

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ АПК



Москва 2019

# Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

ЖУРНАЛ

## «ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!



Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2019 г. с доставкой по Российской Федерации – 8316 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9480 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

**Банковские реквизиты:** УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)  
ИНН 5038001475/КПП 503801001  
ФГБНУ «Росинформагротех», п/с 20486Х71280,  
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000  
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 00000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».  
Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;  
E-mail: r\_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ  
И МОДЕЛИРОВАНИЮ  
РАЗВИТИЯ АПК**

---

Москва  
2019

УДК 631.153"313"

ББК 65.054

М 54

Авторы:

**М.А. Титов**, директор, **А.А. Бирюкова**, заместитель директора, **Н.Б. Сосунова**, начальник отдела (Департамент регулирования рынков АПК Минсельхоза России);

**Д.Ю. Амельцов**, директор, **О.А. Моторин**, начальник управления,

**А.П. Петренко**, заместитель начальника отдела, **Е.Е. Митякова**, главный специалист, **В.В. Чирков**, старший аналитик, **Г.А. Суворов**,

ведущий специалист (ФГБУ «Центр Агроаналитики» Минсельхоза России)

Ответственные за выпуск:

**О.А. Моторин**, **Г.В. Джинчарадзе**

(ФГБУ «Центр Агроаналитики» Минсельхоза России)

**Методические рекомендации по прогнозированию и моделированию развития АПК:** офиц. издание – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 92 с.

**ISBN 978-5-7367-1507-7**

Рассмотрены проблемы прогнозирования и моделирования развития АПК, методические подходы к выделению долгосрочного тренда развития АПК, прогнозы потребления мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов, сахара, картофеля и других продуктов.

Предназначены для специалистов в области управления сельским хозяйством Российской Федерации федеральных, региональных и муниципальных органов управления, сотрудников сельскохозяйственных НИИ, работников агропредприятий, студентов агровузов.

Рекомендовано к изданию Научно-техническим советом Минсельхоза России (протокол № 18 от 9 июля 2019 г.).

---

**Guidelines for forecasting and modeling the agribusiness development:** an official publication. – М.: Rosinformagrotekh, 2019. – 92 pp.

The problems of forecasting and modeling the agribusiness development, methodical approaches to identifying the long-term development trend of the agribusiness, forecasts of the consumption of meat and meat products, milk and dairy products, sugar, potatoes and other products are described.

It is intended for specialists in the field of agricultural management of the Russian Federation, federal, regional and municipal authorities, employees of agricultural research institutes, employees of agricultural enterprises, and students of agricultural universities.

It is recommended for publication by the Scientific and Technical Council of the Ministry of Agriculture of Russia (No 18 dated 09.07.2019).

УДК 631.153"313"

ББК 65.054

ISBN 978-5-7367-1507-7

© Минсельхоз России, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Агропромышленный комплекс (АПК) представляет собой крупный межотраслевой комплекс, включающий в себя не только производство сельскохозяйственной продукции и продуктов переработки, но и производство обеспечивающих компонентов и средств производства (минеральные удобрения, сельскохозяйственная техника и др.). Наиболее крупной частью АПК является сельское хозяйство, поэтому в работе рассмотрены методические подходы к прогнозированию отдельных показателей и индикаторов сельскохозяйственных отраслей (объемы производства некоторых видов продукции растениеводства и животноводства в хозяйствах всех категорий, цены производителей на основные категории продуктов), а также динамика потребительского рынка.

Методы прогнозирования можно разделить по ряду классификационных признаков: метод исследования, тип прогноза, горизонт прогнозирования, тип данных:

1. **Метод исследования.** Модели прогнозирования могут быть основаны на качественных и количественных методах исследования. Качественные методы представляют собой методы сбора и обработки экспертных оценок и могут быть использованы в случаях, когда объект исследования невозможно описать количественно, данные неполны или недоступны.

Количественные методы используют измеримые данные и основываются на статистических методах анализа данных и инструментах математического моделирования.

2. **Тип прогноза.** Выбор модели также зависит от типа прогнозного события. Можно выделить три типа прогнозов: трендовые, вероятностные прогнозы и оценки перспективных эффектов от реализации события.

Трендовые прогнозы представляют собой ряды прогнозной динамики анализируемых переменных (прогнозы спроса, выпуска, урожайности и др.). Вероятностные прогнозы используются для оценки вероятности наступления события (например, вероятность банкротства).

К третьему типу относятся модели, направленные на измерение эффективности, оценку мультипликативных эффектов или эффектов от реализации того или иного события (например, от введения мер государственной поддержки).

**3. Горизонт прогнозирования.** В соответствии с горизонтом прогнозирования можно выделить краткосрочные и долгосрочные прогнозы.

Для формирования краткосрочных прогнозов, как правило, используются консенсус-прогнозы, авторегрессионные модели ARIMA или, в случаях, когда доступен прогноз для объясняющих переменных, регрессионные модели. Для прогнозов с достаточно длинным временным горизонтом чаще применяются модели векторной авторегрессии (VAR), динамические факторные модели или структурные модели, представляющие собой систему уравнений, параметры которых оцениваются с использованием алгоритмов, основанных на методе Монте-Карло.

**4. Тип данных.** Еще одним классификационным признаком для выбора метода прогнозирования является формат исходных статистических данных. Можно выделить:

- модели для временных рядов. Временные ряды представляют собой набор наблюдений за изменением характеристик одного объекта за определенный период. Для формирования прогнозов могут быть использованы методы выделения трендов и сезонных колебаний (фильтры-данных), модели авторегрессии для одномерных (класс интегрированных моделей авторегрессии и скользящего среднего ARIMA) или многомерных временных рядов (модели векторной авторегрессии VAR; модели коррекции ошибками VECM; динамические факторные модели DFM);

- модели для пространственных выборок. Пространственные выборки представляют собой набор наблюдений для группы объектов в фиксированный момент времени. Для анализа таких данных используются линейные и логистические регрессионные модели;

- модели для панельных данных. Панельные данные сочетают пространственные и временные характеристики, представляют собой наборы изменяющихся во времени данных для группы объектов. Для данного типа данных существует специальный класс регресси-

онных моделей, позволяющих оценивать индивидуальные, временные эффекты, динамические зависимости.

В отдельный класс стоит выделить прогнозы, основанные на информации большой размерности. К инструментам оценки больших данных могут быть отнесены методы свертки данных (метод главных компонент, динамические факторные модели DFM), а также алгоритмы на основе нейронных сетей.

В данной работе рассмотрен ряд наиболее распространенных инструментальных методов, таких как прогнозы на основе выделения долгосрочного тренда, сезонных колебаний, прогнозы для данных высокой частотности, использование регрессионных моделей для прогнозирования. Для каждого из рассмотренных методов приводятся алгоритм формирования прогноза и пример реализации.

Предложенные подходы могут быть использованы для формирования ежемесячных и еженедельных прогнозов динамики рынков сельскохозяйственной продукции, а также для определения прогнозных уровней среднедушевого потребления основных продуктов питания, в случае если в предыдущие три года наблюдались значительные колебания показателя.

# 1. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ АПК НА ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ТРЕНДА

## 1.1. Методические подходы к выделению долгосрочного тренда

Выделение долгосрочного тренда представляет собой сглаживание временного ряда для определения общих тенденций в динамике рассматриваемого показателя. Отклонения от тренда в данном случае объясняются факторами краткосрочной динамики (например, влияние погодных условий на валовые сборы продукции растениеводства). Такой подход применим для таких индикаторов развития АПК, по которым доступен достаточно длинный ряд наблюдений и динамика которых в долгосрочном периоде является достаточно инерционной.

Процедура сглаживания может осуществляться с использованием различных методов фильтрации. Одним из наиболее распространенных является фильтр Ходрика-Прескота [18, 19], который представляет собой метод сглаживания временного ряда и позволяет разложить исходный ряд ( $Y_t$ ) на циклическую ( $c_t$ ) и трендовую ( $g_t$ ) компоненты:

$$Y_t = c_t + g_t.$$

Элементы сглаженного ряда выбираются таким образом, чтобы минимизировать целевую функцию:

$$\sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2.$$

Параметр  $\lambda$  определяет степень сглаженности тренда, чем он выше, тем более «гладким» будет полученный в результате применения фильтра ряд. Значение параметра задается экспертно. Рекомендуемые значения параметра гладкости:

100 – для годовых данных;

1600 – для квартальных данных;

14400 – для помесечных данных.

Возможно использование и других одномерных статистических фильтров (ВК – фильтр Бакстера-Кинга, CF – фильтр Кристиано-

Фицджеральда). В целом всем указанным процедурам присущ общий недостаток – смещение оценок в последних точках выборки. На рис. 1 представлено сравнение результатов использования различных фильтров для ряда валовых сборов зерновых и зернобобовых культур.

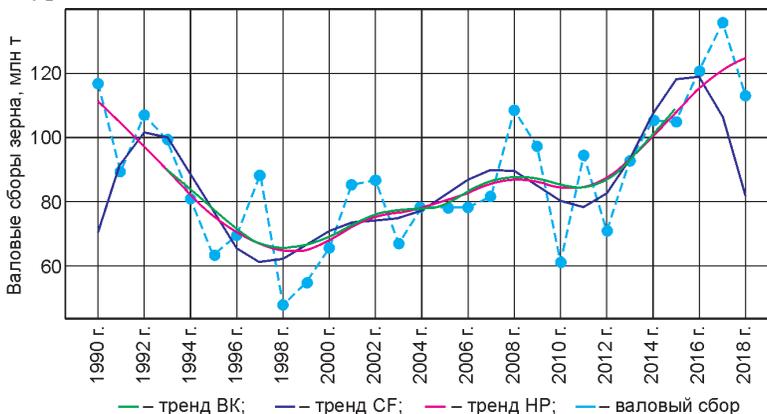


Рис. 1. Сравнение методов фильтрации (BK – фильтр Бакстера-Кинга, CF- фильтр Кристиано-Фицджеральда, HP – фильтр Ходрика-Прескота)

Фильтр Ходрика-Прескота дает более близкие к исходному ряду результаты. Таким образом, для выделения долгосрочного тренда рекомендуется пользоваться данным методом фильтрации.

Использование на первом этапе процедуры сглаживания позволяет точнее определять структурные сдвиги в динамике ряда и выбирать для прогноза более близкую аппроксимирующую функцию. Прогноз будет отображать потенциальные темпы роста исследуемого показателя.

## 1.2. Обзор методов пролонгации тренда

Следующим этапом формирования прогноза является подбор аппроксимирующей функции от времени для долгосрочного тренда. В зависимости от динамики ряда могут быть использованы различные варианты аппроксимации:

линейная – для линейных трендов с постоянными темпами роста (снижения);

экспоненциальная – для трендов с постоянно возрастающей скоростью роста;

степенная – для трендов с постоянными изменениями скорости роста;

логарифмическая – для ряда быстро растущего (убывающего) в начале периода и относительно стабильного в конце;

полиномиальная – для трендов с несколькими точками перегиба.

Значение аппроксимирующей функции зависит только от периода, что позволяет протянуть ряд на необходимое число шагов вперед. На основе полученного ряда рассчитываются прогнозные темпы роста. При предположении, что исследуемый показатель будет изменяться в соответствии с трендовой динамикой, его прогнозные значения могут быть рассчитаны следующим образом:

$$X_n = X_{n-1} I_{n/(n-1)},$$

где  $X_n$  – значение показателя в прогнозном периоде  $n$ ;

$X_{n-1}$  – значение показателя в периоде  $n-1$ ;

$I_{n/(n-1)}$  – трендовые темпы роста в периоде  $t$ .

### **1.3. Алгоритм формирования прогноза**

После выделения долгосрочного тренда и выбора аппроксимирующей функции может быть сформирован прогноз рассматриваемого показателя развития АПК.

Для формирования трендового прогноза требуется:

1. Выделить тренд, очистив исследуемый ряд данных от циклических колебаний.
2. Подобрать аппроксимирующую функцию для полученного ряда.
3. Построить прогноз на требуемое число шагов вперед.
4. Рассчитать трендовые темпы роста на прогнозный период.
5. Продлить исходный ряд, используя темпы роста, рассчитанные на предыдущем шаге.

Предложенный подход достаточно прост в применении и не требует большого объема входных данных. Однако подобный методический подход позволяет определять только общие тренды показателей развития АПК.

#### **1.4. Трендовый прогноз производства и потребления зерна**

В качестве примера использования рассмотренного подхода был сформирован прогноз валовых сборов и потребления зерновых и зернобобовых культур на период до 2021 г. Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 2, 3.

В 2018 г. из-за неблагоприятных погодных условий снижение валовых сборов зерновых и зернобобовых культур составило 22,1 млн т. Однако со стороны спроса существенных изменений не наблюдалось, кроме того, на прогнозном периоде ожидается сохранение позитивной динамики. Производственное потребление (на семена и корма) сохранит тенденции роста и к 2021 г. достигнет 26,7 млн т. Фонд потребления сохранится на стабильном уровне 0,1 млн т на всем прогнозном периоде. Спрос на зерновые со стороны переработчиков, учитывая предыдущие тенденции, на прогнозном периоде также продолжит расти со средними темпами около 3,5%.

Высокий спрос на внутреннем рынке, учитывая снижение прогнозов по урожаю во Франции, Германии, Польше и странах Прибалтики, будет поддержан увеличением экспортного спроса. На фоне повышательных тенденций со стороны потребления ожидается восстановление уровня валовых сборов: в 2019 г. показатель составит 120,6 млн т, а к 2021 г. достигнет 126,8 млн т.

Таблица 1

#### **Прогноз производства и потребления зерна в Российской Федерации на период до 2021 г., тыс. т**

Показатели	2017 г.	2018 г.*	2019 г. <sup>н</sup>	2020 г. <sup>н</sup>	2021 г. <sup>н</sup>
Производство (валовой сбор), млн т	135,5	113,3	120,6	123,7	126,8
Переработка (мука, крупа, комбикорма и др.), млн т	53,3	53,5	55,8	57,8	60,2

Показатели	2017 г.	2018 г.*	2019 г. <sup>н</sup>	2020 г. <sup>н</sup>	2021 г. <sup>н</sup>
Потребление (производственное и фонд потребления), млн т	24,4	23,5	25,3	26,0	26,7

\* Предварительная оценка Росстата.

<sup>н</sup> Прогноз.

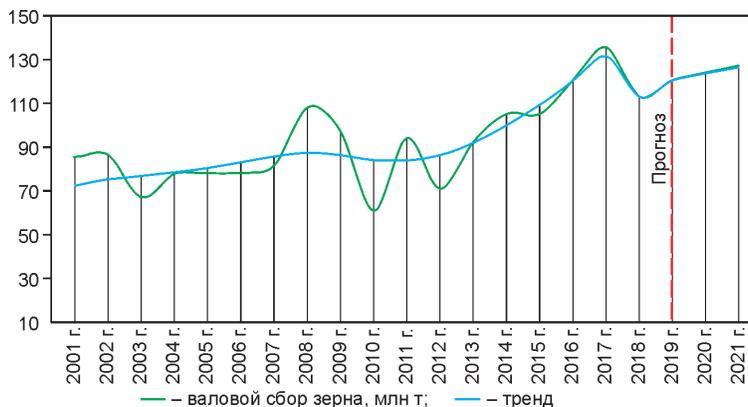


Рис. 2. Прогноз валовых сборов зерновых и зернобобовых в Российской Федерации на период до 2021 г., млн т

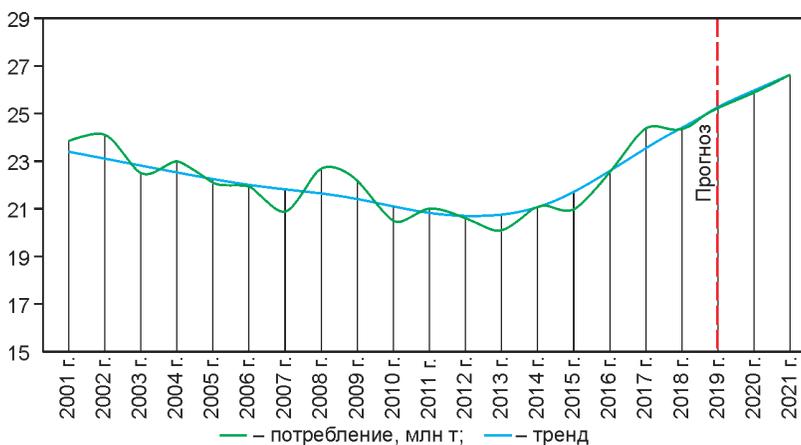


Рис. 3. Прогноз потребления зерна (промышленное и фонд потребления) в Российской Федерации на период до 2021 г., млн т

## 2. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ АПК НА ОСНОВЕ СЕЗОННЫХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

### 2.1. Общее описание алгоритма выделения сезонности

Использование «бесфакторных» моделей, основанных на изучении динамики исследуемого ряда, возможно и для показателей развития АПК с более высокой частотностью ряда. Однако при построении прогноза для квартальных или ежемесячных данных требуется учитывать фактор сезонности, характерный для производства сельскохозяйственной продукции.

Выделение сезонной компоненты представляет собой декомпозицию ряда на его структурные составляющие или компоненты:

$$Y_t = T_t + I_t + S_t,$$

где  $Y_t$  – исходный ряд;

$T_t$  – трендовая компонента;

$S_t$  – сезонная компонента;

$I_t$  – иррегулярная составляющая.

Модели, в которых ряд представляется как сумма компонент, носят названия аддитивных и могут быть использованы в случае если структура сезонности постоянна, а размах сезонных колебаний не зависит от значения рассматриваемого показателя. В противном случае предпочтительным является использование мультипликативных моделей; в данном случае исходный ряд записывается как произведение сезонной, трендовой и случайной компонент.

Для показателей развития АПК, таких как производство различных видов продукции растениеводства и животноводства, наличие сезонности определяется простым графическим анализом. В случае если наличие сезонной компоненты в данных не является очевидным, ряд может быть исследован на сезонность с использованием коррелограммы. Если автокорреляционная функция затухает по синусоиде или коэффициент автокорреляции значим для лага третьего порядка и выше, то можно предполагать наличие в ряде сезонной составляющей.

Наиболее распространёнными методами декомпозиции временного ряда являются:

- декомпозиция с использованием скользящего среднего;
- декомпозиция по методу X12-ARIMA;
- декомпозиция по методу локальных регрессий.

Для временного ряда  $y_t$ ,  $t = 1, \dots, T$  простое скользящее среднее с периодом усреднения  $K$  образуется путём усреднения  $K$  последовательных значений ряда  $y_t$ :

$$\text{sma}_i = \frac{y_{i-m} + y_{i-m+1} + \dots + y_{i+m}}{K}.$$

Для сезонных временных рядов в качестве периода усреднения используется  $K=2, 4$  и  $12$  для полугодовых, квартальных и ежемесячных данных соответственно.

Использование скользящего среднего для выделения сезонной компоненты имеет ряд недостатков. Во-первых, по построению метод ведет к потере первых и последних значений ряда, что особенно критично в случае достаточно коротких временных рядов. Кроме того, метод не позволяет учитывать календарные эффекты – торговые или праздничные дни, оказывающие влияние на динамику ряда. Также в рамках данного подхода не учитываются возможные сезонные сдвиги в структуре сезонности.

Ввиду указанных недостатков на практике для определения сезонности чаще всего используют декомпозиции X12-ARIMA и подход, основанный на локальных регрессиях.

Метод X12-ARIMA разработан Бюро переписи США и представляет собой итерационную процедуру выделения сезонной компоненты, которая включает в себя многоэтапную процедуру сглаживания ряда с использованием скользящего среднего и оценку вспомогательной ARIMA-модели для дополнения краев ряда [17, 18].

Декомпозиции по методу локальных регрессий или структурные модели временных рядов (STL) предназначены для общего анализа временных рядов, не специализируются только на сезонной корректировке. Они моделируют отдельно каждую из компонент ряда [17].

Для ежемесячных и ежеквартальных рядов различных показателей развития АПК рекомендуется использовать алгоритм

X12-ARIMA. Такой подход учитывает возможность изменения сезонных коэффициентов во времени, не приводит к потере значений на концах ряда, является робастным, а также позволяет учитывать влияние праздничных и торговых дней. Длина ряда показателя для применения метода должна быть не менее трех лет.

Для более частотных интервалов X12-ARIMA не подходит. В случае если частотность показателя выше месяца, то для декомпозиции ряда рекомендуется использовать структурные модели временных рядов. При этом стоит учитывать, что данный подход не позволяет анализировать календарные эффекты.

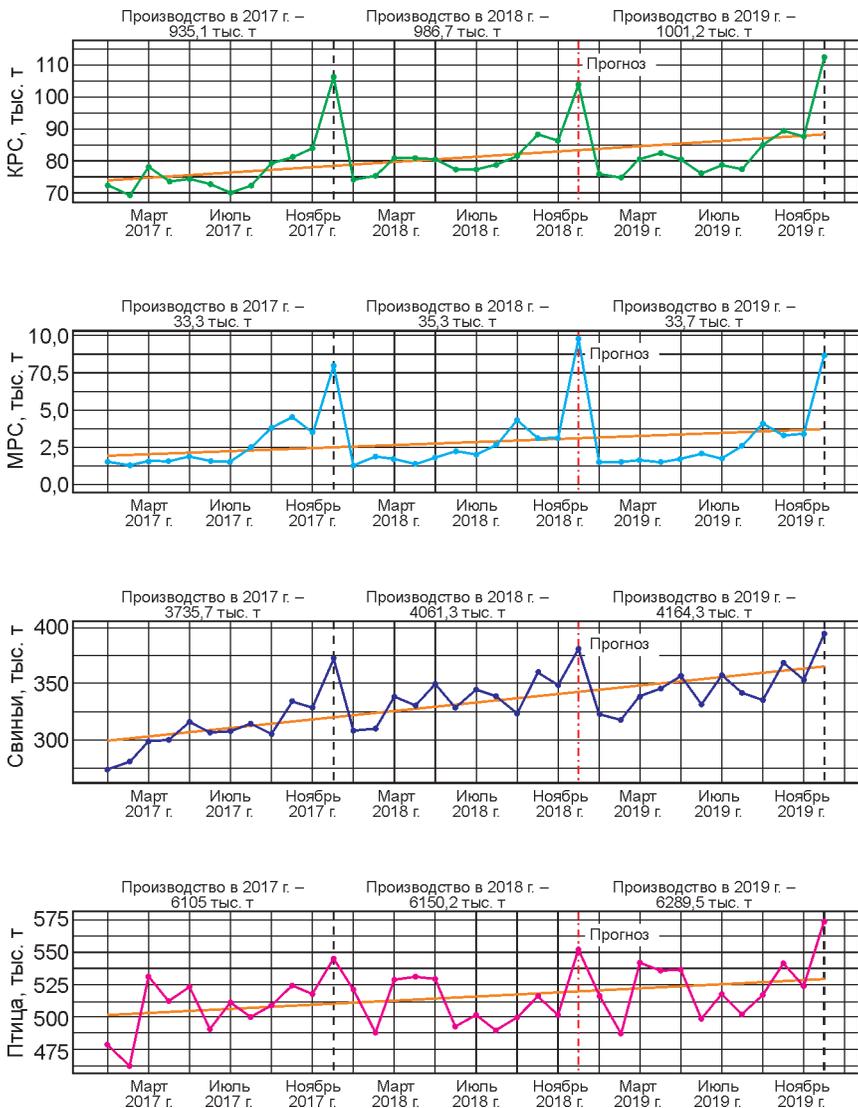
## **2.2. Сезонный прогноз производства скота и птицы на убой**

Для иллюстрации использования сезонных моделей на основе процедуры X12-ARIMA был сформирован прогноз производства скота и птицы на убой (в живой массе), учитывающий трендовую динамику и сезонные колебания. Результаты представлены на рис. 4. Можно видеть, что все ряды (мясо КРС, МРС, птицы, свинина) имеют январские сезонные пики, при этом для мяса птицы сезонная компонента менее выражена.

В соответствии с прогнозом объем производства в 2019 г. составит 1001,2 тыс. т КРС (+1,5% к 2017 г.), 33,7 тыс. т МРС (-4,5% к 2017 г.), 4164,3 тыс. т свинины (+2,5% к 2017 г.), 6289,5 тыс. т птицы (+2,3% к 2017 г.). В целом по большинству категорий мяса и птицы ожидается рост производства на убой.

Положительная динамика производства КРС достигается в основном за счет реализации мер государственной поддержки мясного скотоводства, в то время как рост свинины и птицы поддерживается преимущественно расширением экспортных поставок.

Таким образом, использование сезонных моделей позволяет получить прогноз показателей развития АПК на период до года, учитывающий сезонные колебания, календарные эффекты и трендовую компоненту.



*Рис. 4. Прогноз производства скота и птицы на убой (в живой массе) в 2017-2019 гг., тыс. т*

### 3. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ АПК С ВЫСОКОЙ ЧАСТОТНОСТЬЮ СБОРА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Для формирования прогнозов на короткий период для данных с высокой частотностью применение факторных моделей часто бывает затруднительно ввиду отсутствия статистической информации о динамике показателей, оказывающих влияние на исследуемую переменную той же периодичности. Одномерные статистические модели класса ARIMA (модели авторегрессии и скользящего среднего) также не способны учитывать все особенности динамики ряда, такие как непостоянство дисперсии значений. В высокочастотных данных часто наблюдаются так называемые «кластеры волатильности», т.е. чередование периодов высокой и низкой волатильности. Подобная динамика часто характерна для еженедельных изменений уровня цен на сельскохозяйственные продукты и носит название условной гетероскедастичности.

Для оценки формирования прогнозов высокочастотных данных, таким образом, может использоваться модель GARCH, позволяющая учесть условную гетероскедастичность.

Так, можно предполагать, что исходный ряд описывается следующим процессом:

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

где  $\mu$  – условное математическое, которое может моделироваться процессом ARIMA.

$$\mu_t = \varphi + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j},$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t v_t,$$

$$\sigma_t^2 = \alpha + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 - \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2.$$

Общий алгоритм формирования прогноза на основе GARCH моделей включает в себя следующие этапы:

проверка исходного ряда на стационарность. В случае если исходный ряд нестационарен, то для моделирования используются его первые разности;

выбор порядка модели ARIMA (p, q) на основе анализа автокорреляционной функции и/или информационных критериев;

выбор порядка модели GARCH (m, s);

формирование прогноза на шаг вперед.

Подобный подход может использоваться для еженедельного прогноза цен производителей. Анализ средних абсолютных ошибок прогнозирования на период с сентября 2018 г. по февраль 2019 г., представленный в табл. 2 и на рис. 5-17, свидетельствует, что модель демонстрирует высокие прогностические свойства.

Таблица 2

**Средняя абсолютная ошибка прогнозирования модели ARIMA-GARCH для цен производителей на основные товары**

Продукт	Средняя абсолютная ошибка прогнозирования (MAPE), %
Говядина (убойная масса)	0,8
Свинина (убойная масса)	0,9
Мясо кур (убойная масса)	0,9
Молоко сырое	1,2
Молоко сухое цельное	2,7
Пшеница третьего класса	2,1
Мука пшеничная	2,7
Сахар	1,8
Хлеб из пшеничной муки	0,7
Подсолнечник	0,7
Кукуруза	1,2
Картофель	1,0

Прогноз рассчитывается еженедельно, таким образом, параметры модели регулярно переоцениваются при поступлении новой информации, что позволяет повышать качество модели.

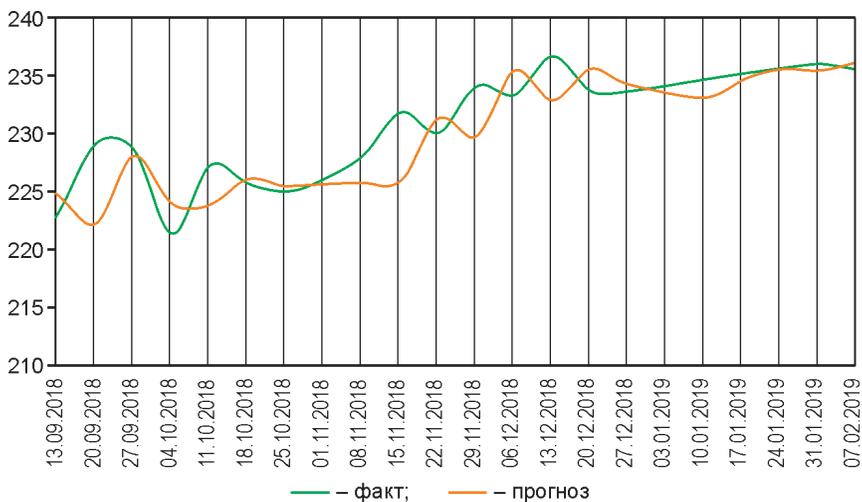


Рис. 5. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на говядину (убойная масса), тыс. руб/т

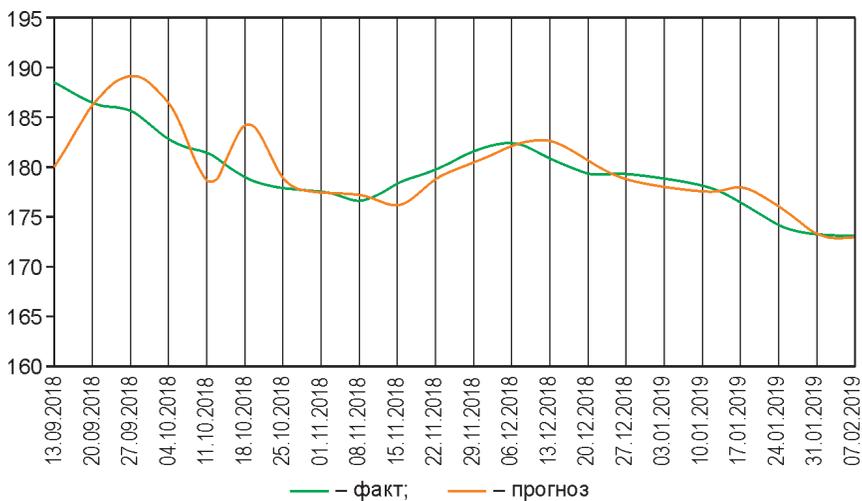


Рис. 6. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на свинину (убойная масса), тыс. руб/т

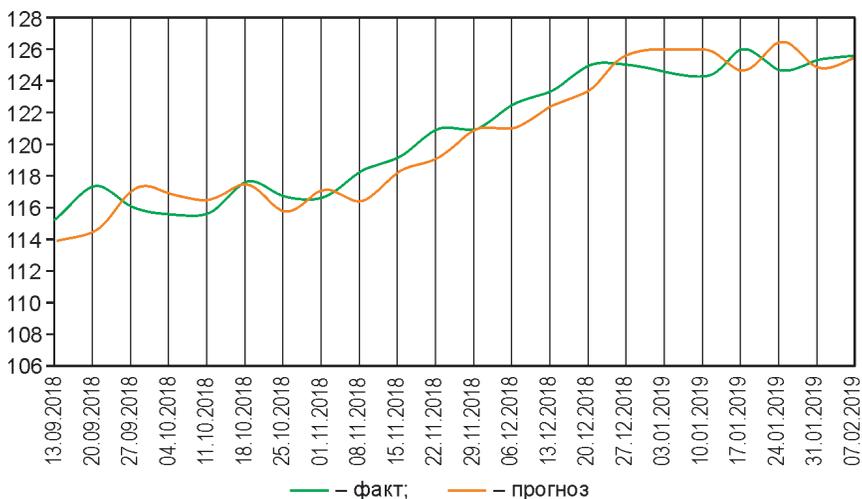


Рис. 7. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на мясо кур (убойная масса), тыс. руб/т

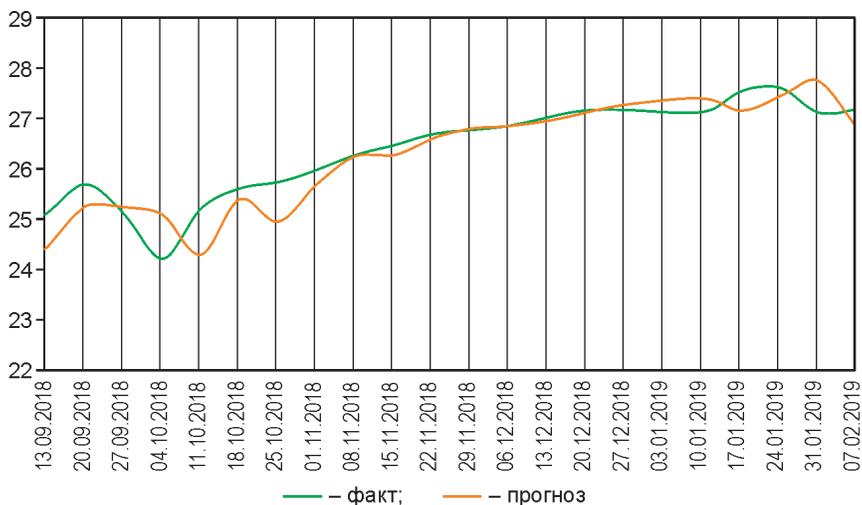


Рис. 8. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на молоко сырое, тыс. руб/т

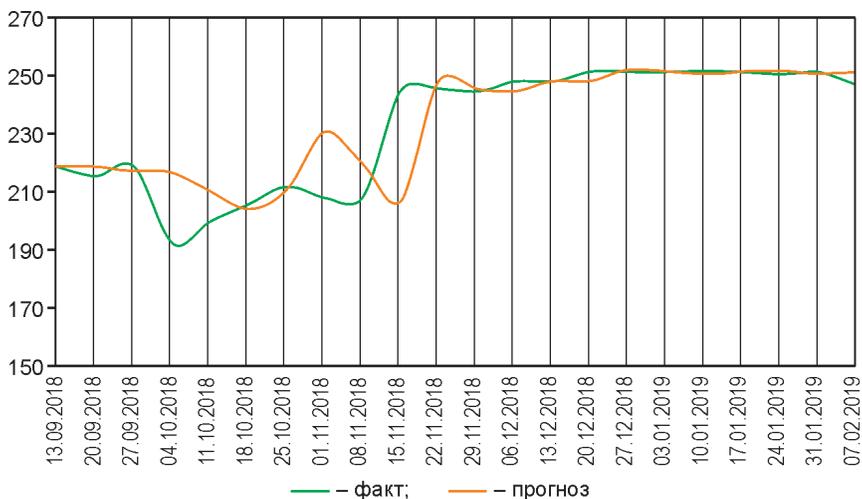


Рис. 9. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на молоко сухое цельное, тыс. руб/т

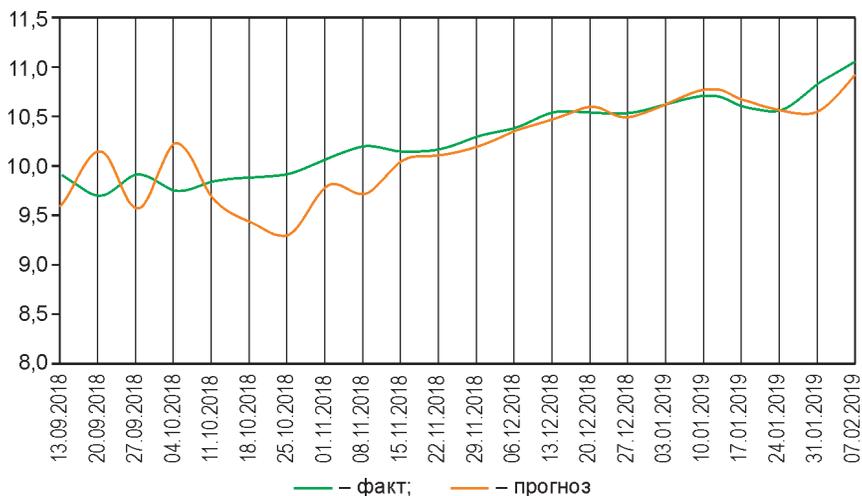
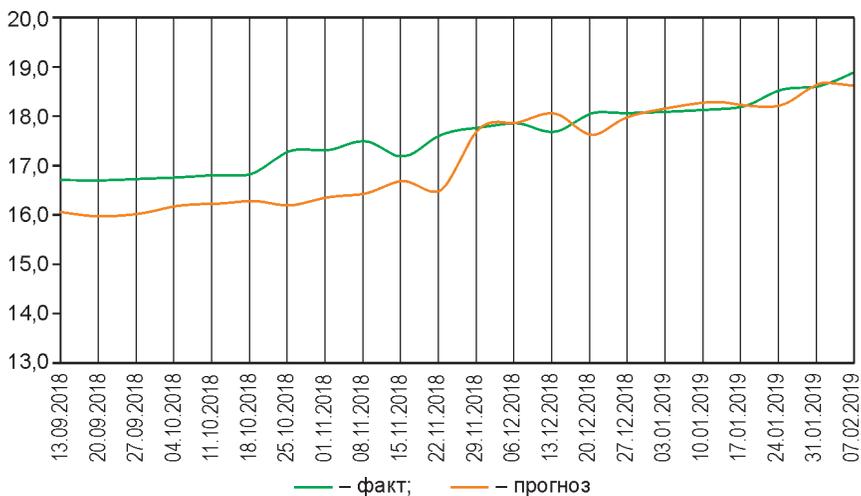
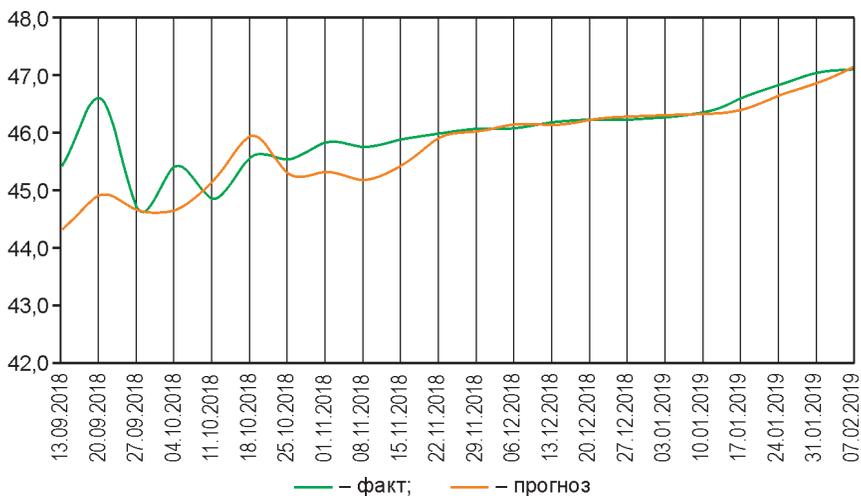


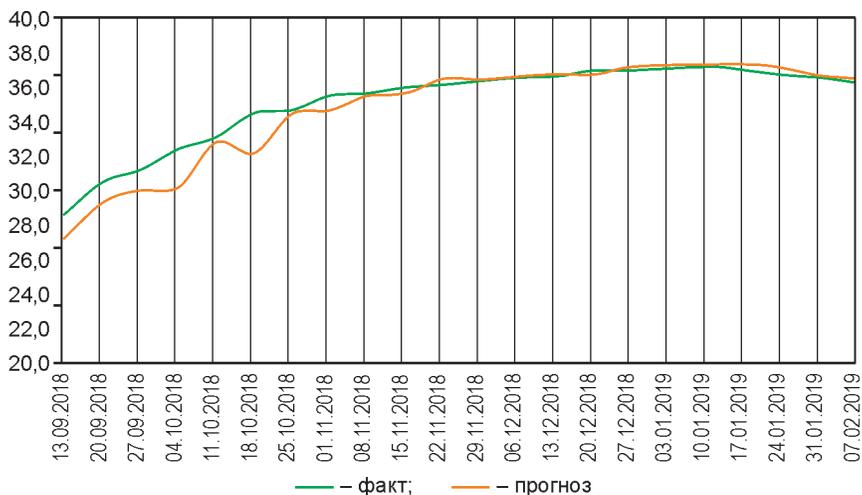
Рис. 10. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на пшеницу (третьего класса), тыс. руб/т



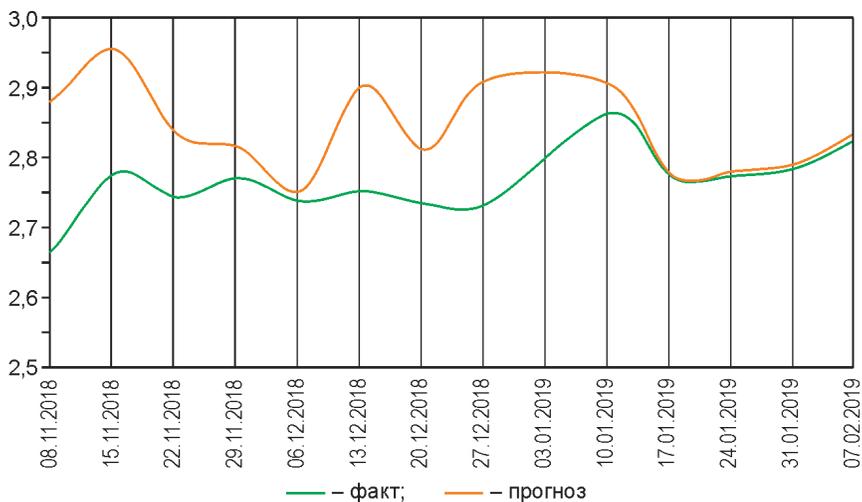
*Рис. 11. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на муку пшеничную, тыс. руб/т*



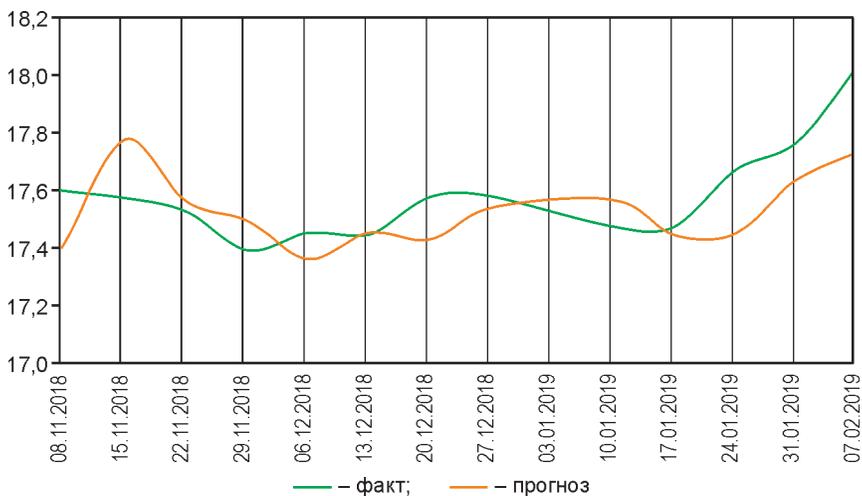
*Рис. 12. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на хлеб пшеничный, тыс. руб/т*



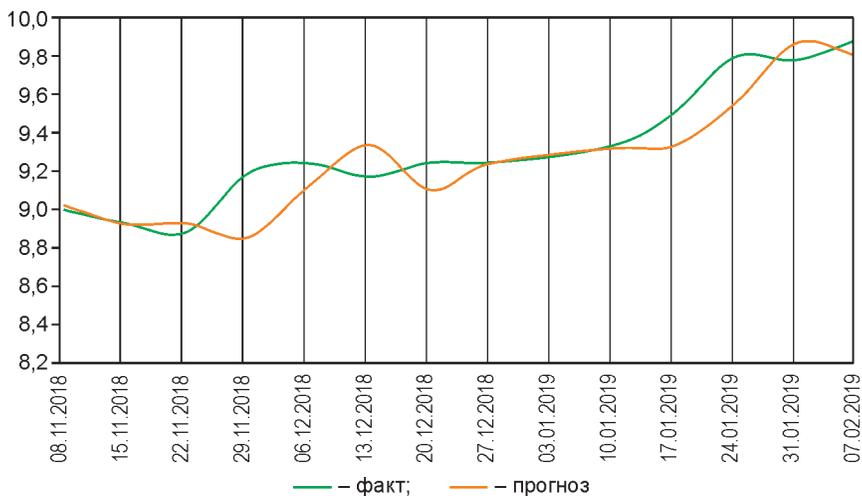
*Рис. 13. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на сахар, тыс. руб/т*



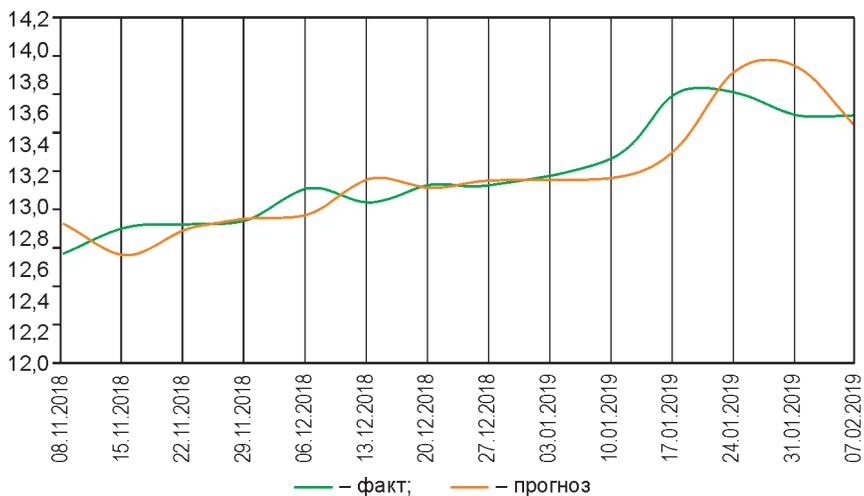
*Рис. 14. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на сахарную свеклу, тыс. руб/т*



*Рис. 15. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на подсолнечник, тыс. руб/т*



*Рис. 16. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на кукурузу, тыс. руб/т*



*Рис. 17. Сравнение фактической и прогнозной динамики средних цен производителей на картофель, руб/кг*

## **4. ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

### **4.1. Методические подходы к формированию прогноза динамики потребительского рынка**

Анализ динамики среднедушевого потребления продуктов питания имеет существенное значение для оценки объемов рынка сельскохозяйственной продукции, и формирования агропромышленной политики. Кроме того, соотношение фактического среднедушевого потребления основных продуктов питания и рекомендуемого Минздравом России рационального уровня [2] является одним из целевых индикаторов Доктрины продовольственной безопасности [1], в соответствии с которой продовольственная безопасность обеспечивается в том случае если фактическое потребление отдельных продуктов на душу населения соответствует рациональной норме. Для оценки потенциальных рисков в области продовольственной безопасности требуется информация о перспективных изменениях в уровне потребления основных продуктов питания при реализации различных сценариев экономического развития. Оценка прогнозной динамики необходима и для определения приоритетных отраслей развития сельского хозяйства, а также оценки экономической эффективности импортозамещения и перспектив роста экспорта основных видов продукции.

Предлагаемый методический аппарат включает в себя порядок прогнозных расчетов среднедушевого уровня потребления отдельных продуктов и соответствия данного уровня нормам потребления, рекомендованным Минздравом России, предназначен для определения приоритетных направлений развития отраслей агропромышленного комплекса с учетом возможных объемов экспорта при обеспечении уровня продовольственной безопасности и может быть использован региональными органами управления АПК при формировании региональных продовольственных балансов в случае значительных колебаний уровня среднедушевого потребления.

В соответствии с Методикой формирования прогнозных региональных продовольственных балансов для проведения мониторинга

и прогнозирования состояния продовольственной безопасности на территории субъектов Российской Федерации в рамках автоматизированной информационной системы Минсельхоза России АИС «СМПБ» прогнозное среднедушевое потребление определяется следующим образом [4]:

- для мяса и мясной продукции в целом – рассчитывается исходя из прогноза роста реальных денежных доходов населения (рост доходов определяется в соответствии с прогнозом социально-экономического развития субъекта РФ); доля потребления отдельного вида мяса – принимается равной прошлогоднему значению;
- для прочей продукции – определяется как среднее значение за последние три года.

Такой подход позволяет обеспечивать достаточно точный прогноз при стабильной динамике потребительского рынка. Предложенный в данной работе аппарат позволяет уточнить прогноз, в случае если изменение уровня среднедушевого потребления за последние три года составляло более 15% или волатильность показателя превышала три стандартных отклонения.

В качестве переменной рекомендуется использовать относительный показатель – потребление основных продуктов питания в расчете на человека в год. Использование относительного показателя позволяет нивелировать влияние численности населения на объемы потребления.

Источниками данных о среднедушевом потреблении основных продуктов питания являются система продовольственных балансов Российской Федерации и результаты выборочных обследований бюджетов домашних хозяйств.

Данные о потреблении основных продуктов питания публикуются Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации на ежегодной основе по таким категориям продуктов, как мясо, молоко, яйцо, масло, овощи, фрукты, картофель, сахар, хлебные изделия в региональном разрезе.

Обследование бюджетов домашних хозяйств проводится во всех субъектах Российской Федерации по выборочному методу и строится на принципах добровольного участия и охватывает около 48,5 тыс. домохозяйств ежеквартально [7].

Для формирования прогноза может быть использован любой из указанных источников, однако в оценках потребления по данным методикам наблюдаются расхождения. В методических комментариях Росстата такое расхождение объясняется тем фактом, что данные, полученные по результатам обследования бюджетов домашних хозяйств, не учитывают потребление продуктов в системе общественного питания, регистрируя только домашнее питание. В подавляющем большинстве работ авторы указывают на необходимость учитывать при моделировании среднедушевого потребления продуктов питания уровень доходов населения, относительно характера влияния данного фактора исследования демонстрируют противоречивые результаты. Однако исследования потребительского рынка свидетельствуют, что потребители с более высоким уровнем доходов при прочих равных склонны снижать потребление основных продуктов питания [10, 11]. Как правило, потребление и уровень доходов связаны зависимостью параболического типа. То есть потребление имеет тенденции роста при увеличении доходов до некоторого порогового уровня, при достижении которого потребители склонны снижать объемы потребления (или замедлять темпы их роста) в ответ на дальнейшее увеличение среднедушевых доходов. Таким образом, потребители с различным уровнем доходов могут демонстрировать различную чувствительность к одним и тем же факторам.

Для корректных оценок требуется учитывать также распределение регионов по уровню жизни. Для определения однородных групп регионов может быть применен алгоритм кластерного анализа k-средних. Метод представляет собой итерационную процедуру минимизации суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от их центров. На первом этапе центроиды кластеров выбираются случайно, а наблюдения относятся к кластеру, к среднему которого находятся ближе всего. В качестве меры близости используется евклидова метрика. На следующих этапах центроиды пересчитываются до тех пор, пока границы кластеров не перестанут изменяться от итерации к итерации.

Кластеризация регионов проводится с учетом следующих признаков:

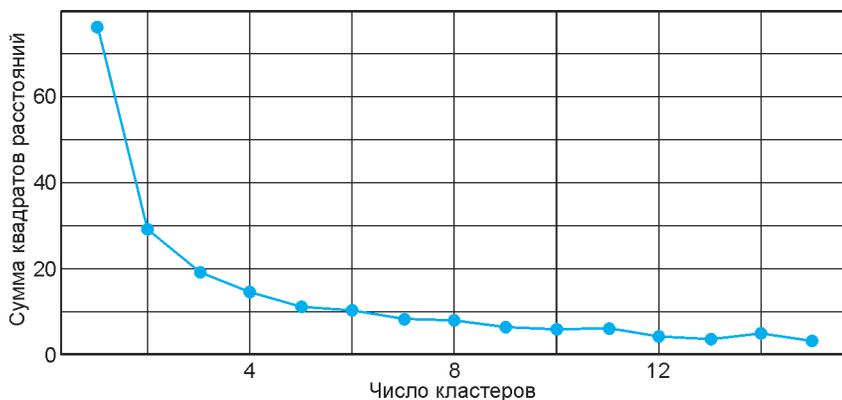
- средние реальные доходы населения;

- доля населения с доходами ниже 19 тыс. руб. в общей численности населения региона;

- отношение среднего уровня доходов 20% населения с самыми высокими доходами к среднему уровню доходов 20% населения с самыми низкими.

Два последних показателя позволяют учитывать в распределении регионов по кластерам не только абсолютные значения среднедушевых доходов, но и степень неравенства в их распределении.

Для определения числа кластеров рекомендуется использовать критерий суммы квадратов расстояний между точками наблюдений внутри кластеров (рис. 18). Если разброс объектов внутри групп существенно снижается при разделении первоначального набора данных на два кластера, а при дальнейшем увеличении числа кластеров сумма квадратов расстояний уменьшается незначительно, то выбор делается в пользу выделения двух групп регионов.



*Рис. 18. Изменение суммы квадратов расстояний между объектами внутри групп наблюдений при увеличении числа кластеров*

Различия в уровне регионального потребления могут объясняться достаточно широким набором факторов. Наиболее часто в качестве детерминант выделяют уровень доходов потребителей, динамику цен, уровень урбанизации, возрастную структуру и уровень образования потребителей [8, 10, 11].

Рост доходов населения может как активизировать потребительский спрос, так и за счет действия эффекта замещения (потребители переключатся на потребление более дорогих продуктов питания) вести к снижению уровня потребления продукта. Влияние уровня доходов, таким образом, может иметь различный характер для разных продуктов питания и в разных региональных группах.

Снижение потребительских цен ведет к росту потребления, при этом относительно более существенное снижение цен на товары субституты корректирует потребительские предпочтения в пользу более доступных товаров.

Ослабление курса национальной валюты, с одной стороны, делает импортные товары дороже для внутренних потребителей, что оказывает негативное давление на уровень личного и производственного потребления. В то же время снижение курса оказывает поддержку экспортерам, делая их товары более привлекательными для внешних рынков, что стимулирует национальных производителей наращивать экспорт сельскохозяйственной продукции. При отсутствии возможности оперативно наращивать объемы производства такая ситуация ведет к образованию на рынках дефицитного предложения и, следовательно, роста цен, что также негативно сказывается на уровне спроса.

Влияние показателей структуры населения на потребление также зависит от продукта и принадлежности потребителей к региональным кластерам.

Кроме того, в число факторов следует включать лаг среднедушевого потребления, поскольку потребители не склонны существенно менять объемы покупок основных продуктов питания и ориентируются на уже достигнутый уровень.

Данные по среднедушевому потреблению имеют панельную структуру (имеют временной и региональный разрез), поэтому необходимо использовать регрессионную модель на панельных данных. Такой подход позволяет учитывать как специфические особенности регионов, так и временную динамику спроса, а также проводить агрегацию до федерального уровня. С технической стороны использование панельных данных обеспечивает необходимую для получения несмещенных оценок выборку наблюдений.

В общем виде регрессионное уравнение может быть представлено в виде

$$Qd_{it} = \beta_i + \alpha Qd_{it-1} + \beta_1 IPC_{it} + \beta_2 Inc_{it} + \beta_3 Pop_{it} + \beta_4 Exch_{it} + \varepsilon_{it},$$

где  $Qd_{it}$  – среднедушевое потребление рассматриваемого продукта питания;

$Qd_{it-1}$  – лаг среднедушевого потребления;

$IPC_{it}$  – ценовые переменные;

$Inc_{it}$  – переменные, характеризующие уровень доходов населения;

$Pop_{it}$  – переменные, характеризующие структуру населения;

$Exch_{it}$  – переменные, характеризующие внешнеэкономические показатели;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенная случайная ошибка.

Включение в уравнение лага среднедушевого потребления связано с возникновением эндогенности регрессоров. При введении в уравнение лагированной зависимой переменной возникает проблема автокоррелированности остатков. Даже если сама ошибка не является автокоррелированной, то лагированная переменная коррелирует со случайным членом, следствием чего будет смещение оценок коэффициентов.

Для решения перечисленных проблем наиболее удобным методом оценки представляется обобщенный метод моментов [16]. В качестве инструментов для эндогенных переменных используются их собственные лагированные значения для каждого уровня, таким образом, эндогенные регрессоры превращаются в преддетерминированные и, следовательно, не коррелирующие с ошибкой уравнения.

Оценка коэффициентов регрессионного уравнения, таким образом, производится с помощью динамической модели Арелано-Бонда для панельных данных.

С целью уменьшить вероятность получения мнимых зависимостей все ряды следует предварительно тестировать на наличие единичных корней. Для проверки гипотезы о наличии единичного корня используется тест на наличие общего процесса единичного корня, предложенный в работе Левина-Лин-Чу [12], который учитывает панельную структуру данных и подходит для коротких панелей, где длина временного ряда значительно меньше числа групп.

Для оценки уровня потребления на прогнозном периоде в соответствии с описанным в предыдущем разделе инструментарием требуется информация о перспективной динамике факторов, входящих в регрессионное уравнение. В качестве прогноза факторов могут использоваться данные Прогноза социально-экономического развития Российской Федерации до 2024 года [15] и демографического прогноза Росстата до 2035 года [14].

Алгоритм формирования прогноза среднедушевого потребления, блок-схема для которого представлена на рис. 19, включает в себя следующие этапы:

- выбор объясняющей переменной;
- кластеризация регионов по уровню доходов и равномерности их распределения с целью обеспечения однородности данных;
- выбор факторов, оказывающих влияние на уровень потребления;
- оценка динамической регрессионной модели на панельных данных;
- формирование прогноза потребления основных продуктов питания в соответствии с прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации Минэкономразвития России.

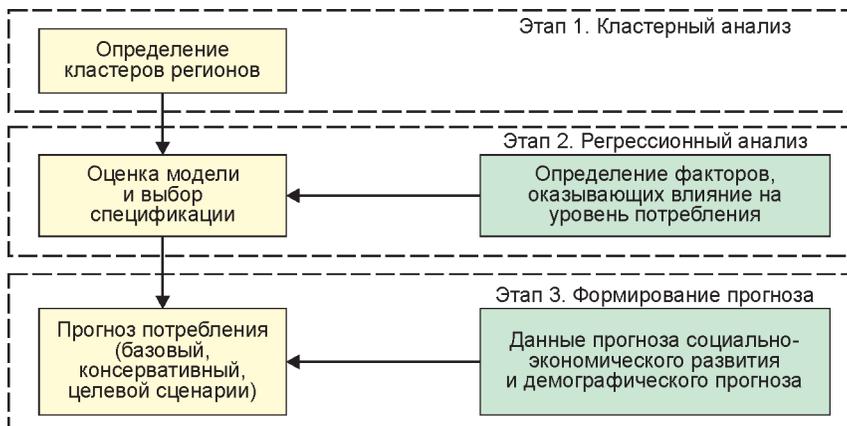


Рис. 19. Блок-схема формирования прогноза среднедушевого потребления продуктов питания

Апробация модели формирования прогноза динамики потребления, позволяющей учитывать влияние на уровень среднедушевого потребления основных макроэкономических индикаторов, таких как уровень доходов, динамика цен, показатели структуры населения и внешнеэкономической деятельности представлена в следующем разделе методических рекомендаций.

#### **4.2. Прогноз потребления основных продуктов питания в Российской Федерации**

В данном разделе для основных продуктов питания проводится оценка регрессионной модели на панельных данных и формируется прогноз на период до 2021 г. Перечень данных, используемых для оценки моделей, представлен в табл. 3.

Таблица 3

##### **Перечень показателей, используемых в модели, и источники данных**

Переменная	Единица измерения/порядок расчета	Период наблюдений	Источник
1	2	3	4
Потребление основных продуктов питания	Среднедушевое потребление основных продуктов питания на одного человека, кг	2006-2017 гг.	Росстат, данные продовольственных балансов, данные выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств
Средние реальные доходы населения	Среднее доходы населения в постоянных ценах 2016 г.	2006-2017 гг.	Росстат, данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС)
Доля населения старше трудоспособного возраста	Отношение численности населения старше трудоспособного возраста (женщины в возрасте 54 лет и мужчины в возрасте старше 59 лет) к общей численности постоянного населения, %	2006-2017 гг.	Росстат, данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС)

1	2	3	4
Доля городского населения	Отношение численности городского населения к общей численности постоянного населения, %	2006-2017 гг.	Росстат, данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС)
Индекс цен на основные продукты питания	Индекс цен на основные продукты питания в декабре к декабрю предыдущего года, %	2006-2017 гг.	Росстат, данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС)
Темп роста курса рубля к доллару	Отношение среднегодового уровня курса рубля к доллару к уровню предыдущего периода	2006-2017 гг.	База данных Банка России

Учитывая высокий разброс данных и нелинейный характер зависимости среднедушевого потребления от уровня доходов, первоначальный набор данных был разделен на два кластера в соответствии с показателями уровня жизни.

Результаты кластеризации регионов по набору показателей, характеризующих уровень и распределение доходов населения, представлены в табл. 4. Для анализа использовались данные Росстата за 2017 г. в региональном разрезе.

В первую группу вошло 50 регионов с относительно более низким уровнем доходов – среднее значение показателя в кластере составляет около 24,5 тыс. руб. в месяц. Доля населения с доходами ниже 19 тыс. руб. в данной группе – 51,3%, а среднедушевой уровень денежных доходов наиболее обеспеченного населения в 6,6 раз превышает среднедушевые доходы наименее обеспеченного. Средние реальные доходы населения второй группы – 32,1 тыс. руб., что выше показателя первого кластера на 42,8%. Доля населения с доходами ниже 19 тыс. руб. заметно ниже, чем в первой группе, – 36,1%. Однако уровень неравенства во второй группе выражен более явно. Таким образом, выделенные кластеры условно можно считать группами регионов с низким и высоким уровнями доходов населения.

**Характеристики региональных кластеров**

Характеристика	Кластер 1	Кластер 2
Средние реальные доходы населения, руб.	22454,1	32064,3
Доля населения с доходами ниже 19 тыс. руб. в общей численности населения, %	51,3	36,1
Отношение среднего уровня доходов 20% населения с самыми высокими доходами к среднему уровню доходов 20% населения с самыми низкими доходами	6,6	8,1
Число регионов	50	32

В соответствии с методологией, принятой Минэкономразвития России, расчет перспективного уровня потребления проводился для трех сценариев социально-экономического развития: базового, консервативного и целевого [3]. Однако последний прогноз макроэкономической динамики был сформирован министерством только по базовому и консервативному сценариям.

Базовый сценарий предполагает последовательную реализацию макроэкономической политики в рамках бюджетного правила, что будет приводит к незначительному ослаблению курса национальной валюты в период 2019-2021 гг. В целом 2019 г. в рамках данного сценария рассматривается как адаптационный. Ускорение инфляции и замедление экономического роста будут носить временный характер, реализация пакета структурных изменений, предложенных Правительством Российской Федерации, позволит вывести экономическую динамику на более высокую траекторию с ускорением темпов роста ВВП до 3% к 2021 г. Рост реальных располагаемых доходов населения ожидается на уровне 1-2%.

Консервативный сценарий разработан на основании предположения о существенном замедлении темпов роста мировой экономики, прежде всего в результате реализации сценария «жесткой посадки» китайской экономики. Более медленные темпы роста мировой экономики обусловят снижение спроса на энергоресурсы и другие сырьевые товары. В условиях более жестких внешнеэкономических условий в период 2019-2021 гг. ожидаются замедление темпов экономического роста и повышение инфляционного давления, что ока-

жет сдерживающее воздействие на динамику основных социальных параметров.

Набор сценарных условий, представленных в текущей редакции прогноза социально-экономического развития, в рамках данного исследования был дополнен целевым сценарием. Целевой вариант прогноза основан на тех же предпосылках относительно внешнеэкономической динамики, что и базовый вариант. При этом в его основу положен высокий вариант демографического прогноза Росстата. Позитивная динамика демографических показателей в сочетании с ростом инвестиционной активности обуславливает более значительные темпы роста экономики, а следовательно, и более существенный рост доходов населения.

#### **4.2.1. Прогноз потребления куриных яиц**

Для формирования прогноза среднедушевого потребления яиц оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(\text{egg\_h}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{egg\_h}_{it-1}) + \beta_2 \ln(\text{inc}_{it}) + \beta_3 \text{city\_g}_{it} + \beta_4 \text{old\_g}_{it} + \beta_4 \ln(\text{exch\_g}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{p\_egg}_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $\text{egg\_h}_{it}$  – потребление яиц в расчете на душу населения в регионе  $i$  в году  $t$  ( $\text{egg\_h}_{it-1}$  – уровень потребления в предыдущем периоде);

$\text{inc}_{it}$  – средние реальные доходы в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{city\_g}_{it}$  – темпы роста доли городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{old\_g}_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{exch\_g}_{it}$  – темп роста курса в году  $t$ , скорректированный на ИПЦ продовольственных товаров в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{p\_egg}_{it}$  – индекс цен на яйца куриные в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки итоговой спецификации представлены в табл. 5. Значимыми для потребления яиц факторами по результатам оценки оказались ценовая динамика, уровень доходов и объем по-

требления в предыдущем периоде. Положительный знак при лаге потребления свидетельствует, что потребители не склонны к резким изменениям в уровне потребления яиц. Причем в регионах с более низким уровнем доходов потребители в большей степени склонны поддерживать достигнутый уровень потребления. Потребители с более высоким уровнем доходов имеют больше возможностей разнообразить рацион питания, а потому в большей степени реагируют на финансовые переменные. Кроме того, в регионах второго кластера в целом достигнут более высокий уровень потребления яиц. В целом потребители в обоих кластерах склонны наращивать потребление в ответ на рост доходов и снижать при ускорении темпов роста цен на рассматриваемую продукцию.

Исключение из числа значимых факторов темпов роста урбанизации и демографической нагрузки объясняется тем, что влияние данных переменных косвенным образом учитывается в показателях уровня дохода (уровень доходов выше в городской местности и регионах с менее существенной демографической нагрузкой) и уже достигнутого уровня потребления.

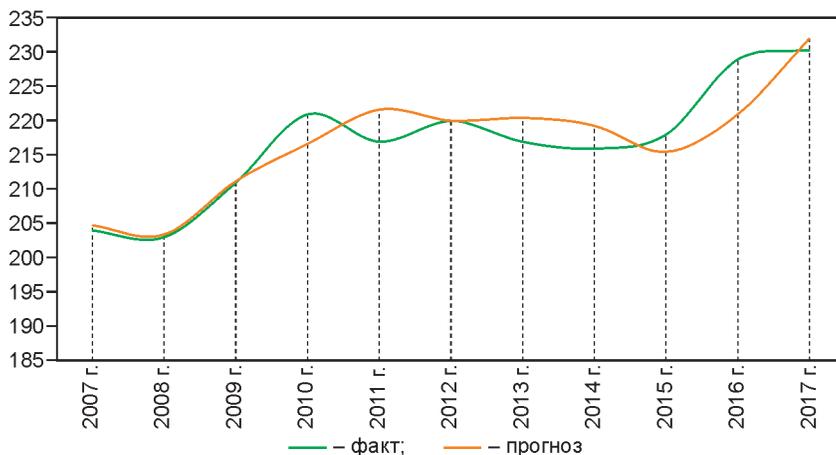
Таблица 5

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление яиц</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
Уровень потребления в предыдущем периоде	0,633***	0,677***	0,453***
Темпы роста реальных доходов населения	0,102***	0,085***	0,157***
Индекс цен на яйца куриные	-0,159***	-0,138**	-0,199***
Значимость тестов			
Тест Сарджента	0,123	0,895	0,998
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,004	0,004
Автокорреляция второго порядка	0,759	0,158	0,209
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.			

Основные тесты на спецификацию и качество уравнения подтверждают правомерность используемого подхода. Так, тест Сарджента на качество используемых инструментов позволяет отвергнуть нулевую гипотезу о том, что для лагированной переменной использовались слабые инструменты. Результаты теста Вальда свидетельствуют о статистической значимости для всех трех оцененных уравнений, а тест на автокорреляцию подтверждает наличие в динамике потребления авторегрессионного процесса первого порядка, его результаты значимы на 1%-ном уровне.

Предложенный инструментарий позволяет достаточно близко описывать динамику потребления куриных яиц, как видно при сравнении фактической и модельной динамики среднедушевого потребления (рис. 20-23). Средняя абсолютная ошибка прогнозирования составляет 1,2%.



*Рис. 20. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления яиц в Российской Федерации в период 2007-2017 гг. на одного человека в год, шт.*

Объемы среднедушевого потребления яиц растут на всем прогнозном периоде. Незначительное сокращение ожидалось только по итогам 2018 г. Учитывая меньшую склонность потребителей с более высоким уровнем доходов поддерживать достигнутый уровень потребления и большую чувствительность к ценовым факторам, для

регионов второго кластера ожидаются более существенные сокращения потребления в 2018 г. по сравнению с уровнем предыдущего года. В период 2019-2020 гг. потребление в данном региональном кластере будет расти более активными темпами.

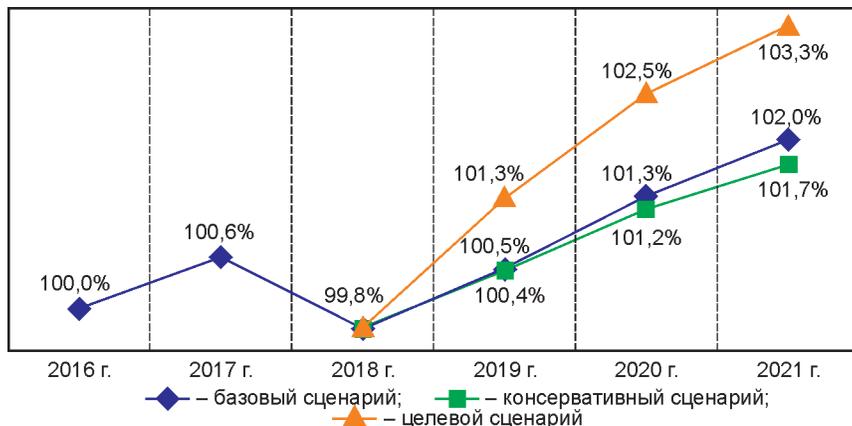


Рис. 21. Темпы роста среднедушевого потребления яиц к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития

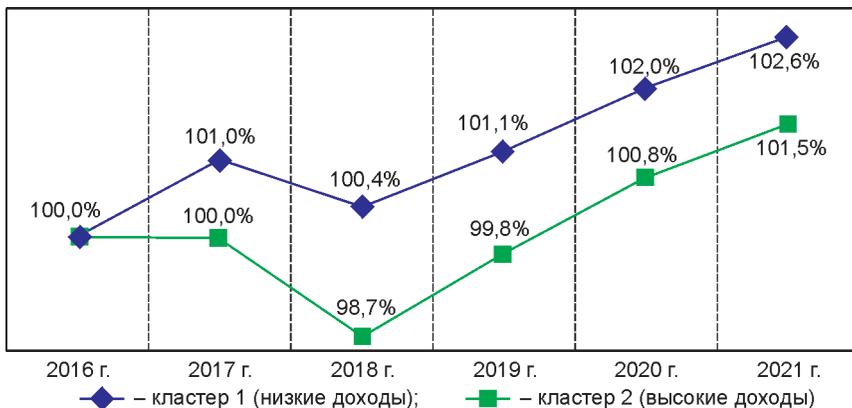
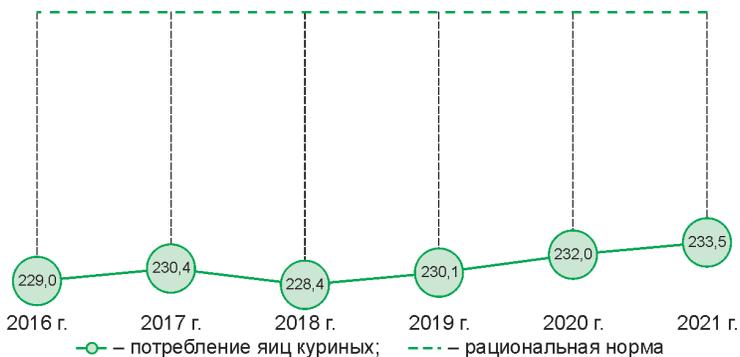


Рис. 22. Темпы роста среднедушевого потребления яиц к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития



*Рис. 23. Прогнозная динамика среднедушевого потребления яиц в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. (по годам) в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития, шт.*

Разрыв между прогнозным и рациональным уровнем потребления яиц в рамках всех трех рассматриваемых сценариев не превышает 12% и имеет тенденции сокращения на прогнозном периоде.

С учетом потребления не только в домашнем питании, но и в секторе HoReCa среднедушевое потребление находится несколько выше рациональной нормы. При этом сохраняется дифференциация в уровне потребления между региональными кластерами.

#### **4.2.2. Прогноз потребления рыбы и рыбопродуктов**

Для формирования прогноза среднедушевого потребления рыбы оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(\text{fish\_h}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{fish\_h}_{it-1}) + \beta_2 \ln(\text{inc}_{it}) + \beta_3 \text{SN}_t + \beta_4 \ln(\text{exch}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{p\_fish}_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $\text{fish\_h}_{it}$  – потребление рыбы и рыбопродуктов в расчете на душу населения в регионе  $i$  в году  $t$  ( $\text{fish\_h}_{it-1}$  – уровень потребления в предыдущем периоде);

$\text{inc}_{it}$  – средние реальные доходы в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$exch_{it}$  – курс рубля к доллару в году  $t$ ;  
 $p\_fish_{it}$  – индекс потребительских цен на рыбопродукты в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$SN_t$  – дамми-переменная санкционного режима принимает значение, равное 1 в 2015-2017 гг., в более ранние периоды равна 0;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки итоговой спецификации представлены в табл. 6. Значимыми для потребления рыбопродуктов факторами по результатам оценки оказались все рассматриваемые переменные, однако между региональными кластерами имеется ряд отличий. Так, регионы с низкими показателями уровня жизни в большей степени ориентируются на уже достигнутый уровень потребления и более чувствительно реагируют на изменение цен. При этом внешнеторговые индикаторы не оказывают значительного влияния на принятие потребительских решений в данной региональной группе. Регионы второй группы, напротив, чувствительны к изменениям во внешнеэкономической деятельности. Кроме того, потребители с более высоким уровнем доходов имеют более широкие возможности разнообразить пищевой рацион и в большей степени ориентируются на динамику реальных доходов и цен, чем на уже достигнутый уровень потребления.

Таблица 6

### Результаты оценки динамической модели панельной регрессии

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление рыбопродуктов</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
1	2	3	4
Уровень потребления в предыдущем периоде	0,353***	0,504***	0,130*
Уровень реальных доходов населения	0,273***	0,181**	0,448**
Курс рубля к доллару	0,075**	0,050	0,124*

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
Дамми-переменная внешнеторговых ограничений	-0,055**	-0,044	-0,075**
Индекс цен на рыбопродукты	-0,203***	-0,223**	-0,167**
Значимость тестов			
Тест Сарджента	0,165	0,704	0,993
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,000	0,002
Автокорреляция второго порядка	0,429	0,431	0,932
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
* $p < 0,1$ ; ** $p < 0,05$ ; *** $p < 0,01$ .			

Фактическая траектория потребления незначительно отличается от модельной, средняя абсолютная ошибка прогнозирования не превышает 1% (рис. 24-27).

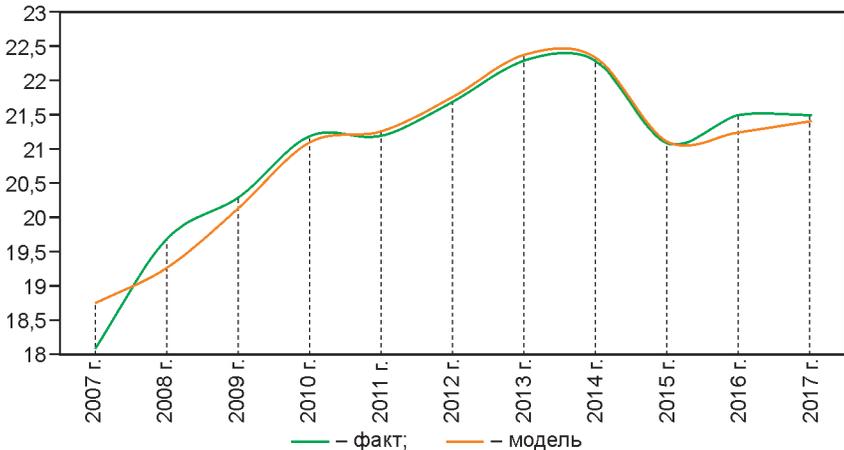


Рис. 24. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления рыбопродуктов в Российской Федерации в период 2007-2017 гг. на одного человека в год, кг



Рис. 25. Темпы роста среднедушевого потребления рыбопродуктов к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития

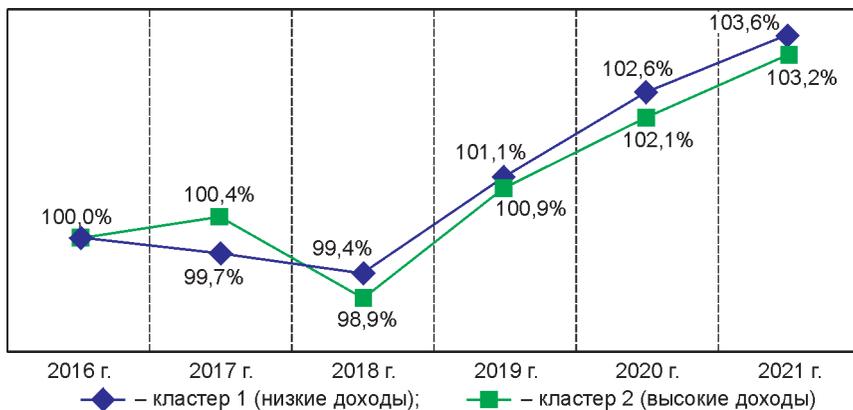
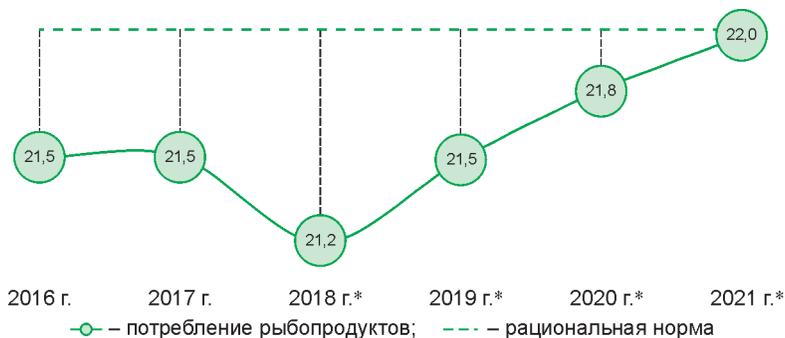


Рис. 26. Темпы роста среднедушевого потребления рыбопродуктов к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития



\* Прогнозное значение.

*Рис. 27. Прогнозная динамика среднедушевого потребления рыбопродуктов в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

Учитывая незначительное повышение реальных располагаемых доходов и рост цен на основные категории рыбной продукции по итогам 2018 г., ожидается незначительное снижение потребления рыбопродуктов до уровня 21,2 кг на одного человека. В целом на прогнозном периоде ожидается позитивная динамика. В каждом из рассматриваемых вариантов прогноза объемы потребления рыбопродуктов увеличиваются к концу прогнозного периода. При реализации базового сценария ожидается, что среднедушевое потребление к 2021 г. составит 22 кг на одного человека (+2,2% к уровню 2017 г.), в рамках консервативного варианта развития к аналогичному периоду достигнет 21,9 кг на одного человека (+1,6%), а при целевом сценарии – 22,3 кг на одного человека (+3,5% к уровню 2017 г.).

При реализации базового сценария развития среднедушевой уровень потребления рыбы и рыбопродуктов в Российской Федерации постепенно увеличивается, приближаясь к норме рационального питания, и к концу прогнозного периода приходит в полное соответствие с рекомендациями Минздрава России (см. рис. 23). В рамках

консервативного сценария ожидается сохранение тенденций снижения спроса на рыбу в 2019 г. В последующие годы с оживлением макроэкономической динамики потребительский рынок переходит в фазу роста, и к концу прогнозного периода среднедушевое потребление выходит на уровень, близкий к рациональной норме. Целевой сценарий предполагает более активные темпы роста экономики и доходов населения, чем предыдущие, а также умеренную ценовую, что позволяет ожидать ускорения темпов роста потребления рыбопродуктов. Соответствие нормам рационального питания достигается в рамках данного варианта развития уже к 2020 г.

Для регионов с более высоким уровнем доходов в 2018 г. ожидается снижение среднедушевого потребления рыбы и рыбопродуктов на 1 кг, для регионов с низкими показателями уровня жизни, учитывая склонность потребителей поддерживать стабильные объемы потребления, существенных изменений не ожидается. При этом в 2019 г. для регионов с высокими среднедушевыми доходами прогнозируются более активные восстановительные темпы роста, чем для регионов первого кластера. В последующие годы прогнозного периода в обеих региональных группах ожидается рост потребления рыбопродуктов на уровне 1-1,5% в год.

При этом в абсолютных значениях потребление рыбопродуктов в регионах с высокими среднедушевыми доходами устойчиво превышает показатели первого регионального кластера. Кроме того, показатель в высокодоходной региональной группе в рамках базового сценария превышает рекомендуемую норму в 22 кг на одного человека на 5,5-7,7%. В регионах с низким уровнем жизни потребление рыбы на всем прогножном периоде ниже нормы, хотя отклонение с каждым годом сокращается и в соответствии с базовым сценарием к 2021 г. достигнет 3,2%.

#### **4.2.3. Прогноз потребления фруктов**

Для формирования прогноза среднедушевого потребления фруктов оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(\text{frut\_h}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{frut\_h}_{it-1}) + \beta_2 \ln(p\_ \text{frut}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{inc}_{it}) + \beta_4 \text{city\_g}_{it} + \beta_5 \text{old\_g}_{it} + \beta_6 \ln(\text{exch\_g}_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $frut\_h_{it}$  – потребление фруктов в расчете на душу населения в регионе  $i$  в году  $t$  ( $frut\_h_{it-1}$  – уровень потребления в предыдущем периоде);

$inc_{it}$  – средние реальные доходы в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city\_g_{it}$  – темпы роста доли городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$old\_g_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$exch\_g_{it}$  – темп роста курса в году  $t$ , скорректированный на ИПЦ продовольственных товаров в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p\_frut_{it}$  – индекс цен на фрукты в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки итоговой спецификации представлены в табл. 7.

В первом кластере значимыми для потребления фруктов факторами, по результатам оценки, оказались лаг потребления, уровень доходов населения, динамика обменного курса, уровень урбанизации и индекс цен. Предыдущий уровень потребления, изменение цен на продукцию и уровень доходов влияют и на потребительские решения в регионах второго кластера. Однако потребители высокодоходной региональной группы в большей степени склонны поддерживать достигнутый уровень потребления и более чувствительны к колебаниям цен. При этом изменения внешнеэкономической конъюнктуры в данной группе не являются значимыми при принятии решения об объеме потребления плодово-ягодной продукции. Незначимым фактором является и уровень урбанизации. В то же время регионы с более высоким уровнем доходов чувствительны к изменению возрастной структуры населения: среднедушевое потребление фруктов увеличивается при росте доли населения старше трудоспособного возраста (рис. 28-31).

Результаты теста на автокорреляцию подтверждают наличие автокорреляционного процесса первого порядка, а гипотеза о необходимости включать более высокий лаг в спецификацию уравнения отклоняется ( $p$ -значение выше 10%). Тест Сарджента на качество используемых инструментов позволяет отвергнуть нулевую гипотезу о том, что для лагированной переменной использовались слабые

инструменты. Результаты теста Вальда свидетельствуют о статистической значимости для всех трех оцененных уравнений. Таким образом, основные статистические тесты подтверждают качество модели.

Таблица 7

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление фруктов</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
Уровень потребления в предыдущем периоде	0,460***	0,367***	0,481***
Уровень реальных доходов населения	0,311***	0,344**	0,335**
Темп роста курса руб/долл.	-0,059**	-0,067*	-0,018
Темп роста доли населения старше трудоспособного возраста	1,272*	1,581	1,653*
Темп роста доли городского населения	-0,744**	-0,633**	0,052
Индекс цен на фрукты и цитрусовые	-0,139***	-0,130***	-0,187***
<b>Значимость тестов</b>			
Тест Сарджента	0,124	0,704	0,993
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,005	0,002
Автокорреляция второго порядка	0,123	0,139	0,571
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.			

Средняя абсолютная ошибка прогнозирования (MAPE) в рассматриваемом периоде составляет 1,5%.

В рамках базового сценария, характеризующегося ростом реальных доходов и умеренной динамикой цен, к 2021 г. среднедушевое потребление достигнет 77,6 кг на одного человека.

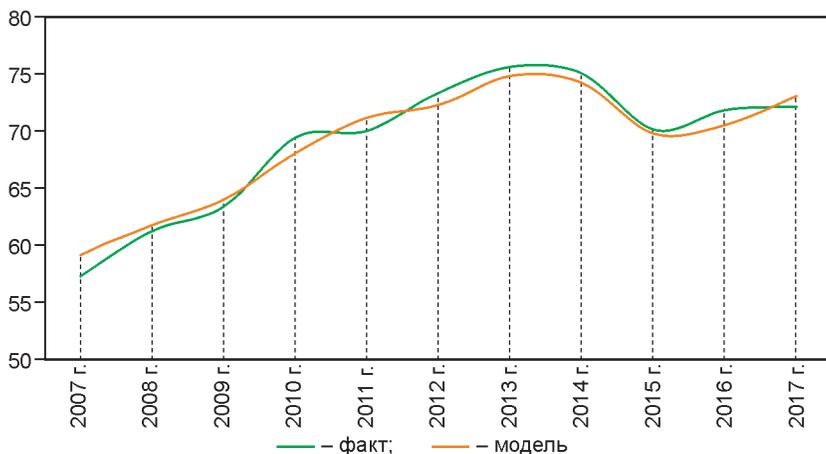


Рис. 28. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления фруктов в Российской Федерации в период 2007-2017 гг. на одного человека в год, кг

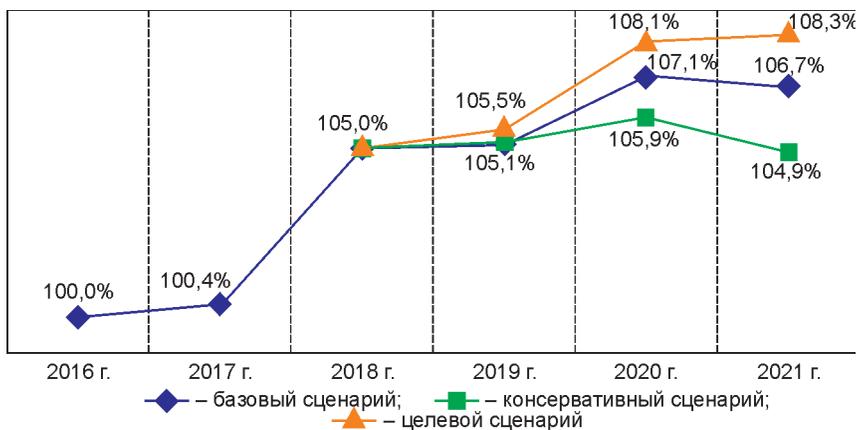
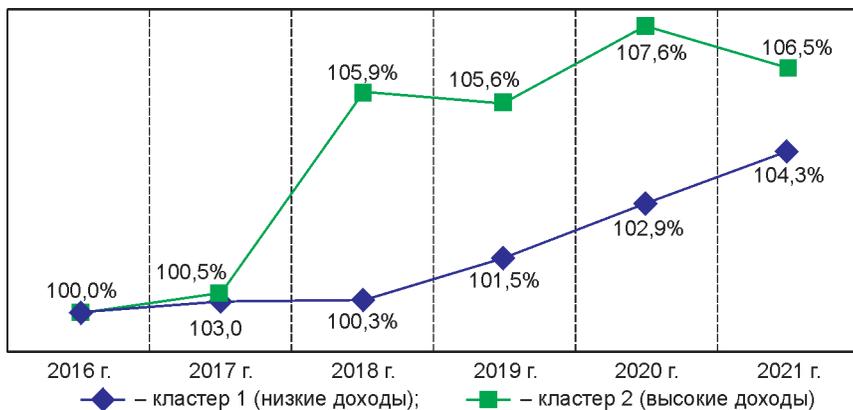
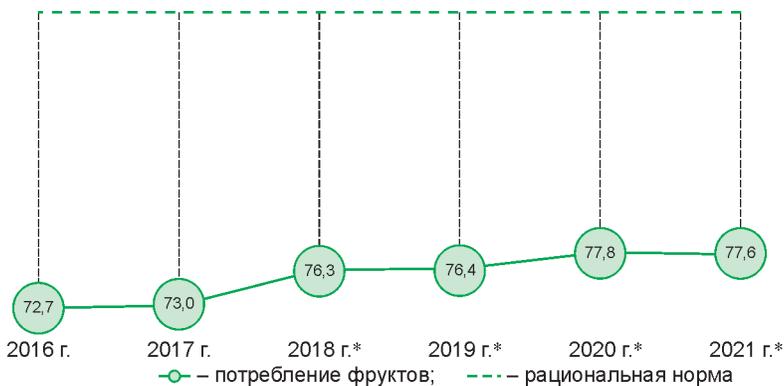


Рис. 29. Темпы роста среднедушевого потребления фруктов к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития



*Рис. 30. Темпы роста среднедушевого потребления фруктов к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 31. Прогнозная динамика среднедушевого потребления фруктов в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

Консервативный сценарий предполагает более длительный адаптационный период экономики с менее активными темпами роста доходов населения, что в сочетании с низкой ценовой динамикой позволяет ожидать роста среднедушевого потребления к 2020 г. до 77 кг на одного человека. Тем не менее прогнозируемые в 2021 г. в соответствии со сценарными условиями Минэкономразвития России рост инфляционного давления и ослабление курса национальной валюты приведут к коррекции объемов потребления плодово-ягодной продукции до 76,2 кг на одного человека.

При реализации целевого сценария социально-экономического развития для активизации потребительского спроса ожидаются наиболее благоприятные внутренние и внешнеэкономические условия, что позволит достичь наиболее существенного прироста среднедушевого потребления фруктов. Так, в соответствии с прогнозом, к 2021 г. значение показателя достигнет 78,7 кг на одного человека.

Как видно на рис. 21, в рамках каждого из рассматриваемых сценариев к концу прогнозного периода потребление фруктов и ягод превышает уровень 2017 г. Однако в рамках базового и консервативного сценариев к 2021 г., когда рост доходов перестает компенсировать увеличение цен, намечаются тенденции изменения траектории показателя. При реализации целевого варианта развития темпы роста потребления замедляются, тем не менее положительная динамика сохраняется.

В регионах с низким и высоким уровнями доходов темпы роста потребления несколько различаются. Для регионального кластера с более низкими показателями уровня жизни ожидается более устойчивая динамика. В период с 2019 г. среднедушевое потребление растет темпами 1,1-1,4% в год.

В более чувствительном к динамике цен высокодоходном кластере в конце прогнозного периода при всех сценарных вариантах развития ожидается незначительное снижение потребления на фоне роста инфляционного давления при активизации темпов экономического роста. Наиболее существенное сокращение потребительской активности в 2021 г. ожидается при реализации консервативного сценария – среднедушевое потребление фруктов и ягод сократится на 1 кг.

#### 4.2.4. Прогноз потребления овощей и бахчевых

Для формирования прогноза среднедушевого потребления овощей оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(\text{veg\_h}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{veg\_h}_{it-1}) + \beta_2 \ln(p\_ \text{veg}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{inc}_{it}) + \beta_4 \text{city\_g}_{it} + \beta_5 \text{old\_g}_{it} + \beta_6 \ln(\text{exch\_g}_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $\text{veg\_h}_{it}$  – потребление овощей в расчете на душу населения в регионе  $i$  в году  $t$  ( $\text{veg\_h}_{it-1}$  – уровень потребления в предыдущем периоде);

$\text{inc}_{it}$  – средние реальные доходы в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{city\_g}_{it}$  – темпы роста доли городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{old\_g}_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\text{exch\_g}_{it}$  – темп роста курса в году  $t$ , скорректированный на ИПЦ продовольственных товаров в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p\_ \text{veg}_{it}$  – индекс цен на овощи (кроме картофеля) в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки итоговой спецификации представлены в табл. 8.

Таблица 8

#### Результаты оценки динамической модели панельной регрессии

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление овощей</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
1	2	3	4
Уровень потребления в предыдущем периоде	0,500***	0,372***	0,491***
Уровень реальных доходов населения	0,042	0,124*	0,006
Темп роста курса рубля к доллару	-0,012*	-0,017	-0,011*

1	2	3	4
Темп роста доли населения старше трудоспособного возраста	1,272*	1,581	1,653*
Темп роста доли городского населения	-0,431*	-0,512**	0,072
Индекс цен на овощи	-0,183***	-0,197***	-0,159***
Значимость тестов			
Тест Сарджента	0,278	0,532	0,973
Автокорреляция первого порядка	0,005	0,009	0,002
Автокорреляция второго порядка	0,142	0,237	0,431
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
* $p < 0,1$ ; ** $p < 0,05$ ; *** $p < 0,01$			

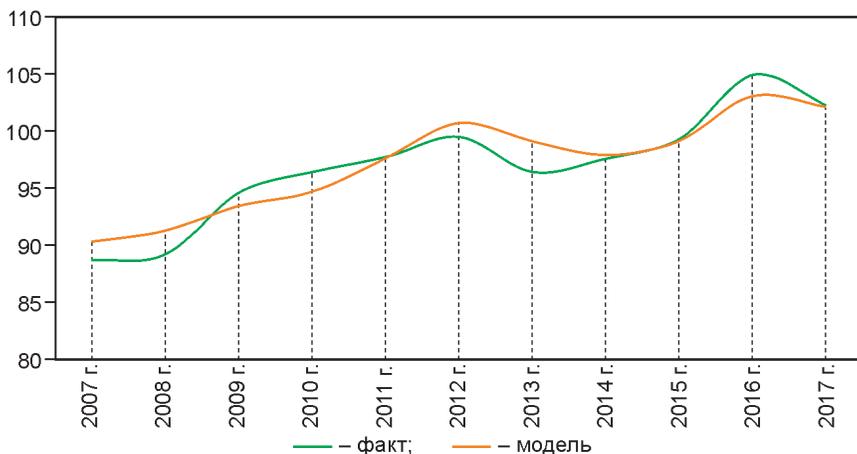
Оценка коэффициента перед лагом потребления во всех трех уравнениях находится на 1%-ном уровне значимости, т.е. потребители склонны поддерживать определенный уровень в потреблении овощей. Уровень доходов оказывается значимым фактором только для регионов первого кластера. На потребительское поведение в данном кластере оказывают влияние также ценовая динамика и темпы роста городского населения. Потребители более высокодоходной группы не чувствительны к уровню доходов и степени урбанизации, однако реагируют на колебания внешнеэкономической конъюнктуры и изменение уровня демографической нагрузки.

Для степени урбанизации наблюдается положительная корреляция с уровнем потребления овощей и бахчевых. Однако можно выделить два канала влияния показателя на уровень потребления данной продукции. С одной стороны, городское население склонно включать в свой рацион большее количество богатых витаминами свежих овощей и фруктов, компенсируя худшие экологические условия города [13]. С другой стороны, потребители в сельской местности, учитывая высокую сезонность рынка овощей, могут предъявлять повышенный спрос, связанный с активным использованием овощей для консервирования. Можно предположить, что первый эффект в

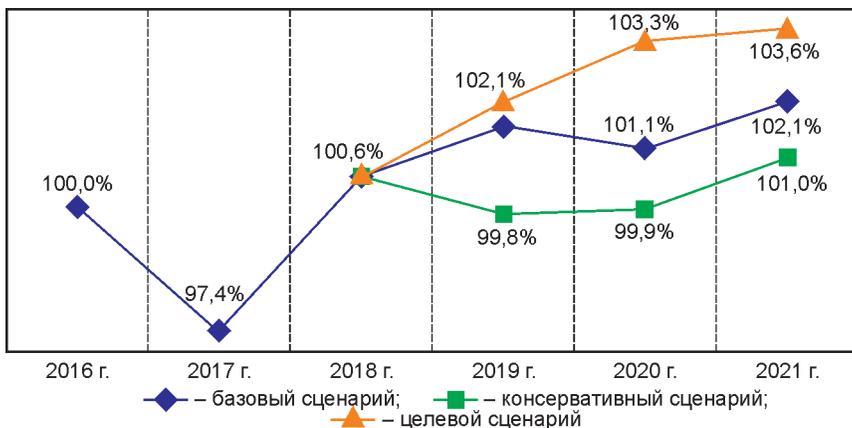
большей степени характерен для высокодоходной региональной группы, тогда как в группе регионов с низкими доходами, учитывая также разрыв в качестве жизни между сельским и городским населением, рост урбанизации будет приводить к снижению совокупных объемов потребления овощей и бахчевых.

Положительная связь между долей населения старше трудоспособного возраста и уровнем потребления, выявленная в рамках корреляционного анализа, может объясняться особыми требованиями к рациону населения старших возрастов.

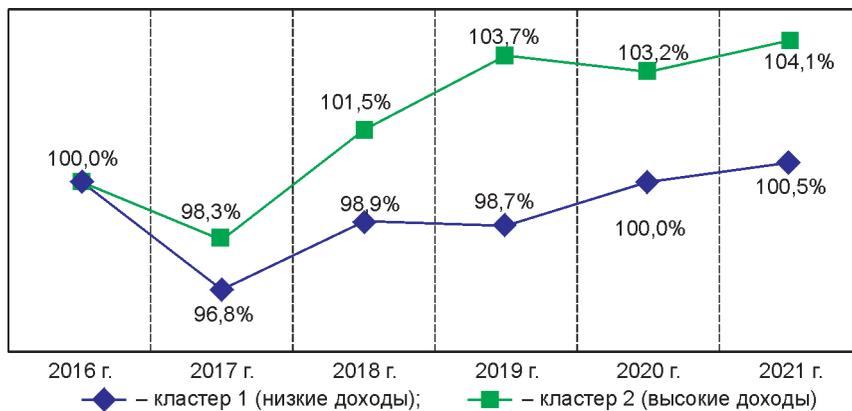
Сравнение фактической и модельной динамики также дает достаточно хорошие результаты. Среднедушевое потребление овощей, рассчитанное с использованием модели, отражает основные тенденции в изменении спроса (рис. 32-35). Средняя абсолютная ошибка прогнозирования (MAPE) рассматриваемом периоде составляет 1,53%.



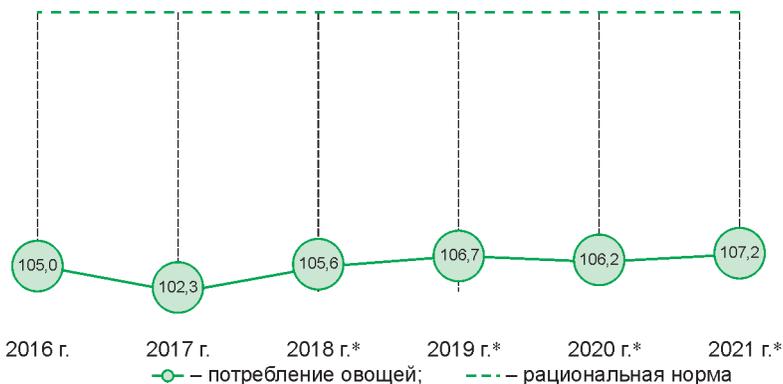
*Рис. 32. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления овощей в Российской Федерации в период 2007-2017 гг. на одного человека в год, кг*



*Рис. 33. Темпы роста среднедушевого потребления овощей к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития*



*Рис. 34. Темпы роста среднедушевого потребления овощей к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 35. Прогнозная динамика среднедушевого потребления овощей в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

В целом к концу прогнозного периода ожидается увеличение потребления овощей и бахчевых в домашнем питании. Однако при реализации консервативного сценария изменения незначительны – к концу прогнозного периода потребление овощей и бахчевых увеличится на 1 кг в сравнении с уровнем 2018 г. В 2019-2020 гг. ожидается снижение потребительской активности на фоне инфляционного давления, ослабления курса рубля и незначительного роста доходов населения.

В рамках базового сценария к 2021 г. ожидается увеличение среднедушевого потребления овощей до 107,2 кг на одного человека. При этом снижение потребительской активности возможно в 2020 г., что объясняется уменьшением спроса на иностранную продукцию в ответ на ослабление курса рубля.

В рамках наиболее благоприятного целевого сценария, характеризующегося устойчивым ростом доходов и низким уровнем инфляционного давления, динамика потребления овощей будет стабильной на всем прогножном периоде, что позволит достичь к 2021 г. уровня

потребления в домашнем питании 108,8 кг на одного человека. С учетом сектора HoReCa среднедушевой уровень потребления овощей и бахчевых может увеличиться до 118-120 кг на одного человека в год.

При этом динамика в высокодоходном кластере в основном будет определяться уровнем цен на иностранную продукцию. Потребители с более высоким уровнем доходов имеют склонность снижать сезонность в потреблении свежих овощей, что ведет к более высокой доле потребления импортной продукции в зимний сезон. Таким образом, для данного кластера вероятно снижение объемов потребления в 2020 г., со второй половины которого в соответствии со сценарием Минэкономразвития России ожидается наиболее существенное ослабление курса национальной валюты.

Потребители в регионах с более низкими показателями уровня жизни в большей степени склонны ориентироваться на уровень цен на внутреннем рынке, а также динамику реальных располагаемых доходов. Таким образом, для данного кластера снижение объемов потребления овощей с более высокой долей вероятности придется на 2019 г. Этот период в рамках всех трех сценариев рассматривается как переходный для проявления эффектов от реализации мер экономической политики и характеризуется наиболее умеренной динамикой доходов и наиболее высокими инфляционными темпами.

Несмотря на увеличение уровня потребления овощей в сравнении с показателями 2017 г., рекомендуемый Минздравом России уровень на прогнозном периоде не достигается ни в одном из рассматриваемых сценариев. При наиболее вероятном сценарии развития среднедушевое потребление овощей не превысит 77% от рекомендуемого Минздравом России уровня.

#### ***4.2.5. Прогноз потребления картофеля***

Для формирования прогноза среднедушевого потребления картофеля оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(c_{-p_{it}}) = \beta_0 \ln(c_{-p_{it-1}}) + \beta_1 \ln(wg_{it}) + \beta_2 city_{it} + \beta_3 emp_{it} + \beta_4 \ln(p_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $c_{-p_{it}}$  – уровень потребления картофеля на человека в год для  $i$ -го региона в текущем году, а  $c_{-p_{it-1}}$  – в предыдущем;

$wg_{it}$  – темп роста средних реальных заработных плат в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city_{it}$  – доля городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$emp_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p_{it}$  – темп роста цен на картофель в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки динамической панельной модели как для полного набора данных, так и по кластерам представлены в табл. 9.

Таблица 9

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление картофеля (логарифмированное значение)</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
Среднедушевое потребление картофеля в предыдущем периоде	0,258** (0,104)	0,311** (0,134)	0,185 (0,175)
Средние реальные заработные платы	0,066*** (0,036)	0,035 (0,046)	0,111 (0,071)
Доля городского населения	-1,906*** (0,660)	-1,464*** (0,484)	-2,631* (1,405)
Доля населения в трудоспособном возрасте	-1,005*** (0,222)	-0,965*** (0,271)	-0,830** (0,327)
Цены на картофель	-0,038*** (0,006)	-0,037*** (0,007)	-0,042*** (0,015)
<b>Значимость тестов</b>			
Тест Сарджента	0,165	0,842	0,999
Автокорреляция первого порядка	0,001	0,003	0,021
Автокорреляция второго порядка	0,544	0,427	0,325
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
* $p < 0,1$ ; ** $p < 0,05$ ; *** $p < 0,01$ .			

Результаты теста на автокорреляцию свидетельствуют в пользу выбора данной спецификации: в динамике потребления картофеля присутствует авторегрессионный процесс первого порядка. Результаты теста Вальда свидетельствуют о статистической значимости уравнений, а результаты теста Сарджента указывают на то, что рассматриваемые переменные достаточно сильные.

Зависимость от лага потребления не подтверждается для кластера с высоким уровнем среднедушевых доходов, для двух оставшихся уравнений влияние предыдущего уровня потребления картофеля на текущий статистически значимо. Рост цен также ведет к снижению потребления. При этом чувствительность к ценовой динамике выше в регионах второго кластера.

Незначимым остается темп роста заработных плат, однако оценки динамической панельной модели подтверждают существование зависимости уровня потребления от показателей структуры населения. Влияние урбанизации и снижение общей демографической нагрузки негативно сказываются на уровне потребления картофеля.

Различие между уровнем потребления возрастных групп населения обусловлено различиями в необходимой суточной норме калорийности; население в трудоспособном возрасте при прочих равных ведет более активный образ жизни, что требует бóльшей энергетической ценности питания и ведет к более высокому уровню потребления продуктов, богатых белком, соответственно, картофель в структуре потребления данной группы населения занимает меньшую долю. Кроме того, доля населения в трудоспособном возрасте косвенно является показателем платежеспособности населения, а поскольку население старших возрастов менее обеспечено, то и потребление относительно более дешевых продуктов в данной группе выше. Таким образом, данный фактор оказывает негативное воздействие на уровень потребления картофеля.

Уровень урбанизации также является существенным фактором: различия в образе жизни в городской и сельской местности обуславливают различия в потребительских предпочтениях. В ряде исследований отмечается, что для городского населения характерно более высокое потребление продуктов питания, богатых протеинами и витаминами, вызванное в том числе ухудшающейся экологической

обстановкой<sup>1</sup>. В связи с этим можно предположить, что уровень потребления картофеля будет отрицательно зависеть от степени урбанизации.

Кроме того, производство продукции для собственного потребления в личных подсобных хозяйствах затрудняет возможности статистического учета уровня потребления в сельских регионах. Этот фактор особенно значим для картофелеводства, поскольку в данном сегменте значимую долю занимают личные подсобные хозяйства, объемы производства и потребления которых скрыты от статистического учета. Поскольку большую в обеспечении потребления роль ЛПК играют в сельской местности, то в менее урбанизированных регионах данный фактор также будет оказывать негативное влияние на уровень потребления картофеля.

Наиболее существенные расхождения наблюдаются для периода мирового финансового кризиса 2008-2009 гг. Однако при приближении к концу рассматриваемого временного интервала, как видно на рис. 36-39, прогнозные характеристики модели улучшаются. Средняя абсолютная ошибка прогнозирования (MAPE) в рассматриваемом периоде составляет 1,78%.

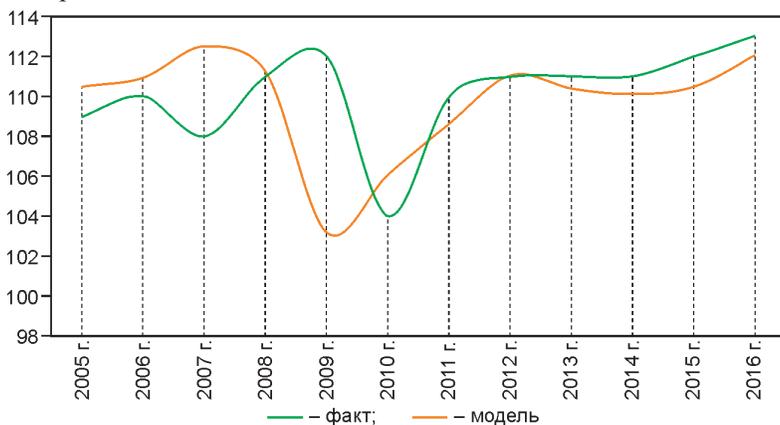
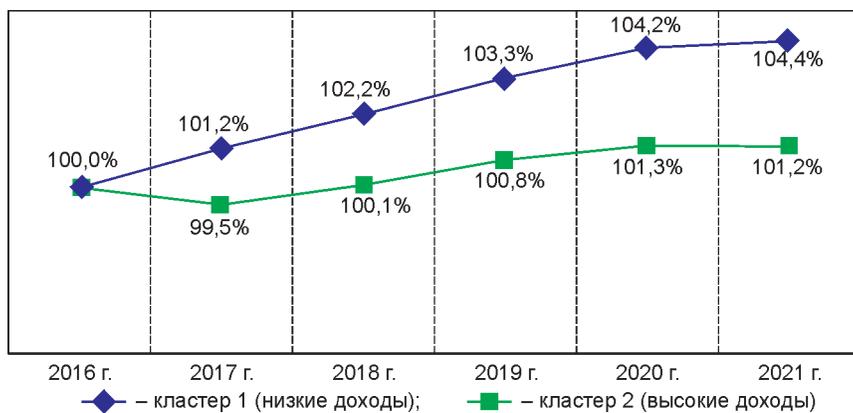


Рис. 36. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления картофеля в Российской Федерации в период 2005-2016 гг. на одного человека в год, кг

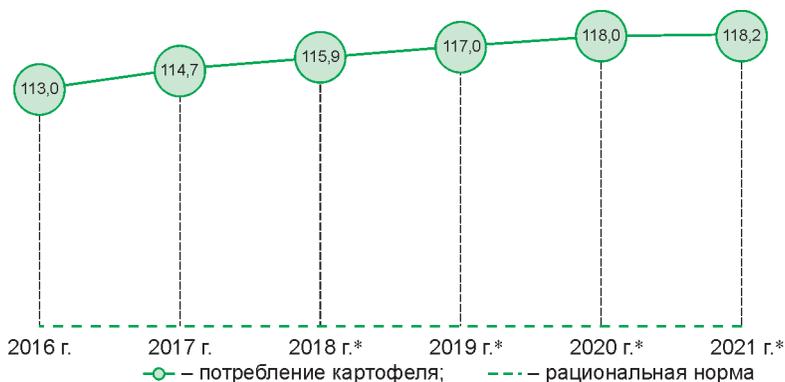
<sup>1</sup> Regmi, A. and J. Dyck, Effects of urbanization on global food demand. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture Economic.



*Рис. 37. Темпы роста среднедушевого потребления картофеля к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития*



*Рис. 38. Темпы роста среднедушевого потребления картофеля к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 39. Прогнозная динамика среднедушевого потребления картофеля в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

В соответствии с прогнозом для всех сценариев ожидается умеренный рост среднего по стране уровня потребления картофеля. В группе регионов с низкими доходами потребление картофеля демонстрирует несколько более активный рост на фоне стабильной ценовой динамики и умеренного роста благосостояния. Потребление на уровне рациональных норм обеспечивается в каждом из вариантов прогноза, более того, прогнозируемые объемы потребления превышают рекомендованный Минздравом России уровень на 30%.

#### **4.2.6. Прогноз потребления растительного масла**

Для формирования прогноза среднедушевого потребления растительного масла оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(c\_oil_{it}) = \beta_0 \ln(c\_oil_{it-1}) + \beta_1 \ln(wg_{it}) + \beta_2 city_{it} + \beta_3 emp_{it} + \beta_4 \ln(p_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $c\_oil_{it}$  – уровень потребления растительного масла в расчете на человека в год для  $i$ -го региона в текущем году, а  $c\_oil_{it-1}$  – в предыдущем;

$wg_{it}$  – темп роста средних реальных заработных плат в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city_{it}$  – доля городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$emp_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p_{it}$  – темп роста цен на растительное масло в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки как для полного набора данных, так и по кластерам представлены в табл. 10.

Таблица 10

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление растительных масел (логарифмированное значение)</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
1	2	3	4
Среднедушевое потребление растительных масел в предыдущем периоде	0,492*** (0,048)	0,781*** (0,056)	0,818*** (0,042)
Средние реальные заработные платы	-0,035* (0,020)	-0,0003 (0,026)	0,042 (0,038)
Доля городского населения	0,185 (0,780)	-0,817* (0,455)	-0,382 (1,184)
Доля населения в трудоспособном возрасте	-0,460*** (0,154)	-0,070 (0,108)	-0,040 (0,338)
Цены на масло растительное	-0,028*** (0,008)	-0,039*** (0,042)	-0,029*** (0,010)
Значимость тестов			
Тест Сарджента	0,178	0,807	0,999

1	2	3	4
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,000	0,039
Автокорреляция второго порядка	0,625	0,730	0,382
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.			

Коэффициент при лаге потребления положителен и статистически значим на 1%-ном уровне во всех трех рассматриваемых уравнениях. Отрицательная зависимость от темпов роста средних заработных плат и доли населения в трудоспособном возрасте подтверждается только для полного набора данных, в кластерных группах влияние данного фактора на уровень потребления не выявлено. При этом, как и предполагалось, степень урбанизации оказывается значимым фактором потребления только в регионах с низким уровнем доходов. Население сельских территорий, особенно в регионах с низким уровнем доходов, предъявляет дополнительный спрос на растительные масла, что связано с их использованием для консервирования и домашних заготовок (рис. 40-43). Зависимость от динамики цен отрицательная и подтверждается во всех рассмотренных уравнениях.

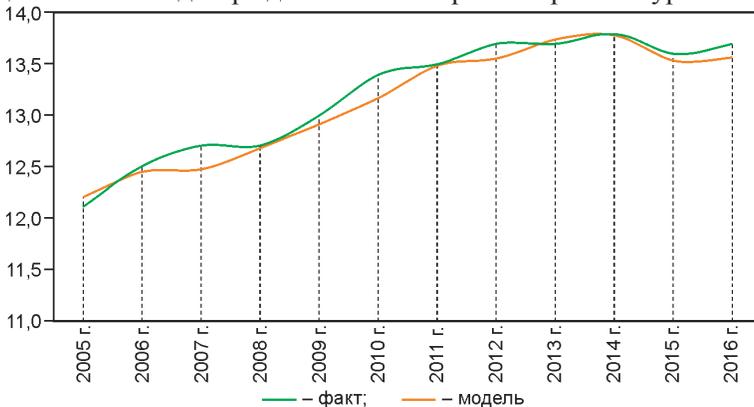
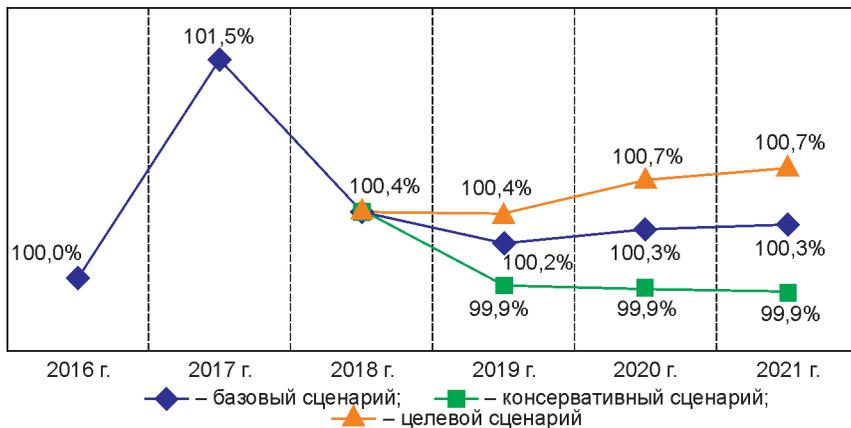
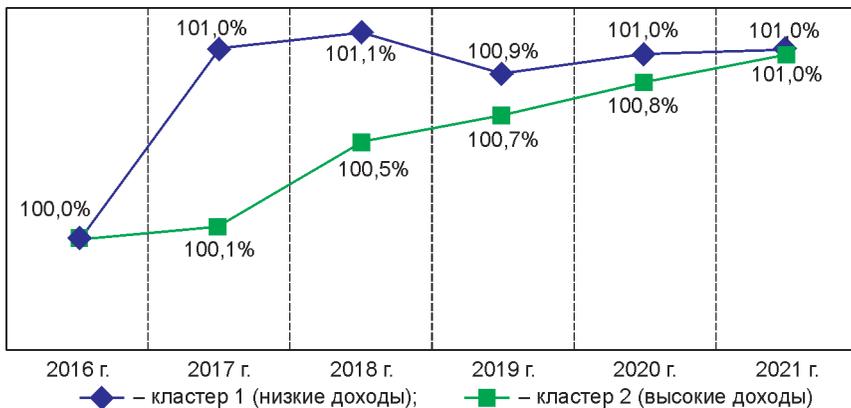


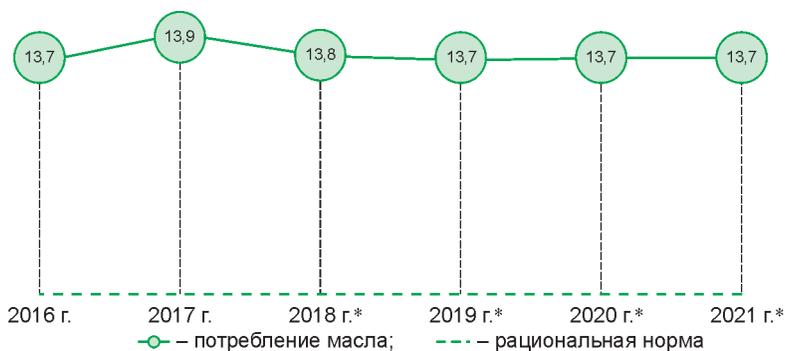
Рис. 40. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления растительного масла в Российской Федерации в период 2005-2016 гг. на одного человека в год, кг



*Рис. 41. Темпы роста среднедушевого потребления растительного масла к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития*



*Рис. 42. Темпы роста среднедушевого потребления растительного масла к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 43. Прогнозная динамика среднедушевого потребления растительного масла в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

На прогнозном периоде ожидается сохранение объемов потребления масла на уровне 13,7-13,8 кг на одного человека. Увеличение потребления возможно только в рамках целевого сценария социально-экономического развития, характеризующегося наиболее высокими темпами роста доходов населения. В каждом из сценарных вариантов социально-экономического развития потребление растительных масел превышает рекомендованную Минздравом России норму. Разрыв между прогнозным и рациональным уровнем составляет более 14%. Удовлетворение потребностей населения в растительных маслах на прогнозном периоде полностью обеспечивается: потребление стабильно превышает рекомендуемую Минздравом России норму.

Для регионов с более низким уровнем доходов данный показатель ниже, что объясняется в целом более низким уровнем потребления растительных масел, характерным для данной группы.

#### 4.2.7. Прогноз потребления мяса и мясопродуктов

Для формирования прогноза среднедушевого потребления мясопродуктов оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(c_{m_{it}}) = \beta_0 \ln(c_{m_{it-1}}) + \beta_1 \ln(Wg_{it}) + \beta_2 city_{it} + \beta_3 emp_{it} + \beta_4 \ln(p_{it}) + \beta_5 exch_{it} + \varepsilon_{it},$$

где  $c_{m_{it}}$  – уровень потребления мяса на человека в год для  $i$ -го региона в текущем году, а  $c_{m_{it-1}}$  – в предыдущем;

$Wg_{it}$  - темп роста средних реальных заработных плат в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city_{it}$  – доля городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$emp_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p_{it}$  – темп роста цен на мясо и птицу в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$exch_{it}$  – среднегодовой прирост курса рубля по отношению к доллару США, скорректированный на долю импорта региона  $i$  в общем объеме импорта сельскохозяйственной продукции в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки динамической панельной модели как для полного набора данных, так и по кластерам, представлены в табл. 11.

Таблица 11

#### Результаты оценки динамической модели панельной регрессии

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление мяса (логарифмированное значение)</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
1	2	3	4
Среднедушевое потребление мяса в предыдущем периоде	0,997*** (0,038)	1,004*** (0,049)	0,978*** (0,024)
Средние реальные заработные платы	0,238*** (0,036)	0,239*** (0,044)	0,198*** (0,032)

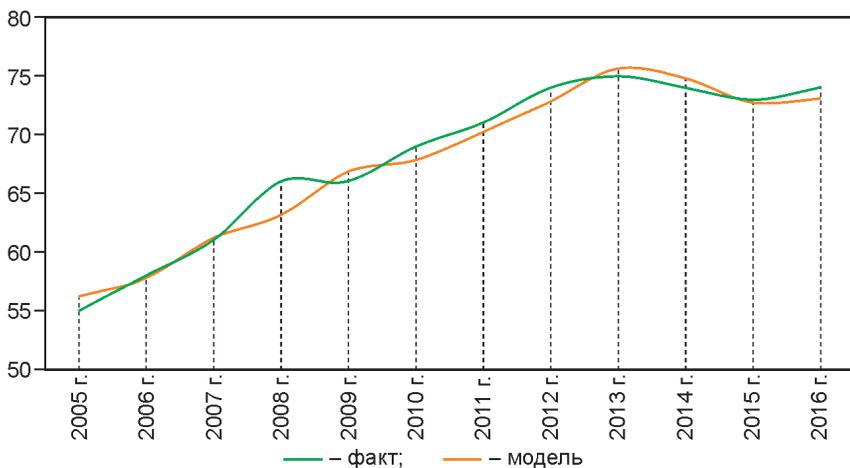
1	2	3	4
Курс рубля к доллару	-0,033** (0,014)	-1,090** (0,509)	-0,019** (0,025)
Доля городского населения	0,906 (0,887)	1,108 (1,006)	-0,286 (0,639)
Доля населения в трудоспособном возрасте	0,566*** (0,113)	0,544*** (0,127)	0,392*** (0,147)
Цены на мясо и птицу	-0,065*** (0,011)	-0,066*** (0,013)	-0,065*** (0,023)
Значимость тестов			
Тест Сарджента	0,285	0,857	0,999
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,002	0,024
Автокорреляция второго порядка	0,711	0,517	0,288
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.			

Результаты теста на автокорреляцию свидетельствуют в пользу выбора данной спецификации: в динамике потребления мяса присутствует авторегрессионный процесс первого порядка. Результаты теста Вальда свидетельствуют о статистической значимости уравнений, а результаты теста Сарджента указывают на то, что рассматриваемые переменные достаточно сильные.

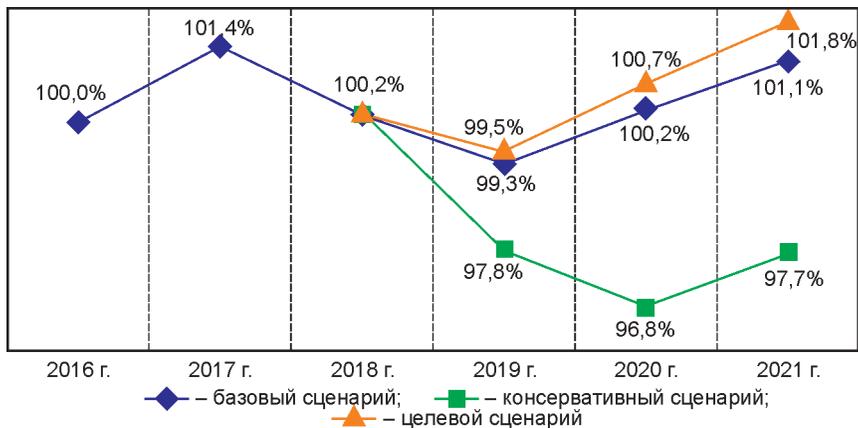
Что касается оценок влияния факторов, то уровень урбанизации оказался незначимым во всех рассматриваемых уравнениях. Для прочих переменных гипотезы о характере воздействия на уровень потребления мяса подтверждаются, а оценки статистически значимы. При этом регионы с низким уровнем доходом более чувствительны к изменению заработных плат, курсовых колебаний и уровню демографической нагрузки. Результаты оценок, таким образом, свидетельствуют, что регионы первого кластера при изменениях экономической конъюнктуры скорее будут корректировать уровень потребления мясной продукции, в то время как в регионах с более высоким уровнем доходов данный показатель достаточно стабилен.

Также следует отметить, что регионы с низким уровнем доходов при прочих равных склонны наращивать потребление мяса, что согласуется с данными об отклонениях фактического уровня среднечеловеческого потребления от рациональной нормы: в регионах первого кластера низкие уровни потребления мяса связаны не с пищевыми привычками, а с экономической и физической недоступностью продукции животноводческого сектора.

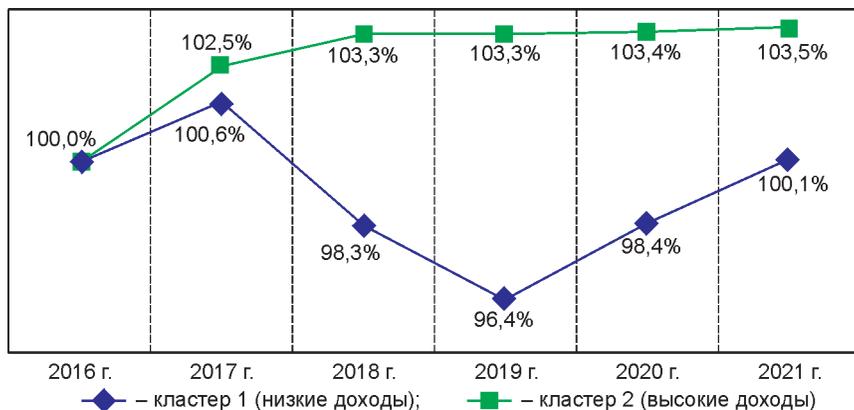
Полученные уравнения достаточно близко описывают динамику потребления мяса и мясопродуктов (сравнение фактической и прогнозной динамики рассматриваемого показателя представлено на рис. 44-47). Наиболее существенные расхождения наблюдаются для периода финансового кризиса 2008-2009 гг., при этом в период конъюнктурных колебаний 2014-2015 гг. модель воспроизводит динамику фактического ряда, и, следовательно, при наличии информации о перспективной динамике факторов может быть использована для формирования прогноза. Средняя абсолютная ошибка прогнозирования не превышает 1,5%.



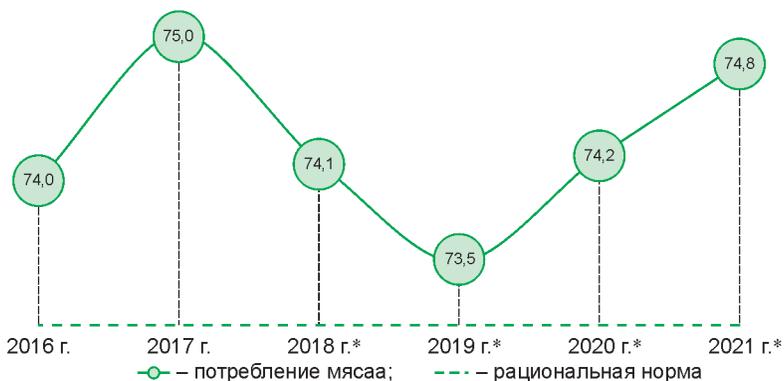
*Рис. 44. Сравнение фактической и модельной динамики среднечеловеческого потребления мяса в Российской Федерации в период 2005-2016 гг. на одного человека в год, кг*



*Рис. 45. Темпы роста среднедушевого потребления мяса к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития*



*Рис. 46. Темпы роста среднедушевого потребления мяса к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 47. Прогнозная динамика среднедушевого потребления мяса в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

При росте доходов, перекрывающем уровень инфляционного давления (базовый и целевой сценарии), к концу прогнозного периода ожидается рост потребления мяса и мясопродуктов. Для региональных кластеров наблюдается разнонаправленная динамика.

При реализации базового сценария развития среднедушевой уровень потребления мяса и мясопродуктов в Российской Федерации сохраняется выше рекомендуемой Минздравом России рациональной нормы на всем прогнозируемом периоде.

Снижение потребления в целом по стране в период 2018-2019 гг. объясняется негативной динамикой потребительского рынка в регионах с низкими показателями уровня жизни.

#### **4.2.8. Прогноз потребления сахара**

Для формирования прогноза среднедушевого потребления сахара оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(c_{-s_{it}}) = \beta_0 \ln(c_{-s_{it-1}}) + \beta_1 \ln(Wg_{it}) + \beta_2 city_{it} + \beta_3 emp_{it} + \beta_4 \ln(p_{it}) + \beta_5 exch_{it} + \varepsilon_{it},$$

где  $c_{s_{it}}$  – уровень потребления сахара на человека в год для  $i$ -го региона в текущем году, а  $c_{s_{it-1}}$  – в предыдущем;

$Wg_{it}$  – темп роста средних реальных заработных плат в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city_{it}$  – доля городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$emp_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p_{it}$  – темп роста цен на сахар-песок в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки динамической панельной модели как для полного набора данных, так и по кластерам представлены в табл. 12.

Таблица 12

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление сахара (логарифмированное значение)</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
1	2	3	4
Среднедушевое потребление сахара в предыдущем периоде	0,675*** (0,067)	0,653*** (0,085)	0,706*** (0,062)
Средние реальные заработные платы	0,089*** (0,034)	0,067 (0,041)	0,132*** (0,048)
Доля городского населения	-1,261 (0,871)	-1,977* (1,105)	-0,060 (0,721)
Доля населения в трудоспособном возрасте	-0,155 (0,246)	-0,162 (0,296)	0,037 (0,258)
Цены на сахар-песок	-0,030*** (0,007)	-0,031*** (0,007)	-0,022*** (0,011)
<b>Значимость тестов</b>			
Тест Сарджента	0,240	0,871	0,999
Автокорреляция первого порядка	0,000	0,002	0,001

1	2	3	4
Автокорреляция второго порядка	0,255	0,052	0,426
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
* $p < 0,1$ ; ** $p < 0,05$ ; *** $p < 0,01$ .			

Оценка коэффициента перед лагом потребления во всех трех уравнениях находится на 1%-ном уровне значимости, т.е. потребители склонны поддерживать определенный уровень в потреблении сахара.

Темпы роста заработных плат значимо влияют на уровень потребления только в регионах с высоким уровнем доходов. При этом рост в основном поддерживается за счет увеличения потребления кондитерской продукции и более дорогих видов сахара (тростниковый, джагерри, кленовый).

Влияние уровня урбанизации на среднедушевое потребление сахара подтверждается только в модели, оцененной для выборки регионов с низкими показателями уровня жизни. В более высокодоходном кластере различий в уровне потребления сахара между городским и сельским населением не выявлено.

Коэффициент перед переменной, характеризующей темпы роста цен, статистически значим для всех трех уравнений. При этом регионы с низким уровнем доходов более чувствительны к колебаниям ценовой динамики.

Полученные уравнения достаточно близко описывают динамику потребления сахара (рис. 48-51). Наиболее существенные расхождения наблюдаются для периода мирового финансового кризиса 2008-2009 гг. Однако при приближении к концу рассматриваемого временного интервала прогнозные характеристики модели улучшаются. Таким образом, правомерно использовать предложенный инструментарий для формирования прогноза.

При всех трех вариантах прогноза социально-экономического развития среднедушевое потребление сахара снижается к концу прогнозного периода.

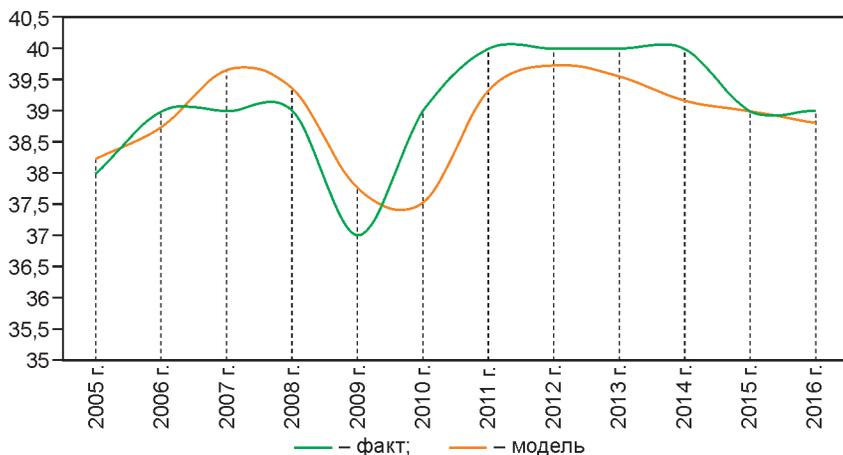


Рис. 48. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления сахара в Российской Федерации в период 2005-2016 гг. на одного человека в год, кг

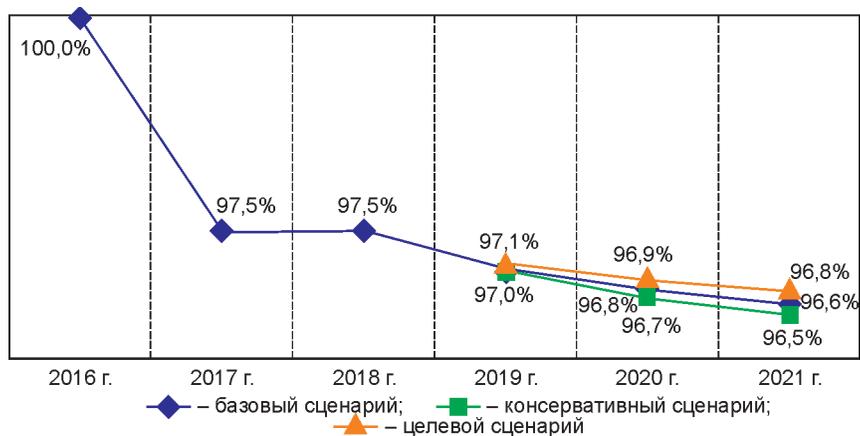
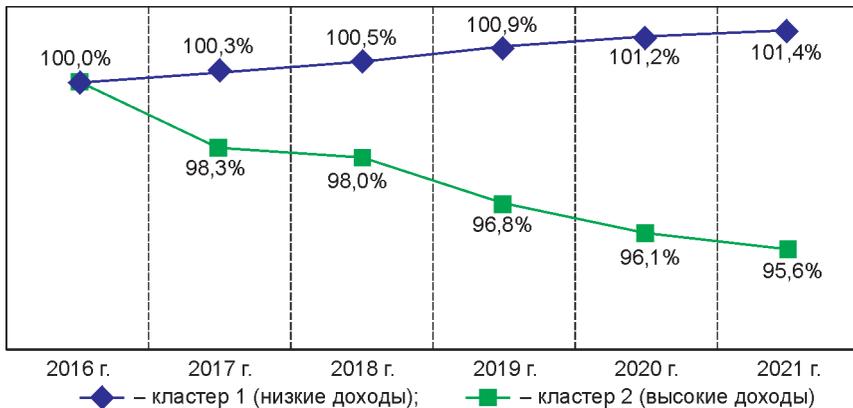
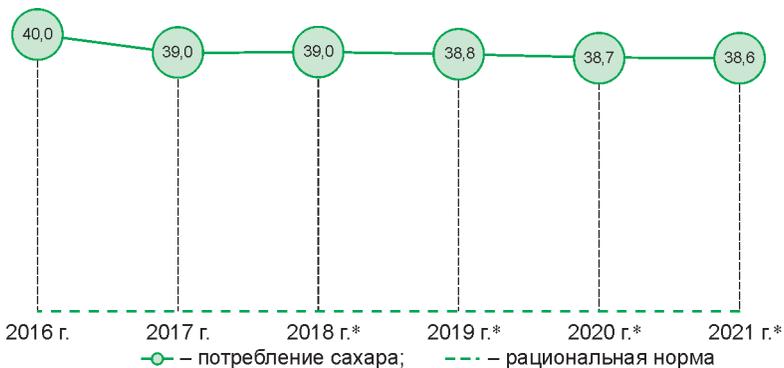


Рис. 49. Темпы роста среднедушевого потребления сахара к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития



*Рис. 50. Темпы роста среднедушевого потребления сахара к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития*



\* Прогнозное значение.

*Рис. 51. Прогнозная динамика среднедушевого потребления сахара в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

Для региональных кластеров наблюдается разнонаправленная динамика. Несмотря на тенденции снижения потребления сахара в группе регионов с высоким уровнем доходов, потребление устойчиво превышает рекомендуемый Минздравом России уровень на всем прогнозном периоде, среднедушевое потребление остается выше нормы более чем в 1,5 раза.

Регионы с более низкими показателями уровня жизни продолжают наращивать объемы потребления сахара. Умеренная динамика темпов роста экономики и уровня оплаты труда не позволяет потребителям существенно пересмотреть пищевой рацион в пользу более сбалансированного. Спрос на сахар также поддерживается за счет его использования для консервирования. Регионы высокодоходного кластера демонстрируют тенденцию снижения потребления сахара. Подобная динамика объясняется достигнутым высоким уровнем среднедушевого потребления, а также большим вниманием к поддержанию здорового образа жизни и более широкими возможностями балансировать свой пищевой рацион.

#### ***4.2.9. Прогноз потребления молока и молокопродуктов***

Для формирования прогноза среднедушевого потребления молока и молокопродуктов оценивалось следующее уравнение:

$$\ln(c\_milk_{it}) = \beta_0 \ln(c\_milk_{it-1}) + \beta_1 \ln(Wg_{it}) + \beta_2 city_{it} + \beta_3 emp_{it} + \beta_4 \ln(p_{it}) + \varepsilon_{it},$$

где  $c\_milk_{it}$  – уровень потребления молочных продуктов на человека в год для  $i$ -го региона в текущем году, а  $c\_milk_{it-1}$  – в предыдущем;

$Wg_{it}$  – темп роста средних реальных заработных плат в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$city_{it}$  – доля городского населения в общей численности населения в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$emp_{it}$  – доля населения в трудоспособном возрасте в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$p_{it}$  – темп роста цен на молоко в регионе  $i$  в году  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – нормально распределенные случайные ошибки.

Результаты оценки динамической панельной модели как для полного набора данных, так и по кластерам представлены в табл. 13.

Таблица 13

**Результаты оценки динамической модели панельной регрессии**

Объясняющие переменные	Зависимая переменная: <i>среднедушевое потребление мяса (логарифмированное значение)</i>		
	модель		
	все регионы	кластер 1	кластер 2
Среднедушевое потребление молока в предыдущем периоде	0,841*** (0,032)	0,777*** (0,059)	0,762*** (0,106)
Средние реальные заработные платы	0,087*** (0,020)	0,073*** (0,030)	0,084*** (0,032)
Доля городского населения	0,964*** (0,291)	0,851** (0,318)	2,855* (1,596)
Доля населения в трудоспособном возрасте	0,574*** (0,098)	0,591*** (0,117)	0,867*** (0,208)
Цены на молоко	-0,062*** (0,019)	-0,060*** (0,042)	-0,056 (0,042)
<b>Значимость тестов</b>			
Тест Сарджента	0,201	0,893	0,999
Автокорреляция первого порядка	0,001	0,000	0,027
Автокорреляция второго порядка	0,204	0,161	0,274
Тест Вальда	0,000	0,000	0,000
*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.			

Результаты оценок подтверждают характер влияния рассматриваемых факторов. Рост средних заработных плат ведет к росту среднедушевого потребления молочных продуктов – коэффициент перед соответствующей переменной во всех трех уравнениях статистически значим на 1%-ном уровне.

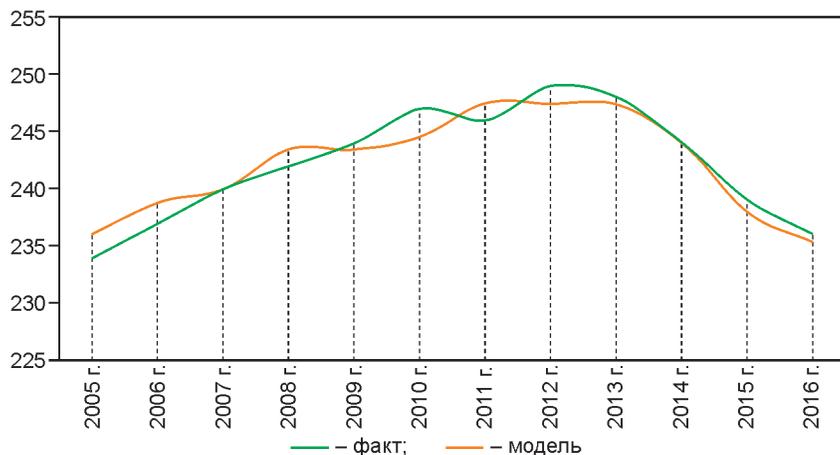
Уровень урбанизации оказывает положительное влияние на объемы среднедушевого потребления, а уровень демографической на-

грузки – отрицательное. Причем регионы с более высоким уровнем доходов демонстрируют большую чувствительность к данным факторам.

Увеличение цен на молочную продукцию заставляет потребителей снижать уровень потребления. Коэффициент перед переменной, отражающей ценовую динамику, имеет отрицательный знак во всех трех уравнениях, однако для выборки регионов с более высоким уровнем доходов оценка статистически незначима.

Оцененная спецификация достаточно близко описывает фактическую динамику среднедушевого потребления (рис. 52-55), средняя абсолютная ошибка прогнозирования не превышает 1%.

На прогнозном периоде ожидается снижение потребления молока и молочных продуктов. Увеличение потребления возможно только в рамках целевого сценария социально-экономического развития, характеризующегося наиболее высокими темпами роста доходов населения.



*Рис. 52. Сравнение фактической и модельной динамики среднедушевого потребления молока в Российской Федерации в период 2005-2016 гг. на одного человека в год, кг*

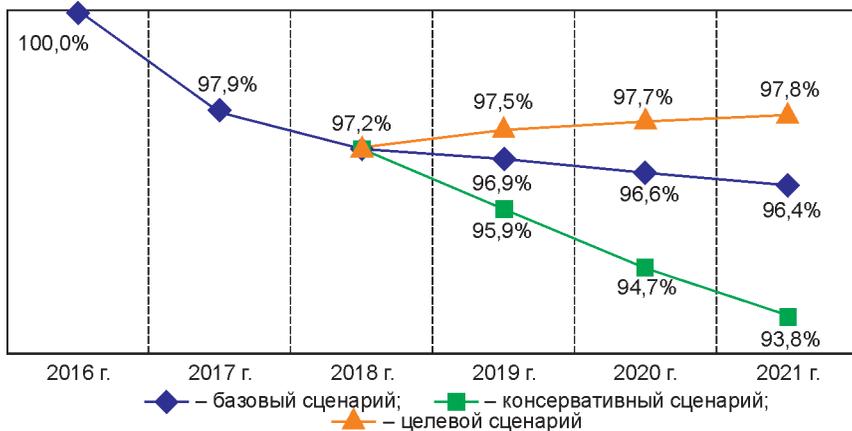


Рис. 53. Темпы роста среднедушевого потребления молока к базисному 2016 г. по кластерам с различными сценариями социально-экономического развития

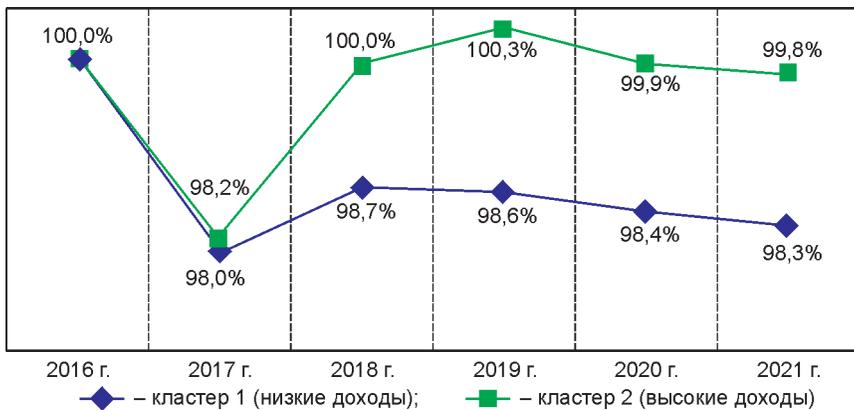
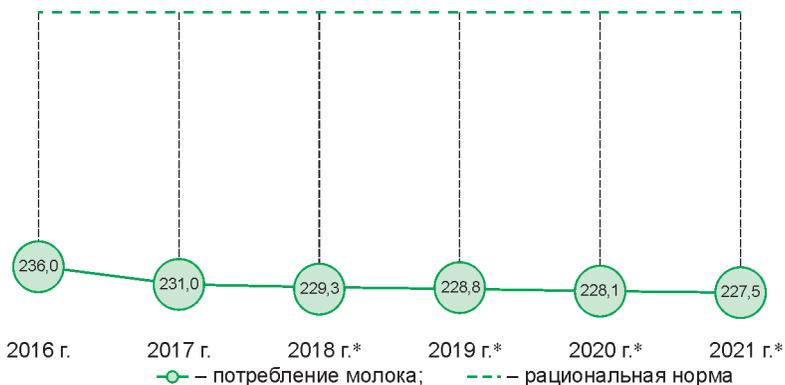


Рис. 54. Темпы роста среднедушевого потребления молока к базисному 2016 г. по кластерам с базовым сценарием социально-экономического развития



\* Прогнозное значение.

*Рис. 55. Прогнозная динамика среднедушевого потребления молока в Российской Федерации в период 2016-2021 гг. в сравнении с нормой рационального потребления в соответствии с базовым сценарием социально-экономического развития на одного человека в год, кг*

При реализации базового сценария развития среднедушевой уровень потребления молока и молокопродуктов в Российской Федерации сохраняется ниже рекомендуемой Минздравом России рациональной нормы на всем прогнозном периоде.

Динамическая модель на панельных данных обладает высокими прогнозными характеристиками и учитывает влияние основных социально-экономических индикаторов на динамику среднедушевого потребления основных продуктов питания, что позволяет использовать данный инструмент для формирования прогноза среднедушевого потребления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Методических рекомендациях по прогнозированию и моделированию развития АПК рассмотрены основные инструментальные подходы по формированию прогнозов на основе трендовых, сезонных и регрессионных моделей.

Для данных, обладающих достаточной инерционностью в долгосрочной перспективе, предлагается использовать методы на основе выделения долгосрочного тренда. При формировании прогнозов высокой частотности более надежными являются сезонные модели и модели временных рядов с условной гетероскедастичностью. Для анализа потребительского рынка предлагается подход на основе панельных данных.

Практический пример реализации предложенного алгоритма приведен для каждого из рассмотренных методов. Рассмотренный аппарат обеспечивает достаточно высокое качество прогнозных моделей и может быть применен для формирования динамики прогнозов развития АПК.

Методы на основе выделения сезонности и кластеров волатильности рекомендуется использовать для формирования прогнозов с ежемесячной и еженедельной частотой обновления данных. Прогноз уровня среднедушевого потребления продуктов питания может применяться в случае если за три последних года изменение показателя составляло более 15% или отклонялось от среднего уровня более чем на три стандартных отклонения.

## ЛИСТИНГ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГНОЗА ЦЕН НА ОСНОВНЫЕ ПРОДУКТЫ НА ОСНОВЕ GARCH-МОДЕЛИ В RSTUDIO

Первичная обработка данных и проверка на стационарность:

```
setwd("~/Data/price_outlook")
##все цены
price <- read_excel("Data/price_outlook/price20.09.xlsx", sheet = "all")
price1 <- read_excel("Data/price_outlook/price20.09.xlsx", sheet = "wheat")
price_d <- rbind(price, price1)
price_d <- price20_09

format(Sys.time(), "%d %b %Y")
#####говядина (убойный вес)
price_beef <- subset(price_d, product == "говядина (убойный вес)")
price_beef <- drop_na(price_beef)

p_beef <- price_beef %>% group_by(period) %>% summarise(avg = mean(value)/1000)
p_beef$period <- as.Date(as.POSIXct(p_beef$period),
                        format = format(Sys.time(), "%d %b %Y"))
p_b <- xts(p_beef$avg, order.by = p_beef$period)
p_b1 <- xts((log(p_beef$avg)), order.by = p_beef$period)
ndiffs(p_b1)
p_b1 <- diff(p_b1)
p_b1[1] <- 0
```

Выбор порядка модели ARIMA:

```
####ARIMA
beef_m1 <- auto.arima(p_b, seasonal = T)
arma_beef <- c(beef_m1$arima[1],beef_m1$arima[6],beef_m1$arima[2])
```

Оценка параметров GARCH-модели:

```
####GARCH-GARCH
#### "говядина (убойный вес)"
sp_beef <- ugarchspec(
  variance.model = list(garchOrder = c(1,beef_m1$arima[6],1)),
  mean.model = list(armaorder = arma_beef),
  distribution.model = "norm")
est_beef <- ugarchfit(spec = sp_beef, data=p_b)
prog_beef <- ugarchforecast(est_beef, h=1)
beef_p <- prog_beef$forecast$seriesFor[1,]
```

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

### Сравнение фактических средних цен производителей и прогноза

Факт	08.11.2018	15.11.2018	22.11.2018	29.11.2018	06.12.2018	13.12.2018	20.12.2018
Говядина (убойная масса)	228,06	231,85	230,10	234,13	233,34	236,68	233,65
Свинина (убойная масса)	176,63	178,52	179,89	181,73	182,40	180,70	179,30
Мясо кур (убойная масса)	118,33	119,23	120,98	120,99	122,58	123,41	125,02
Молоко сырое	26,31	26,49	26,71	26,80	26,88	27,05	27,19
Молоко сухое цельное	208,19	245,02	245,67	244,71	248,20	248,20	251,51
Пшеница третьего класса	10,19	10,14	10,17	10,30	10,39	10,54	10,53
Мука пшеничная	17,51	17,20	17,65	17,79	17,87	17,71	18,08
Сахар	35,59	35,94	36,10	36,34	36,54	36,57	36,91
Хлеб из пшеничной муки	45,77	45,90	46,00	46,08	46,09	46,20	46,24
Подсолнечник	17,60	17,57	17,53	17,39	17,45	17,45	17,58
Кукуруза	8,99	8,93	8,88	9,19	9,24	9,17	9,24
Картофель	12,70	12,87	12,89	12,92	13,12	13,03	13,14
Прогноз	08.11.2018	15.11.2018	22.11.2018	29.11.2018	06.12.2018	13.12.2018	20.12.2018
Говядина (убойная масса)	225,76	225,92	231,39	229,83	235,45	232,93	235,59
Свинина (убойная масса)	177,11	176,20	178,95	180,51	182,18	182,61	180,44
Мясо кур (убойная масса)	116,42	118,32	119,16	120,97	121,06	122,48	123,53
Молоко сырое	26,27	26,30	26,61	26,82	26,86	26,98	27,14
Молоко сухое цельное	219,99	207,03	248,15	245,67	244,69	248,19	248,20
Пшеница третьего класса	9,71	10,05	10,10	10,19	10,35	10,47	10,59
Мука пшеничная	16,45	16,71	16,53	17,77	17,89	18,06	17,63
Сахар	35,46	35,59	36,44	36,39	36,58	36,73	36,66
Хлеб из пшеничной муки	45,19	45,46	45,94	46,03	46,15	46,14	46,24
Подсолнечник	17,41	17,78	17,56	17,50	17,36	17,45	17,43
Кукуруза	9,02	8,92	8,93	8,85	9,12	9,34	9,10
Картофель	12,89	12,69	12,85	12,92	12,95	13,18	13,12

**GARCH-МОДЕЛИ**

Таблица Б.1

**с использованием GARCH-модели**

27.12.2018	10.01.2019	17.01.2019	24.01.2019	31.01.2019	07.02.2019	14.02.2019	21.02.2019
233,65	234,65	235,17	235,57	235,99	235,56	235,64	236,72
179,30	178,11	176,32	174,05	173,15	172,98	172,83	175,08
125,02	124,30	126,04	124,68	125,35	125,63	124,74	124,23
27,19	27,15	27,56	27,63	27,14	27,20	27,21	27,31
251,51	251,47	251,50	250,73	251,26	246,83	251,30	252,80
10,53	10,70	10,59	10,56	10,84	11,06	11,39	11,47
18,08	18,15	18,22	18,55	18,64	18,92	19,17	19,53
36,91	37,14	36,91	36,66	36,52	36,19	35,61	35,97
46,24	46,37	46,64	46,86	47,06	47,12	47,15	47,34
17,58	17,47	17,47	17,67	17,77	18,03	18,27	18,32
9,24	9,33	9,50	9,79	9,78	9,88	10,05	9,89
13,14	13,31	13,72	13,72	13,58	13,58	13,66	13,78
27.12.2018	10.01.2019	17.01.2019	24.01.2019	31.01.2019	07.02.2019	14.02.2019	21.02.2019
234,23	233,11	234,69	235,60	235,46	236,14	235,92	235,96
178,66	177,49	177,90	175,80	173,16	172,97	172,85	172,86
125,75	126,03	124,68	126,51	124,84	125,62	125,89	124,77
27,29	27,42	27,17	27,45	27,77	26,83	27,33	27,23
251,83	250,72	251,49	251,48	250,84	251,27	246,64	251,50
10,49	10,77	10,66	10,55	10,55	10,95	11,09	11,49
18,01	18,30	18,23	18,23	18,66	18,63	19,02	19,25
37,15	37,26	37,31	37,08	36,63	36,45	36,05	35,31
46,29	46,33	46,42	46,67	46,89	47,17	47,23	47,23
17,54	17,57	17,44	17,45	17,64	17,73	17,98	18,24
9,24	9,32	9,33	9,55	9,86	9,80	9,93	10,06
13,17	13,19	13,36	13,87	13,89	13,49	13,58	13,68

### Средняя абсолютная ошибка прогнозирования

Отклонение	08.11.2018	15.11.2018	22.11.2018	29.11.2018	06.12.2018	13.12.2018	20.12.2018
Говядина (убойная масса)	1,0%	2,6%	0,6%	1,8%	0,9%	1,6%	0,8%
Свинина (убойная масса)	0,3%	1,3%	0,5%	0,7%	0,1%	1,1%	0,6%
Мясо кур (убойная масса)	1,6%	0,8%	1,5%	0,0%	1,2%	0,8%	1,2%
Молоко сырое	0,1%	0,7%	0,4%	0,1%	0,1%	0,3%	0,2%
Молоко сухое цельное	5,7%	15,5%	1,0%	0,4%	1,4%	0,0%	1,3%
Пшеница третьего класса	4,7%	0,8%	0,7%	1,0%	0,3%	0,6%	0,6%
Мука пшеничная	6,1%	2,9%	6,3%	0,1%	0,1%	2,0%	2,5%
Сахар	0,4%	1,0%	0,9%	0,1%	0,1%	0,4%	0,7%
Хлеб из пшеничной муки	1,3%	1,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%
Подсолнечник	1,1%	1,2%	0,2%	0,6%	0,5%	0,0%	0,8%
Кукуруза	0,3%	0,0%	0,5%	3,6%	1,3%	1,8%	1,5%
Картофель	1,4%	1,4%	0,2%	0,0%	1,3%	1,2%	0,1%

Таблица Б.2

**GARCH-модели**

27.12.2018	10.01.2019	17.01.2019	24.01.2019	31.01.2019	07.02.2019	14.02.2019	21.02.2019
0,2%	0,7%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,1%	0,3%
0,4%	0,3%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
0,6%	1,4%	1,1%	1,5%	0,4%	0,0%	0,9%	0,4%
0,4%	1,0%	1,4%	0,6%	2,3%	1,3%	0,4%	0,3%
0,1%	0,3%	0,0%	0,3%	0,2%	1,8%	1,9%	0,5%
0,3%	0,6%	0,6%	0,1%	2,6%	1,0%	2,6%	0,2%
0,4%	0,8%	0,1%	1,7%	0,1%	1,6%	0,8%	1,5%
0,6%	0,3%	1,1%	1,2%	0,3%	0,7%	1,3%	1,8%
0,1%	0,1%	0,5%	0,4%	0,4%	0,1%	0,2%	0,2%
0,2%	0,5%	0,2%	1,2%	0,7%	1,7%	1,6%	0,4%
0,0%	0,2%	1,8%	2,5%	0,9%	0,8%	1,1%	1,7%
0,2%	1,0%	2,6%	1,1%	2,3%	0,7%	0,6%	0,7%

## РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

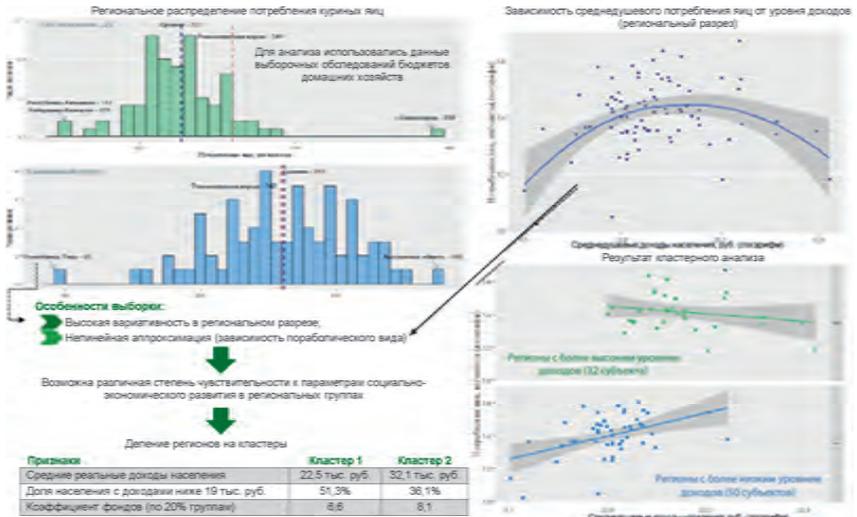


Рис. В.1. Потребление куриных яиц – результаты кластеризации

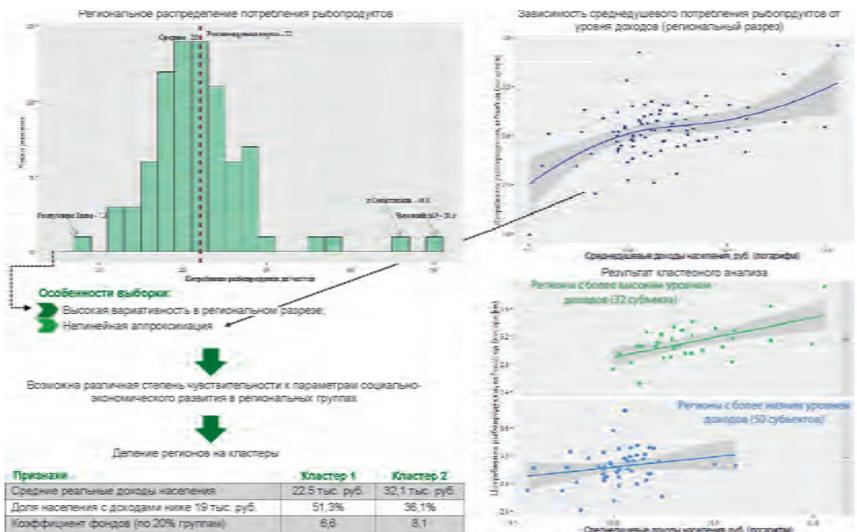


Рис. В.2. Потребление рыбы – результаты кластеризации

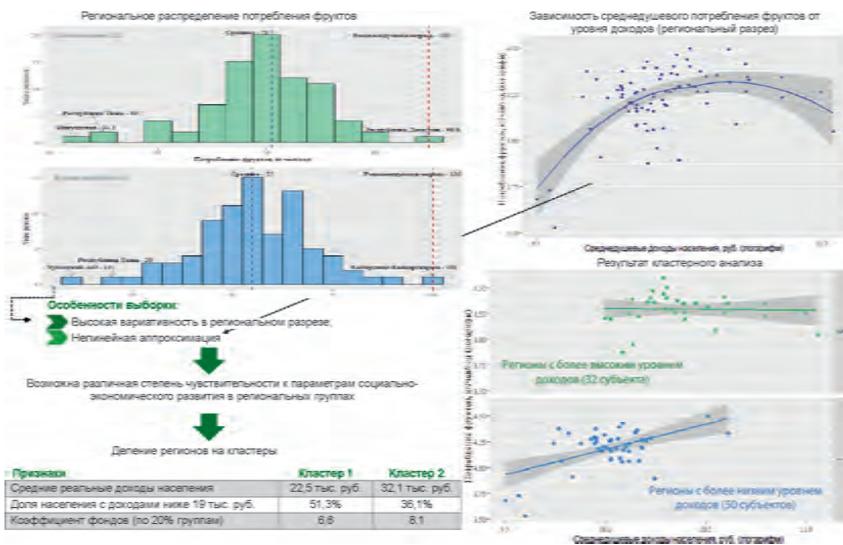


Рис. В.3. Потребление фруктов – результаты кластеризации

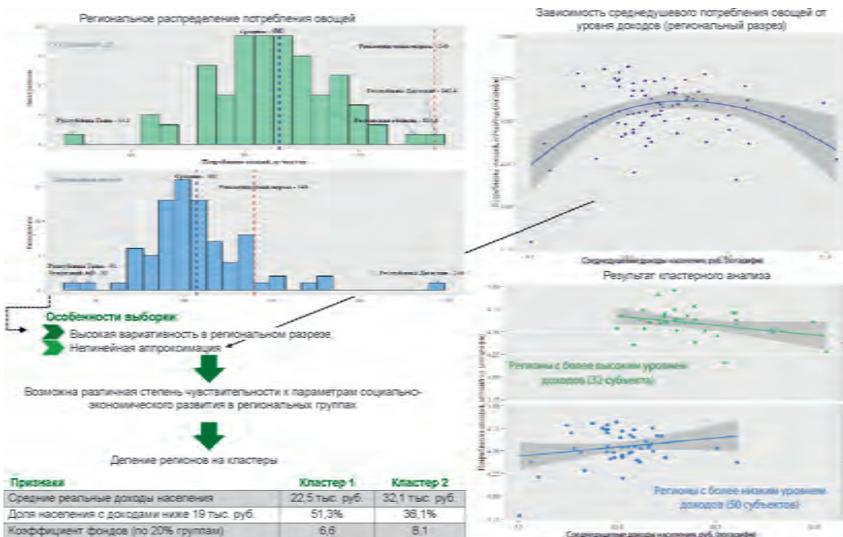


Рис. В.4. Потребление овощей – результаты кластеризации

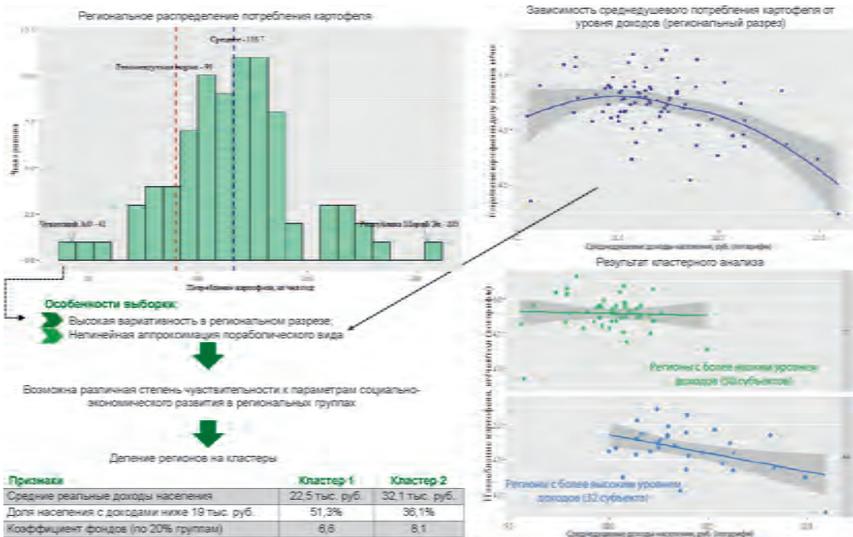


Рис. В.5. Потребление картофеля – результаты кластеризации

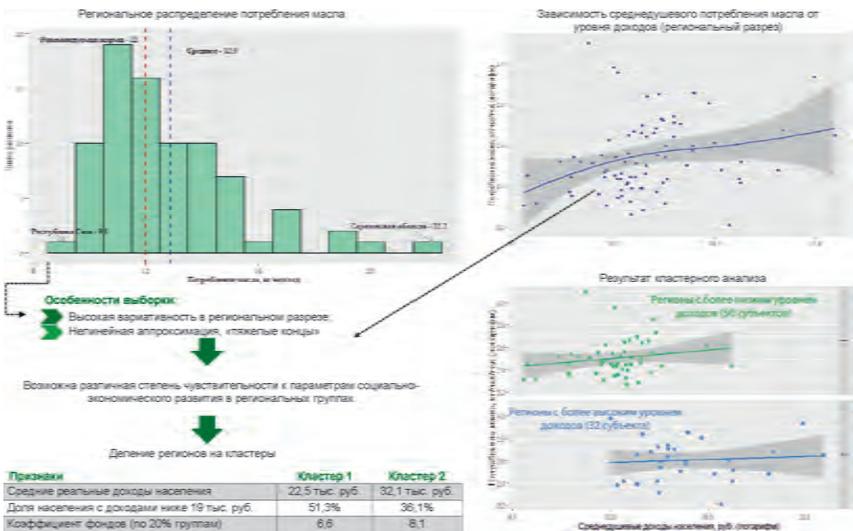


Рис. В.6. Потребление растительного масла – результаты кластеризации

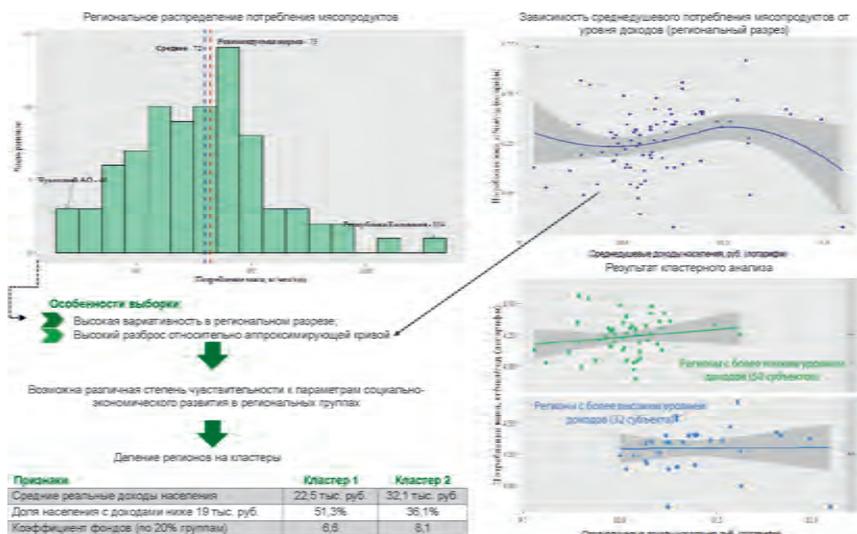


Рис. В.7. Потребление мяса – результаты кластеризации

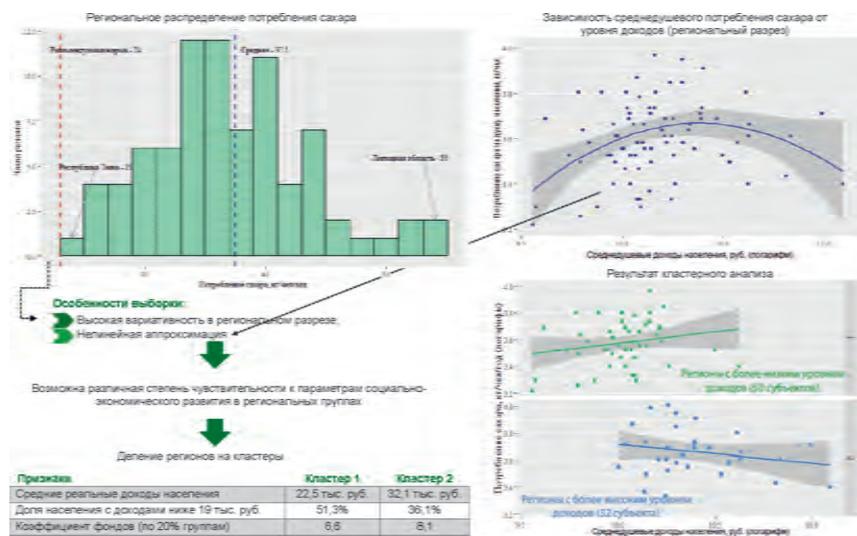


Рис. В.8. Потребление сахара – результаты кластеризации

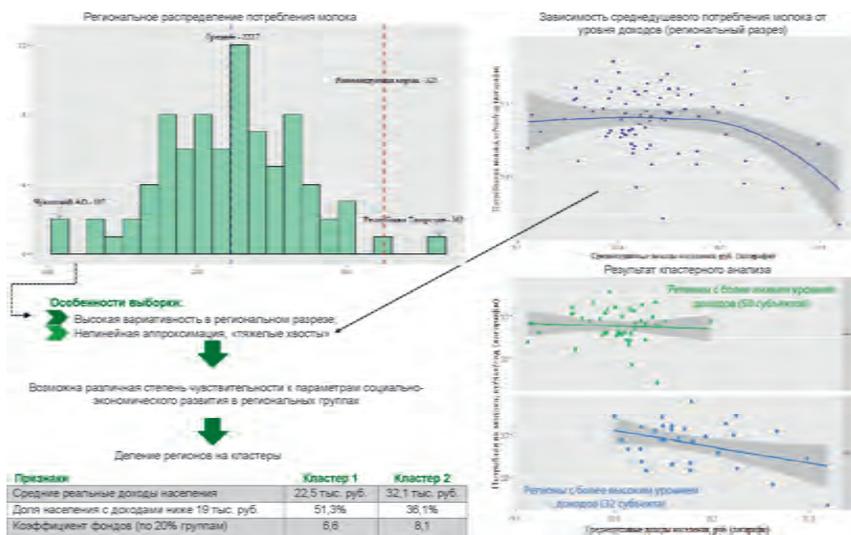


Рис. В.9. Потребление молока – результаты кластеризации

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

2. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания».

3. Приказ Минэкономразвития России от 30.06.2016 № 423 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке, корректировке, мониторингу среднесрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 30 ноября 2009 года № 492».

4. Приказ Минсельхоза России от 10.04.2014 № 122 (ред. от 25.04.2014) «О порядке и сроках ввода в эксплуатацию системы мониторинга и прогнозирования продовольственной безопасности Российской Федерации».

5. Постановление Федеральной службы государственной статистики от 25.12.2006 № 82 (ред. от 21.10.2013) «Об утверждении Методических указаний по составлению годовых балансов продовольственных ресурсов».

6. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 15.08.2018 № 502 (ред. от 07.09.2018) «Об утверждении Методики составления баланса рыбы и рыбопродуктов для определения среднедушевого уровня их потребления».

7. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 05.04.2017 № 226 «Об утверждении Методологических положений по формированию агрегированных показателей доходов, расходов и потребления домашних хозяйств на основе программы Выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств».

8. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2017 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы».

9. **Oczkowski E., Murphy T.** Econometric Analysis of the Demand for Eggs: Australia Agribusiness Review – Melbourne, 1999. – Vol. 7, ISSN 1442-6951.

10. Determinants of the Household Consumption of Eggs in Oyo State A Case Study of Ibarapa Central Local Government // Oluwafemi Zacchaeus Olaniyi,

Adeoye Adelayo, Olojede Mary O., Adedamola Rasak: Journal of Marketing and Consumer Research. – S.I. – 2015. – Vol. 18, ISSN 2422-8451.

11. Determination of egg consumption and consumer habits in Turkey // MIZRAK C. et al.: Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences – Ankara, 2012. – 36 (6), ISSN 1300-0128.

12. Levin, A., Lin C.-F., Chu C.-S. J. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. Journal of Econometrics. – NY, 2002. – № 108.

13. Regmi, A. and J. Dyck, Effects of urbanization on global food demand. – 2001, Washington, D.C.: United States Department of Agriculture Economic.

14. Демографический прогноз до 2035 года. Росстат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#)

15. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации до 2024 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/201801101>.

16. **Arellano M., Bond S.R.** Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations // Review of Economic Studies. – Vol. 58. – 1991.

17. **Kovaldji, A., Averkiev, V., Sarkissyan, M.** Smoothing and prognosis of multi-factor time series of economical data by means of local procedures (regression and curvature evaluation), Artificial intelligence driven solutions to business and engineering problems. – 2012.

18. **Dagum E., Dagum C.** Stochastic and deterministic trend models. – 2006. – Statistica, anno LXVI. – № 3.

19. **Bianchi M., Boyle M., Hollingsworth D.** A comparison of methods for trend estimation. – 1996. – Applied Economics Letters. – Vol. 6. – Pp. 103–109.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>1. Формирование прогнозов показателей развития АПК на основе выделения долгосрочного тренда .....</b>	<b>6</b>
1.1. Методические подходы к выделению долгосрочного тренда .....	6
1.2. Обзор методов пролонгации тренда .....	7
1.3. Алгоритм формирования прогноза .....	8
1.4. Трендовый прогноз производства и потребления зерна .....	9
<b>2. Формирование прогнозов показателей развития АПК на основе сезонных моделей временных рядов .....</b>	<b>11</b>
2.1. Общее описание алгоритма выделения сезонности.....	11
2.2. Сезонный прогноз производства скота и птицы на убой.....	13
<b>3. Формирование прогнозов показателей развития АПК с высокой частотностью сбора данных на основе моделей временных рядов ...</b>	<b>15</b>
<b>4. Формирование среднесрочного прогноза потребления основных продуктов питания .....</b>	<b>24</b>
4.1. Методические подходы к формированию прогноза динамики потребительского рынка .....	24
4.2. Прогноз потребления основных продуктов питания в Российской Федерации.....	31
4.2.1. Прогноз потребления куриных яиц .....	34
4.2.2. Прогноз потребления рыбы и рыбопродуктов .....	38
4.2.3. Прогноз потребления фруктов .....	43
4.2.4. Прогноз потребления овощей и бахчевых .....	49
4.2.5. Прогноз потребления картофеля .....	54
4.2.6. Прогноз потребления растительного масла.....	59
4.2.7. Прогноз потребления мяса и мясопродуктов .....	64
4.2.8. Прогноз потребления сахара.....	68
4.2.9. Прогноз потребления молока и молокопродуктов .....	73
<b>Заключение.....</b>	<b>78</b>
<b>Приложение А. Листинг формирования прогноза цен на основные продукты на основе GARCH-модели в RStudio .....</b>	<b>79</b>
<b>Приложение Б. Результаты использования GARCH-модели .....</b>	<b>80</b>
<b>Приложение В. Результаты кластеризации регионов Российской Федерации .....</b>	<b>84</b>
<b>Литература .....</b>	<b>89</b>

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ АПК

*Официальное издание*

Редактор *В.И. Сидорова*  
Обложка художника *П.В. Жукова*  
Компьютерная верстка: *Г.А. Прокопенковой*  
Корректор *В.А. Белова*

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

---

Подписано в печать 21.08.2019      Формат 60x84/16  
Бумага офсетная      Гарнитура шрифта «Times New Roman»      Печать офсетная  
Печ. л. 5,75      Тираж 200 экз.      Изд. заказ 50      Тип. заказ 401

---

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,  
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

**ISBN 978-5-7367-1507-7**



9 785736 715077

# ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138)  
и редакцию с любого месяца и на любой период,  
перечислив деньги на наш расчетный счет.**

**Стоимость подписки на второе полугодие 2019 г. с учетом доставки  
по Российской Федерации – 2256 руб. с учетом НДС (10%);  
376 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области  
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)  
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,  
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России  
по ЦФО БИК 044525000 в назначении платежа указать

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-  
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России Вы можете разместить свои аналитические и рекламные материалы, соответствующие целям и профилю журнала. Размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,  
(495) 993-55-83,  
(495) 993-44-04.

Факс 8 (496) 531-64-90

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



