

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ И
УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ
УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА****А.С. Щербакова**

Реферат. Результаты многих научных исследований доказывают наличие влияния климатических изменений на сельское хозяйство. Однако нет окончательного вывода относительно того, что ожидает сельское хозяйство в будущем. Последствия таких изменений, скорее всего, будут проявляться на региональном уровне, что требует адаптации сельского хозяйства на соответствующей территории. Цель исследования – оценить изменения агроклиматических показателей в Республике Коми и проанализировать их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур региона. Работу проводили путем статистической обработки агроклиматических данных десяти метеорологических станций региона за 1960–2018 гг. и показателей урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур за 1913–2018 гг. Для более точной интерпретации результатов использовали парный регрессионный анализ. Полученные математические модели оценивали по коэффициенту Пирсона, *t*-критерию Стьюдента, коэффициенту детерминации и *F*-критерию Фишера. Наибольших положительных последствий изменения климата в виде увеличения продолжительности вегетационного периода и, соответственно, повышения потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур можно ожидать для северных территорий. В условиях четырёх агроклиматических районов Республики Коми за шестидесятилетний период отмечены тенденции к увеличению климатических параметров, связанных с ведением сельского хозяйства. Наиболее значительные изменения отмечены в I агроклиматическом районе, территория которого в основном расположена в арктической и субарктической зоне. При этом урожайность овощей открытого грунта увеличилась с 3,6 до 31,4 т/га, есть положительные тенденции и по сбору клубней картофеля с единицы площади. По результатам анализа корреляций между агроклиматическими показателями и урожайностью зерновых, картофеля и овощей в целом по Республике Коми за 1960–2018 гг. выявлены только средние прямые связи между урожайностью овощей и продолжительностью вегетационного периода, а также суммой среднесуточных температур.

Ключевые слова: изменение климата, агроклиматические районы, сельское хозяйство, урожайность, вегетационный период, риски и возможности.

Введение. Сегодня проблему глобально изменения климата изучают на мировом уровне, специалисты и ученые пытаются вести мониторинг, давать прогнозы и разрабатывать стратегии адаптации экономики и жизнедеятельности людей к меняющейся ситуации. Наиболее зависимая от климата отрасль экономики – сельское хозяйство. Его развитие в условиях северных территорий требует детального анализа и оценки имеющихся агроклиматических ресурсов, что позволяет выявлять наиболее подходящие для выращивания виды сельскохозяйственных культур. От состояния растениеводства, определяющегося климатическими условиями, зависит животноводство [1].

Росгидромет на регулярной основе готовит официальные доклады об особенностях климата на территории Российской Федерации. В последнем таком документе сообщается, что на территории России в целом за год и во все сезоны продолжается потепление, темпы которого за 1976–2018 гг. составили 0,47 °C /10 лет, что в 2,5 раза больше скорости роста глобальной температуры [2]. Отечественные ученые приходят к выводу, что наибольшего потепления следует ожидать на Севере России [3]. Это указывает на актуальность изучения влияния изменения климата на сельское хозяйство Севера.

Изменения климата необходимо рассматривать как серьезный риск в обеспечении гло-

бальной продовольственной безопасности населения [4, 5, 6]. При этом большинство работ российских ученых посвящены только влиянию происходящих изменений только на урожайность зерновых культур [7, 8], а аналогичные исследования в региональном аспекте пока единичны [9, 10].

При этом в странах Европейского Союза (ЕС) уже не просто изучают влияние климата на те или иные отрасли экономики, но и прогнозируют и исследуют их возможные экономические последствия [11, 12, 13]. Межправительственная группа экспертов, созданная при Организации Объединенных Наций, предоставляет регулярные отчеты об изменении климата, его последствиях и потенциальных рисках, а также предлагает варианты адаптации по смягчению последствий для 195 стран-членов [14]. Например, рассчитано, что при повышении среднегодовой температуры воздуха на 1 °C прибыль фермеров снизится на 8...13 % [15].

При этом в зависимости от местоположения региона эффективность ведения сельского хозяйства определяют разные климатические факторы. Для северных и влажных регионов к основным из них можно отнести вторжение холодных воздушных масс с севера, избыточное увлажнение и заморозки [16]. Поэтому необходимо исследовать микроклиматический потенциал каждой территории или региона.

Цель исследований – оценить изменения

агроклиматических показателей в условиях Республике Коми и проанализировать их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур региона.

Условия, материалы и методы. Республика Коми расположена на северо-востоке Европейской части России. Ее протяженность с юго-запада на северо-восток составляет 1275 км, с юга на север – 785 км и с запада на восток – 695 км. По всей территории региона происходит закономерная смена почвенно-климатических условий. Выделяют четыре условных агроклиматических района республики [17, 18]. Каждый из них имеет свои особенности ведения и специализации сельского хозяйства.

I агроклиматический район (города Воркута, Инта, Усинск, Усть-Цилемский и Ижемский районы) расположен в северной части региона и характеризуется как холодный. Лето короткое, прохладное, зима продолжительная, суровая; повторяемость заморозков в летний период 7...8 лет из 10-и. Главная отрасль сельского хозяйства – молочное животноводство, оленеводство. Земледелие практически отсутствует.

II агроклиматический район (Печора, Вуктыл, Сосногорск, Ухта, Удорский район) умеренный и холодный, характеризуется прохладным летом, суровой и продолжительной зимой. Снежный покров сходит в начале мая, полевые работы начинаются в 3-й декаде этого месяца. Развивается молочно-мясная отрасль. Условия более благоприятны для земледелия (кормовые культуры, картофель, овощи), чем в I агроклиматическом районе.

III агроклиматическом районе (Троицко-Печорский, Княжпогостский, Усть-Вымский, Корткеросский, Усть-Куломский районы) за период вегетации сумма активных температур составляет 1200...1400 °С и выпадает 200...230 мм осадков. Заморозки весной прекращаются в начале июня с вероятностью 45...55 %. Зимний период – 175...185 дней. Влагообеспеченность района хорошая, но иногда бывает переувлажнение почвы, хотя в 1...3 года из 10 лет ощущается недостаток влаги. В приоритете молочно-мясное животноводство, выращивание кормовых культур, картофеля, овощей.

IV агроклиматический район (г. Сыктывкар, Сыктывдинский, Сясьский, Койгородский, Прилузский районы) умеренно прохладный. К нему относится южная территория региона. Заморозки в летнее время возможны в 3...4-х из 10 лет. Продолжительность залегания снежного покрова 160...170 дней. Почва практически готова к обработке во 2 декаде мая. За вегетационный период выпадает в среднем 230...240 мм осадков, однако в 30 % случаев отмечается дефицит влаги. В этих условиях развиваются молочное скотоводство и земледелие.

Данные по урожайности, валовым сборам сельскохозяйственных культур и их посевным площадям за 1913–2018 гг. брали из статисти-

ческих сборников советского периода и последних лет [19, 20, 21] с последующим приведением к одинаковым единицам измерения. Метеорологические показатели, собранные на 10 метеорологических станциях (Усть-Уса, Усть-Цильма, Ижма, Троицко-Печорск, Вендинга, Усть-Вымь, Лунь, Помоздино, Усть-Кулом, Сыктывкар, Пустошь, Койгородок и Объячево) Республики Коми, брали из базы данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Web Аисори [22] за период 1960–2018 гг. По каждой станции региона изучали следующие параметры: сумма осадков, сумма среднесуточных температур ниже 0 °С, выше 0 °С, 5 °С и 10 °С. На их основе рассчитывали продолжительность вегетационного периода с устойчивой температурой выше 5 °С, сумму осадков, среднюю температуру и сумму среднесуточных температур. Для сравнения были сопоставлены средние значения за периоды 1960–1979 гг. и 1999–2018 гг.

Среднюю температуру за вегетационный период, отклонение средней температуры от нормы, сумму осадков за вегетационный период и сумму осадков в процентах от нормы за 1989 по 2018 гг., для определения их влияния на урожайность картофеля в г. Сыктывкар рассчитывали сотрудники ФГБУ Северное УГМС «Коми ЦГМС». Для анализа изменения урожайности зерновых, овощных культур и картофеля в целом по республике все показатели рассчитывали на основе имеющейся базы данных по 10 метеостанциям Республики Коми как средние значения.

В ходе исследования использовали парный регрессионный анализ. При интерпретации его результатов учитывали обоснованность, свидетельствующую о влиянии агроклиматических показателей на урожайность сельскохозяйственных культур, значимость уравнения и оценку меры связи. Адекватность рассчитанных и построенных математических моделей оценивали по соответствующим критериям: коэффициент Пирсона ($R \geq 0,7$), t-критерий Стьюдента, вероятность ошибки, коэффициент детерминации ($R^2 \geq 0,5$). Значимость полученного уравнения проверяли посредством F-критерия Фишера, при $p < 0,05$.

Анализ и обсуждение результатов. За период исследований в I агроклиматическом районе, большая часть которого находится в арктической зоне, произошло увеличение продолжительности вегетационного периода на 14,5 дня, в результате чего в 1999–2018 гг. она составила 124,3 дня. При этом средняя температура воздуха практически не изменилась, сумма среднесуточных температур выросла с 1249,3 градусо-дней до 1458,3 градусо-дней, сумма осадков – с 204,3 до 236,0 мм.

Во II агроклиматическом районе средняя сумма активных температур за последние 60 лет составила 1456 °С. Средняя температура воздуха за вегетационный период осталась на уровне 12,1 °С, а его продолжительность уве-

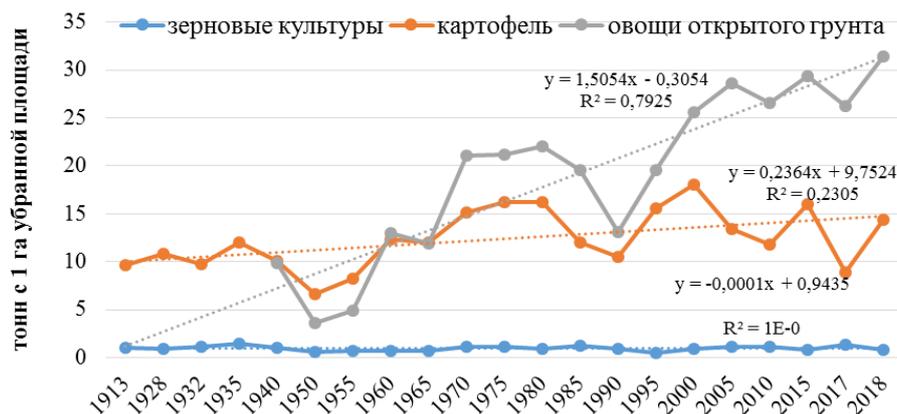


Рис. 1. – Урожайность основных сельскохозяйственных культур по всем категориям хозяйств Республики Коми за 1913–2018 гг., т/га

личилась на 13 %. Сумма среднесуточных температур варьирует от 1445,2 градусо-дней до 1632,9 градусо-дней. Сумма осадков за последние 20 лет выросла, по сравнению с 1960–1979 гг., на 56,1 мм.

В III агроклиматическом районе теплообеспеченность выше, чем в I и II районах, при этом сумма осадков выросла с 271,3 мм в 1960–1979 гг. до 329,5 мм в 1999–2018 гг. Вегетационный период увеличился на 12,56 дня. Сумма среднесуточных температур составила 1817,1 градусо-дней.

В IV агроклиматическом районе за исследуемый период продолжительность вегетационного периода увеличилась меньше, чем на остальной территории республики, на 9,2 дня до 155,2 дней. Однако в его условиях отмечена тенденция роста среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода, которая достигла 13,2 °С. Аналогичная ситуация и по сумме осадков, которая в IV агроклиматическом районе возросла на 80,8 мм. Сумма среднесуточных температур увеличилась на 10,2 %.

Отмеченное увеличение продолжительности вегетационного периода указывает на возможность расширения ассортимента выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Норма сумм активных температур на основе сумм среднесуточных температур воздуха выше 10 °С нарастающим итогом на последний день декады в течение одного вегетационного периода для I агроклиматического района может достигать 1053 °С, для II – 1228 °С, для III – 1381 °С, для IV – 1533 °С.

Основные сельскохозяйственные культуры в Республике Коми – зерновые, картофель и овощи открытого грунта. Уравнения для графиков линий тренда урожайности этих культур имеют следующий вид:

- для зерновых – $y = 0,0001x + 0,9435$;
- для овощей – $y = 1,5054x - 0,3054$;
- для картофеля – $y = 0,2364x + 9,7524$.

Результаты их анализа с использованием данных за 1913–2018 гг. свидетельствуют о тенденции к росту урожайности картофеля, а сбор овощей открытого грунта с единицы площади увеличился с 3,6 до 31,4 т/га. Прежде всего это связано с выращиванием более адаптированных к агроклиматическим условиям региона сортов (рис. 1). Можно предположить, что при размещении районированных сортов картофеля в соответствии с особенностями агроклиматических районов урожай-

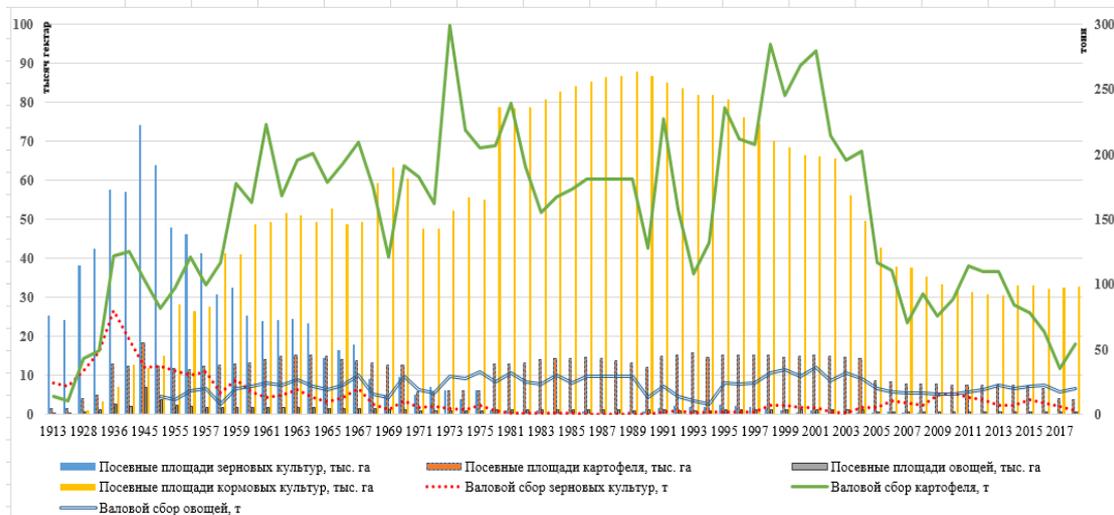


Рис. 2. – Валовые сборы (т) и посевные площади (тыс. га) сельскохозяйственных культур в Республике Коми за 1913–2018 гг.

ность культуры, а, следовательно, и прибыль сельскохозяйственных организаций, повысится еще больше.

Наибольший валовой сбор зерновых культур в Республике Коми за 1913–2018 гг. отмечен в 1936 г., когда он составил 80,1 т, в 1981–1990 гг. величина этого показателя не превышала 0,5 т (рис. 2). Максимальный валовой сбор картофеля за тот же период зафиксирован в 1973 г. (299,1 т), минимальный – в 1922 г. (10,1 т). За 1998–2018 гг. он уменьшился с 284,7 т до 54,4 т, а посевная площадь культуры сократилась с 15,3 до 3,8 тыс. га. Это дает возможность утверждать, что основная причина сокращения валового сбора картофеля это уменьшение посевных площадей, а не климатические изменения в регионе. Площадь, занимаемая овощными культурами, в среднем за 1913–2018 гг. составляла 1,3 тыс. га, а их валовой сбор – 21,8 т в год, при этом с 2004 г. он относительно устойчив и не опускается ниже 16 т. Посевы кормовыми культурами в 1913–1989 гг. устойчиво расширялись с 0,3 до 88 тыс. га, после 1989 г. их площадь начала снижаться и в 2018 г. составила 32,8 тыс. га.

Влияние климатических изменений на урожайность изучали на примере основной сельскохозяйственной культуры региона – картофеля. Для расчетов использовали данные по его урожайности (X), которая варьировала от 6,9 до 18,2 т/га, в г. Сыктывкар, а также по влияющим на ее величину показателям средней температуры за вегетационный период (y_1); отклонения средней температуры от нормы (y_2); суммы осадков за вегетационный период (y_3); суммы осадков в процентах от нормы (y_4). В результате определения силы связи между показателями за 1989–2016 гг. (R_{xy}) с использованием регрессионного анализа установлена прямая средняя зависимость по шкале Чеддока только между x_{y_1} и x_{y_2} , которая в обоих случаях была равна 0,40. Уравнение имеет вид $y=11,68+0,1x$. Указанные зависимости с вероятностью ошибки $<0,04$ % при значениях критерия Стьюдента 2,05 и коэффициента Пирсона 0,37 статистически значимы.

По результатам анализа корреляций между агроклиматическими показателями и урожайностью зерновых, картофеля и овощей в целом по Республике Коми за 1960–2018 гг. выявлена средняя прямая связь урожайности овощей с продолжительностью вегетационного периода и суммой среднесуточных температур с вероятностью ошибки 0...0,1 % при коэффициенте Пирсона – 0,42 и 0,56, критерии Стьюдента – 3,5 и 5,1 соответственно; уравнения имеют вид $y=116,82+0,09 \cdot x$ и $y=1275,71+1,88 \cdot x$, зависимости статистически значимы. Между остальными показателями взаимосвязи не установлены.

Происходящие климатические изменения создают потенциально более благоприятные условия как для выращивания имеющихся сельскохозяйственных культур, так и для интродукции новых, что будет способствовать повышению уровня обеспеченности жителей северного региона разнообразными свежими продуктами питания. Так, сумма активных температур в I и II агроклиматических районах на сегодняшний день соответствует биологическим требованиям гороха, моркови, капусты, фасоли, томата, огурца, бахчевых культур, кабачка, репы, редиса, укропа, петрушки, лука репчатого и свеклы. В последние годы в Республике Коми проводятся эксперименты по выращиванию новых для региона культур. Получены обнадеживающие результаты при возделывании кукурузы на силос в IV агроклиматическом районе, а попытка выращивания льна-долгунца в Усть-Цилемском районе (I агроклиматический район) окончилась неудачей.

Одновременно в Республике Коми отмечены и отрицательные последствия изменения климата, например, в IV агроклиматическом районе в последние годы начал появляться колорадский жук, которого раньше не наблюдали.

Выводы. Продолжительность вегетационного периода, средняя температура, сумма среднесуточных температур и осадков в четырех агроклиматических районах Республики Коми за 1960–2018 гг. изменились и имеют тенденцию к увеличению. Наиболее значительные изменения отмечены в I агроклиматическом районе, территория которого в основном расположена в арктической и субарктической зоне. В сельском хозяйстве региона создаются более благоприятные условия для развития растениеводства, позволяющие расширять ассортимент сельскохозяйственных культур. При этом по результатам анализа корреляций между агроклиматическими показателями и урожайностью зерновых, картофеля и овощей в целом по Республике Коми за 1960–2018 гг. выявлены только средние прямые связи между урожайностью овощей и продолжительностью вегетационного периода, а также суммой среднесуточных температур.

Сведения об источнике финансирования. Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (Номер Государственного учета № 121021800128-8)

Автор выражает искреннюю благодарность научному сотруднику ГГИ Е. Л. Жильцовой и сотрудникам ФГБУ Северное УГМС «Коми ЦГМС» за помощь в сборе первичных данных.

Литература

1. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Е. М. Акентьева, Е. И. Александров, Г. В. Алексеев и др. СПб: Климатический центр Росгидромета, 2017. 106 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год / М. Ю. Бардин, Э.

- Я. Ранькова, Т. В. Платова и др. М.: Росгидромет, 2019. 79 с.
3. Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. Резюме доклада // Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. СПб.: Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 2011. № 563. С.7-59.
 4. Папцов А. Г., Шеломова Н. А. Глобальная продовольственная безопасность в условиях климатических изменений. М.: РАН, 2018. 132 с.
 5. Шиловская С. А. Влияние изменения климата на сельское хозяйство и обеспечение продовольственной безопасности // АПК: экономика, управление. 2014. № 10. С.67–73.
 6. Научно-исследовательские отчеты OXFAM. Экономический анализ. Влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере производства зерна). апрель 2013 г. 50 с. URL: http://grow.oxfam.ru/attach_files/file_public_1028.pdf (дата обращения: 20.04.2020 г).
 7. Туктарова Н. Г. Влияние современных тенденций изменения климата на урожайность озимых зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 80–86.
 8. Немцев С. Н., Шарипова Р. Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 10–17.
 9. Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Прокофьев В. А. Влияние изменения климата на сельское хозяйство российских регионов // Регионология. 2015. № 2 (91). С. 56–63.
 10. Щербакова А. С. Ведение сельского хозяйства в условиях изменения климата на северных территориях России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 9. С. 41–46.
 11. Impacts of climate change in agriculture in Europe / A. Iglesias, L. Garrote, S. Quiroga, et al. PESETA-Agriculture study. 2009. 59 p. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/impacts-climate-change-agriculture-europe-peseta-agriculture-study> (дата обращения: 01.04.2020 г.).
 12. Adaptation to extreme weather: identifying different societal perspectives in the Netherlands / E. Vasileiadou, M. Hisschemöller, A. C. Petersen, et al. 2014. Vol. 14. P. 91–101. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-013-0460-4> (дата обращения: 20.04.2020 г.).
 13. Casey K. S., Cornillon P. J. Global and regional sea surface temperature trends // Climate. 2011. Vol. 14. P. 3801–3818.
 14. Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15). URL: <http://www.ipcc.ch/index.htm> (дата обращения: 20.04.2020 г.).
 15. Passel S., Massetti E., Mendelsohn R. A. Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. 2012. 27 p. URL: <http://www.hpccc.gov.in/PDF/Agriculture/A%20Ricardian%20Analysis%20of%20the%20Impact%20of%20Climate%20Change%20on%20European%20Agriculture.pdf> (дата обращения: 20.04.2020 г.).
 16. Официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Семнадцатая сессия Комиссия по сельскохозяйственной метеорологии. URL: http://www.meteorf.ru/press/news/16258/?sphrase_id=418400 (дата обращения: 09.03.2021 г.).
 17. Система ведения сельского хозяйства АПК Коми СССР на 1991–1995 гг. / И. В. Забоева, Г. В. Канев, В. В. Терентьев и др. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1991. 208 с.
 18. Шморгунов Г. Г., Беляева Р. А., Коковкина С. В. Изменение климатических условий в Республике Коми и его влияние на урожайность сельскохозяйственных культур // Проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки Севера XXI века. К 100-летию сельскохозяйственной науки в Республике Коми: Сб. науч. тр. Сыктывкар: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Коми, 2011. 359 с.
 19. Коми АССР в одиннадцатой пятилетке: статистический сборник. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1986. 144 с.
 20. Агропромышленный комплекс Республики Коми: история и современность. Сыктывкар: Комистат, 2011. 133 с.
 21. Сельское хозяйство в Республике Коми: статистический сборник. Комистат: Сыктывкар, 2019. 98 с.
 22. Специализированные массивы для климатических исследований Web Аисори. URL: <http://aisori.m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 23.01.2020 г.).

Сведения об авторе:

Анна Сергеевна Щербакова – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник; e-mail: shcherbakova@iespn.komisc.ru
 Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

**AGROCLIMATIC ZONES AND YIELD OF
 AGRICULTURAL CROPS IN THE CHANGING CONDITIONS OF REGIONAL CLIMATE
 A.S. Shcherbakova**

Abstract. Today there is enough scientific research to prove the impact of climate change on agriculture. However, there is no conclusive conclusion as to what is in store for agriculture, its potential will increase or decrease. Significant consequences of the impact of climate change are likely to manifest themselves at the regional level, and this requires additional research for further adaptation of agriculture in the corresponding territory. The aim of the study is to assess changes in agro-climatic indicators at the regional level. The subject is the Komi Republic, located in the extreme north-east of the European part of the country. The chosen research methodology based on statistical processing of agro-climatic indicators for ten meteorological stations in the region for 1960-2018 and economic indicators of productivity and gross harvest of agricultural crops for 1913-2018 due to the large amount of data. Paired regression analysis used accurately interpret the results. The obtained mathematical models evaluated according to the Pearson coefficient, Student's t-criterion, determination coefficient, F – Fisher's criterion, so that the results of the study were reliable. For some regions, the consequences of climate change may turn out to be negative in the form of a decrease in food supply, for others - posi-

tive, due to an increase in the duration of the growing season and, accordingly, an increase in the potential productivity of agricultural crops. The relevance of the study is because these positive consequences will be especially characteristic for the northern territories. As a result, it revealed that in four agro-climatic regions of the Komi Republic, there were insignificant climatic changes for agriculture over a sixty-year period. An analysis of the yield of vegetables in open ground showed that it increased from 36 to 314 tons per hectare, and the gross yield of the main agricultural crop - potatoes - decreased almost 3 times, but the main reason is the reduction in acreage, and not climate change. However, the trend line for potato yields in the region as a whole shows an upward trend over a 100-year period. The performed paired regression analysis between the selected agro-climatic indicators and the yield of agricultural crops of the republic revealed an average direct relationship only between the yield of vegetables and the duration of the growing season, and the sum of average daily temperatures. Consequently, it is currently impossible to assert that the ongoing climatic changes have a significant impact on agriculture in the Komi Republic.

Keywords: climate change, agro-climatic regions, agriculture, productivity, growing season, risks and opportunities.

References

1. Akent'eva EM, Aleksandrov EI, Alekseev GV. Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. [Report on climate risks in the territory of the Russian Federation]. Saint Petersburg: Klimaticheskii tsentr Rosgidrometa. 2017. 106 p.
2. Bardin MYu, Ran'kova EYa, Platova TV. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii za 2018 god. [Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2018]. Moscow: Rosgidromet. 2019; 79 p.
3. Kattsov VM, Porfir'ev BN. [Assessment of the macroeconomic consequences of climate change on the territory of the Russian Federation for the period up to 2030 and beyond. Summary of the report]. Trudy glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A. I. Voikova. Saint Petersburg: Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A. I. Voikova. 2011; (563): 7-59 p.
4. Paptsov AG, Shelomova NA. Global'naya prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh klimaticheskikh izmenenii. [Global food security in the face of climate change]. Moscow: RAN. 2018; 132 p.
5. Shilovskaya SA. [Impact of climate change on agriculture and food security]. APK: ekonomika, upravlenie. 2014; (10): 67-73 p.
6. OXFAM Research Reports. Economic analysis. The impact of climate change on agriculture in Russia: national and regional aspects (on the example of grain production). [Internet]. [cited 2020 Apr. 20]. Available from: http://grow.oxfam.ru/attach_files/file_public_1028.pdf.
7. Tuktarova N. G. [Influence of modern trends in climate change on the productivity of winter grain crops]. Permskii agrarnyi vestnik. 2019; 1 (25): 80-86 p.
8. Nemtsev SN, Sharipova RB. [Assessment of agrometeorological indicators of atmospheric droughts and grain yield in the changing conditions of the regional climate]. Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020; (1): 10-17 p.
9. Druzhinin PV, Shkiperova GT, Prokofev VA. [Impact of climate change on agriculture in Russian regions]. Regionologiya. 2015; 2 (91): 56-63 p.
10. Shcherbakova AS. [Agriculture in the context of climate change in the northern territories of Russia]. Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii. 2020; (9): 41-46 p.
11. Iglesias A, Garrote L, Quiroga S. Impacts of climate change in agriculture in Europe. [Internet]. PESETA-Agriculture study. 2009; 59 p. [cited 2020 Apr. 01]. Available from: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/impacts-climate-change-agriculture-europe-peseta-agriculture-study>
12. Vasileiadou E, Hisschemöller M, Petersen AC. Adaptation to extreme weather: identifying different societal perspectives in the Netherlands. [Internet]. 2014; 14: 91-101 p. [cited 2020 Apr. 20]. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-013-0460-4>.
13. Casey KS, Cornillon PJ. [Global and regional sea surface temperature trends]. Climate. 2011; 14: 3801-3818 p.
14. Special report on global warming of 1.5°C (SR15). [Internet]. [cited 2020 Apr. 20]. Available from: <http://www.ipcc.ch/index.htm>.
15. Passel S, Massetti E, Mendelsohn RA. Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. [Internet]. 2012; 27 p. [cited 2020 Apr. 20]. Available from: <http://www.hpccc.gov.in/PDF/Agriculture/A%20Ricardian%20Analysis%20of%20the%20Impact%20of%20Climate%20Change%20on%20European%20Agriculture.pdf>
16. Official site of the federal service for hydrometeorology and environmental monitoring. [Internet]. Seventeenth session commission for agricultural meteorology. [cited 2021 March 09]. Available from: http://www.meteorf.ru/press/news/16258/?sphrase_id=418400
17. Zaboeva IV, Kanev GV, Terent'ev VV. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva APK Komi SSSR na 1991-1995 gg. [The agricultural system of the agro-industrial complex of the Komi USSR for 1991-1995]. Syktyvkar: Komi kn. izdvo, 1991. 208 p.
18. Shmorgunov GG, Belyaeva RA, Kokovkina SV. Izmenenie klimaticheskikh uslovii v Respublike Komi i ego vliyanie na urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Problemy i puti razvitiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Severa XXI veka. K 100-letiyu sel'skokhozyaistvennoi nauki v Respublike Komi: Sb. nauch. tr. [Changes in climatic conditions in the Komi Republic and its impact on crop productivity. Problems and ways of development of agricultural science in the North of the XXI century. To the 100th anniversary of agricultural science in the Komi Republic. Collection of scientific works]. Syktyvkar: Ministerstvo sel'skogo khozyaistva i prodovol'stviya Respubliki Komi 2011; 359 p.
19. Komi ASSR v odinnadtsatoi pyatiletke: statisticheskii sbornik. [Komi ASSR in the eleventh five-year plan: statistical collection]. Syktyvkar: Komi knizhnoe izdatel'stvo. 1986; 144 p.
20. Agropromyshlennyy kompleks Respubliki Komi: istoriya i sovremennost'. [Agro-industrial complex of the Komi Republic: history and modernity]. Syktyvkar: Komstat. 2011; 133 p.
21. Sel'skoe khozyaistvo v Respublike Komi: statisticheskii sbornik. [Agriculture in the Komi Republic: statistical collection]. Komstat: Syktyvkar. 2019; 98 p.
22. Specialized arrays for climate research Web Aisori. [Internet]. "Aisori - remote access to YOD archives". [cited 2020 Jan 23]. Available from: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>

Authors:

Anna Sergeevna Shcherbakova - Ph.D. in Economics, senior researcher, Laboratory of Environmental Economics, e-mail: shcherbakova@iespn.komisc.ru
Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North, Federal Research Center, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Republic of Komi, Syktyvkar, Russia