

Тренды научно-технического развития Foodnet в России в условиях геополитической турбулентности

Trends in Science and Technological Development of market Foodnet in the Russia in Conditions of Geopolitical Turbulence

DOI 10.12737/2587-9111-2022-10-6-8-15

Получено: 11 сентября 2022 г. / Одобрено: 20 октября 2022 г. / Опубликовано: 23 декабря 2022 г.

Митрофанова И.В.

Д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник
Лаборатории региональной экономики,
Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН,
Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, просп. Чехова, д. 41
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Пьянкова С.Г.

Д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры
региональной, муниципальной экономики и управления,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45
e-mail: silen_06@list.ru

Ергунова О.Т.

Канд. экон. наук, доцент Департамента менеджмента
Санкт-Петербургского филиала Национального
исследовательского университета «Высшая школа экономики»,
Россия, 190008, г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Mitrofanova I.V.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Researcher,
Laboratory of Regional Economics, Federal Research Centre Southern
Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (SSC RAS)
41, Chekhov St., Rostov-on-Don, 344006, Russia
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Pyankova S.G.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Regional,
Municipal Economics and Management, Ural State University of Economics,
62/45, 8 March / Narodnaya Volya St., Yekaterinburg, 620144, Russia
e-mail: silen_06@list.ru

Ergunova O.T.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Department of Management, St. Petersburg Branch of the National Research
University Higher School of Economics (NRU HSE — St. Petersburg)
16, Soyuz Pechatnikov St., St. Petersburg, 190008, Russia
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Аннотация

В современных условиях, определяемых большинством отечественных и зарубежных исследователей как «new normal», формируются новые подходы к обеспечению научно-технологического развития экономик на макро, мезо и микроуровнях. Стремительная трансформация основных трендов геополитической и экономической ситуации в стране, изменение акцентов политики импортозамещения в отраслях народного хозяйства повлекли усложнение стоящих перед отечественной экономикой задач, связанных с необходимостью формирования новой системы приоритетов национальной и региональной инновационной политики.

Авторами статьи проведена работа по выявлению глобальных вызовов, рисков и потенциальных угроз развития агропромышленного комплекса до 2030 г., а также формированию предпосылок научно-технологического развития рынка научно-технологических инициатив (НТИ) Foodnet. Для понимания фундаментальных факторов потенциального развития рынка НТИ Foodnet в регионах РФ, авторами проведено исследование предпосылок и причин усиления интереса зарубежных и отечественных исследователей к данной теме. В исследовании авторами выявлены факторы развития рынка Foodnet в субъектах РФ в условиях усиления экономической санкции, геополитической турбулентности, усиления проблемы пищевой безопасности. Авторами статьи сделано предположение, что данная концепция позволит решить проблемы импортозамещения и необходимости повышения эффективности агропромышленного комплекса регионов РФ с помощью внедрения новых технологий и новых принципов организации взаимодействия участников рынка Foodnet, открытого для интеграции новых наукоемких технологий, через внедрение новых решений, основанных на цифровизации и кастомизации сельскохозяйственных продуктов.

Ключевые слова: научно-технологическое развитие, рынок НТИ, Foodnet, сельское хозяйство 4.0, цифровизация, регион.

Abstract

In modern conditions, defined by most domestic and foreign researchers as the 'new normal', new approaches are being formed to ensure the scientific and technological development of economies at the macro, meso and micro levels. The rapid transformation of the main trends in the geopolitical and economic situation in the country, the change in the emphasis of the import substitution policy in the sectors of the national economy, have led to the complication of the tasks facing the domestic economy related to the need to form a new system of priorities for national and regional innovation policy.

The authors of the article carried out work to identify global challenges, risks and potential threats of the agricultural development until 2030, as well as to form the prerequisites for the scientific and technological development of the market for scientific and technological initiatives (NTI) Foodnet. To understand the development of the NTI Foodnet market, the authors conducted a study of the prerequisites and reasons for the increased interest of foreign and domestic researchers in this article. In the study, the authors identified the factors for the creation and forming of the Foodnet market in the face of increased economic sanctions, geopolitical turbulence, and the growing problem of food security. The authors of the article made the assumption that this concept will solve the problems of import substitution of the agricultural industry of the regions of the Russian Federation through the introduction of new technologies and new principles for organizing the interaction of participants in the Foodnet market, which is open to the integration of new high technologies, through the introduction of new solutions based on digitalization and customization of agricultural products.

Keywords: scientific and technological development, NTI market, Foodnet, agriculture 4.0, digitalization, region.

Введение

С начала XXI в. модернизационные и научно-технологические преобразования в сельском хозяйстве, а также сокращение цикла внедрения инноваций, в том числе в агропромышленной сфере, привели к росту урожайности в мировом сельском хозяйстве и активному внедрению сельскохозяйственных тех-

нологий. Согласно отчету Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), производство основных культур увеличилось на 50% за последние десять лет. Параллельно с этим к 2050 г. население мира ориентировочно достигнет 9,3 млрд чел., что удовлетворит спрос на большее количество продуктов питания, чтобы прокормить человечество. С эко-

номической точки зрения доля сельского хозяйства в мировом ВВП увеличилась на 68%, но по сравнению с ростом населения с 2000 г. она составляет стабильные 4%.

Агропромышленный комплекс (АПК) России традиционно входил в число отраслей народного хозяйства, характеризующихся более низким уровнем научно-технического и технологического развития. Приостановить процессы сокращения технической и технологической отсталости сельского хозяйства в регионах РФ после десятилетия спада, вызванного, проведением радикальных экономических реформ в 90-х гг. XX в., удалось только с 2010 г. с приходом крупных объемов капитала в аграрный сектор, что положило начало развитию агропромышленной интеграции и вложению значительных объемов средств в обновление основных фондов, а также значительное увеличение государственной поддержки агропродовольственной продукции.

В условиях изменения геополитической и экономической ситуации, вынужденного импортозамещения проблема особое значение приобретают вопросы научно-технологической модернизации сельского хозяйства на макро-, мезо- и микроуровнях, а также становление рынка Foodnet, открытого для интеграции новых наукоемких технологий, через внедрение новых решений, основанных на цифровизации и кастомизации сельскохозяйственных продуктов.

Обзор литературы и методология

Теоретические рамки исследования вопросов по определению глобальных проблем и перспектив научно-технологического развития сельского хозяйства, его трансформации в концепцию «Agri-cultural 4.0» представлено достаточно широко в научной литературе, теоретическое обоснование развитие подходов к пониманию «Сельского хозяйства 4.0» в мире представлены в работах: A. Weersink, E. Fraser, D. Pannell и др., 2018 [1], N. Trendov, S. Varas, M. Zeng, 2019 [2], S. Wolfert, L., 2017 [3], D.C. Rose, J. Chilvers [4], Z. Zhai, J.F. Martínez и др., 2020 [5].

Целью данного исследования является выявление тенденций научно-технологической модернизации АПК в регионах Российской Федерации и проблем, ограничивающих возможности его модернизации. Для оценки существующих тенденций авторами были использованы данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization, ФАО), а также национальных служб государственной статистики и сельского хозяйства, а также Фонда национальной технологической инициативы РФ.

Результаты исследования развития научно-технологического развития АПК в регионах Российской Федерации обеспечивают комплексный подход к исследованиям в области технологических тенденций и последствий, описанных зарубежными и отечественными учеными. Сельское хозяйство 4.0 — это новый этап мирового технологического развития сельского хозяйства, основанный на использовании умных решений и формирование рынка Foodnet.

По мнению российских и зарубежных авторов, основными технологиями, способствующими трансформации традиционного сельского хозяйства и внедрению инновационных технологий, а также являющихся драйверами развития рынка Foodnet, стали:

1. Альтернативные источники сырья и пищи (O. Kohlman, G. Ivanova, T. Yamskikh и др., 2019 [6], M.E. Eugenio., D. Ibarra, R. Martín-Sampedro и др., 2019 [7], F. Wild, M. Czerny, A.M. Janssen, A.P.W. Kole [8]).

2. Умное и высокопродуктивное сельское хозяйство (A. Walter, R. Finger, R. Huber, N. Buchmann N., 2017 [9], D. Floreano, R.J. Wood, 2015 [10], R. DeFries, J. Franzo, R. Remans, C. Palm и др., 2015 [11], N. Trendov, S. Varas, M. Zeng, 2019 [12], J. Muangprathub, N. Boonnam, S. Kajornkasirat и др., 2019 [13], G. Sponchioni, M. Vezzoni, A. Bacchetti A. и др., 2019 [14], С. Пьянкова, 2013 [15]).

3. Умные цепи поставок (L. Wu, X. Yue, A. Jin и др., 2016 [16], A.B.L. De Sousa Jabbour, C.J.C. Jabbour и др., 2018 [17]).

4. Персонализированное и специализированное питание (M. Verma, R. Hontecillas R., N. Tubau-Juni и др., 2018 [18], J.M. Ordovas, L.R. Ferguson, E.S. Tai, J.C. Mathers, 2018 [19], M.C.D. Verain, E.P. Bouwman, J. Galama, M.J. Reinders, 2022 [20], S. Roy, S. Nag, A. Saini, L. Choudhury L., 2022 [21], R.Z. Franco, R. Fallaize, M. Weech, F. Hwang и др., 2022 [22]).

5. Биологизированное и органическое сельское хозяйство (A. Жученко, 2015 [23], V. Seufert, Z. Mehrabi, D. Gabriel, T.G. Benton, 2019 [24]).

Рассмотренные научные подходы к внедрению основных технологий, являющихся драйверами развития рынка Foodnet дают достаточно полное понимание этого понятия на макроуровне.

Инновационные решения повышают научный потенциал и призваны обеспечить устойчивость дальнейшего развития отечественного агропромышленного комплекса, соответственно необходимо уделять большое внимание внешним вызовам, которые индуцируют ключевые инновационные тенденции, которые позволяет более четко определить проблемы

отечественного сельского хозяйства. В противном случае технологический разрыв с развитыми странами может значительно увеличиться.

В таблице представлена характеристика рынка Foodnet в мире, с указанием размеров основных сегментов данного рынка.

Таблица

**Оценка размеров основных сегментов
рынка Foodnet в мире, млрд долл.**

Направление	Сегмент	Оценка размера сегмента, мир (млрд долл.)	
		Август 2022 г.	2035 г.
Альтернативные источники сырья и пищи	Искусственно синтезированные клеточные пищевые продукты	0	250
	Растительные аналоги продукции животного происхождения	30	220
	Новые пищевые композиты	78	196
	Кормовые продукты, полученные из новых источников сырья	37	96
	Продукты из насекомых	1	22
Умное и высокопродуктивное сельское хозяйство	Устройства для автоматизации и роботизации	12	242
	Интернет вещей	17	122
	Вертикальное фермерство	5	102
	Агробиотехнологии	29	99
	Конструкты синтетических удобрений	26	72
Умные цепи поставок	Онлайн-сервисы и маркетплейсы	0	2
	Автоматизации и роботизации HoReCa	24	273
	Онлайн-сервисы и маркетплейсы	21	200
	Умная упаковка	46	157
Биологизированное и органическое сельское хозяйство	Сервисы на основе блокчейн	14	55
	Органическое сырье	115	488
	Сырье дикоросов	6	75
	Новые виды биоудобрений	10	68
Персонализированное и специализированное питание	Органическое семеноводство	3	17
	Терраформирование почв	0	8
	Продукты	79	157
	Цифровые решения	4	113
	Домашнее оборудование для производства персонализированного питания	0	8

Согласно прогнозу Н. Орловой и Д. Николаева [25], объем мирового рынка агробизнеса 4.0 в горизонте 2025 г. покажет рост на 58% и достигнет 2300 млрд долл. (CAGR 6,7% или +832 млрд долл. к базовому показателю 2018 г. — 1400 млрд долл.).

Глобальные вызовы в развитии рынка Foodnet. По данным статистического ежегодника Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization, ФАО) [26] гло-

бальная добавленная стоимость, создаваемая сельским, лесным и рыбным хозяйством, выросла на 73% в реальном выражении в период с 2000 по 2019 г., достигнув 3,5 трлн долл. в 2018 г. Это представляет собой увеличение на 1,5 трлн долл. США по сравнению с 2000 г. Странами — лидерами по показателям развития сельского, лесного и рыбного хозяйства сектором по добавленной стоимости в 2019 г. стали Китай, Индия и Соединенные Штаты Америки.

В Африке добавленная стоимость увеличилась более чем вдвое за этот период, увеличившись со 170 млрд долл. до 404 млрд долл. Страны Азии внесли основной вклад в увеличение глобальной добавленной стоимости сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства, которая составила 64% от общемирового объема в 2019 г., при этом динамика роста составила 84%, увеличившись с 1,2 трлн долл. в 2000 г. до 2,2 трлн долл. в 2019 г. В Северной и Южной Америке и Европе наблюдается рост на 52%.

Ряд глобальных тенденций влияют на национальную продовольственную безопасность и состояние сельскохозяйственной системы РФ. Основными из них являются: демографическая ситуация, нехватка природных ресурсов, изменение климата. Рассмотрим их более подробно.

В ближайшие десятилетия население мира, как ожидается, вырастет до 33%, до почти 10 млрд чел. к 2050 г., по сравнению с 8,01 млрд чел. (по состоянию на 20 августа 2022 г.) [27]. Ожидается, что к 2100 г. мировое население достигнет 11,2 млрд чел. Эта цифра может занижать фактические показатели рождаемости — при других сценариях население может достичь 16,5 млрд человек. Соответственно рост населения повысит спрос на продовольствие, даже при скромном сценарии экономического роста, примерно на 50% по сравнению с сельскохозяйственным производством 2013 г.

Между тем глобальная диета также меняется в результате изменения демографии: растет спрос на ценный животный белок, тенденция, которая (в дополнение к естественному росту населения) обусловлена урбанизацией и ростом доходов. Урбанизация растет: глобальная урбанизация в период до 2050 г. может привести к чистому добавлению 2,4 млрд чел. в городах и поселках. Урбанизация стимулирует совершенствование инфраструктуры, такой, как холодильные цепи, которые позволяют торговать скоропортящимися товарами. Это также усиливает тенденцию роста доходов населения, увеличивая спрос на обработанные пищевые продукты, а также продукты животного происхождения

в рамках более широкого диетического перехода. Ежегодное потребление мяса на душу населения, по прогнозам, достигнет 45,3 кг на человека в 2030 г., по сравнению с 36,4 кг в 1997–1992 гг. [см. 26].

По прогнозам ФАО, к 2050 г. фермеры должны будут производить на 70% больше продовольствия, и эта пища должна быть адаптирована к потребностям растущего городского населения, фактор, который охватывает всю цепочку создания стоимости в сельском хозяйстве.

Сельскохозяйственные угодья в мире становятся все более непригодными для производства: на основе определенных показателей 25% всех сельскохозяйственных угодий уже оцениваются как сильно деградированные, в то время как еще 44% умеренно или слегка деградированы. Водные ресурсы подвергаются сильному стрессу, причем более 40% сельского населения мира живет в районах, испытывающих нехватку воды [см. 26]. Сельское хозяйство является основной причиной и в то же время косвенной жертвой деградации сельскохозяйственных угодий, причем различные сельскохозяйственные аспекты способствуют этому процессу различными способами. Эрозия почвы вызвана вырубкой растительности (расчистка сельскохозяйственных угодий), а также неправильно организованными периодами залежи, севооборотами и чрезмерным выпасом скота. Несбалансированное использование удобрений для восстановления урожайности приводит к дисбалансу питательных веществ.

Примерно 80% глобальной вырубки лесов обусловлено сельскохозяйственными проблемами. И хотя расчистка растительности, чтобы освободить место для сельскохозяйственных угодий, напрямую не приводит к деградации почвы и необходима для расчистки земель, она делает это косвенно, размывая водные ресурсы. Этот последний момент заслуживает внимания: хотя ирригационные системы максимально повысили эффективность использования, растущее население делает водную безопасность и дефицит реальной проблемой. Инвестиции, которые считаются необходимыми до 2050 г., составляют 1 трлн долл. для управления ирригационными водами только в развивающихся странах. Все эти проблемы являются результатом плохого предвидения и планирования. Нехватка земли и нищета приводят к неустойчивой практике управления земельными ресурсами, которые являются прямыми причинами деградации, упомянутыми выше.

Хотя внедрение современных технологий в сельское хозяйство привело к определенным улучшениям и выгодам, таким как повышение урожай-

ности, долгосрочное хранение пищевых продуктов, снижение производственных затрат и круглогодичное наличие определенных товаров, продовольственные системы характеризуются рядом проблем. Из пятнадцати миллиардов гектаров земли, доступных во всем мире, сельское хозяйство уже использует более тридцати процентов их. С 1961 г. конверсия пахотных земель, процесс, который выделяет углекислый газ и другие парниковые газы в окружающую среду, увеличилась примерно на 11%. Это в значительной степени повлияло и способствовало утрате биоразнообразия, изменению климата и обезлесению, которое происходило в среднем со скоростью 13 мегага в год. Промышленное сельское хозяйство также способствовало деградации земель, а интенсивное использование синтетических удобрений, которые являются основными виновниками загрязнения питательными веществами, вызывающими эвтрофикацию водных объектов, еще больше способствует выбросам парниковых газов.

Однако более актуальными для этого исследования являются аспекты продовольственных систем: сельскохозяйственные ресурсы и способ производства продовольствия имеют решающее значение для устойчивости продовольственной системы. Зависимость от ископаемого топлива и других невозобновляемых ресурсов, таких как удобрения и пестициды, из-за их относительной дешевизны способствовала интенсификации производства и «увеличению урожайности». Применение невозобновляемых устройств компенсирует перерывы сельского хозяйства в естественных циклах (т.е. монокультура, пространственная однородность, сокращение биоразнообразия и т.д.), что приводит к повышению производительности на том же объеме сельскохозяйственных площадей. Эта зависимость не только приводит к различным видам загрязнения, наносящим ущерб окружающей среде, но также сигнализирует о нестабильности с точки зрения производства; даже вода квалифицируется как невозобновляемая в тех случаях, когда темпы ее добычи превышают темпы пополнения. Это сокращение доступа к ключевым ресурсам (например, ископаемому топливу, удобрениям, воде) в сельскохозяйственном производстве показывает систему, которая является оппортунистической и неустойчивой в долгосрочной перспективе.

Результаты исследования и дискуссия

Перспективы развития рынка НТИ Foodnet в регионах России. Значимой угрозой для формирования и развития рынка НТИ Foodnet на национальном и региональных уровнях является неоднородность

институционального пространства субъектов РФ, что затрудняет реализацию модернизационных преобразований в агропромышленном комплексе.

В условиях санкционных ограничений со стороны стран Европы и США и трансформации геополитической и экономической ситуаций на мировых рынках на государственном уровне в 2022 г. приняты новые меры поддержки сельского хозяйства, предусматривающие увеличение объема финансирования сельского хозяйства страны до конца года до 16 млрд руб., а также субсидирования краткосрочных кредитов отраслевых предприятий на 35 млрд руб., внедрения программы льготного лизинга сельскохозяйственной техники на 12 млрд руб.

Основными тенденциями, характеризующими научно-технологическое развитие рынка Foodnet в РФ, являются: низкие объемы частных инвестиций в НИОКР; низкая производительность труда в АПК; ориентация на покупку зарубежных научно-технических технологий; низкие темпы технологической модернизации АПК; отсутствие взаимоувязанности фундаментальных исследований над прикладными; неудовлетворительный уровень востребованности

отечественных разработок и их внедрения в практике агропромышленных и сельскохозяйственных предприятий (рис. 1).

Данные о динамике инновационной активности в агропромышленном комплексе позволяют сделать вывод о недостаточности финансирования разработки и внедрения инноваций, кроме того инвестиции носят недостаточно последовательный характер.

На рис. 2. представлены численные данные персонала, занятого исследованиях в федеральных округах РФ в 2020 г.

К концу 2020 г. в России насчитывалось около 679 тыс. чел., выполнявших НИР, при этом лидером оказался Центральный федеральный округ (50,9%) с конкурентным перевесом в 3–4 раза следующими за ним федеральными округами: Приволжский (15%), Северо-Западный (12,9), а аутсайдером рейтинга стал Северо-Кавказский федеральный округ, с отставанием от лидера в 50 раз.

На рис. 3. представлены данные о распределении исследователей по областям науки в РФ в 2020 г.

Данные рис. 3. наглядно демонстрируют неудовлетворительные показатели количества исследова-

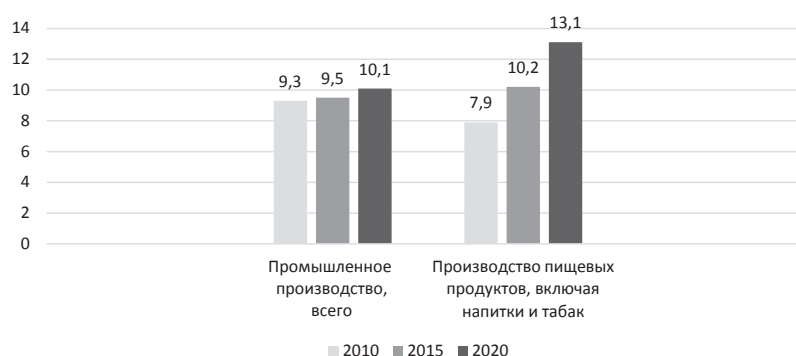


Рис. 1. Динамика инновационной активности в АПК РФ за 2010–2020 гг., % [29]

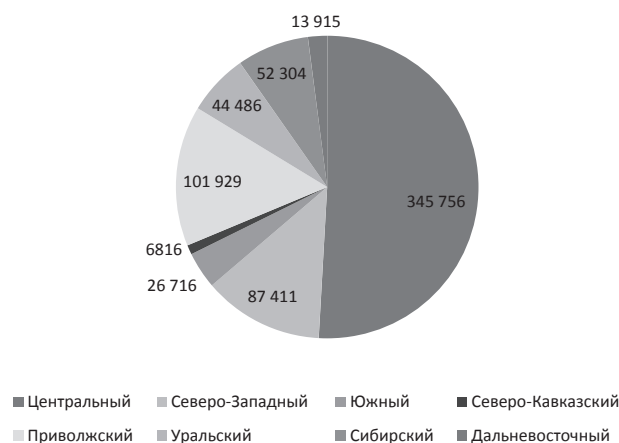


Рис. 2. Численные данные персонала, занятого в исследованиях в федеральных округах РФ в 2020 г., чел.

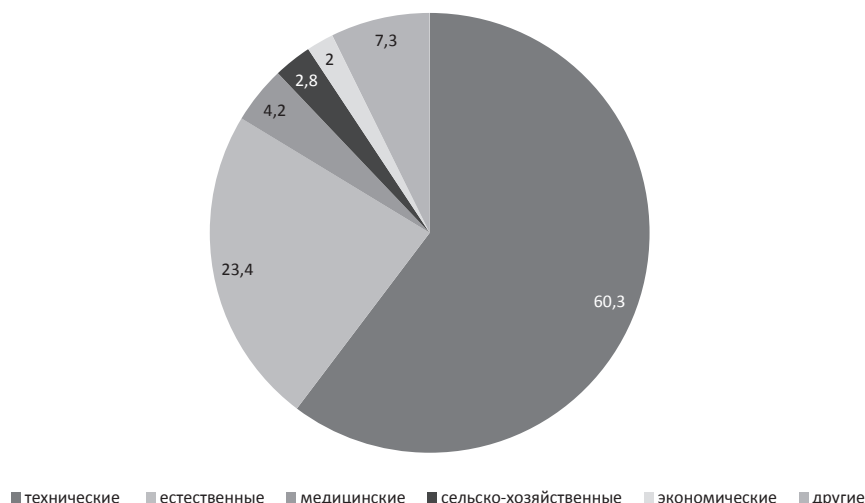


Рис. 3. Данные о распределении исследователей по областям науки в РФ в 2020 г., %

телей, занимающихся разработками в области сельскохозяйственных наук (2,8% от общего количества исследователей).

В целях устранения существующих диспропорций в развитии АПК и для формирования и развития рынка НТИ Foodnet на макро- и мезоуровнях разработан следующий спектр рекомендаций:

- реализация мероприятий Дорожной картой развития рынка Foodnet в РФ;
- оптимизация отраслевой структуры рынка Foodnet путем формирования эффективных продовольственных цепочек;
- обеспечение инфраструктурного взаимодействия и финансирования субъектов рынка АПК;
- развитие государственно-частного партнерства в области НИОКР в целях создания национальной системы продовольственного снабжения и увеличением импортозамещения в АПК.

Задача ускоренной технической и технологической модернизации традиционного агропромышленного комплекса и формирования рынка научно-технологической инициативы Foodnet на национальном и региональном уровнях должна быть признана приоритетной в контексте повышения продовольственного потенциала страны.

Заключение

Научно-технологическое развитие дает возможность изменить традиционное сельское хозяйство на современное, а также открывает новые возможности для развития отечественного рынка Foodnet в связи с вынужденным импортозамещением сельскохозяйственной продукции и активизацией государственной поддержки агропромышленного комплекса в целях перехода к формату полного инновационного цикла.

Произошедшие за последние 15 лет фундаментальные технические и научные изменения и открытия, скорость внедрения которых настолько стремительна и масштабна, что в перспективе до 2030 г. резко изменят облик и условия развития мирового земледелия. Рынок Foodnet — это новый этап мирового технологического развития сельского хозяйства, основанный на использовании умных решений на основе цифровизации и космизации. России использование технологий «Сельского хозяйства 4.0» для обеспечения устойчивости и эффективного использования ресурсов в данной сфере находится в стадии становления. Драйвером перехода от традиционного к умному сельскому хозяйству в регионах РФ должна стать реализация мероприятий в соответствии с Дорожной картой развития рынка Foodnet в Российской Федерации.

Литература

1. Weersink A., Fraser E., Pannell D., Duncan E. and Rotz S. Opportunities and challenges for big data in agricultural and environmental analysis // *Annual Review Resource Economics*. 2018. Vol. 10, P. 19–37. DOI: 10.1146/annurev-resource-100516-053654.
2. Trendov N.M., Varas S. and Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas Status Report // *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2019. 152 p. <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf>
3. Wolfert S., Ge L., Verdouw C. and Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — A review // *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. P. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.
4. Rose D.C., Chilvers J. Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2018. Vol. 2. DOI: 10.3389/fsufs.2018.00087. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2018.00087/full>
5. Zhai Z., Martinez J.F., Beltran V. and Martinez N.L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 170: 105256. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105256
6. Kohlman O.I., Ivanova G.V., Yamskikh T.N., Ivanova A.N. and Nikulina E.O. Alternative raw materials for food industry //

- IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 315. Issue 5: 052024. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052024. https://www.researchgate.net/publication/335366726_Alternative_raw_materials_for_food_industry
7. Eugenio M.E., Ibarra D., Martín-Sampedro R., Espinosa E., Bascón I. and Rodríguez A. Alternative Raw Materials for Pulp and Paper Production in the Concept of a Lignocellulosic Biorefinery // Submitted. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.90041. <https://www.intechopen.com/chapters/69880>.
8. Wild F., Czerny M., Janssen A.M and Kole A.P.W. The evolution of a plant-based alternative to meat: From niche markets to widely accepted meat alternatives // Agro Food Industry Hi Tech. 2014. Vol. 25, Issue 1. P. 45–49. https://www.researchgate.net/publication/261878915_The_evolution_of_a_plant-based_alternative_to_meat_From_niche_markets_to_widely_accepted_meat_alternatives
9. Walter A., Finger R., Huber R. and Buchmann N. Smart farming is key to developing sustainable agriculture // Opinion. 2017. Vol. 114(24). P. 6148–6150. DOI: 10.1073/pnas.1707462114. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1707462114>
10. Floreano D., Wood R.J. Science, technology and the future of small autonomous drones // Nature. 2015. Vol. 521 (7553). P. 460–466. DOI: 10.1038/nature14542
11. DeFries R., Franzo J., Remans R., Palm C., Wood S. and Anderman T.L. Global nutrition. Metrics for land-scarce agriculture // Science. 2015. Vol. 349 (6245). P. 238–240. DOI: 10.1126/science.aaa5766.
12. Trendov N.M., Varas S. and Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas Status Report. 2019. <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf>
13. Muangprathub J., Boonnam N., Kajornkasirat S., Lekbangpong N., Wanichsombat A. and Nillaor P. IoT and agriculture data analysis for smart farm // Computers and Electronics Agriculture. 2019. Vol. 156. P. 467–474. DOI: 10.1016/j.compag.2018.12.011.
14. Sponchioni G., Vezzoni M., Bacchetti A., Pavesi M. and Renga F. The 4.0 revolution in agriculture: a multi-perspective definition // XXIV Summer School “Francesco Turco” — Industrial Systems Engineering. 2019. Vol. 1. P. 143–149. <http://www.summerschool-aidi.it/edition-2019/cms/extra/papers/591.pdf>
15. Пьянкова С.Г. Проектирование институционального развития монопрофильных территорий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 2 (29). С. 133–141.
16. Wu L., Yue X., Jin A. and Yen D.C. Smart supply chain management: a review and implications for future research // The International Journal of Logistics Management. 2016. Vol. 27, Issue 2. P. 395–417. DOI: 10.1108/IJLM-02-2014-0035
17. De Sousa Jabbour A.B.L., Jabbour C.J.C., Foropon C. and Godinho Filho M. When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors // Technological Forecasting and Social Change. 2018. Vol. 132. P. 18–25. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.01.017
18. Verma M., Hontecillas R., Tubau-Juni N., Abedi V. and Bassaganya-Riera J. Challenges in Personalized Nutrition and Health // Frontiers in Nutrition. 2018. Vol. 5: 117. DOI: 10.3389/fnut.2018.00117. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6281760>
19. Ordovas J.M., Ferguson L.R., Tai E.S. and Mathers J.C. Personalised nutrition and health // BMJ. 2018. Vol. 361: k2173. DOI:10.1136/bmj.k2173. <https://www.bmj.com/content/bmj/361/bmj.k2173.full.pdf>
20. Verain M.C.D., Bouwman E.P., Galama J. and Reinders M.J. Healthy eating strategies: Individually different or context-dependent? // Appetite. 2022. Vol. 168: 105759. DOI: 10.1016/j.appet.2021.105759
21. Roy S., Nag S., Saini A. and Choudhury L. Association of human gut microbiota with rare diseases: A close peep through // Intractable & Rare Diseases Research. 2022. Vol. 11, Issue 2. P. 52–72. DOI: 10.5582/irdr.2022.01025
22. Franco R.Z., Fallaize R., Weech M., Hwang F. and A Lovegrove J. Effectiveness of Web-Based Personalized Nutrition Advice for Adults Using the eNutri Web App: Evidence From the EatWellUK Randomized Controlled Trial // Journal of Medical Internet Research. 2022. Vol. 24, Issue 4: e29088. DOI: 10.2196/29088. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35468093>
23. Жученко А.А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 52. С. 9–13.
24. Seufert V., Mehrabi Z., Gabriel D. and Benton T.G. Current and Potential Contributions of Organic Agriculture to Diversification of the Food Production System // Environmental Geography. 2019. Agroecosystem Diversity. Contemporary Agriculture and Environmental Quality. Chapter 28. London. Academic Press. P. 435–452.
25. Orlova N.V., Nikolaev D.V. Russian agricultural innovations prospects in the context of global challenges: Agriculture 4.0 // Russian Journal of Economics. 2022. Vol. 8. Issue 1. P. 29–48. DOI: 10.32609/j.ruje.8.78430.
26. World Food and Agriculture // Statistical Yearbook 2021. Rome, Italy. 368 p. DOI: 10.4060/cb4477en. <https://www.fao.org/documents/card/ru/c/cb4477en/>
27. Счетчик населения Земли. <https://countrymeters.info/ru/World>
28. Кононова Н.Н. Перспективы технико-технологической модернизации сельского хозяйства: автор. дис. ... канд. экон. наук по специальности 08.00.05. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. 26 с.
29. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М., 2017. 138 с. <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/264/264dfabe7e526b6a79ffe5697c34ed4f.pdf>

References

1. Weersink A., Fraser E., Pannell D., Duncan E. and Rotz S. Opportunities and challenges for big data in agricultural and environmental analysis. Annual Review Resource Economics. 2018. Vol. 10. P. 19–37. DOI: 10.1146/annurev-resource-100516-053654.
2. Trendov N.M., Varas S. and Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas Status Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. 152 p. Available at: <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf>
3. Wolfert S., Ge L., Verdouw C. and Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — A review. Agricultural Systems. 2017. Vol. 153. P. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.
4. Rose D.C., Chilvers J. Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2018. Vol. 2. DOI: 10.3389/fsufs.2018.00087. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2018.00087/full>
5. Zhai Z., Martínez J.F., Beltran V. and Martínez N.L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 170: 105256. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105256
6. Kohlman O.I., Ivanova G.V., Yamskikh T.N., Ivanova A.N. and Nikulina E.O. Alternative raw materials for food industry. IOP Conference Series Earth and Environmental Science.

2019. Vol. 315. Issue 5: 052024. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052024. Available at: https://www.researchgate.net/publication/335366726_Alternative_raw_materials_for_food_industry
7. Eugenio M.E., Ibarra D., Martín-Sampedro R., Espinosa E., Bascón I. and Rodríguez A. Alternative Raw Materials for Pulp and Paper Production in the Concept of a Lignocellulosic Biorefinery. Submitted. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.90041. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/69880>.
 8. Wild F., Czerny M., Janssen A.M and Kole A.P.W. The evolution of a plant-based alternative to meat: From niche markets to widely accepted meat alternatives. *Agro Food Industry Hi Tech*. 2014. Vol. 25, Issue 1. P. 45–49. Available at: https://www.researchgate.net/publication/261878915_The_evolution_of_a_plant-based_alternative_to_meat_From_niche_markets_to_widely_accepted_meat_alternatives
 9. Walter A., Finger R., Huber R. and Buchmann N. Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Opinion*. 2017. Vol. 114(24). P. 6148–6150. DOI: 10.1073/pnas.1707462114. Available at: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1707462114>
 10. Floreano D., Wood R.J. Science, technology and the future of small autonomous drones. *Nature*. 2015. Vol. 521 (7553). P. 460–466. DOI: 10.1038/nature14542
 11. DeFries R., Franzo J., Remans R., Palm C., Wood S. and Anderman T.L. Global nutrition. Metrics for land-scarce agriculture. *Science*. 2015. Vol. 349 (6245). P. 238–240. DOI: 10.1126/science.aaa5766.
 12. Trendov N.M., Varas S. and Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas Status Report. 2019. Available at: <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf>
 13. Muangprathub J., Boonnam N., Kajornkasirat S., Lekbangpong N., Wanichsombat A. and Nillaor P. IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics Agriculture*. 2019. Vol. 156. P. 467–474. DOI: 10.1016/j.compag.2018.12.011.
 14. Sponchioni G., Vezzoni M., Bacchetti A., Pavesi M. and Renga F. The 4.0 revolution in agriculture: a multi-perspective definition. XXIV Summer School “Francesco Turco” — Industrial Systems Engineering. 2019. Vol. 1. P. 143–149. Available at: <http://www.summerschool-aidi.it/edition-2019/cms/extra/papers/591.pdf>
 15. Pyankova S.G. Designing the institutional development of single-industry territories. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2013. No. 2 (29). P. 133–141. (in Russian)
 16. Wu L., Yue X., Jin A. and Yen D.C. Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*. 2016. Vol. 27, Issue 2. P. 395–417. DOI: 10.1108/IJLM-02-2014-0035
 17. De Sousa Jabbour A.B.L., Jabbour C.J.C., Foropon C. and Godinho Filho M. When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol. 132. P. 18–25. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.01.017
 18. Verma M., Hontecillas R., Tubau-Juni N., Abedi V. and Bassaganya-Riera J. Challenges in Personalized Nutrition and Health. *Frontiers in Nutrition*. 2018. Vol. 5: 117. DOI: 10.3389/fnut.2018.00117. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6281760>
 19. Ordoñas J.M., Ferguson L.R., Tai E.S. and Mathers J.C. Personalised nutrition and health. *BMJ*. 2018. Vol. 361: k2173. DOI:10.1136/bmj.k2173. Available at: <https://www.bmj.com/content/bmj/361/bmj.k2173.full.pdf>
 20. Verain M.C.D., Bouwman E.P., Galama J. and Reinders M.J. Healthy eating strategies: Individually different or context-dependent? *Appetite*. 2022. Vol. 168: 105759. DOI: 10.1016/j.appet.2021.105759
 21. Roy S., Nag S., Saini A. and Choudhury L. Association of human gut microbiota with rare diseases: A close peep through. *Intractable & Rare Diseases Research*. 2022. Vol. 11, Issue 2. P. 52–72. DOI: 10.5582/irdr.2022.01025
 22. Franco R.Z., Fallaize R., Weech M., Hwang F. and A Lovegrove J. Effectiveness of Web-Based Personalized Nutrition Advice for Adults Using the eNutri Web App: Evidence From the EatWellUK Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2022. Vol. 24, Issue 4: e29088. DOI: 10.2196/29088. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35468093>
 23. Zhuchenko A.A. Biologization, ecologization, energy saving, economics of modern farming systems. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Bulletin of the APK of Stavropol], 2015. No. 52. P. 9–13. (in Russian)
 24. Seufert V., Mehrabi Z., Gabriel D. and Benton T.G. Current and Potential Contributions of Organic Agriculture to Diversification of the Food Production System. *Environmental Geography*. 2019. *Agroecosystem Diversity. Contemporary Agriculture and Environmental Quality*. Chapter 28. London. Academic Press. P. 435–452.
 25. Orlova N.V., Nikolaev D.V. Russian agricultural innovations prospects in the context of global challenges: Agriculture 4.0. *Russian Journal of Economics*. 2022. Vol. 8. Issue 1. P. 29–48. DOI: 10.32609/j.ruje.8.78430.
 26. World Food and Agriculture // Statistical Yearbook 2021. Rome, Italy. 368 p. DOI: 10.4060/cb4477en. Available at: <https://www.fao.org/documents/card/ru/c/cb4477en/>
 27. Earth population counter. Available at: <https://countrymeters.info/ru/World> (in Russian)
 28. Kononova N.N. Perspektivy tekhniko-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva: avtor. dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kand. ekon. nauk po spetsial'nosti 08.00.05. [Prospects for technical and technological modernization of agriculture: author. dissertations for the degree of Cand. economy Sciences in the specialty 08.00.05]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University. Emperor Peter I Publ., 2020. 26 c. (in Russian)
 29. Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, National Research University Higher School of Economics. Moscow, 2017. 138 c. Available at: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/264/264dfabe7e526b6a79ffe5697c34ed4f.pdf> (in Russian)