

Научная статья

УДК 338.431.7

doi:10.28983/asj.y2021i10pp35-41

**Мониторинг климатических изменений и их влияние на зерновое производство
Саратовской области с использованием данных дистанционного зондирования**

Василий Вольдемарович Нейфельд¹, Марина Евгеньевна Кадомцева², Максим Николаевич Осовин³

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Саратов, Россия

^{2,3}Институт аграрных проблем Российской академии наук (ИАгП РАН), Саратов, Россия

¹neufeldvv@gmail.com

²kozyreva_marina@mail.ru

³himma@mail.ru

Аннотация. Дифференцированное проявление климатических рисков в регионах сельскохозяйственной специализации приводит к колебанию урожайности и объемов производства сельхозпродукции, нарушению продуктовых цепочек и снижению запасов продовольствия, тем самым ставя под угрозу устойчивое агропроизводство и создавая риски для обеспечения продовольственной безопасности страны. С использованием данных спутникового мониторинга установлен ряд неблагоприятных метеорологических (погодных) явлений, проявивших себя в период с 1991 по 2019 г. в Саратовской области. Исследована зависимость основных показателей зернового производства Саратовской области от нарастающего влияния негативных климатических факторов. Обоснована необходимость учета воздействия опасных метеорологических (погодных) явлений в системе стратегических приоритетов, а также при составлении прогнозов социально-экономического развития региона, моделировании влияния негативных климатических факторов на структурную сбалансированность АПК.

Ключевые слова: опасные погодные явления, сельское хозяйство, зерновая отрасль, зависимость, ущерб, стратегические приоритеты.

Для цитирования: Нейфельд В. В., Кадомцева М. Е., Осовин М. Н. Мониторинг климатических изменений и их влияние на зерновое производство Саратовской области с использованием данных дистанционного зондирования // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 35–41. <http://dx.doi.org/doi:10.28983/asj.y2021i10pp35-41>.

AGRONOMY

Original article

**Monitoring of climatic changes and their impact on grain production
in the Saratov region using remote sensing data**

Vasily V. Neufeld¹, Marina E. Kadomtseva², Maksim N. Osovin³

¹Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

^{2,3}Institute of Agrarian Problems RAS, Saratov, Russia

¹neufeldvv@gmail.com

²kozyreva_marina@mail.ru

³himma@mail.ru

Abstract. Differentiated development of climatic risks in agricultural regions leads to fluctuations in yields and agricultural production volumes, disruption of food chains and a decrease in food reserves, thereby endangering sustainable agricultural production and creating risks for ensuring the country's food security. In the period from 1991 to 2019 in the Saratov region, using satellite monitoring data, a number of unfavorable meteorological (weather) phenomena were identified. The dependence of the main indicators of grain production in the Saratov region on the growing influence of negative climatic factors has been investigated. The necessity of taking into account the impact of hazardous meteorological (weather) phenomena in the system of strategic priorities, as well as when making forecasts for the socio-economic development of the region, modeling the influence of negative climatic factors on the structural balance of the agro-industrial complex has been substantiated.

Keywords: hazardous weather events, agriculture, grain industry, dependence, damage, strategic priorities.

For citation: Neufeld V. V., Kadomtseva M. E., Osovin M. N. Monitoring of climatic changes and their impact on grain production in the Saratov region using remote sensing data. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(10): 35–41 (In Russ.). <http://dx.doi.org/doi:10.28983/asj.y2021i10pp35-41>.

Введение. Российские и зарубежные ученые, проводя исследования различных аспектов влияния глобального изменения климата на сельское хозяйство стран, приходят к неоднозначным выводам. Большинство отечественных исследователей склонны считать, что для Российской Федерации последствия в долгосрочной перспективе можно оценивать как умеренно негативные (так как отрицательные климатические эффекты будут нивелироваться смягчением температурных режимов и увеличением вегетационного периода в более северных регионах) [1, 2]. Составляя прогнозы социально-экономического развития, моделируя влияние тех или иных факторов на структурную сбалансированность, специалисты не обращают должного внимания на такую важнейшую компоненту, как воздействие опасных метеорологических (или погодных) явлений (ОМЯ) в регионах с разной долей сельского хозяйства в ВРП. Между тем повышение амплитуды, частоты и продолжительности климатических аномалий на территории субъектов РФ, ориентированных на производство и выпуск сельскохозяйственной продукции, наносит из года в год значительный ущерб сельскохозяйственному производству данных регионов. Это обуславливает необходимость исследования региональных особенностей проявления опасных погодных явлений для последующего обоснования организационно-еконо-





мических мер по смягчению последствий и адаптации сельского хозяйства к глобальному изменению климата.

Цель нашего исследования – с использованием данных дистанционного зондирования проследить тенденции нарастающего воздействия опасных погодных явлений на развитие базовой для сельского хозяйства зерновой отрасли в Саратовской области как региона, имеющего значительный удельный вес растениеводческой продукции в общем объеме растениеводческой продукции Российской Федерации.

Методика исследований. Теоретической базой исследования стали работы российских и зарубежных ученых по проблемам влияния климатических изменений на продуктивность сельскохозяйственных культур, а также экономического ущерба, полученного в результате наступления опасных погодных явлений. Примерами научных работ, предметом которых является детальное рассмотрение частоты возникновения различных видов опасных метеорологических явлений и их влияния на экономику регионов, являются исследования А.Н. Петина и М.В. Брыкаловой [3], П.В. Дружинина [4], Катцова В.М. и др. [5,6]. Комплексное исследование влияния неблагоприятных погодных (агрометеорологических) явлений на процессы роста, развития и формирования продуктивности возделываемых культур, на массовое развитие вредителей и болезней, наносящих серьезный урон формированию урожая сельскохозяйственных растений, провели И.Г. Грингоф и А.Д. Клещенко [7]. В работе И.Н. Русина систематизированы подходы, лежащие в основе построения современных методов прогноза воздействия стихийных бедствий [8].

В основе исследования лежит концепция устойчивого развития и адаптации сельского хозяйства к глобальному потеплению, основные положения которой были обозначены на Саммите ООН в начале 2021 года Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО ООН) [9]. Также использован методический инструментарий ФАО ООН, позволяющий производить оценку ущерба от опасных погодных явлений в различных подотраслях сельского хозяйства и его прогнозирование.

Информационной базой послужили данные о количестве опасных погодных явлений на территории Российской Федерации, представленные Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Информационный массив экспертной базы данных агропромышленного комплекса Саратовской области, собранный Саратовским государственным аграрным университетом имени Н.И. Вавилова с использованием геоинформационного ресурса, позволил получить представление о динамике неблагоприятных гидрометеорологических явлений в регионе и соотнести основные климатические и производственные показатели с общероссийскими тенденциями.

Результаты исследований. В соответствии с установленным Всемирной метеорологической организацией перечнем основных видов опасных погодных явлений Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, являющейся единственным государственным органом, осуществляющим наблюдение за природной средой, составлен типовой перечень ОМЯ, наиболее характерных для регионов Российской Федерации [10]. В него включены такие климатические явления, как аномально жаркая или холодная погода, ветер, гололед, дождь и ливень, метель, половодье, сложные отложения, град, смерч, резкое изменение погоды, комплексы неблагоприятных погодных явлений и т.д.

Согласно приведенному Росгидрометом определению, под опасными метеорологическими (погодными) явлениями следует понимать явления погоды, интенсивность, продолжительность и время возникновения которых представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики [11]. Для сельскохозяйственной отрасли агрономическими последствиями таких явлений являются обратимые и необратимые изменения параметров роста и развития посевов и состояния среды обитания. Чаще всего в результате наступления ОМЯ возникают необратимые последствия, коренным образом изменяющие среду обитания, в том числе корнеобитаемую, либо переводящие среду в критическое для растений состояние, изменение которого невозможно при помощи агротехнологических, агротехнических, агрохимических или агромелиоративных приемов.

Зарубежные исследователи замечают, что количество климатических аномалий и природных катастроф макроуровня за последние десятилетия увеличилось в 4 раза в результате климатических бедствий, и в 6 раз – гидрологических [12]. При этом в странах с наиболее продуктивным сельским хозяйством замечено увеличение количества негативных погодных явлений, их продолжительности и интенсивности. Подобные тенденции характерны и для Российской Федерации. В регионах с высокой долей сельского хозяйства в валовом региональном продукте отмечается наибольшее количество ОМЯ. Нередко это приводит к колебанию урожайности и объемов производства сельхозпродукции, нарушению продуктовых цепочек и снижению запасов продовольствия.

Базовой отраслью сельского хозяйства России является зерновое производство. Зерновые культуры занимают около 40 % пашни, доля зерна составляет одну треть стоимости валовой продукции сельского хозяйства и свыше половины продукции растениеводства. Производство зерна формирует около 25 % всей валовой выручки от реализации агропродукции. На зерновое хозяйство приходится 20 % всех затрат сельскохозяйственного производства и около 50 % прибыли сельхозтоваропроизводителей [13, с. 11].

Правительством РФ реализуется целых комплекс мер, направленных на повышение устойчивости рынка зерна к агроклиматическим факторам, мероприятий по его регулированию с целью стабилизации

ции внутри страны и повышения конкурентоспособности на мировом зерновом рынке. Системная поддержка отрасли включает в себя и стимулирование к интенсивному внедрению цифровых технологий в производство, и управление. Широкое распространение получили технологии точного земледелия, дистанционного управления, единые информационные системы, виртуальные торговые площадки и т. д. [14–16]. Растущая потребность сельского хозяйства в цифровых технологиях и полученных с их использованием данных обусловлена возможностью мониторинга изменения растительного покрова и почвенных характеристик в результате резких изменений погоды. С использованием космического мониторинга появилась, например, возможность осуществлять исследования по вопросу соответствия показателей вегетационного индекса Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) фазам и уровню развития сельскохозяйственных культур с целью расширения возможностей прогнозирования их урожайности. Сопоставление динамики индекса с метеорологической информацией позволяет определить причину изменения урожайности культуры: засуха, град, заморозки, иные погодные явления [17]. Собранная информация аккумулируется в единых государственных автоматизированных информационных системах, что способствует планированию социально-экономической политики в регионах и открывает возможности для прогнозирования [18].

Одним из регионов, имеющих значительный удельный вес растениеводческой продукции в общем объеме растениеводческой продукции Российской Федерации (более 3,5 %) и размер посевных (посадочных) площадей, является Саратовская область. Это индустриально-аграрный регион, добавленная стоимость валового регионального продукта которого формируется на 31,7 % промышленностью и на 13 % сельским хозяйством [19]. В 2018 г. на территории Саратовской области была разработана экспертная база данных агропромышленного комплекса, интегрированная в дальнейшем с Единой Федеральной информационной системой, о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) Министерства сельского хозяйства РФ. Результатом работы стала оцифровка 51 395 контуров земельных участков, в том числе в правобережных муниципальных районах 26 638, левобережных – 24 757, которые обрабатывают 2974 сельскохозяйственные организации. Согласно данным мониторинга на 2018 г., общая площадь земель сельскохозяйственного назначения Саратовской области составила 8587,5 тыс. га [20].

Анализ пространственных и временных данных, полученных с использованием информационных массивов Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды об опасных погодных явлениях, региональной спутниковой системы дистанционного зондирования и экспертной базы данных АПК Саратовской области, позволяет сделать вывод о возрастающем количестве опасных погодных явлений на территории региона. Уравнение линии тренда $y = -0,678x^2 + 29,55x + 416,6$ с коэффициентом детерминации $R = 0,225$ (рис. 1).

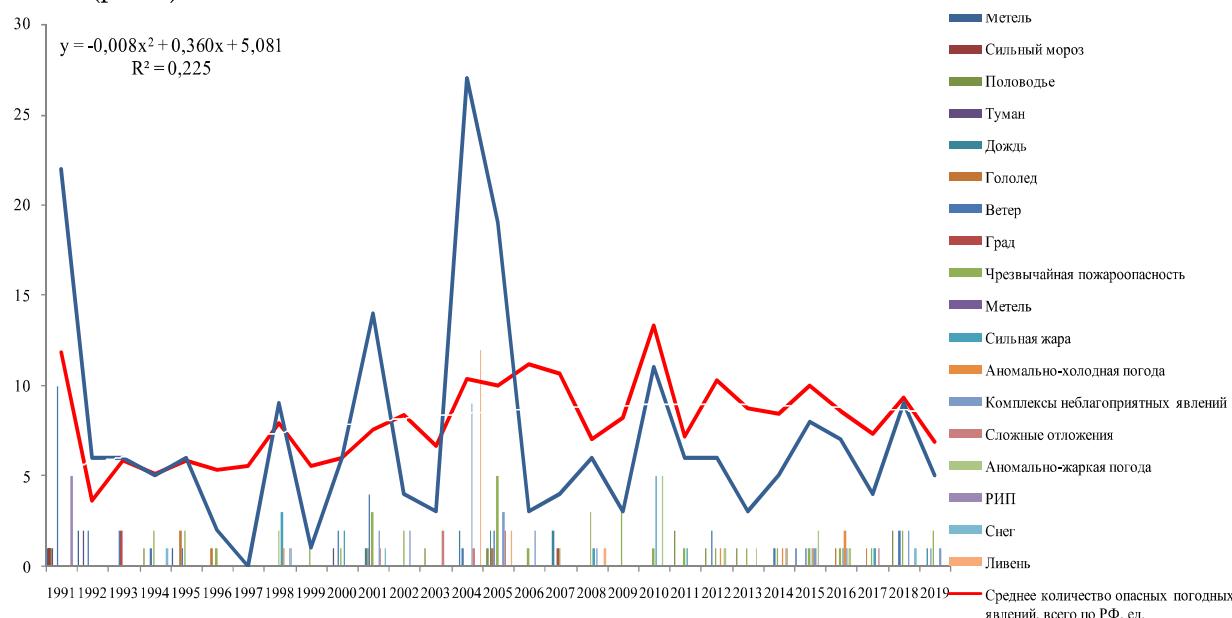


Рис. 1. Динамика среднего количества опасных погодных явлений в Российской Федерации и Саратовской области за 1991–2019 гг. в разрезе видов ОМЯ (единиц в год)

По данным рис. 1, максимальное количество климатических аномалий в Саратовской области пришлось на 1991 г. – 22 ед., 2004 г. – 27 ед., 2005 г. – 19 ед., 2001 г. – 14 ед. и 2010 г. – 11 ед. Из них наибольшая доля пришлась на чрезвычайную пожароопасность, ветер и сильную жару. За период с 1991 по 2019 г. только в 1997 и 1999 гг. в Саратовской области не было зафиксировано ни одного опасного метеорологического явления. В целом необходимо отметить, что динамика неблагоприятных метеорологических явлений в области соответствует общероссийскому тренду, в то же время, очевидно, что она характеризуется более резкой амплитудой колебаний. Между тем все более отчетливо проявляются тенденции увеличения средней продолжительности ОМЯ на территории данного региона (рис. 2).



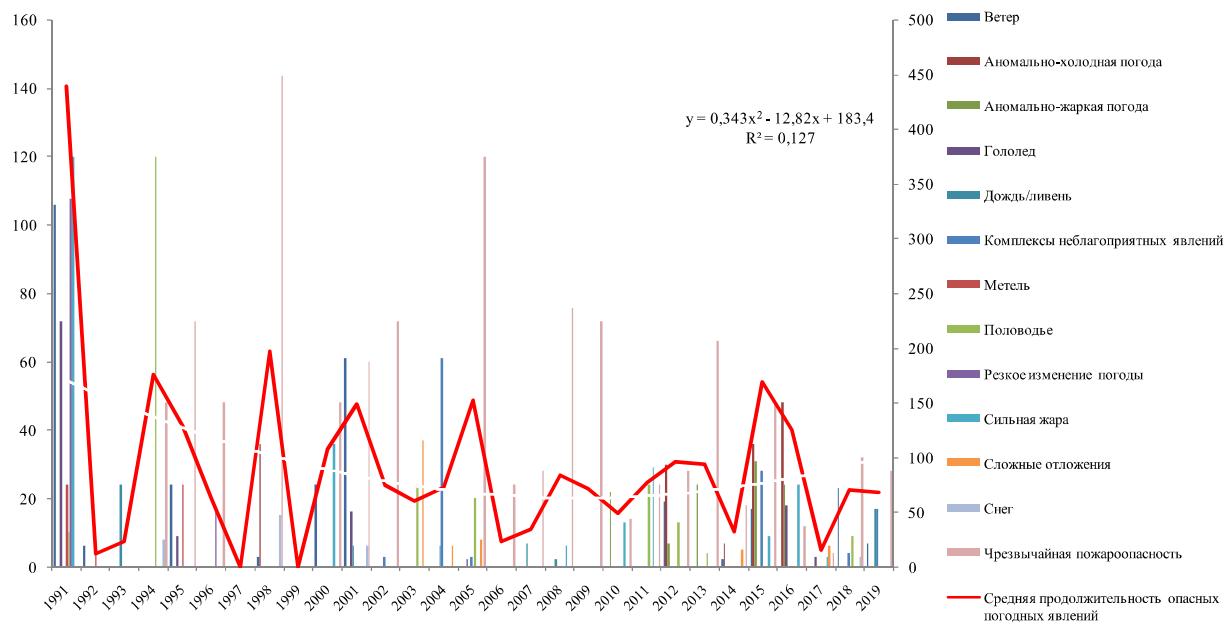


Рис. 2. Динамика средней продолжительности опасных погодных явлений в Саратовской области за 1991–2019 гг. (часов в год)

В структуре опасных погодных явлений за исследуемый временной период на территории Саратовской области наиболее продолжительной стала чрезвычайная пожароопасность. С 2005 г. данное явление ежегодно было зафиксировано в среднем на протяжении двух суток. Схожее с пожароопасностью явление – сильная жара. В комплексе с нарастающей частотой и продолжительностью ветра формируются такие опасные для растениеводства явления, как суховей и засуха. Данные факторы характерны для левобережной степной зоны Саратовской области: Ершовского, Федоровского, Дергачевского и Краснокутского районов.

Увеличение интенсивности резких перемен погоды и комплексов неблагоприятных погодных явлений, нарастающая продолжительность дождей и ливней, сменяющая сильную жару, сложные отложения, аномально-холодная погода, снег и гололедица стали все чаще отмечаться на территории данного региона (см. таблицу).

Увеличение продолжительности разных видов опасных погодных явлений в Саратовской области за 1991–2019 гг.*

Вид опасного погодного явления	Величина R ²
Аномально жаркая погода	0,302
Аномально холодная погода	0,307
Ветер	0,233
Гололед	0,706
Дождь/ливень	0,958
Комплексы неблагоприятных явлений	0,114
Метель	0,076
Половодье	0,276
Резкое изменение погоды	0,920
Сильная жара	0,941
Сложные отложения	0,519
Снег	0,501
Чрезвычайная пожароопасность	0,303

* Расчеты авторов

Следствием неустойчивости погоды, смены засушливых периодов влажными, суровыми зим – теплыми является большая изменчивость валовых сборов продукции растениеводства [21]. Динамика урожайности характеризуется значительными колебаниями по годам (рис. 3).

Корреляционный анализ изменения объемов валового сбора зерновых и зернобобовых культур от количества опасных погодных явлений в Саратовской области показал обратную зависимость (коэффициент корреляции –0,468). В неблагоприятные по метеорологическим условиям годы на фоне роста опасных погодных явлений отмечены резкие колебания показателей производства продукции растениеводства в области. Наибольший ущерб, нанесенный сельскому хозяйству Саратовской области сильной жарой и засухой, был зафиксирован в 2010 г. Он составил более 2,6 млрд руб. Отложенный негативный эффект в 1–2 года проявился в финансовой составляющей агропроизводителей, причем преимуще-

ственno малых форм хозяйствования. С увеличением количества и амплитуды действия климатических рисков закономерно происходит рост доли убыточных сельскохозяйственных организаций в общем количестве хозяйствующих субъектов [28, с. 28].

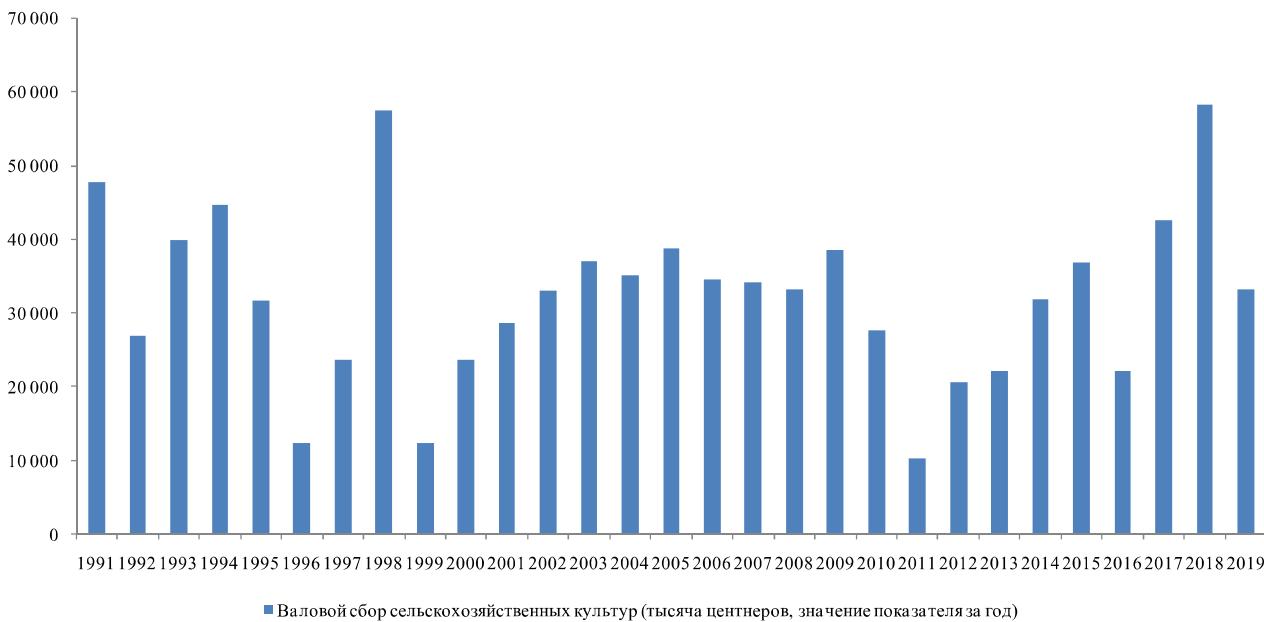


Рис. 3. Валовой сбор зерновых и зернобобовых сельскохозяйственных культур, тыс. т

Стратегической целью государственного регулирования растениеводства является его устойчивое динамичное развитие и повышение конкурентоспособности на мировом рынке. Подготовка и реализация в Российской Федерации мероприятий по адаптации сельского хозяйства к изменениям климата осуществляются на общенациональном (федеральном) и региональном уровнях. Тем не менее проблема климатических рисков до сих пор не находит должного отражения в системе стратегических приоритетов на региональном уровне [23]. В частности, в Стратегии социально-экономического развития Саратовской области до 2030 года природно-климатические риски практически не упоминаются. В ней содержится лишь указание на расположение области в зоне рискованного земледелия с тенденцией истощения почвенного плодородия земель сельскохозяйственного назначения, сокращения невозобновляемых природных ресурсов, в том числе почвенного плодородия, водных ресурсов – обезвоживание и загрязнение Волги и других рек, протекающих на территории области. Таким образом, очевидно, что при разработке или корректировке стратегии региона действующая нормативная база не предполагает количественный учет и анализ влияния климатических рисков, что является нарушением принципа реалистичности стратегического планирования.

Важнейшим инструментом управления климатическими рисками в сельском хозяйстве и формирования предпосылок финансовой устойчивости в случае их наступления является агрострахование. В рамках Плана мониторинга реализации государственной программы Саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» на 2021 (финансовый) год и плановый период 2022 и 2023 годов предусмотрены расходы на возмещение части затрат сельхозтоваропроизводителей на уплату страховой премии, начисленной по договору сельскохозяйственного страхования – из федерального бюджета 170 012,5 тыс. руб., из областного бюджета – 21 012,8 тыс. руб. [24]. Несмотря на большую значимость данного механизма и выделяемый объем бюджетных ассигнований, охват агрострахованием посевных (посадочных) площадей остается на сегодняшний день очень маленьким – не более 5 %.

Адаптационный потенциал включает в себя и внедрение средств цифровизации в производство и управление агропродовольственным комплексом. Цифровая инфраструктура в Саратовской области представлена большим количеством отечественных и зарубежных организаций, разрабатывающих и реализующих как отдельно программное обеспечение, так и комплексное обслуживание всего цикла агротехнических мероприятий. Сформирована экспертная база данных АПК, работает информационно-консультационная служба АПК Саратовской области. Однако развитие процессов внедрения и использования технологий в сельском хозяйстве различных территориальных образований происходит весьма неравномерно. Только в 10 муниципальных районах Саратовской области (из 38) сельскохозяйственные организации используют цифровые технологии (зачастую наиболее популярные технологии: точного земледелия, дистанционного управления, дифференцированного внесения удобрений, полива, и т.д.) Агроэкологический мониторинг климатических изменений по-прежнему ведется несистематически, с использованием гидрометеорологических данных, представляемых на сайтах метеослужб.

Заключение. Исследование зависимости основных показателей зерновой отрасли от воздействия опасных погодных явлений свидетельствует о значительном негативном влиянии климатических аномалий на устойчи-



вое производство продукции растениеводства, в частности, зернового производства, создавая риски для обеспечения продовольственной безопасности. По результатам проведенного анализа установлено, что для Саратовской области характерна отчетливая тенденция роста количества неблагоприятных метеорологических явлений и их продолжительности. Наибольшее влияние на динамику показателя валового сбора зерновых культур с 1991 по 2019 г. оказали чрезвычайная пожароопасность и сильная жара, ветер и резкие изменения погоды.

Дифференцированное воздействие опасных погодных явлений обуславливает необходимость создания региональных и отраслевых моделей адаптации сельского хозяйства к нарастающему воздействию климатических изменений. Для получения более детализированной в пространстве информации и учета природно-климатических факторов в системе отраслевого и регионального стратегического планирования региональному министерству сельского хозяйства совместно с администрациями муниципальных районов Саратовской области целесообразно сформировать в структуре региональных органов управления АПК подразделение или организацию, выполняющую функции Регионального геоаналитического центра АПК. В их числе должны быть функции формирования и постоянной актуализации единой региональной базы географической информационной системы АПК о землях сельскохозяйственного назначения, характеристики агропроизводства и оценки влияния на него климатических изменений.

Полученные результаты и сделанные на их основе выводы расширяют возможности для постановки задач оптимального планирования и управления подотраслью растениеводства Саратовской области в условиях вероятного наступления природно-климатических рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ксенофонтов М. Ю., Ползиков Д. А. К вопросу о влиянии климатических изменений на развитие сельского хозяйства России в долгосрочной перспективе // Проблемы прогнозирования. 2020. № 3. С. 82–92.
2. Сиптиц С. О., Романенко И. А., Евдокимова Н. Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 2(185). С. 75–86.
3. Петин А. Н., Брыкалова М. В. Опасные гидрометеорологические явления на территории Белгородской области и их влияние на отрасли экономики данного региона // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-2. С. 385–389.
4. Дружинин П. В. Влияние климатических изменений на урожайность в сельском хозяйстве Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2013. № 31. С. 94–98.
5. Bogdanov A.V., Voloshina A. D., Mironov V. F., Kadomtseva M. E., Bukharov S.V. Effect of the cationic moiety on the antimicrobial activity of sterically hindered isatin 3-hydrazone derivatives // Russian Journal of Organic Chemistry. 2020. Т. 56. № 3. С. 555–558.
6. Катцов В. М., Школьник И. М., Ефимов С. В. Перспективные оценки изменений климата в российских регионах: детализация в физическом и вероятностном пространствах // Метеорология и гидрология. 2017. № 7. С. 68–80.
7. Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Т. I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 808 с.
8. Русин И. Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза: учеб. пособие. СПб., 2003. 140 с.
9. Саммит ООН «Прогресс в области продовольственных систем». Более 1200 идей, направленных на достижение целей в области устойчивого развития. 2021. URL:<https://www.un.org/en/food-systems-summit/news/more-than-1200-ideas-help-meet-sustainable-development-goals> (дата обращения 21.03.2021).
10. Всемирная метеорологическая организация. Погода. Климат. Вода. URL:<https://public.wmo.int/ru> (дата обращения 16.04.2021).
11. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды (РД 52.27.724 -2019) URL:<https://meteoinfo.ru/images/media/books-docs/RHM/nast-KPP-2019.pdf> (дата обращения 09.04.2021).
12. Changnon S. Measures of economic impacts of weather extremes // Bull Am Meteorol Soc 84. 2003. P.1231–1235.
13. Яковенко Н. А. Тенденции сбалансированности зернопродуктовой цепочки России // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2020. № 2. С. 10–16.
14. Осовин М. Н. Снижение отраслевой дифференциации инновационной активности как приоритетное направление развития цифровой аграрной экономики // Научное обозрение: теория и практика. 2020. Т. 10. № 7 (75). С. 1375–1383.
15. Ukolova N. V., Vasilevva E. V., Monakhov S. V., Shikhanova J. A., Korostelev V.G. Models and mechanism of technology transfer under conditions of digitalization of agricultural economy: theory and methodology // Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7. № S4-1. P. 436–446.
16. Vorotnikov I. L., Ukolova N. V., Monakhov S. V., Shikhanova Yu. A., Neifeld V. V. Economic aspects of the development of the «Digital agriculture» system // Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development. 2020. Vol. 20. № 1. P. 633–638.
17. Korostelev V. G., Kadomtseva M. E. Use of digital technologies in the system of insurance of agricultural risks. economic safety and// Quality. 2018. Т. 3. № 32. С. 12.
18. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). – СПб.; Саратов: Амирит, 2020. 120 с.
19. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Саратовской области до 2030 года: постановление Правительства Саратовской области от 30 июня 2016 года № 321-П (с изменениями на 29 мая 2019 года) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/467710021> (дата обращения: 22.04.2021)
20. Петров К. А., Григорьев Н. С. Сокращение производственных затрат и повышение рентабельности производства зерна на основе применения технологий точного земледелия (на примере Саратовской области) // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 93–96.
21. Bogdanov A.V., Mironov V. F. Advances in the Synthesis of isatins: a survey of the last decade// Synthesis. 2018. № 8. P. 1601–1609.
22. Кадомцева М. ., Коростелев В. Г. Институциональные факторы развития страхования сельскохозяйственных рисков в странах ЕАЭС// Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 6 (378). С. 26–30.

23. Шпакова Р. Н. Учет природно-климатических факторов в региональном стратегическом планировании // Россия: тенденции и перспективы развития. 2020. № 15-2. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-prirodno-klimaticheskikh-faktorov-v-regionalnom-strategicheskem-planirovaniyu> (дата обращения: 10.05.2021).

24. Приказ об утверждении Плана мониторинга реализации государственной программы Саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» на 2021 (финансовый) год и плановый период 2022 и 2023 годов. От 30 декабря 2020 года № 314-пр. URL:<https://www.minagro.saratov.gov.ru/targetedprograms/> (дата обращения: 17.04.2021).

REFERENCES

1. Ksenofontov M. Yu., Polzikov D. A. On the question of the impact of climatic changes on the development of agriculture in Russia in the long term. Problems of forecasting. 2020; 3: 82–92 (In Russ.).
2. Siptits S. O., Romanenko I. A., Evdokimova N. E. Model estimates of the climate impact on the yield of grain and leguminous crops in the regions of Russia. Problems of forecasting. 2021; 2(185): 75–86 (In Russ.).
3. Petin A. N., Brykalova M. V. Dangerous hydrometeorological phenomena on the territory of the Belgorod region and their impact on the economic sectors of this region. Success of modern natural science. 2016; 112: 385–389 (In Russ.).
4. Druzhinin P. V. Influence of climatic changes on productivity in agriculture of Karelia. Scientific notes of Petrozavodsk State University. 2013; 31: 94–98 (In Russ.).
5. Bogdanov A. V., Voloshina A. D., Mironov V. F., Kadomtseva M. E., Bukharov S. V. Effect of the cationic moiety on the antimicrobial activity of sterically hindered isatin 3hydrazone derivatives. Russian Journal of Organic Chemistry. 2020; 3: 555–558 (In Russ.).
6. Kattsov V. M., Shkolnik I. M., Efimov S. V. Perspective assessments of climate change in Russian regions: detailing in physical and probabilistic spaces. Meteorology and Hydrology. 2017; 7: 68–80 (In Russ.).
7. Gringoff I. G., Kleshchenko A. D. Fundamentals of agricultural meteorology. T. I. The need for agricultural crops in agrometeorological conditions and hazardous weather conditions for agricultural production. Obninsk; 2011. 808 p. (In Russ.).
8. Rusin I. N. Natural disasters and the possibilities of their forecast. Saint-Petersburg; 2003. 140 p. (In Russ.).
9. UN Summit “Progress in Food Systems”. More than 1200 ideas for achieving the Sustainable Development Goals. 2021. URL: <https://www.un.org/en/foodsystemssummit/news/morethan1200ideashelpmeetsustainabledevelopmentgoals> (access date 03/21/2021). (In Russ.).
10. World Meteorological Organization. Weather. Climate. Water. URL: <https://public.wmo.int/ru> (access date 04/16/2021). (In Russ.).
11. Manual on short-term weather forecasts (RD 52.27.724 2019) URL: <https://meteoinfo.ru/images/media/booksdocs/RHM/nastKPP2019.pdf> (access date 04/09/2021). (In Russ.).
12. Changnon S. Measures of economic impacts of weather extremes. Bull Am Meteorol Soc 84. 2003: 1231–1235.
13. Yakovenko N. A. Trends in the balance of the grain product chain in Russia. Regional agrosystems: economics and sociology. 2020; 2: 10–16 (In Russ.).
14. Osovina M. N. Reducing the sectoral differentiation of innovative activity as a priority direction in the development of the digital agrarian economy. Scientific review: theory and practice. 2020; 10; 7(75): 1375–1383 (In Russ.).
15. Ukolova N. V., Vasilieva E. V., Monakhov S. V., Shikhanova J. A., Korostelev V. G. Models and mechanism of technology transfer under conditions of digitalization of agricultural economy: theory and methodology. Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7. No. S41. P. 436–446.
16. Vorotnikov I. L., Ukolova N. V., Monakhov S. V., Shikhanova Yu. A., Neifeld V. V. Economic aspects of the development of the «Digital agriculture» system. Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development. 2020; 20; 1: 633–638.
17. Korostelev V. G., Kadomtseva M. E. Use of digital technologies in the system of insurance of agricultural risks. Economic safety and Quality. 2018; 3; 32: 12.
18. Report on the scientific and methodological foundations for the development of strategies for adaptation to climate change in the Russian Federation (within the competence of Roshydromet). Saint-Petersburg; 2020. 120 p. (In Russ.).
19. On the approval of the Strategy for Social and Economic Development of the Saratov Region until 2030: Decree of the Government of the Saratov Region dated June 30, 2016 No. 321P (as amended on May 29, 2019) // Electronic fund of legal and regulatory documents. URL: <http://docs.cntd.ru/document/467710021> (access date 22.04.2021) (In Russ.).
20. Petrov K. A., Grigoriev N. S. Reducing production costs and increasing the profitability of grain production based on the use of precision farming technologies (on the example of the Saratov region). Agrarian scientific journal. 2017; 9: 93–96 (In Russ.).
21. Bogdanov A. V., Mironov V. F. Advances in the Synthesis of isatins: a survey of the last decade. Synthesis. 2018; 8: 1601–1609.
22. Kadomtseva M., Korostelev V. G. Institutional factors in the development of agricultural risk insurance in the EAEU countries. International Agricultural Journal. 2020; 6 (378): 26–30 (In Russ.).
23. Shpakova R. N. Consideration of natural and climatic factors in regional strategic planning // Russia: trends and development prospects. 2020. No. 152. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchetprirodno-klimaticheskikh-faktorov-v-regionalnom-strategicheskikh-komplanirovaniyu> (access date: 05/10/2021) (In Russ.).
24. Order on approval of the Plan for monitoring the implementation of the state program of the Saratov region “Development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food in the Saratov region” for 2021 (financial) year and the planning period of 2022 and 2023. From December 30, 2020 No. 314pr. URL: <https://www.minagro.saratov.gov.ru/targetedprograms/> (access date: 04/17/2021) (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 26.07.2021; одобрена после рецензирования 30.07.2021; принята к публикации 10.08.2021.
The article was submitted 26.07.2021; approved after reviewing 30.07.2021; accepted for publication 10.08.2021.*

