

Прогнозная оценка доступности сбалансированного рациона питания для жителей регионов России: агент-ориентированный подход*

**Александра Леонидовна МАШКОВА**

Центральный экономико-математический институт РАН
Москва, Российская Федерация
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
Орел, Российская Федерация
e-mail: aleks.savina@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1701-5324; ResearcherID: P-1252-2017

**Натиша ДУКХИ**

Совет по исследованиям в области гуманитарных наук
Кейптаун, Южная Африка
e-mail: doctordukhi@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9557-7424; ResearcherID: O-4930-2017

**Иван Викторович НЕВОЛИН**

Центральный экономико-математический институт РАН
Москва, Российская Федерация
e-mail: jolutre@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8462-9011; ResearcherID: Q-6607-2016

**Ольга Александровна САВИНА**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
Орел, Российская Федерация
e-mail: o.a.savina@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9857-8956; ResearcherID: F-4593-2018

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Департамента науки и технологий Индии и Национального исследовательского фонда ЮАР в рамках научного проекта № 19-57-80003.

Для цитирования: Прогнозная оценка доступности сбалансированного рациона питания для жителей регионов России: агент-ориентированный подход / А.Л. Машкова, Н. Дукхи, И.В. Неволин, О.А. Савина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 6. С. 107–125. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.6

For citation: Mashkova A.L., Dukhi N., Nevolin I.V., Savina O.A. A forecasting assessment of the affordability of a balanced diet for residents of Russian regions: An agent-based approach. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2021, vol. 14, no. 6, pp. 107–125. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.6

Аннотация. На фоне пандемии коронавируса в России ухудшается финансовое состояние домохозяйств и их способность обеспечивать полноценный рацион питания, сбалансированный по содержанию нутриентов, витаминов и минералов. Целью работы является прогнозная оценка доступности сбалансированного рациона питания для домохозяйств в условиях реализации различных сценариев экономической и эпидемиологической ситуации. Применяемая методология исследования предполагает создание комплексной агент-ориентированной модели, отражающей протекание демографических и экономических процессов, которые определяют производство продуктов питания, доходы и здоровье населения. При оценке доступности сбалансированного рациона принимается в расчет численность и доход домохозяйств, доля дохода, отводимая на приобретение продуктов питания. Для информационного наполнения модели используются массивы данных, представленные на сайтах Росстата, министерств и ведомств, а также специально проведенного мониторинга цен на продукты. Разработаны сбалансированные рационы питания, обеспечивающие получение 75 и 90% ключевых витаминов и минералов при необходимой калорийности. Входящие в рационы продукты были оптимизированы по цене, на основе результатов мониторинга цен произведена оценка стоимости рационов и их доступности для населения в каждом регионе РФ по данным 2020 года. В доступности рационов в различных регионах наблюдается широкий размах: от 35% в Чеченской Республике до 95% в Москве, при среднем значении 83%. Сценарное моделирование доступности качественного питания для населения России проводилось на период до 2025 года. В оптимистическом сценарии наблюдается снижение доступности рационов до 81%, в консервативном и пессимистическом – постоянное падение уровня доступности витаминного рациона до 76 и 72% соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о серьезной угрозе ухудшения качества питания жителей России, связанной как с падением доходов, так и с ростом цен на продукты питания. Также в рамках сценарных расчетов был определен объем субсидий малообеспеченным группам населения, необходимых для получения сбалансированного рациона.

Ключевые слова: уровень жизни, доступность продуктов питания, сбалансированный рацион, агент-ориентированное моделирование, вычислительный эксперимент, мониторинг цен.

Введение

Падение доходов населения и рост цен на продукты питания в период пандемии в совокупности не только влияют на общий уровень жизни населения, но и создают угрозу ухудшения здоровья людей из-за снижения качества питания и недополучения ключевых микронутриентов, воздействующих на протекание жизненно важных процессов в организме. Решение этой проблемы является одним из ключевых направлений экономической политики России. Введенные государством меры, стабилизирующие цены на ряд продуктов, выступают примером политики регулирования, однако недостаточно действенным для коренного исправления ситуации.

Наш авторский коллектив с конца 2019 года занимается реализацией международного проекта «Исследование индикаторов риска развития анемии среди детей младшего возраста и подростков в странах БРИКС (Индия,

ЮАР, Россия) с использованием машинного обучения и агентного моделирования», финансируемого Российским фондом фундаментальных исследований, Департаментом науки и технологий Индии и Национальным исследовательским фондом ЮАР. Начало пандемии, совпавшее с началом реализации проекта, определило особое внимание к экономическим факторам, влияющим на риски развития анемии, в частности ухудшению финансового состояния домохозяйств и их способности обеспечивать полноценный рацион питания, под которым мы понимаем рацион, сбалансированный по содержанию нутриентов (белков, жиров и углеводов), витаминов и минералов. Сбалансированный рацион, необходимый для поддержания здорового образа жизни, включает фрукты, овощи, мясо и крупы, при этом в нем снижено потребление соли, сахара и животных жиров и увеличе-

но употребление белков относительно углеводов. Разбалансировка рациона ведет к соответствующей разбалансировке в микро- и макронутриентах (недостатку одних и превышению других). Результатом этого может стать развитие различных заболеваний, в том числе железодефицитной анемии, которая в детском и подростковом возрасте обуславливает риски нарушения в развитии и повышения смертности. Таким образом, обеспечение доступа к сбалансированному питанию жизненно необходимо для всех категорий населения, в особенности младшего поколения. Очевидными также являются социальные и экономические преимущества повсеместного внедрения стандартов здорового питания, в частности поддержка местных производителей овощей, фруктов, молочных продуктов. Важную роль играет информирование населения о пищевой ценности доступных по цене продуктов и их вкладе в сбалансированный рацион¹.

В принятой в 2010 году «Концепции повышения продовольственной безопасности государств – участников СНГ» уровень экономической доступности продуктов питания определяется как доля затрат на питание в совокупных затратах на все виды товаров и услуг². Доктрина продовольственной безопасности дает более широкую трактовку, рассматривая экономическую доступность продовольствия как обеспеченную соответствующим уровнем доходов населения возможность приобретать пищевые продукты в объемах и ассортименте, не меньших установленных рациональных норм потребления³.

¹ World Health Organization. Towards a healthy Russia. Healthy nutrition: plan of action to develop regional programmes in the Russian Federation. 2001. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/150158/E73401.pdf (accessed 29.06.2021).

² Концепция повышения продовольственной безопасности государств – участников СНГ / Россельхознадзор, Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. 2010. URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/news/files/3143/concept.pdf>

³ Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120 // Российская газета. Федеральный выпуск № 5100 (21). 03.02.2010. URL: <https://rg.ru/2010/02/03/prod-dok.html>

Исследования в области экономической доступности продовольствия имеют преимущественно статистическую направленность [1; 2; 3]. В работе [4] предлагается методика сравнительного анализа экономической доступности продуктов питания в отдельных регионах с разным уровнем доходов населения и цен на продовольствие, основанная на определении региональных эталонных единиц, отражающих долю совокупного дохода, затрачиваемого в рассматриваемом регионе на продукты питания. Методика позволяет учесть эффекты абсолютной величины дохода, цен на продукты питания в стране и регионе, сбалансированности рациона потребителя, национальной или местной доли расходов на продовольствие. Выполненная эмпирическая оценка экономической доступности продовольствия в России и ее субъектах выявила регионы с неудовлетворительным уровнем доступности и показала, что наиболее уязвимой в этом плане является первая квинтильная группа, что подтверждает необходимость принятия мер государственной поддержки.

Целью нашей работы выступает прогнозная оценка доступности сбалансированного рациона питания для домохозяйств. Для этого необходимо:

- во-первых, составить сбалансированный рацион питания из продуктов, доступных для жителей;
- во-вторых, получить актуальную оценку стоимости такого рациона в различных регионах России;
- в-третьих, построить прогноз доходов населения в условиях динамики экономической ситуации, подверженной влиянию эпидемиологических рисков.

Для построения прогнозов динамики экономики России и доходов населения используется разработанный коллективом симулятор искусственного общества, отражающий население, производство, образовательную, финансовую и бюджетную систему России, интегрированный в агент-ориентированную модель динамики распространения анемии.

Методы исследования

Основным методом исследования является агент-ориентированное моделирование – особый вид имитационного моделирования, который воспроизводит динамику системы как результат взаимодействия агентов микроуровня. Агенты в таких моделях характеризуются следующими чертами:

- разнородностью, то есть они обладают набором отличающих их друг от друга параметров: пол, возраст, семейное положение, специальность, доход, регион проживания;
- способностью к взаимодействию друг с другом и окружающей средой путем обмена информацией, изменения социального статуса (например, абитуриент – студент – выпускник);
- ограниченной рациональностью, что позволяет отразить доступную им информацию и использовать при принятии решений иные функции, кроме максимизации ожидаемой полезности (например, следовать примеру окружающих или соглашаться на вариант по умолчанию) [5].

Динамика агент-ориентированных моделей является неравновесной, поскольку складывается из решений и взаимодействий отдельных агентов, которые, в свою очередь, определяются стохастическими функциями [6]. Эта особенность позволяет использовать метод агент-ориентированного моделирования для оценки эффектов управляющих воздействий на социально-экономические системы. Такой класс моделей получил название агент-ориентированных моделей вычислительной экономики (agent-based computational economy – ACE) [7]. ACE-модели являются симуляторами для оценки различных вариантов налоговой [8], инвестиционной [9; 10] и кредитно-денежной [11–14] политики, мер регулирования рынка труда [15–17], финансовой системы [18–21] и охраны окружающей среды [22].

Также разработан ряд агент-ориентированных моделей для оценки качества и доступности питания на уровне стран и регионов. В работе [23] представлена агент-ориентированная модель мировой торговли, в которой учтены социально-экономические, геополитические, экологические факторы, а также требуемая пи-

тательная ценность рационов. На базе разработанной модели анализируется, как международные ограничения в торговле влияют на продовольственную безопасность и качество питания в мире, включая сбалансированность микро- и макронутриентов в рационе. Результаты показывают, что полностью свободная мировая торговля повышает доступность и качество питания в Африке, Азии и Латинской Америке, поскольку жители этих регионов получают доступ к широкому ассортименту продуктов.

Агент-ориентированная модель продовольственной безопасности региона представлена в работе [24], причем под продовольственной безопасностью (community food security) в указанном исследовании понимается «ситуация, когда все члены сообщества получают безопасный, питательный и приемлемый с точки зрения культуры и традиций рацион». Методология моделирования учитывает сферу занятости и доходы населения, программы поддержки продуктами питания малообеспеченных домохозяйств, а также доступ к чистой воде и топливу для приготовления пищи. Разработанная модель применяется для анализа продовольственной безопасности в развивающихся странах, в частности Малави, где эта проблема стоит особенно остро.

Модель в работе [25] воспроизводит взаимодействие потребителей, продавцов продуктов питания и инспекций по оценке качества. Целью моделирования является оценка влияния регулирующих правил на повышение качества и безопасности продуктов питания. Аспекты социальной ответственности в производстве продуктов питания учитываются в агент-ориентированной модели, представленной в работе [26]. В модели воспроизводятся публичные дебаты по вопросам производства продуктов и соответствующие изменения в пищевой промышленности под влиянием общественного мнения.

Методология, применяемая в исследованиях нашего авторского коллектива, предполагает создание комплексных агент-ориентированных моделей, отражающих протекание различных социально-экономических процессов (демографических, образовательных, миграционных,

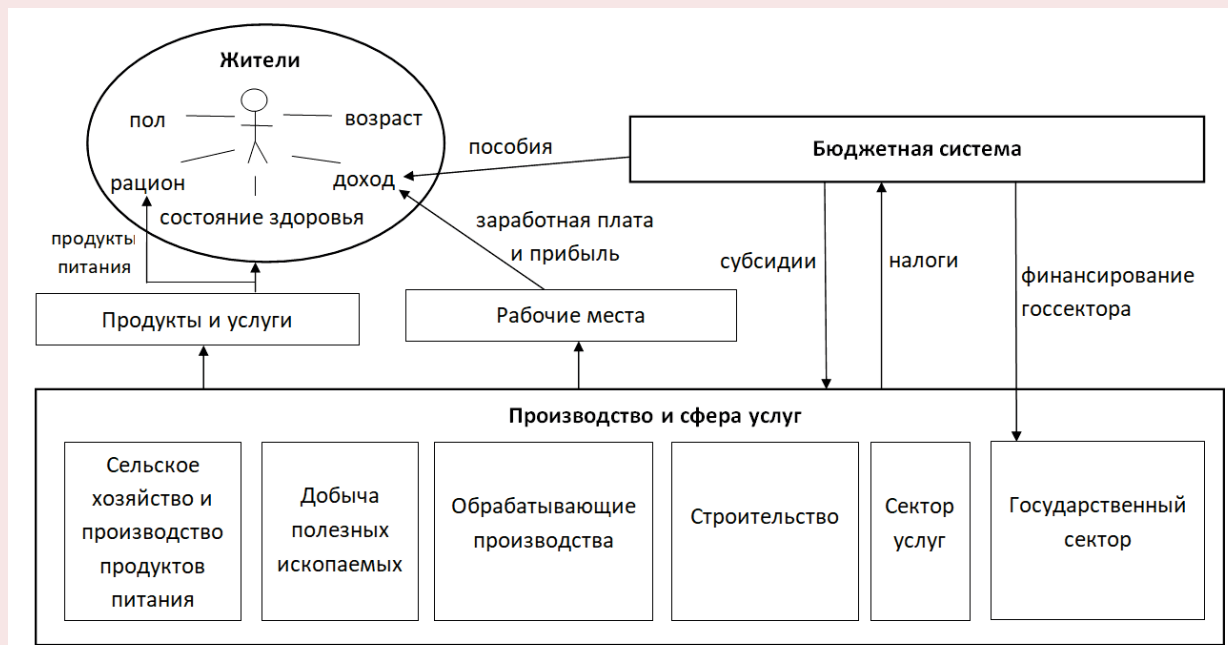
производственных), их влияние на жизнь отдельных индивидов и взаимосвязь друг с другом. В контексте создания модели динамики распространения анемии ключевыми процессами будут демографические (поскольку потребность в питательных веществах зависит от возраста) и экономические (определяющие, с одной стороны, производство различных продуктов питания, с другой — доходы населения, позволяющие им приобретать эти продукты). В модели также отражается работа налоговой и бюджетной систем, в том числе выплата пособий различным категориям населения (пенсий, пособий по безработице, по уходу за ребенком до трех лет и на детей от трех до семи лет для малообеспеченных семей), финансирование организаций государственного сектора экономики (образования, здравоохранения, обороны и безопасности), субсидирование ключевых производств (рис. 1). Структура бюджетной системы модели представлена в [27].

Население в модели воспроизводится с учетом половозрастной структуры, состава домохозяйств и регионального размещения. Ключевую роль в модели играет такой параметр, как состояние здоровья жителя, под которым подразумевается наличие или отсутствие у него железодефицитной анемии (в случае наличия анемии детализируется ее стадия: легкая, средняя или тяжелая). Агенты в модели объединяются в домохозяйства с общим бюджетом, включающим заработную плату и пособия всех членов домохозяйства. Воспроизведение демографических процессов в модели рассматривается в [28].

Производство в модели отражает отраслевую структуру экономики (ключевыми отраслями здесь являются сельское хозяйство, рыболовство и производство продуктов питания) и финансовую систему. Население связано с экономической системой в процессах трудоустройства и потребления. В качестве наемных работников жители получают заработную плату, в качестве потребителей — приобретают продукты и услуги. В покупке продуктов питания детализируется количество потребляемых домохозяйствами круп, мяса, рыбы, молочной продукции, овощей и фруктов.

Производство в модели отражает отраслевую структуру экономики (ключевыми отраслями здесь являются сельское хозяйство, рыболовство и производство продуктов питания) и финансовую систему. Население связано с экономической системой в процессах трудоустройства и потребления. В качестве наемных работников жители получают заработную плату, в качестве потребителей — приобретают продукты и услуги. В покупке продуктов питания детализируется количество потребляемых домохозяйствами круп, мяса, рыбы, молочной продукции, овощей и фруктов.

Рис. 1. Схема модели динамики распространения анемии



Источник: составлено авторами.

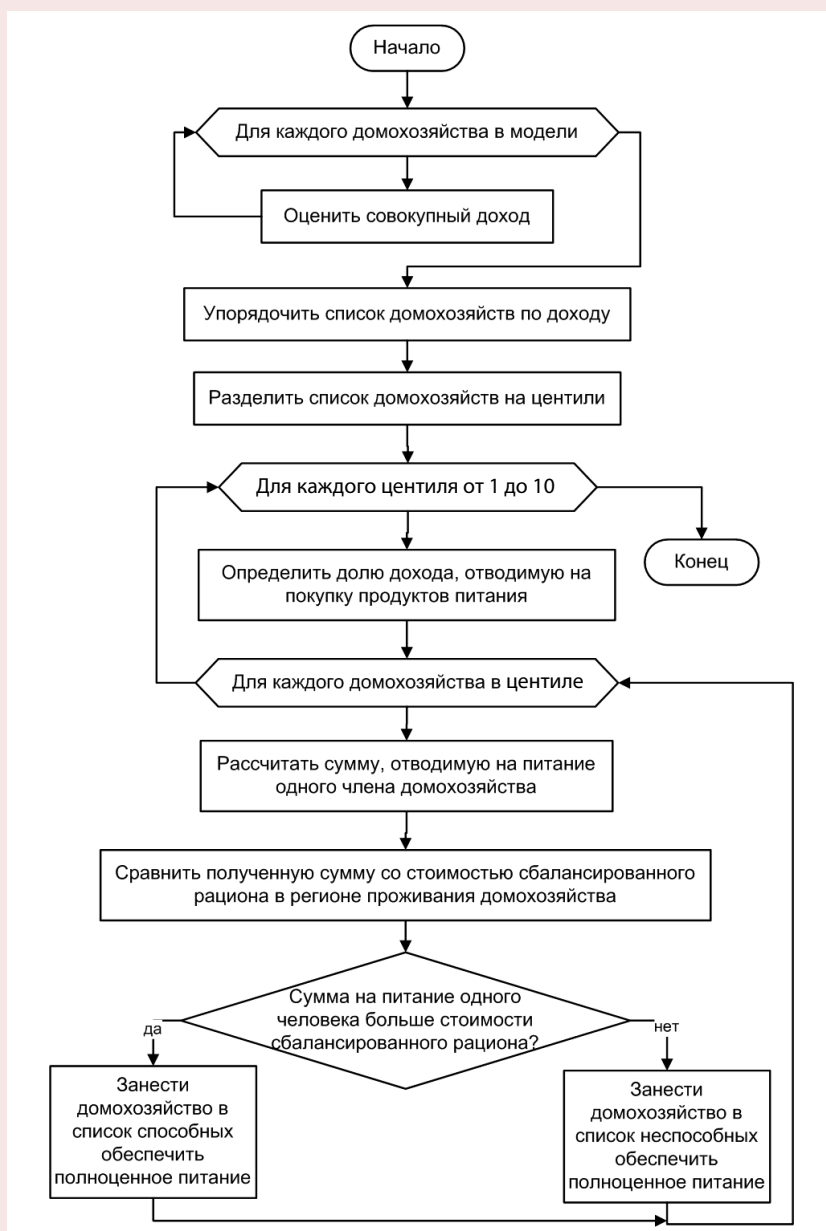
Государство в модели осуществляет регулирование производства и потребления продуктов питания с помощью управляющих воздействий следующих видов:

- инвестиции в расширение производства и программы импортозамещения отечественных производителей питания;
- регулирование экспорта и импорта продукции сельского хозяйства;

- налоговые льготы для отраслей – производителей продуктов питания;
- выплата пособий малообеспеченным семьям.

Для оценки доступности сбалансированного рациона жителям России ключевым является алгоритм расчета суммы, отводимой на приобретение продуктов питания (рис. 2), а вспомогательными – алгоритмы выплаты заработной

Рис. 2. Алгоритм оценки доступности сбалансированного рациона домохозяйствам



Источник: составлено авторами.

платы и пособий, из которых складывается доход домохозяйства. После подсчета совокупного дохода домохозяйств осуществляется сортировка списка и его разделение на центили по уровню дохода.

Для каждого центиля определяется доля дохода, отводимая на приобретение продуктов питания (в соответствии со статистическими данными), и для каждого домохозяйства, входящего в центиль, рассчитывается S – сумма, отводимая на приобретение продуктов питания на одного члена домохозяйства:

$$S = D \times F / N,$$

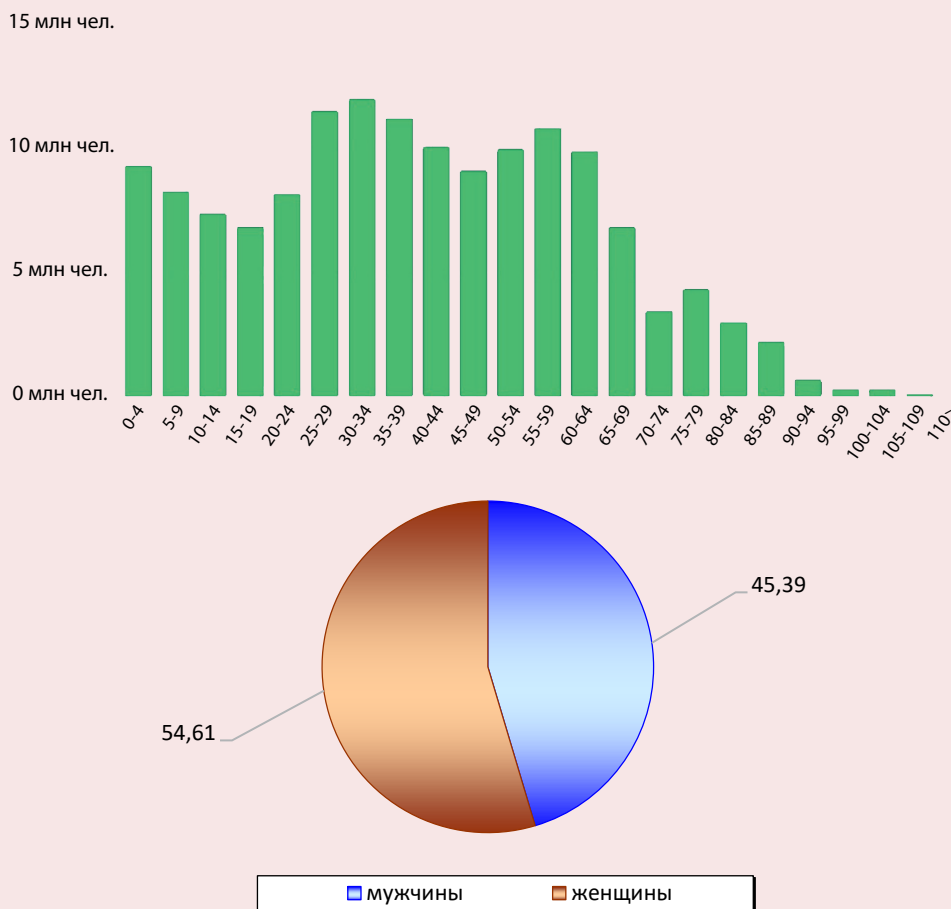
где D – совокупный доход домохозяйства;

F – доля дохода, отводимая на приобретение продуктов питания,
 N – численность домохозяйства.

Полученная сумма сравнивается со стоимостью сбалансированного рациона, в зависимости от результата сравнения домохозяйство заносится в один из списков: либо домохозяйств, которым доступно сбалансированное питание, либо тех, которым оно недоступно.

Агент-ориентированная модель динамики распространения анемии программно реализована в среде Microsoft Visual Studio на языке C#. На рисунке 3 представлен интерфейс модели, демонстрирующий прогноз половозрастной структуры населения в 2025 году.

Рис. 3. Прогноз половозрастной структуры населения в модели динамики распространения анемии к 2025 году



Источник: расчеты авторов.

Данные более сложной структуры выгружаются из базы данных модели в файлы Excel, на основе которых строятся итоговые таблицы и графики.

Исходные данные моделирования

Получение исходных данных моделирования является ключевой задачей в нашем исследовании, поскольку они позволяют воспроизвести текущее состояние системы в географическом и социально-экономическом разрезе, тем самым повышая точность прогноза и расширяя возможности его интерпретации для реальных задач управления.

Для информационного наполнения модели используются массивы данных, представленные на сайтах Федеральной службы государственной статистики, Всероссийской переписи населения, министерств финансов, экономического развития, науки и высшего образования, а также на едином портале бюджетной системы РФ. Исходные данные моделирования приводятся к формату таблиц Excel для загрузки в модель.

В целях отражения демографической ситуации необходима информация о численности населения по половозрастным группам в каждом регионе и их принадлежности домашним хозяйствам. Численность частных, коллективных и бездомных домохозяйств в регионах определяется на основе данных Всероссийской переписи населения 2010 года. Поскольку в 2020 году в связи с пандемией COVID-19 не была проведена плановая перепись населения,

для актуализации данных переписи 2010 года информация о численности населения домохозяйств различных типов приводится к формату долей от общей численности, на основе которых определяется приблизительная численность домохозяйств каждого типа в 2020 году. В *таблице 1* представлен фрагмент таблицы, содержащий расчетные данные о численности домохозяйств в Белгородской области.

Численность зарегистрированных случаев анемии в регионах РФ в различных возрастных группах определяется на основе данных сборника «Здравоохранение в России» Федеральной службы государственной статистики.

Для моделирования производства и сферы услуг используется информация о валовом региональном продукте и его отраслевой структуре, данные официальных таблиц «затраты-выпуск», отражающих поставки организаций, импорт и экспорт за 2017 год.

Для установления связи между агентами-жителями и рабочими местами используется информация о структуре и составе рабочей силы и средней заработной плате работающих в организациях в различных отраслях и регионах.

Доля доходов, отводимая на приобретение продуктов питания, определяется по данным Федеральной службы государственной статистики в зависимости от уровня дохода домохозяйств. В *таблице 2* представлен процент расходов на продукты питания в зависимости от принадлежности домохозяйства к определенному центиллю по доходам.

Таблица 1. Численность домохозяйств в Белгородской области

	Все население, чел.	в том числе население		
		частных домохозяйств	коллективных домохозяйств	домохозяйств бездомных
Численность населения, проживающего в домохозяйствах (по данным Переписи 2010 года)				
Городские населенные пункты	1012932	1002677	10137	118
Сельские населенные пункты	519594	517986	1591	17
Доля населения, проживающего в домохозяйствах (по данным Переписи 2010 года, расчетное значение)				
Городские населенные пункты	100	98,9876	1,0008	0,0116
Сельские населенные пункты	100	99,6905	0,3062	0,0033
Численность населения, проживающего в домохозяйствах (на 1 января 2020 года, расчетное значение)				
Городские населенные пункты	1045518	1034933	10464	121
Сельские населенные пункты	503633	502074	1542	17
Составлено по: данные Всероссийской переписи населения. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm				

Таблица 2. Структура потребления домохозяйств в зависимости от дохода

Процент дохода на потребление продуктов питания	Центиль по доходам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	48,1	45,9	44,1	41,3	39,1	37,3	35,3	32,3	28,3	18,4

Составлено по: данные Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

Для оценки доступности качественного питания жителям регионов России необходимо, помимо данных о доходах, иметь также данные о составе сбалансированного рациона и его стоимости в различных регионах России.

В сотрудничестве со специалистом-нутрициологом, доктором Натишей Дукхи, коллективом были разработаны рационы питания, обеспечивающие получение 75% (рацион 1) и 90% (рацион 2) ключевых витаминов и минералов при соблюдении необходимой калорийности рациона и его сбалансированности по содержанию макронутриентов (белков, жиров и углеводов). Основой для формирования рационов послужили нормы физиологических

потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, определенные Российской академией медицинских наук и утвержденные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Разработанные рационы содержат продукты, доступные для приобретения в большинстве торговых точек во всех регионах России. В рамках достижения необходимой питательной ценности корзина продуктов была оптимизирована по цене, то есть из аналогичных по питательной ценности продуктов (например, креветки, кальмары и минтай) выбиралась наиболее дешевая альтернатива (минтай). В таблице 3

Таблица 3. Состав продуктовой корзины для рационов первого и второго типа

Продукт	рацион 1, г	рацион 2, г	Продукт	рацион 1, г	рацион 2, г
Крупы и хлеб			Овощи		
Гречневая крупа	1000	1000	Брокколи	0	500
Овсяные хлопья	1000	1000	Фасоль струч.	0	500
Пшеничная крупа	1000	500	Капуста	2000	2000
Пшеничная крупа	500	500	Картофель	2000	2000
Макаронны	2000	500	Морковь	2000	2000
Батон	2000	1000	Свекла	1000	1000
Хлеб ржаной	3500	4000	Лук репчатый	1500	1500
Рис белый	1000	1000	Чеснок	100	100
Фасоль, зерно	0	500	Шпинат	150	300
Перловая крупа	1000	500	Фрукты		
Пшеничная мука	1500	1000	Апельсин	500	2000
Сахар-песок	500	70	Банан	500	5000
Молочные продукты			Клубника	0	1000
Молоко 3,2% жирн.	4500	6000	Лимон	0	200
Масло слив. 72,5% жирн.	50	50	Яблоко	500	3000
Кефир 2,5% жирн.	1500	4000	Растительные масла и орехи		
Сметана 15% жирн.	200	200	Арахис	200	200
Сыр российский	200	800	Семечки подс.	50	50
Творог 5% жирн.	500	1000	Семечки тыкв.	0	50
Мясо и яйца			Подс. масло	600	300
Говядина, вырезка	0	500	Рыба и морепродукты		
Свинина, вырезка	2000	2000	Минтай	2000	2000
Курица, тушка	2000	2000	Печень трески	70	100
Печень свиная	1000	1000	Сельдь атл.	500	500
Яйцо куриное	1500	2000	Скумбрия атл.	600	600

Источник: расчеты авторов.

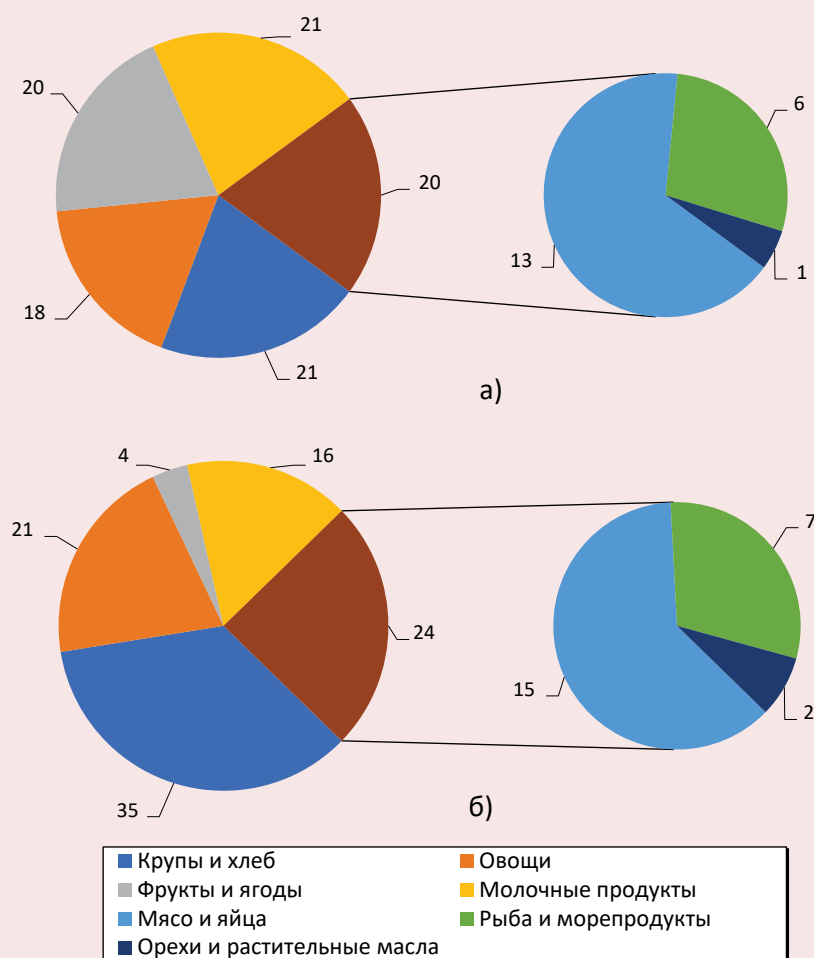
представлен состав рационов первого и второго типа, обеспечивающих среднюю суточную потребность в питательных веществах для взрослого мужчины (2500 кКал).

Оба рациона являются сбалансированными по содержанию макронутриентов, при этом в рационе первого типа выше доля углеводов (65% против 60%), что позволяет удешевить его по сравнению с рационом второго типа.

На *рисунке 4* представлена структура описанных выше рационов по группам продуктов питания. Как показано на диаграммах, доли потребления овощей, мяса и рыбы сходны в обоих рационах, тогда как преобладание круп и хлеба в рационе первого типа замещается увеличением доли фруктов и молочных продуктов в рационе второго типа.

Для расчета стоимости описанных рационов в различных регионах России необходимо провести мониторинг цен на продукты в точках продаж, что можно выполнить несколькими способами. Во-первых, крупные торговые сети публикуют ассортимент с ценами на продукты на своих веб-сайтах. Ограничения на мобильность граждан, вызванные распространением COVID-19, подтолкнули продавцов активнее развивать онлайн-торговлю [29], поэтому федеральные и региональные операторы точек продаж в полном объеме раскрывали каталоги своих интернет-магазинов. Такая ситуация позволяет наблюдать цены в городах – центрах субъектов РФ непосредственно на веб-сайтах, обеспечивая агентную модель данными в региональном разрезе. Хотя в послед-

Рис. 4. Структура рационов по группам продуктов: а) рацион 1; б) рацион 2), %



Источник: расчеты авторов.

ние годы растут онлайн-продажи в структуре розницы [29; 30], недостаток этого способа заключается в невозможности гарантировать соответствие цены на веб-сайте цене на тот же товар в точке продажи.

Во-вторых, возможен мониторинг цен специально нанятыми и обученными аудиторскими на местах. С одной стороны, это позволяет охватить точки продаж даже в сельской местности, где редко встречаются представители крупных сетей, и точно установить цену, а также ассортимент предложения. Действительно, веб-сайт может демонстрировать цену товара, но мало что говорит о его присутствии на полке. Мониторинг торговых точек позволяет получить цены лишь на те товары из широкого списка интересных исследователям, которые действительно предлагаются населению. С другой стороны, этот способ требует больших издержек, связанных с поиском и обучением аудиторов.

Для наполнения данными агентной модели выбран второй способ мониторинга цен, задача которого состояла в переписи ценников на predetermined группы товаров в городах — центрах субъектов Федерации и в двух сельских торговых точках. Группы товаров охватывали продукты питания, потребление которых значимо влияет на развитие железодефицитной анемии, согласно экспертной оценке, базирующейся на опыте многолетних исследований. 98 товаров объединены в 21 группу. Безусловно, на полках присутствует ассортимент одного и того же вида товаров — например, продукция нескольких производителей молока разной фасовки и разной жирности. Для оценки доступности рациона приоритетными являются так называемые товары первой цены — самые

дешёвые среди аналогичных без учёта карты лояльности. Так, если говорить о молочной продукции, выбирается самое дешёвое предложение сметаны 15% жирности без заменителей молочного жира за единицу массы. Приоритетной для наблюдения стала торговая сеть «Магнит», при отсутствии магазинов сети в городе — ближайший к аудитору магазин крупной торговой сети и, наконец, при отсутствии сетевых магазинов (что характерно для сельской местности) — ближайший магазин у дома.

По итогам мониторинга в 77 субъектах РФ собраны данные на цены 31354 продуктов. 4848 из них признаны минимальными в своих регионах на те или иные товары. Информация по регионам, не охваченным мониторингом, была взята из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). В *таблице 4* представлены регионы, в которых стоимость рациона первого типа является наибольшей и наименьшей.

Карта на *рисунке 5* отражает стоимость рациона первого типа в различных регионах.

Результаты и обсуждение

Моделирование доступности питания в регионах России производилось в рамках трех сценариев, учитывающих эпидемиологические риски и обусловленную ими динамику экономических процессов.

1. Пессимистический, при котором регулярно повторяются волны коронавирусной инфекции, обусловленные мутацией вируса и возникновением новых штаммов. При данном сценарии неизбежно введение ограничительных мер и ограничение мирового спроса, восстановление которого до докризисных значений во всех сферах займет несколько лет.

Таблица 4. Стоимость рациона первого типа в регионах России, руб.

Регион	Стоимость	Регион	Стоимость
Белгородская область	3573,65	Чукотский авт. округ	10207,13
Пензенская область	3591,62	Сахалинская область	6200,99
Республика Мордовия	3621,52	Камчатский край	6029,98
Воронежская область	3625,66	Магаданская область	5953,77
Владимирская область	3626,06	Еврейская авт. область	5458,71
Тамбовская область	3637,01	Хабаровский край	5329,92
Ростовская область	3659,93	Республика Саха (Якутия)	5094,67
Ярославская область	3675,02	Приморский край	4885,62

Составлено по: данные мониторинга цен на продукты питания в регионах России, выполненного ООО «Инфокоммерц» в рамках проекта РФФИ № 19-57-80003.

Рис. 5. Карта стоимости рационов первого типа



2. Консервативный, предполагающий распространение коронавируса в 2021–2022 годах и его завершение к концу 2022 года. В этом случае рост экономики (как российской, так и мировой) можно ожидать через два года.

3. Оптимистический, предполагающий затухание пандемии к началу 2022 года и восстановление к этому сроку всех сфер экономики.

Для реализации разработанных сценариев в модель закладываются прогнозные ряды (табл. 5):

- курса рубля по отношению к доллару США;
- цены барреля нефти в долларах США;

– объемов экспорта продукции различных отраслей;

– инфляции (в частности, стоимости разработанных рационов).

Моделирование доступности качественного питания для населения России в условиях различных сценариев проводилось на период до 2025 года. На рисунке 6 представлен прогноз по доступности рациона второго типа, обеспечивающего получение 90% необходимых витаминов и минералов. В качестве основы для сравнения выбран 2020 год, в котором рацион второго типа был доступен 59% населения. После падения в 2021 году, обусловленного резким

Таблица 5. Прогнозные значения сценарных параметров в 2025 году

Параметр сценария	Сценарий		
	Пессимистический	Консервативный	Оптимистический
Курс рубля по отношению к доллару США, руб.	100	80	60
Цена барреля нефти, долл. США	30	60	80
Инфляция продуктового набора, %	8	6	4

Источник: расчеты авторов.

ростом цен на продукты питания, этот уровень достигается вновь лишь в 2023 году в условиях оптимистического сценария. При реализации пессимистического сценария уровень доступности рациона падает до 51% в 2025 году.

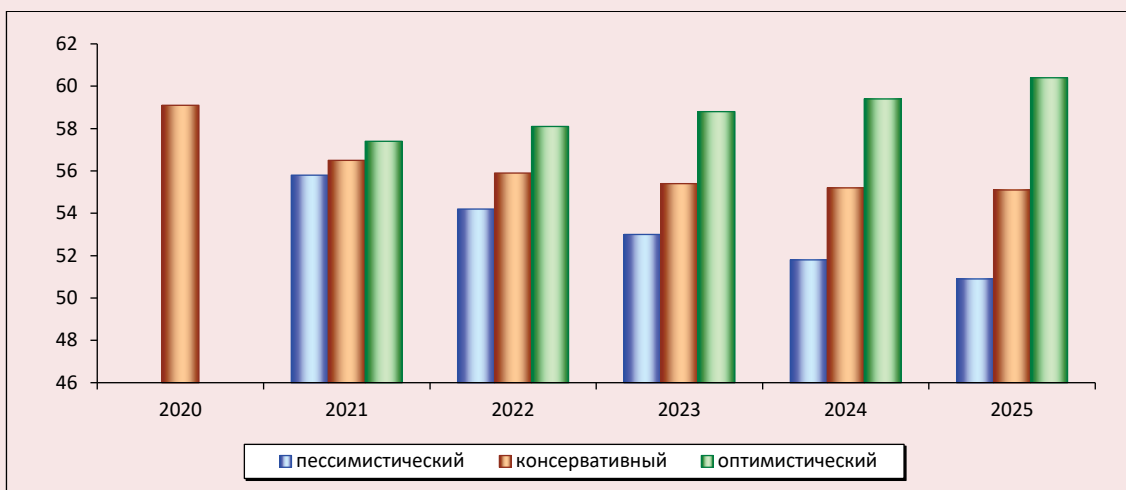
На рисунке 7 дан прогноз доступности рациона первого или второго типа, то есть получение минимум 75% набора микронутриентов. По сравнению с 83% доступности в 2020 году в оптимистическом сценарии наблюдается падение до 81%, причем этот уровень сохраняется на протяжении всего периода моделирования.

В консервативном и пессимистическом сценариях наблюдается постоянное снижение уровня доступности витаминного рациона до 76 и 72% соответственно.

В таблице 6 представлены регионы, в которых доступность рационов первого или второго типа при консервативном сценарии является наибольшей и наименьшей.

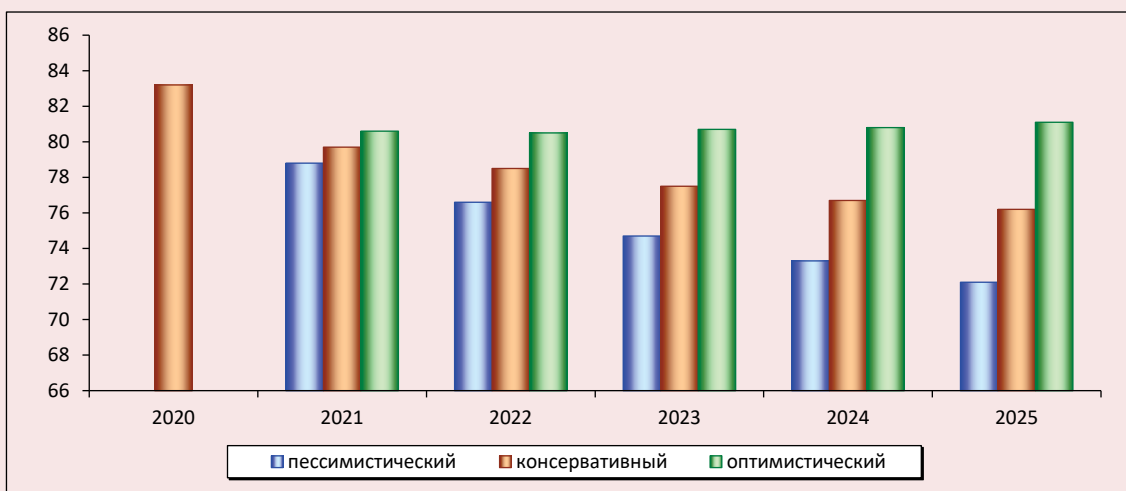
Как показывают данные таблицы 6, между регионами существует значительная дифференциация в доступности качественных продуктов для населения. Однако ситуация в Че-

Рис. 6. Доступность рациона второго типа для населения РФ, % от численности населения



Источник: расчеты авторов.

Рис. 7. Доступность рациона первого или второго типа для населения РФ, % от численности населения



Источник: расчеты авторов.

Таблица 6. Доступность витаминных рационов в регионах России, % от численности населения (прогноз в условиях консервативного сценария)

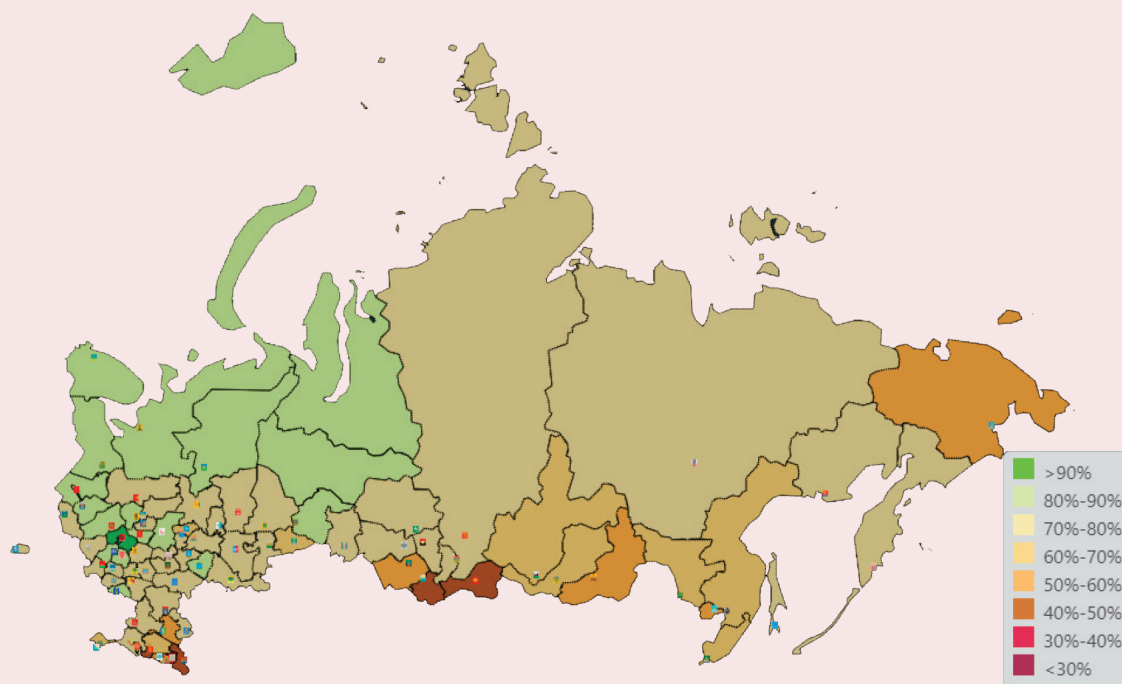
Регион	Доступность	Регион	Доступность
Чеченская Республика	35	г. Москва	95,5
Республика Ингушетия	39,1	Московская область	90,4
Республика Дагестан	43,7	г. Санкт-Петербург	89,8
Республика Тыва	45,7	Республика Карелия	86,2
Республика Алтай	46,5	Калужская область	85
Карачаево-Черкесская Республика	47,2	Ярославская область	84,5
Республика Калмыкия	52,4	Тюменская область	83,7
Кабардино-Балкарская Республика	53	Мурманская область	83,5
Еврейская автономная область	54,4	Владимирская область	83
Чукотский автономный округ	56,2	Тульская область	82,5

Источник: расчеты авторов.

ченской и ряде других республик на практике может быть значительно лучше, чем в расчетных данных, за счет широкого распространения натурального хозяйства, не отражаемого в статистике доходов и обеспечивающего население качественным и сбалансированным питанием. Ситуация в Чукотском автономном округе обусловлена, в первую очередь, высокой стоимостью продуктов питания, в силу климатических особенностей она не может

быть компенсирована ведением натурального хозяйства. Наилучшая ситуация наблюдается в Москве, Санкт-Петербурге и Московской области, где сочетаются достаточно высокие доходы населения и сравнительно низкая стоимость продуктов, входящих в предложенные рационы. Карта на рисунке 8 отражает прогноз доступности рациона первого типа в различных регионах России в 2025 году в условиях консервативного сценария.

Рис. 8. Карта доступности витаминных рационов в регионах России (прогноз в условиях консервативного сценария), % от численности населения



Источник: расчеты авторов.

Полученные результаты свидетельствуют о серьезной угрозе ухудшения качества питания жителей России, связанной как с падением доходов на фоне пандемийных ограничений, так и с ощутимым ростом цен на продукты питания. В условиях распространения в России индийского штамма коронавируса наиболее вероятными представляются консервативный и пессимистический сценарии, при которых доля населения, имеющего достаточно средств для приобретения полноценного рациона питания, уменьшается на 7–11% (см. рис. 6). Поскольку часть населения занята в отраслях, страдающих от введенных ограничений, для него в пессимистическом сценарии увеличение доходов является труднодостижимым.

В этих условиях наиболее действенной мерой представляется реализация программы целевой поддержки малообеспеченных семей (в виде пособий или продуктовых талонов), которая способствовала бы доступности всех жителей России к рациону питания, обеспечивающему получение минимум 75% необходимых витаминов и минералов. Проведение сценарных расчетов позволяет определить объем субсидий, необходимых для реализации такой программы (табл. 7). При расчете на каждом такте моделирования для домохозяйств, не имеющих достаточно средств для приобретения рациона как минимум первого типа, суммируется недостающая сумма на каждого члена домохозяйства. Полученные суммы группируются по годам моделирования.

Таким образом, в условиях оптимистического сценария уровень жизни населения остается достаточно стабильным, о чем свидетельствует сохранение требуемого объема субсидий на уровне 420–440 млрд руб. При реализации пессимистического и консервативного сценариев уровень жизни населения падает, а вместе с ним

объем необходимых субсидий возрастает до 837 и 623 млрд руб. соответственно.

Полученные результаты основаны на двух допущениях.

Основным критерием домохозяйства при выборе рациона является сбалансированность по содержанию микро- и макроэлементов. Несмотря на широкое распространение идей здорового образа жизни в последние годы, большая часть населения все еще достаточно серьезно отстает от рекомендованных стандартов питания, включая в рацион значительное количество сладких кондитерских изделий и полуфабрикатов, что влечет за собой либо удорожание рациона (если помимо этих продуктов приобретаются все необходимые продукты, содержащие витамины и минералы), либо снижение его пищевой ценности (если приобретение менее питательных продуктов производится за счет более полезных). Учет этого фактора является важной частью предстоящей работы, тогда как цель нашей статьи заключается в оценке потенциальной доступности сбалансированного рациона с финансовой точки зрения.

При оценке доходов домохозяйств учитывались заработная плата работников организаций (как официальная, так и неофициальная – на основе исследований в отдельных отраслях и регионах), предпринимательская прибыль и государственные пособия. При этом не рассматривается теневой сектор экономики, включающий как неофициальную занятость (репетиторы, косметологические услуги, услуги по строительству и ремонту и т. п.), так и криминальную сферу. Получение более достоверных оценок доходов могло бы скорректировать необходимый объем субсидий на питание в меньшую сторону, однако на практике эта проблема достаточно успешно решается путем сбора информации об имуществе заявителей.

Таблица 7. Прогноз необходимого объема субсидий на питание населения, млрд руб.

Год	Сценарий		
	пессимистический	консервативный	оптимистический
2021	467,5	443,1	421,6
2022	545,0	487,0	423,2
2023	637,3	532,6	429,4
2024	732,7	577,0	435,9
2025	837,4	622,8	437,7

Источник: расчеты авторов.

Заключение

Проводимое нами исследование направлено на разработку программного инструмента для анализа проблем доступности питания и распространенности анемии в странах БРИКС. Предлагаемый инструмент основан на агент-ориентированной модели и интегрированных в нее данных о здоровье населения и сбалансированности питания, имеющих непосредственную связь с экономикой — производством и потреблением продовольствия, занятостью, доходами населения. При этом существует необходимость в выработке новых правил для сельского хозяйства, пищевой промышленности, логистики продовольствия, здравоохранения.

Научная значимость исследования заключается в разработке методологии, основанной на интеграции массивов больших данных и компьютерных моделей распространения анемии, что позволяет выполнять сценарный анализ регуляторного воздействия в продовольственной сфере.

Практическая значимость исследования состоит в разработке инструментария прогнозирования последствий принимаемых решений и определении приоритетных направлений для вмешательства государства. В качестве управляемых параметров компьютерной модели могут быть заданы объемы инвестирования в расширение производства и программы импортозамещения отечественных производителей питания; регулирование экспорта и импорта продукции сельского хозяйства; налоговые льготы для отраслей — производителей продуктов питания и выплата пособий малообеспеченным семьям. Модель обеспечивает оценку влияния принимаемых управленческих решений на распространение анемии и доступность качественного питания для населения. Результаты исследования могут быть использованы органами власти в странах БРИКС при формировании стратегий развития сельского хозяйства, субсидирования населения, продвижения здорового образа жизни.

Литература

1. Редчикова Н., Семенова А. Экономическая доступность продовольствия в Российской Федерации // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2015. № 4 (32). С. 71–87.
2. Водясов П.В., Миненко А.В. Оценка экономических факторов спроса на продовольственном рынке // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8. № 2А. С. 26–32.
3. Яшкова Н.В. Методика оценки физической доступности продовольствия // Фундаментальные исследования. 2020. № 8. С. 92–96. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42833> (дата обращения 07.07.2021).
4. Бородин К.Г. Экономическая доступность продовольствия: факторы и методы оценки // Экономический журнал ВШЭ. 2018. Т. 22. № 4. С. 563–582.
5. Akerlof G.A. Behavioral macroeconomics and macroeconomic behavior. *American Economic Review*, 2002, vol. 92, pp. 411–433. DOI: 10.1257/00028280260136192
6. Fagiolo G., Roventini A. Macroeconomic policy in DSGE and agent-based models redux: New developments and challenges ahead. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2017, vol. 20(1). URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/20/1/1.html>. DOI: 10.18564/jasss.3280
7. Tesfatsion L., Judd, K. (Eds.) *Handbook of Computational Economics, vol.2: Agent-Based Computational Economics*. Amsterdam, North Holland, 2006. 904 p.
8. Haber G. Monetary and fiscal policies analysis with an agent-based macroeconomic model. *Journal of Economics and Statistics*, 2008, vol. 228, pp. 276–295. DOI: 10.1515/jbnst-2008-2-308
9. Bassi F., Lang D. Investment hysteresis and potential output: A post-Keynesian—Kaleckian agent-based approach. *Economic Modelling*, 2016, vol. 52, pp. 35–49. DOI: 10.1016/j.econmod.2015.06.022
10. Napoletano M., Dosi G., Fagiolo G., Roventini A. Wage formation, investment behavior and growth regimes: An agent-based analysis. *Revue de l'OFCE*, 2012, vol. 124, pp. 235–261 DOI: 10.3917/reof.124.0235.
11. Branch W.A., Evans G.W. Monetary policy and heterogeneous expectations. *Economic Theory*, 2011, vol. 47, pp. 365–393, DOI: 10.1007/s00199-010-0539-9
12. Delli Gatti D., Desiderio S. Monetary policy experiments in an agent-based model with financial frictions. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 2015, vol. 10(2), pp. 265–286, DOI: 10.1007/s11403-014-0123-7

13. Alexandre M., Lima G.T. Combining monetary policy and prudential regulation: an agent-based modeling approach. *J Econ Interact Coord*, 2020, vol. 15, pp. 385–411, DOI: 10.1007/s11403-017-0209-0
14. Popoyan L., Napoletano M., Roventini A. Taming macroeconomic instability: Monetary and macro prudential policy interactions in an agent-based model. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2017, vol. 134 (February), pp.117–140. DOI: 10.1016/j.jebo.2016.12.017
15. Blanchard O., Galí, J. Labor markets and monetary policy: A new Keynesian model with unemployment. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2010, vol. 2, pp. 1–30. DOI: 10.2139/ssrn.920959
16. Dawid H., Gemkow S., Harting P., Neugart M. Labor market integration policies and the convergence of regions: The role of skills and technology diffusion. *Journal of Evolutionary Economics*, 2012, vol. 22, pp. 543–562. DOI: 10.1007/s00191-011-0245-1
17. Riccetti L., Russo A., Gallegati M. Unemployment benefits and financial leverage in an agent based macroeconomic model. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 2013b, vol. 7, no. 2013–42. DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2013-42
18. Anufriev M., Assenza T., Hommes C., Massaro D. Interest rate rules and macroeconomic stability under heterogeneous expectations. *Macroeconomic Dynamics*, 2013, vol. 17(08), pp. 1574–1604. DOI: 10.2139/ssrn.1400748
19. Battiston S., Delli Gatti D., Gallegati M., Greenwald B., Stiglitz J. Liaisons dangereuses: Increasing connectivity, risk sharing, and systemic risk. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2012, vol. 36 (8), pp. 1121–1141. DOI: 10.1016/j.jedc.2012.04.001
20. Russo A., Riccetti L., Gallegati M. Increasing inequality, consumer credit and financial fragility in an agent based macroeconomic model. *Journal of Evolutionary Economics*, 2016, vol. 26, pp. 25–47. DOI: 10.2139/ssrn.2356249
21. Raberto M., Teglio A., Cincotti S. Integrating real and financial markets in an agent-based economic model: An application to monetary policy design. *Computational Economics*, 2008, vol. 32 (1), pp. 147–162. DOI: 10.1007/s10614-008-9138-2,
22. Gerst M., Wang P., Roventini A., Fagiolo G., Dosi G., Howarth R., Borsuk M. Agent-based modeling of climate policy: An introduction to the engage multi-level model framework. *Environmental Modelling & Software*, 2013, vol. 44, pp. 62–75. DOI: 10.1016/j.envsoft.2012.09.002
23. Ge J., Polhill J., Macdiarmid J., Fitton N., Smith P., Clark H., Dawson T., Aphale M. Food and nutrition security under global trade: A relation-driven agent-based global trade model. *Royal Society Open Science*, 2021, vol. 8, no. 201587. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.201587>
24. Dobbie S., Schreckenber K., Dyke J., Schaafsma M., Balbi S. Agent-based modelling to assess community food security and sustainable livelihoods. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2018, vol. 21 (1), no. 9. DOI: 10.18564/jasss.3639
25. Buurma J., Hennen W., Verwaart T. How social unrest started innovations in a food supply chain. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2017, vol. 20 (1), no. 8. DOI: 10.18564/jasss.3350
26. McPhee-Knowles S. Growing food safety from the bottom up: An agent-based model of food safety inspections. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2015, vol. 18 (2), no. 9. DOI: 10.18564/jasss.2717
27. Mashkova A.L., Novikova E.V., Savina O.A., Mamatov A.V., Mashkov E.A. Simulating budget system in the agent model of the Russian Federation spatial development. In: Chugunov A., Khodachek I., Misnikov Y., Trutnev D. (Eds.). *Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia. EGOSE 2019. 2020, Communications in Computer and Information Science*. Vol. 1135. Pp. 17–31. DOI: 10.1007/978-3-030-39296-3_2
28. Mashkova A.L., Novikova E.V., Savina O.A., Mashkov E.A. Generating synthetic population for the agent-based model of the Russian Federation spatial development. In: Ahrweiler P., Neumann M. (Eds.). *Advances in Social Simulation. ESSA 2019. Springer Proceedings in Complexity*. Springer, Cham. 2021. Pp. 183–187. DOI: 10.1007/978-3-030-61503-1_17
29. Гончарук И.В. Обзор исследований о влиянии пандемии COVID-19 на развитие мировой и российской электронной торговли // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2021. № 1 (94). С. 66–82. DOI: 10.24866/1815-0683/2021-1/66-82
30. Alfonso V., Boar C., Frost J., Gambacorta L., Liu J. E-commerce in the pandemic and beyond. *BIS Bulletin*, 2021, vol. 36, pp. 1–7. Available at: <https://www.bis.org/publ/bisbull36.htm>

Сведения об авторах

Александра Леонидовна Машкова – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН (117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47); Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева (302029, Российская Федерация, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 40; e-mail: aleks.savina@gmail.com)

Натиша Дукхи – PhD, специалист-исследователь, Совет по исследованиям в области гуманитарных наук (8001, Южная Африка, Западно-Капская провинция, г. Кейптаун, Торговый дом, улица Буйтенграхт, 116-118; e-mail: doctordukhi@gmail.com)

Иван Викторович Неволин – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН (117418, Российская Федерация, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47; e-mail: jolutre@mail.ru)

Ольга Александровна Савина – доктор экономических наук, профессор, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева (302029, Российская Федерация, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 40; e-mail: o.a.savina@gmail.com)

Mashkova A.L., Dukhi N., Nevolin I.V., Savina O.A.

A Forecasting Assessment of the Affordability of a Balanced Diet for Residents of Russian Regions: An Agent-Based Approach

Abstract. Amid the coronavirus pandemic in Russia, the financial situation of households is deteriorating, as well as their ability to provide themselves with a full-fledged and balanced diet with an optimal content of nutrients, vitamins and minerals. The aim of the work is to conduct a forecasting assessment of the affordability of a balanced diet for households in the context of various scenarios of the economic and epidemiological situation. The applied research methodology involves creating a comprehensive agent-based model reflecting the course of demographic and economic processes that determine food production, people's income and health. When assessing the affordability of a balanced diet, we consider the number and income of households and the share of income allocated for the purchase of foodstuffs. The information content of the model is based on data arrays available at the websites of the Federal State Statistics Service of Russia, ministries and departments; we also use the data of a product prices monitoring conducted specifically for this purpose. We develop balanced diets that ensure the intake of 75 and 90% of key vitamins and minerals with the necessary caloric content. The products included in the diets are optimized by price; on the basis of the results of the prices monitoring, we estimate the cost of the diets and their affordability for the population in each region of the Russian Federation, according to the data as of 2020. The affordability of diets in different regions varies greatly: from 35% in the Chechen Republic to 95% in Moscow, with an average value of 83%. Scenario-based modeling of the affordability of high-quality food for Russian population is carried out for the period through to 2025. Under the optimistic scenario, there is a decrease in the affordability of diets to 81%; under the conservative and pessimistic scenarios, we observe a steady decline in the affordability of vitamin diets to 76 and 72%, respectively. The results we have obtained indicate serious risk of deterioration of the quality of nutrition of Russian residents; it is associated with falling incomes and rising food prices. Besides, within the framework of scenario-based calculations, we have determined the amount of subsidies to be provided to low-income population groups so that they could afford a balanced diet.

Key words: standard of living, food affordability, balanced diet, agent-based modeling, computational experiment, prices monitoring.

Information about the Authors

Aleksandra L. Mashkova – Candidate of Sciences (Engineering), Senior Researcher, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117418, Russian Federation); Orel State University named after I.S. Turgenev (40, Naugorskoe Highway, Oryol, 302029, Russian Federation; e-mail: aleks.savina@gmail.com)

Natisha Dukhi – PhD, Research Specialist, Human Sciences Research Council (Merchant House Building, 116-118 Buitengracht Street, Cape Town, Western Cape, South Africa, 8001; e-mail: doctordukhi@gmail.com)

Ivan V. Nevolin – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences (47 Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117418, Russian Federation; e-mail: jolutre@mail.ru)

Ol'ga A. Savina – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev (40, Naugorskoe Highway, Oryol, 302029, Russian Federation; e-mail: o.a.savina@gmail.com)

Статья поступила 09.08.2021.