

затрат на сумму 86596 руб., а срок окупаемости первоначальных инвестиций составит 0,93 года.

По экспертным оценкам, автоматизация закупочной деятельности может повысить рентабельность бизнеса на 1–2 %, увеличить скорость поставок до 20 %, улучшить качество продуктов и сервиса поставщиков на 20 %, снизить затраты на закупки до 30 %, сократить уровень запасов на 10 %, а объем бумажного документооборота на 63 %.

Список использованной литературы

1. Управление закупками. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://prof-itgroup.ru/business-areas/digital-industrial-integrator/tsifrovyeprotsessy/prof-it-srm-upravlenie-zakupkami-i-rabotoy-s-postavshchikami/> Дата доступа: 18.04.2022.

УДК 330.46:338.246.2:338.5:311.13:633.11

АППРОКСИМАЦИЯ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЦЕН ДЛЯ МОДЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРВЕНЦИОННОГО ФОНДА ПШЕНИЦЫ: НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Светлов Н.М., д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва

Ключевые слова: товарные интервенции, закупочные интервенции, ряды динамики, цены, восстановление пропущенных данных, пшеница.

Keywords: commodity interventions, purchasing interventions, time series, prices, missing data recovery, wheat.

Аннотация. Имитационная модель интервенционной политики на рынке пшеницы использует ряд динамики её среднемесячных цен, в котором имеется пропуск. Решается задача заполнения пропуска с сохранением предполагаемого распределения вероятностей. Способ решения – отображение эмпирического распределения вероятностей ряда-прототипа (коррелированного с восстанавливаемым) на предполагаемое распределение.

Summary. The simulation model of the intervention policy in the wheat market uses a time series of average monthly prices, in which there is a gap. The problem of filling the gap is solved so to preserve the assumed probability distribution. The method is to map the empirical probability distribution of the prototype series (correlated with the recovered one) onto the estimated distribution.

Введение. Кризисы последних лет обострили ценовые шоки на рынках пшеницы. Поскольку подобные и даже более тяжёлые кризисы ожидаются и впредь, будущее этих рынков в России зависит от подготовленности правительства к шокам ещё более масштабным. Одна из мер защиты от них – товарные и закупочные интервенции. В статье [2] приводится рекомендация по размеру интервенционного фонда: он должен соответствовать предполагаемым потерям урожая в течение одного или двух лет. Эта рекомендация нуждается в уточнении с учётом характерной для последних десятилетий высокой волатильности цен на мировом рынке зерна, что стало одной из задач темы НИР «Альтернативные инструменты регулирования внутреннего рынка сельскохозяйственных товаров в России», разрабатываемой Центром агропродовольственной политики РАНХиГС.

Основная часть. Для её решения можно использовать имитационные модели двух видов. Первый предложен В.Я. Узуном, на его основе создана числовая модель, результатом применения которой стали актуальные на тот момент рекомендации по параметрам интервенционного фонда [1,8]. Модели второго вида [10] существенно лучше по точности и детальности, но не обеспечены информационной базой – поэтому в настоящее время вопрос об их практическом применении не стоит. В связи с этим принято решение в рамках вышеназванной темы НИР актуализировать модель [1].

Со времени её разработки состояние необходимой для неё информационной базы ухудшилось. В частности, нужны данные о среднемесячной цене зерна пшеницы продовольственной мягкой 3 класса на внутреннем рынке России за период с января 2012 по январь 2021 г., однако за период с января 2017 г. по декабрь 2018 г. такие данные в настоящее время недоступны. Отсюда необходимость заместить их каким-либо подходящим аппроксиматором. Учитывая специфическую функцию этих данных в модели [1], для получения осмысленных результатов критически важна близость статистических свойств восстановленного ряда свойствам ненаблюдаемых данных, что подразумевает максимальное сходство соответствующих распределений вероятностей.

Существующие методы восстановления пропущенных данных, в том числе весьма продвинутые, подобные приведённым в [9], ориентированы, как правило, на то, чтобы воспроизвести только *математическое ожидание* каждого ненаблюдаемого значения в отдельности, что не предполагает сохранения распределения вероятностей в целом – в частности, снижает вариацию восстановленных данных в сравнении с наблюдаемыми. Ближе к стоящей перед нами задаче проблематика статьи [7], где рассмотрены два метода: привязка крайних значений (endpoint fixing method) –

сравнительно простой, но заведомо не сохраняющий матожидание, и восстановление пропущенных данных при помощи нейросети. Преимущество нейросетей в том, что их можно обучить сохранению (с некоторой точностью) моментов распределения любого порядка, а недостатки – в трудностях формирования обучающих выборок требуемой мощности и в неустранимом риске избыточного обучения (*over-identification*). В нашем случае обучающая выборка подходящего объёма отсутствует.

Таким образом, имеющаяся литература не дала решения с нужными нам свойствами – потребовалась новая разработка. В качестве основы для восстановления ненаблюдаемого фрагмента ряда динамики предложено использовать другой ряд, доступный для наблюдения и по своей природе обладающий высокой корреляцией рангов с восстанавливаемым. Назовём такой ряд *рядом-прототипом*. Суть идеи в том, что эмпирическая функция распределения вероятностей, задаваемая рядом-прототипом, отображается на *предполагаемую* функцию распределения вероятностей *ненаблюдаемых значений* восстанавливаемого ряда. В этом случае для построения аппроксиматора используется (и, следовательно, требуется) только информация об рангах значений ряда-прототипа – сами значения не используются.

Идея ведёт к построению непараметрической процедуры аппроксимации, согласно которой вначале строится эмпирическая функция распределения вероятностей ряда-прототипа. Для этого по ряду-прототипу для каждого момента времени t определяется эмпирическая вероятность p_t того, что значение, случайно выбранное из данного ряда, не превзойдёт значение в момент t . Она вычисляется делением ранга значения ряда-прототипа в момент t на число наблюдений в этом ряду. Затем определяется значение p_t – квантиля предполагаемой функции распределения вероятностей ненаблюдаемых значений восстанавливаемого ряда, которое и принимается в качестве аппроксиматора ненаблюдаемого значения восстанавливаемого ряда в момент t .

В нашем случае в качестве предполагаемой функции распределения вероятностей ненаблюдаемых значений восстанавливаемого ряда используется эмпирическая функция распределения его наблюдаемых значений. Ввиду автокорреляции цен на пшеницу такая функция не характеризует генеральную совокупность – она не более чем *сценарное предположение*. Существенно, что автокорреляционные свойства восстанавливаемого ряда в известной мере воспроизводятся данными ряда-прототипа, поскольку ранг восстановленного значения для момента t в совокупности всех восстановленных значений оказывается равен рангу соответствующего значения ряда-прототипа в совокупности его значений, относящихся к пе-

риоду, когда значения восстанавливаемого ряда ненаблюдаемы. В качестве ряда-прототипа используем ряд цен спроса на продовольственную пшеницу 3 класса в Центральном федеральном округе (по данным агентства АПК-Информ).

Отметим ограничения предложенного подхода. Первое: после восстановления предполагаемому распределению вероятностей следуют только частотные характеристики *восстановленных* значений, но не всего ряда целиком. Когда предполагаемое распределение основано на наблюдаемых данных восстанавливаемого ряда, ему подчиняются подмножества наблюдаемых и восстановленных данных по отдельности, но не их объединение. Второе: подход не сохраняет (в отличие от метода привязки крайних значений, описанного в статье [7]) статистические свойства первых разностей наблюдаемого и восстановленного значений, относящихся к соседним моментам времени.

Применительно к ряду, ради восстановления которого предпринято данное исследование, первое ограничение малозначительно: различия между предполагаемым распределением и эмпирическим распределением значений восстановленного ряда оказались малы (рисунок 2). Второе существенней: это хорошо заметно на рисунок 1, где сопоставляются восстановленный ряд и ряд-прототип.

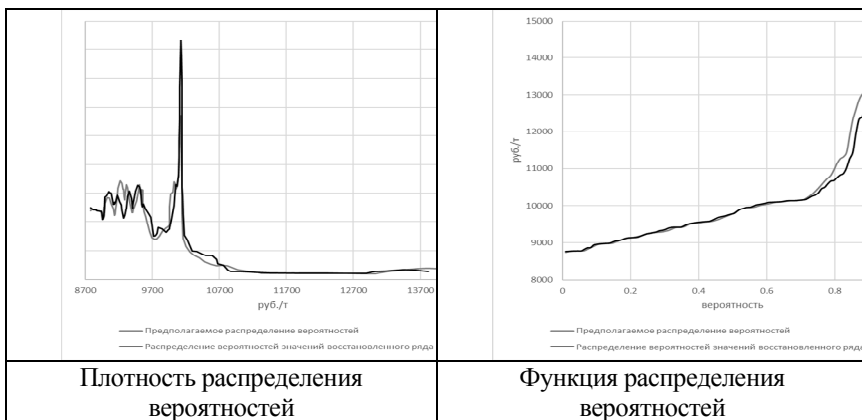


Рисунок 2. Сравнение предполагаемого распределения вероятностей с распределением вероятностей восстановленного ряда цен на пшеницу

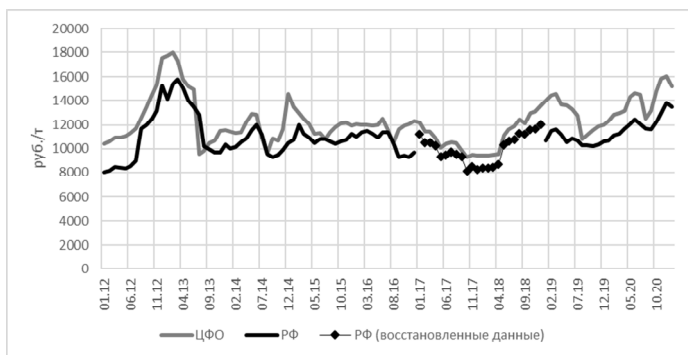


Рисунок 3. Восстановленный ряд цен в сравнении с рядом-прототипом

Сопряжение восстановленного фрагмента с соседними значениями сопровождается приращениями, соразмерными наиболее резким изменениям цен за период, охватываемый рядом. Однако в нашем случае и до, и после этих разрывов цены в силу удачного стечения обстоятельств остаются вблизи средних значений по ряду. Значит, необходимость в интервенциях в эти периоды маловероятна и эти два разрыва не приведут к заметным искажениям в обосновании параметров интервенционной политики.

Хотя в нашем случае такой необходимости нет, одним из способов устранения разрывов может стать вычисление (по вышеизложенному способу) аппроксиматоров среднемесячных цен в периоды выбранной продолжительности, непосредственно предшествующие периоду пропуска в данных и непосредственно следующие за ним. Затем наблюдаемые данные заменяются средневзвешенными между наблюдаемым и аппроксимированным значениями, причём вес аппроксимированного значения для момента t принимается тем большим, чем меньше промежуток времени между t и пропуском в данных. Этот способ несколько искажает статистические свойства наблюдаемой части восстанавливаемого ряда – впрочем, способа, полностью исключаящего искажения, не существует в принципе.

Заключение. Предложенный приём позволяет восполнить пропущенные данные с использованием подходящего ряда-прототипа (обладающего достаточно тесной корреляцией рангов с восстанавливаемым рядом), отображая эмпирическое распределение вероятностей ряда-прототипа на предполагаемую функцию распределения вероятностей восстанавливаемого ряда. Он обеспечивает согласие восстановленных значений с предполагаемой функцией распределения их вероятностей, что важно, по крайней мере, для приложений, связанных с моделированием интервенционной политики в целях обоснования её рекомендуемых параметров.

Список использованной литературы

1. Светлов Н.М. Модель системной динамики региональных рынков зерна // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 88–105.
2. Светлов Н.М. Результативность закупочных и товарных интервенций на рынке зерна // Продовольственная безопасность Республики Беларусь в современных условиях: Материалы Первого Всебелорусского форума (Минск, 12 октября 2016 г.) / Под ред. В.Г. Гусакова, А.П. Шпака. Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. С. 271–275.
3. Devineni N., Lall U., Pederson N., Cook E. A Tree-Ring-Based Reconstruction of Delaware River Basin Streamflow Using Hierarchical Bayesian Regression // Journal of Climate. 2013. Vol. 26. №12. P. 4357–4374.
4. Ksenofontov M.Y., Polzikov D.A. On the issue of the impact of climate change on the development of Russian agriculture in the long term // Studies on Russian Economic Development. 2020. № 3. P. 304–311.
5. Lee J.–W., Park S.–C. Artificial Neural Network-Based Data Recovery System for the Time Series of Tide Stations // Journal of Coastal Research. 2016. Vol. 32. №1. P. 213–224.
6. Svetlov N.M. How to withstand uncertainty in Russian wheat market // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. №6. С. 108–129.

УДК 338.24

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сырокваш Н.А., Авижец В.В.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

Ключевые слова: инновации, продукция, урожайность, досвечивание, прибыль.

Key words: innovations, products, productivity, supplementary illumination, profit.

Аннотация. В настоящее время использование тепличными хозяйствами искусственной досветки для увеличения урожайности и улучшения качества продукции является одним из основных направлений развития теп-