние рынки.

Задача оптимизации компании-экспортера i запишется следующим образом:

$$(1) \max_{s_{i,m,t}} \sum_{t=1}^T \left[\left(a_t - b_t \sum_{i=1}^I s_{i,1,t} \right) s_{i,1,t} + \sum_{m=2}^M (P_{m,t} - c_{m,t} - Ed_{m,t}) s_{i,m,t} \right]$$

при ограничениях

$$(2) x_{i,t} - \sum_{m=1}^M s_{i,m,t} \geq 0 \quad \forall i, t,$$

$$(3) Q_{m,t} - \sum_{i=1}^I s_{i,m,t} \geq 0 \quad \forall m, t,$$

$$(4) s_{i,m,t} \geq 0 \quad \forall m, t.$$

В (1)–(4) максимизируется общая выручка, полученная компанией на всех рынках за T периодов, при выполнении ограничений на суммарный объем поставок компанией на все рынки (2) и ограничения на поставку всеми компаниями на внешний

рынок m , задаваемое квотой Q_{mt} (3) и на положительность иско-
мой переменной (3). Заметим, что (1)–(4) является квадратичной
задачей оптимизации.

Задача оптимизации правительства. Как мы отметили
ранее, цель правительства состоит в обеспечении цен на про-
дукцию на внутреннем рынке P_t на уровне, близком к базовой
цене P_t^* . При этом достигается цель сдерживания инфляции на
продовольственном рынке. Правительство может влиять на вы-
бор стратегий продаж компаний-экспортеров с использованием
назначения параметров механизмов экспортных ограничений,
в том числе ставки экспортной пошлин k_t и квоты на поставку
продукции на внешние рынки Q_{mt} .

Задача правительства состоит в следующем:

$$(5) \min_{k_t, Q_{mt}} \left(a_t - b_t \sum_{i=1}^I s_{i,1,t} - P_t^* \right)$$

$$(6) Q_{m,t} \geq 0 \quad \forall m, t,$$

$$(7) 0 \leq k_t \leq 1 \quad \forall t.$$

В (5)–(7) минимизируется величина разности между ценами
на продукцию на внутреннем рынке P_t и базовой ценой P_t^* при
ограничениях на управляющие переменные (6), (7). Данную за-
дачу можно упростить, если потребовать, чтобы для всех перио-
дов t P_t не превышала P_t^* . При этом задача каждой компании-
экспортера сведется к квадратичной задаче оптимизации вида

$$(8) \max_{s_{mi}, k_i, Q_{mi}} \sum_{t=1}^T \left[\left(a_t - b_t \sum_{i=1}^I s_{i,1,t} \right) s_{i,1,t} + \sum_{m=2}^M (P_{m,t} - c_{m,t} - (Pf_{m,t} - P_t^*)k_t) s_{i,m,t} \right]$$

при ограничениях

$$(9) x_{i,t} - \sum_{m=1}^M s_{i,m,t} \geq 0 \quad \forall i, t,$$

$$(10) Q_{m,t} - \sum_{i=1}^I s_{i,m,t} \geq 0 \quad \forall m, t,$$

$$(11) P_t^* - (a_t - b_t \sum_{i=1}^I s_{i,1,t}) \geq 0,$$

$$(12) s_{i,m,t} \geq 0, \quad Q_{m,t} \geq 0, \quad 0 \leq k_t \leq 1, \quad \forall i, m, t.$$

Общий метод решения подобных задач основан на схеме сведения их к смешенной задаче дополнительности (МСП) [14]. Метод основан на нескольких фундаментальных результатах теории оптимизации, в том числе теории двойственности, методе построения функции Лагранжа, а также условиях Каруша – Куна – Таккера.

Рассмотрим теоретико-игровую структуру, в которой все игроки $i = 1, \dots, N$ стремятся одновременно максимизировать свои целевые функции, решая свои задачи оптимизации. Обратите внимание, что эти задачи взаимосвязаны, поскольку выбор стратегии каждым игроком x_i влияет на целевые функции других игроков $f_i(x)$. В этом случае равновесие Нэша определяется как набор стратегий x_i , гарантирующих, что ни один игрок не сможет улучшить свою целевую функцию, изменив свою стратегию в одностороннем порядке. Следовательно, равновесие Нэша можно идентифицировать как совместное решение задач оптимизации для всех игроков одновременно.

Общий подход к решению основан на применении условий разрешимости задач нелинейной оптимизации – так называемых условий Каруша – Куна – Таккера (ККТ). Если функции $f_i(x)$ и $g_i(x)$ в задачах оптимизации игроков непрерывно дифференцируемы, тогда мы можем выписать условия ККТ, связанные с задачей каждого игрока. Чтобы решить исходную задачу, необходимо объединить все условия ККТ в одной задаче МСП. Ее решение может быть получено, например, с использованием пакета PATH Solver, входящего в систему моделирования GAMS [14]. Более детально данный метод и примеры его использования описаны, например, в [1, 2, 9].

Заметим, что k_t и Q_{mt} в задаче (8)–(12), которые трактуются как управления, можно спользовать в качестве варьируемых параметров, задавая сценарии их изменения. Это позволяет упростить решение задачи. Далее мы используем сценарный подход к решению рассматриваемой задачи, который позволяет исследовать влияние различных параметров, задаваемых экзогенно, включая k_t , Q_{mt} , прогноз сбора зерна по годам, цен зерна на внешних рынках, на цены внутреннего рынка. Результаты приведены в следующем разделе.

4. **Сценарный анализ влияния экспортных ограничений на цены внутреннего рынка**

Методология исследования основана на сценарном моделировании и анализе стратегий компаний в зависимости от внешних условий на рынке, включая управляющие воздействия правительства. Важное замечание: поскольку все экономические показатели, связанные с сельским хозяйством, имеют явно выраженную сезонную динамику, то мы в нашем исследовании будем рассматривать среднегодовые показатели. Анализ среднегодовых показателей позволяет наиболее точно определить внутренние потребности, сгладить влияние природно-климатических факторов на ключевые показатели рынка, более наглядно отобразить тенденции его развития.

Вначале мы кратко проанализируем основные показатели рынка, которые характеризуют отрасль производства и потребления пшеницы. В таблице 1 приведены данные по статьям, составляющим баланс пшеницы за период с 2018 года по 2023 год.

Таблица. 1 Баланс рынка пшеницы РФ по годам

Период	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Валовый сбор, млн т	71,7	73,6	85,3	75,2	92,0	98,2
Импорт, млн т	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2
Экспорт, млн т	35,8	34,5	39,1	33,0	43,5	52,6
Потребление (объем рынка), млн т	40,5	40,0	42,5	42,7	45,5	48,5
В том числе на продовольственные цели, млн т	22,5	23,0	23,5	23,3	24,0	24,7
Изменение запасов, млн т	-4,3	0,0	+4,1	0,0	+3,2	-2,7
Самообеспеченность, %	177	184	200	175	202	201

Источник: Росстат, Экспертно-аналитический центр "АБ-Центр" www.ab-centre.ru

По данным Росстата валовый сбор пшеницы в РФ в 2024 году, по предварительным данным, составил 82,4 млн т. Это ниже показателей предыдущего года, когда было собрано

98,2 млн т пшеницы. Приведенные данные показывают высокую волатильность показателя «валовый сбор пшеницы», который может колебаться в интервале 70,0–100,0 млн т в год. При этом внутреннее потребление пшеницы росло также неравномерно, в среднем 5–7% в год.

Цену зерна на внешнем рынке (экспортную цену) формируют компании-экспортеры с учетом цен реальных контрактов и логистических издержек по доставке зерна до портов отгрузки. Мировые цены – это биржевые маркеры, отображающие ситуацию со стоимостью зерна в странах участницах зернового рынка. Они крайне волатильны и их уровень зависит от баланса спроса и предложения на конкретных рынках (рис. 3).

Экспортные цены на российскую пшеницу в 2023–2024 годах находились на уровне \$220–\$245 за тонну FOB. Экспортная цена в рублях зависит от курса национальной валюты, который также подвержен колебаниям. Так, например, экспортная цена спроса на российскую пшеницу с протеином 12,5% с поставкой в январе 2025 года составила \$235 за тонну FOB, что при курсе рубля 102 руб. за доллар составляет 24,0 тыс. рублей за тонну. В то же время внутренние цены находились на уровне 13,9–17,5 тыс. рублей за тонну, что примерно на 25–30% ниже цен экспортных контрактов.

Очевидно, что желание экспортировать зерно зависит от разницы между экспортными ценами на пшеницу и ценами на внутреннем рынке. Заметим, что цена на внутреннем рынке формируется на основе контрактов между производителями зерна и оптовыми покупателями и трейдерами.

Для определения параметров обратной функции спроса в задаче (8)–(12) нас будет интересовать вопрос: как будет меняться потребление (объем внутреннего рынка) от цены на пшеницу и цена на пшеницу от объема предложения со стороны компаний производителей зерна. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Многочисленные исследования показали, что спрос на пшеницу малоэластичен по цене [9–11]. Это связано с тем, что пшеница – товар первой необходимости, и даже при существенном изменении цены людям сложно изменить уровень её потребления. Спрос на пшеницу также слабо эластичен по уровню

благополучия и доходов населения. Это означает, что по мере роста доходов люди очень слабо увеличивают спрос на пшеницу. Вместе с тем при возникновении дисбаланса между спросом (потреблением) и предложением со стороны производителей (поставками на рынок) цена может существенно меняться. Эта зависимость может задаваться обратной функцией спроса $P_t = \Phi(S_t)$, где S_t – поставки зерна на рынок; P_t – цена в зависимости от баланса спроса и предложения. Причем эластичность цены по дисбалансу на рынке, как правило, больше при дефиците, чем при профиците пшеницы на рынке [11, 13]. В данном исследовании модель рынка $P_t = \Phi(S_t)$ задается кусочно-линейной функцией, показанной на рис. 5.

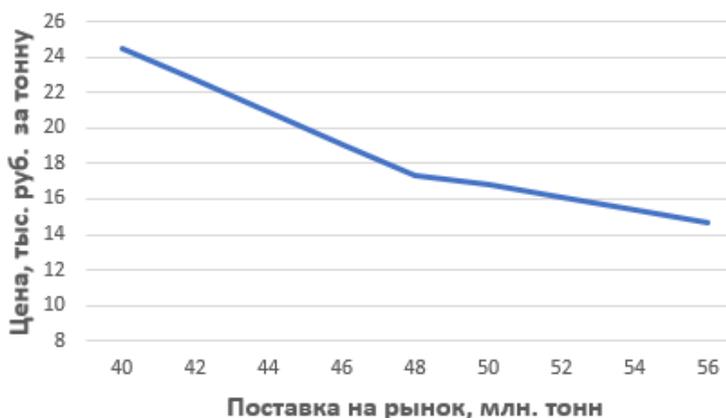


Рис. 5 Обратная функция спроса

При построении этой зависимости использовалась следующая исходная информация. Пусть рынок пшеницы в некотором периоде сбалансирован, т.е. поставки S_t^* равны спросу (потреблению) D_t^* и равны 48 млн т. Равновесная цена при этом P_t^* равна 17,5 тыс. рублей за тонну. Эти данные соответствуют средним показателям 2023 года. График показывает, что если поставки S_t будут меньше спроса D_t^* , равного 48 млн т, т.е. на рынке будет наблюдаться дефицит зерна и цена P_t будет выше равновесной цены P_t^* . Коэффициент эластичности принят

равным 0,9. При профиците зерна на рынке наблюдается обратная ситуация, коэффициент эластичности принят на уровне 0,35. Данный вопрос исследовался, например, в [8, 13] для рынков различных стран. Здесь мы используем усредненные коэффициенты эластичности, приведенные в ряде работ.

Рассмотрим результаты использования предлагаемого подхода на модельном примере. Для наглядности представления результатов исследования мы будем рассматривать упрощенный вариант задачи (8)–(12), а именно: рассматриваем два рынка, внутренний и внешний ($M = 2$), а также будем рассматривать одну консолидированную компанию-экспортера. При этом система из I квадратичных задач вида (8)–(12) сведется к решению одной задачи математического программирования с квадратичным критерием и линейными ограничениями, которая может быть легко решена стандартными пакетами оптимизации.

В результате решения задачи определяются по годам объемы экспорта зерна и поставок зерна на внутренний рынок, при которых суммарная выручка компании будет максимальной. Причем цена зерна на внутреннем рынке заранее не известна и задается функцией $P_t = \Phi(S_t)$, которая зависит от выбора компанией стратегии поставок зерна на рынки. Заметим, что компании-экспортеры выбирают свои стратегии исходя из своих прогнозов внешних сценарных условий и параметров экспортных ограничений, определяемых правительством.

Исходные данные для решения задачи оптимизации представлены в таблице 2. Здесь приведены гипотетические прогнозы следующих параметров:

- валовый сбор пшеницы в РФ, млн тонн;
- динамика экспортных цен на российскую пшеницу, долл. США за тонну;
- курс рубля к долл. США;
- базовая цена продукции P_t^* ;
- ставка экспортной пошлины k_t ;
- квота на экспорт, установленная правительством в t году, – Q_m . Квота на экспорт задается фиксированной ставкой (здесь 0,5) в зависимости от сбора урожая текущего года.

Таблица. 2 Исходные данные (сценарные условия)

Период	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Валовый сбор пшеницы, млн т	82,4	76,7	73,2	92,1	100,0	80,0	90,0
Экспортная цена, \$/т	225,0	230,0	250,0	265,0	220,0	200,0	230,0
Курс рубля, руб./\$	98,0	100,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Экспортная цена, руб./т	22,1	23,0	27,5	29,2	24,2	22,0	25,3
Базовая цена, руб./т	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0
Ставка экспортной пошлины	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Экспортная квота, млн т	41,2	38,4	36,6	46,1	50,0	40,0	45,0

Результаты решения задачи приведены в таблице 3, в том числе экспорт зерна, объемы продаж зерна на внутреннем рынке, цена зерна на внутреннем рынке и выручка компаний-экспортеров.

Таблица. 3 Результаты решения задачи при заданных сценарных условиях

Период	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Экспорт, млн т	35,2	30,3	28,6	46,1	50,0	34,8	45,0
Продажа на внутреннем рынке, млн т	47,2	46,4	44,6	46,0	50,0	45,2	45,0
Цена на внутреннем рынке, тыс. руб. за т	18,0	18,7	20,4	19,1	16,8	19,8	20,0
Выручка компаний – экспортеров, млрд руб.	1450,1	1365,7	1343,2	1765,1	1873,5	1462,4	1716,2
Пошлина в доход государства, млрд руб.	121,6	110,5	167,6	328,8	189,3	56,0	155,8

Следует отметить, что заметное изменение рыночной конъюнктуры при фиксированной ставке экспортной пошлины может приводить к существенным колебаниям внутренних цен. Так, например, высокий урожай зерна в 100 млн т, собранный в РФ в 2028 году, в сочетании со снижением экспортных цен с 265 \$/т. в 2027 году до 220 \$/т. в 2028 году привел к снижению цены на внутреннем рынке с 19,1 тыс. руб. за тонну до 16,8 тыс. руб. за тонну (таблица 3). Данные, приведенные в таблице, показывают, что в последующие годы цены на внутреннем рынке восстанавливаются до нормального уровня.

И далее, варьируя параметры экспортных ограничений, мы можем провести анализ влияния управляющих воздействий правительства на поведение компаний-экспортеров, от которого зависит внутренняя цена на зерно. На рис. 6. приведена зависимость цены зерна на внутреннем рынке от ставки экспортной пошлины. График показывает, что ставка k , существенно влияет на цену зерна.

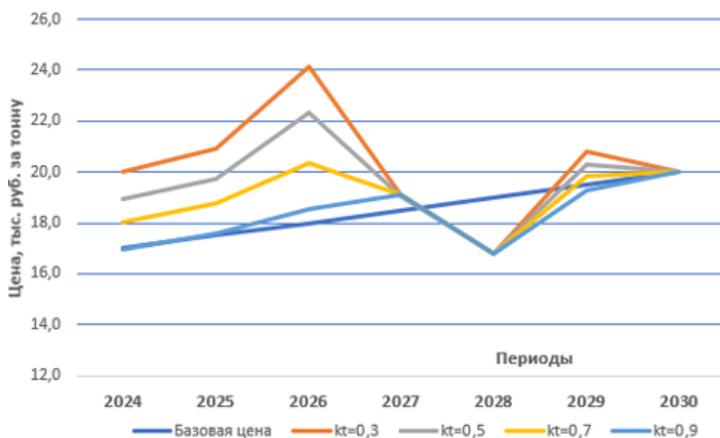


Рис. 6. Зависимость цены от ставки экспортной пошлины

Из графика мы видим, что в 2026 году наблюдается существенный рост цены, а в 2028 году – ее снижение. Это связано с особенностью урожая в эти годы. Для выравнивания цен правительство может ввести динамическую экспортную квоту,

дифференцированную по годам в зависимости от прогнозируемого сбора урожая текущего года. Если изменить квоту в 2026 году до 0,35, а в 2028 году – до 0,6, то результат влияния этого изменения на цены внутреннего рынка представлен на рис. 7. Компании стремятся экспортировать в пределах квоты до тех пор, пока цена на внутреннем рынке не вырастет до интересного для них уровня. Мы видим, что использование динамических квот позволяет существенно снизить волатильность цен.

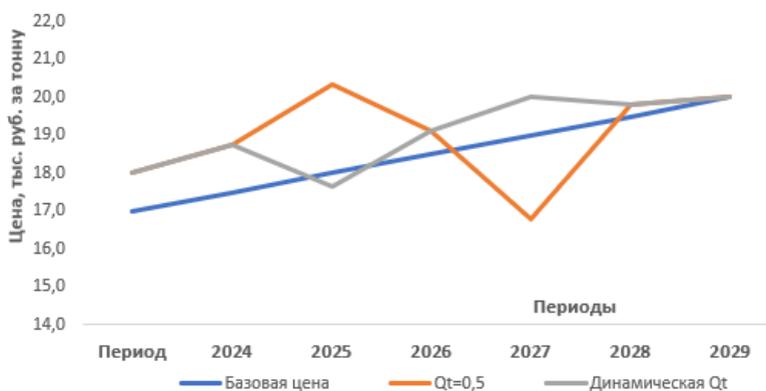


Рис. 7. Цена при фиксированной и динамической ставке экспортной квоты

Компании-экспортеры принимают решения исходя из максимизации своего критерия в задаче (8)–(12). Предложенная модель позволяет проводить анализ рентабельности деятельности компаний и влияния на нее экспортных ограничений. На рис. 8 показана зависимость суммарной выручка компаний-экспортеров на внешнем и внутреннем рынках от ставки экспортной пошлины для сценарных условий таблицы 2.

График показывает, что завышенная экспортной пошлины может существенно снизить выручку компаний от продажи продукции и, при высоких производственных издержках, понизить рентабельность производства до критического уровня.

Следует заметить, что на многие параметры, используемые при решении задачи, существенное влияние оказывает текущий курс рубля. Так, при его укреплении цены экспортных контрактов в рублях снижаются, что приводит также к снижению экс-

портных пошлин и выручки компаний-экспортеров. В этой связи интересен анализ влияние курса рубля на величину внутренних цен на зерно при различных сценариях внешней конъюнктуры.

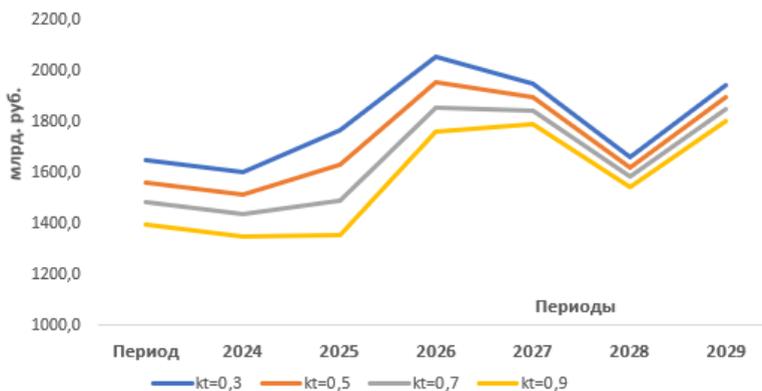


Рис. 8. Выручка компаний экспортеров от ставки экспортной пошлины

5. Заключение

Рассмотрена проблема анализа и моделирования механизмов взаимодействия государственных органов и компаний в рыночной экономике. Одной из таких проблем является настройка механизмов регулирования со стороны государства деятельности компаний-экспортеров с целью сдерживания роста внутренних цен и темпа инфляции на критически важные виды продукции.

Мы предлагаем для этой цели использовать подход к моделированию, который учитывает взаимодействие между участниками рынка и позволяет согласовать интересы независимых производителей и государства. Рассматриваются и анализируются механизмы регулирования рынка зерна в РФ, дана математическая формулировка исследуемой задачи и методы ее решения. Приведены результаты сценарного анализа влияния пара-

метров экспортных ограничений на внутренние цены на примере рынка пшеницы РФ.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Используемые государством механизмы экспортных ограничений позволяют регулировать внутренний рынок и эффективно влиять на внутренние цены. Вместе с тем, с учетом инфляции и роста издержек компаний-экспортеров, необходимо иметь в виду, что цена на внутреннем рынке должна быть не ниже цены, которая обеспечит приемлемый уровень маржинальности бизнеса, связанного с выращиванием пшеницы.

Если в качестве экспортных ограничений используется экспортная пошлина, которая рассчитывается с использованием двух параметров, устанавливаемых правительством: ставки экспортной пошлины и базовой цены, то компании-экспортеры максимизируют выручку при распределении валового сбора пшеницы между экспортными поставками и внутреннем рынком, при котором цена на внутреннем рынке будет стремиться к экспортной цене с учетом текущего курса рубля минус динамически рассчитанной экспортной пошлины.

На поведение экспортеров существенное влияние оказывает курс национальной валюты: при укреплении рубля экспортные цены в рублях снижаются, что при высокой пошлине может привести к отсутствию интереса производителей к экспорту продукции. Может возникнуть ситуация, когда экспортная цена может быть меньше цены внутреннего рынка. В этом случае компании будут терпеть убытки и сокращать посевные площади, тем самым снижая давление на рынок для поддержания цены продукции на равновесном приемлемом уровне.

Рассматриваемая проблема открывает большое поле для исследований и применения методов математического моделирования. Естественно, что в данной статье мы не ставили цель рассмотреть все вопросы и ограничились постановкой проблемы и предложили подход к ее решению для достаточно простого случая. В этой связи в дальнейшем потребуются исследования, которые позволят учесть многие значимые факторы, которые не были учтены в этой работе. Интерес представляет, например, учет в задаче нескольких экспортных рынков, причем на неко-

торых рынках РФ обладает рыночной властью и может влиять на цену зерна на них и ряд других вопросов.

Литература

1. АКИНФИЕВ В.К. *Два подхода к решению динамической задачи расширения мощности производства на рынке олигополии* // Управление большими системами. – 2019. – Вып. 79. – С. 65–85.
2. АКИНФИЕВ В.К. *Модели пространственного развития инфраструктурных систем* // Управление большими системами. – 2021. – Вып. 91. – С. 96–119.
3. БОРОДИН К.Г. *Влияние экспортных ограничений на внутренний рынок экспортера* // Российский внешнеэкономический вестник. – 2019. – №12. – С. 31–39.
4. БОРОДИН К.Г. *Влияние экспорта на внутренний рынок страны-экспортера* // Экономическая наука современной России. – 2021. – №4(95). – С. 49–67.
5. *Единый план по достижению национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года.* – URL: <http://government.ru/news/53927/>.
6. КРЫЛОВ Д. *Продовольственная инфляция в России и мировые цены на продукты питания* // Серия докладов об экономических исследованиях ЦБ РФ № 126. – Февраль 2024 г.
7. *Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. №20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации"*. – URL: <https://base.garant.ru/73438425>.
8. АББОТТ Р.С., ХУРТ С., ТИНЕР В.Е. *What's driving food prices in 2011?* // AgEcon Search. The Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library, 2011. – P. 39.
9. АКИНФИЕВ В.К. *Dynamic Capacity Expansion Problem in Competitive Markets* // Proc. of the 12th Int. Conf. «Management of Large-Scale System Development» (MLSD–2019). – Moscow: IEEE, 2019.
10. АКТЕР S. *The effects of food export restrictions on the domestic economy of exporting countries: A review* // Global Food Security. – 2022. – Vol. 35. – P. 100657.

11. BAFFES J., DENNIS A. *Long-term drivers of food prices* // World Bank Policy Research Working Paper. – 2013. – No. 6455.
12. BURSTEIN A., GOPINATH G. *International prices and exchange rates* // Handbook of International Economics. – Elsevier, 2014. – Vol. 4. – P. 391–451.
13. ESPITIA A., ROCHA N., RUTA M. *Covid-19 and food protectionism: the impact of the pandemic and export restrictions on world food markets* // World Bank Policy Research Working Paper. – 2020. – No. 9253.
14. FERRIS M., MUNSON T.S. *Complementarity Problems in GAMS and the PATH Solver* // Journal of Economic Dynamics and Control. – 2000. – Vol. 24, Iss. 2. – P. 165–188.
15. KALKUHL M., VON BRAUN J., TORERO M. *Food price volatility and its implications for food security and policy*. – Springer Nature, 2016. – P. 626.
16. LABORDE D., ESTRADES C., BOUET A. *A global assessment of the economic effects of export taxes* // The World Economy. – 2013. – Vol. 36, No. 10. – P. 1333–1354.
17. SVANIDZE M., GÖTZ L., SEREBRENNIKOV D. *The influence of Russia's 2010/2011 wheat export ban on spatial market integration and transaction costs of grain markets* // Applied Economic Perspectives and Policy. – 2022. – Vol. 44, No. 2. – P. 1083–1099.
18. UHL K.M., PEREKHOZHUK O., GLAUBEN T. *Russian market power in international wheat exports: evidence from a residual demand elasticity analysis* // Journal of Agricultural & Food Industrial Organization. – 2019. – Vol. 17, No. 2. – P. 20160026.
19. UHL K. M. *Russian market power in international wheat trade and implications for global food security* // Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies. – 2021. – No. 97.
20. ZHAI L., YUAN S., FENG Y. *The economic effects of export restrictions imposed by major grain producers* // Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika. – 2022. – Vol. 68, No. 1.

MODELING THE IMPACT OF EXPORT RESTRICTIONS ON DOMESTIC MARKET PRICES

Valery Akinfiyev, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Doctor of Science, Professor (akinf@ipu.ru).

Abstract: The article considers the problem of analysis and selection of measures of state regulation of the activities of exporting companies. This problem is considered on the example of the grain industry, in particular, wheat. Grain markets, as a rule, have an oligopolistic nature. We consider two types of market participants: many exporting companies and the state, which exercises the function of the market regulator. The goal of the state is to regulate domestic prices for critically important types of products. We use an approach to modeling that takes into account the interaction of market participants and allows us to coordinate the interests of independent producers and the state. A feature of our approach is that each player chooses a strategy for its behavior in the market within the framework of a certain optimization problem, which are related to each other through common variables. A mathematical formulation of the problem under study is given and methods for its solution are proposed. The results of scenario modeling and analysis of the impact of export restriction parameters on domestic prices are presented using the example of the wheat market.

Keywords: export restrictions, domestic market volatility, mathematical programming problems, scenario modeling.

УДК 338.2
ББК 65.050

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии В.Д. Богатыревым.*

*Поступила в редакцию 25.03.2025.
Опубликована 31.07.2025.*