

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

М.С. Петухова, С.Л. Добрянская

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: petuhova_ms@edubiotech.ru

Для цитирования: Петухова М.С., Добрянская С.Л. Долгосрочный прогноз развития отрасли растениеводства Сибири в условиях глобального изменения климата // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 69–78. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-75-2-69-78.

Ключевые слова: зерновое производство, масличные культуры, смещение природно-климатических зон, изменение климата, залежные земли.

Реферат. Статья посвящена прогнозированию влияния глобального изменения климата на развитие отрасли растениеводства в Сибири. В результате предыдущих исследований выявлено, что смещение природно-климатических зон к 2050 г. приведет к улучшению условий отрасли растениеводства в отдельных регионах, таких как Красноярский край, Республика Тыва и Республика Хакасия. В Красноярском крае произойдет наибольшее увеличение среднегодовой температуры – на 2–3 °С к 2050 г., что приведет к увеличению длительности вегетационного периода и создаст возможность для выращивания позднеспелых сортов сельскохозяйственных культур. Показано прогнозное изменение почвенного покрова в условиях глобального изменения климата, преимущественно это сокращение органического вещества в почве, ее минерализация и эрозия. При этом смещение природно-климатических зон создаст условия для расширения посевных площадей на север макрорегиона, преимущественно за счет введения в оборот залежных земель. Эти земли будут использованы в основном для увеличения производства зерновых и зернобобовых культур, а, например, на юге Красноярского края увеличатся посевы под масличными культурами. Вместе с тем вовлечение в сельскохозяйственный оборот новых территорий в условиях глобального потепления связано с определенными рисками, такими как увеличение числа природных катаклизмов, деградация многолетнемерзлых грунтов и нарушение экологического баланса.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01504.

LONG-TERM FORECAST OF THE DEVELOPMENT OF THE SIBERIAN CROP INDUSTRY IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

M.S. Petukhova, S.L. Dobryanskaya

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: petuhova_ms@edubiotech.ru

Keywords: grain production, oilseeds, displacement of natural and climatic zones, climate change, fallow lands.

Abstract. The article is devoted to forecasting the impact of global climate change on the development of the crop industry in Siberia. As a result of previous studies, it has been revealed that the shift of natural and climatic zones by 2050 will lead to an improvement in the conditions of the crop industry in certain regions, such as the Krasnoyarsk Territory, the Republics of Tyva and Khakassia. The Krasnoyarsk Territory will experience the largest increase in the average annual temperature – by 2–3 °C by 2050, which will lead to an increase in the duration of the growing season and create the opportunity for growing late-ripening varieties of crops. The predicted changes in the soil cover under conditions of global climate change are shown, mainly the reduction of organic matter in the soil, its mineralization and erosion. At the same time, the shift of natural and climatic zones will create conditions for the expansion of acreage to the north of the macroregion, mainly due to the introduction of fallow lands into circulation. These lands will be used mainly to increase the production of grain and leguminous crops, and, for example, in the south of the Krasnoyarsk Territory, oilseed crops will increase. At the same time, the involvement of new territories in agricultural turnover in the context of global warming is associated with certain risks, such as an increase in the number of natural disasters, degradation of permafrost soils and disruption of the ecological balance.

Актуальность исследования определяется важностью сельского хозяйства для экономики Сибири и необходимостью адаптации его к изменяющимся климатическим условиям. Сибирь обладает огромным сельскохозяйственным потенциалом, который может быть реализован при условии учета прогнозируемых изменений климата. Глобальное потепление приводит к смещению природно-климатических зон, что открывает новые возможности для расширения посевных площадей и внедрения новых видов сельскохозяйственных культур. В то же время увеличение засушливости в некоторых регионах может привести к снижению продуктивности традиционного сельского хозяйства. Поэтому изучение перспектив и рисков, связанных с изменением климата, является критически важным для разработки стратегий устойчивого развития сельского хозяйства в Сибири.

Цель исследования: оценить влияние глобального изменения климата на развитие отрасли растениеводства в Сибири к 2050 г.

Задачи исследования:

1. Проанализировать прогнозное смещение природно-климатических зон на территории Сибирского федерального округа.
2. Оценить влияние изменения климата на структуру и направления хозяйственной деятельности сельских территорий.
3. Исследовать перспективы выращивания различных сельскохозяйственных культур в новых климатических условиях.
4. Выявить основные риски, связанные с освоением новых территорий, и предложить меры по их минимизации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – отрасль растениеводства Сибирского федерального округа в условиях глобального изменения климата.

Исследование основано на анализе данных метеорологических наблюдений, картографических материалов и научных публикаций. Используются методы математического моделирования и

прогнозирования, а также сравнительный анализ изменений природно-климатических характеристик в разных регионах Сибири.

Территория исследования – Сибирский федеральный округ (СФО), в состав которого входят 10 субъектов (Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Алтайский край, Красноярский край, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области).

Для оценки изменения гидротермических условий в СФО использован гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), который в настоящее время широко применяется в практике Росгидромета как основной количественный показатель соотношения тепла и влаги. Для построения климатических проекций ГТК Селянинова до 2050 г. использованы климатические проекции температуры воздуха и сумм атмосферных осадков, полученные по данным CMIP6 (сценарии SSP1-2.6 и SSP5-8.5) и откорректированные аналогично. Полученные проекции показывают направления смещения природно-климатических зон в макрорегионе к 2050 г. В результате прогнозных расчетов выявлено, что смещение возможно во всех направлениях, но во всех регионах преобладать будет движение с юга на север. Необходимо учитывать, что под смещением зон в данном исследовании понимается изменение границ зон с той или иной тепловлагообеспеченностью (теми или иными значениями ГТК). То есть в ближайшие 30 лет создадутся благоприятные климатические условия для изменения ареалов растительности, соответствующей тем или иным природным зонам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках предыдущих исследований выявлено, что прогнозное смещение природно-климатических зон на территории Сибирского федерального округа в условиях глобального изменения климата (рис. 1) станет ключевым фактором в возможном изменении объемов и структуры производства продукции растениеводства [1–3].

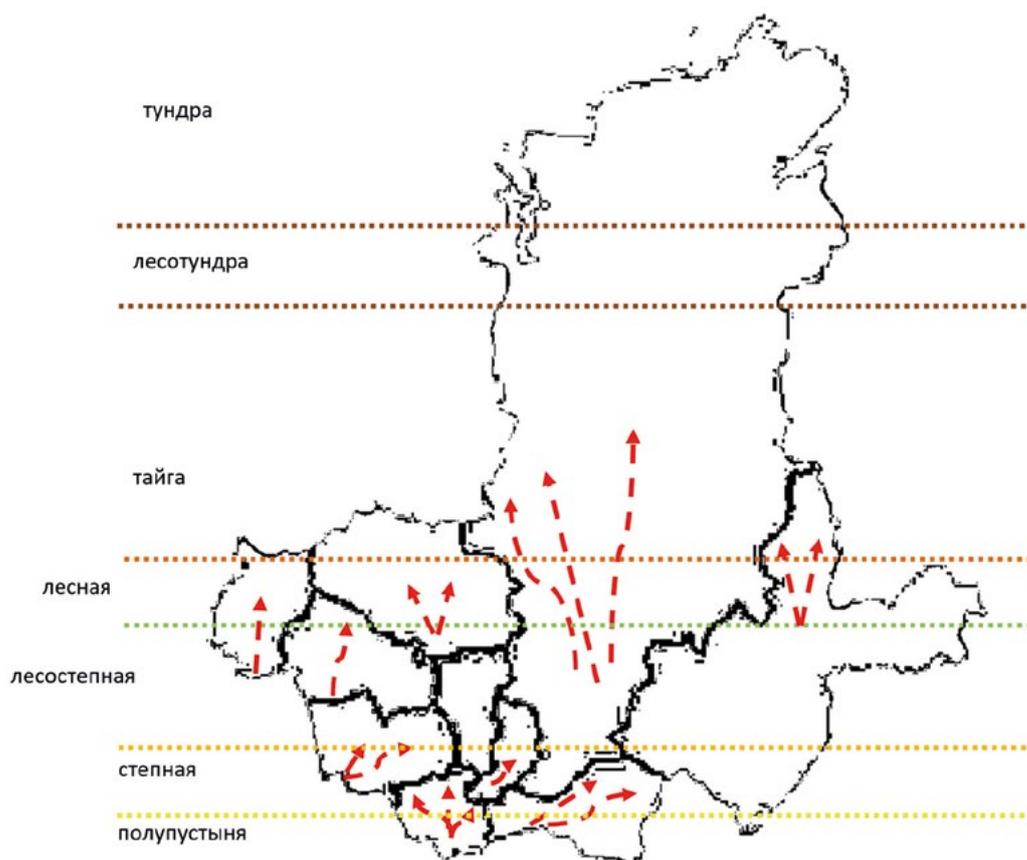


Рис. 1. Прогнозное направление смещения природно-климатических зон в Сибирском федеральном округе
Forecast direction of shift of natural and climatic zones in the Siberian Federal District

В результате такого смещения существенно изменятся и природно-климатические характеристики в субъектах Сибирского федерального округа (табл. 1).

Таблица 1

Прогнозное изменение природно-климатических характеристик в субъектах СФО к 2050 г.
Forecasted change in natural and climatic characteristics in the subjects of the Siberian Federal District by 2050

Субъект СФО	Увеличение среднегодовой температуры	Изменение количества осадков	ГТК _{факт}	ГТК _{прогноз}	Изменения почвы
1	2	3	4	5	6
Новосибирская область	1–2 °С	Сокращение	1,15	1,1	Уменьшение влагообеспеченности почвы. Вероятность водной и ветровой эрозии
Республика Алтай	1–2 °С	Сокращение интенсивности и частоты дождей	2,11	1,6	Усиление процесса деградации почв, ухудшение водного режима
Алтайский край	1–2 °С	Увеличение весной и осенью, летом – сокращение	1,02	0,9	Увеличение засушливости почв, сокращение продуктивности, опустынивание в районе Кулундинской степи
Иркутская область	1–2 °С	Увеличение весной и осенью, летом – сокращение	1,50	1,3	Увеличение засушливости в южных районах области, ускорение процессов опустынивания

1	2	3	4	5	6
Кемеровская область — Кузбасс	1–1,5 °С	Незначительное сокращение осадков	1,27	1,25	Увеличение засушливости в южных районах области, ускорение процессов опустынивания
Красноярский край	2–3 °С. Значительное потепление ожидается в северной части края, особенно вдоль побережья Карского моря.	Увеличение количества осадков в северных районах зимой и весной	1,30	1,5	На севере – увеличение влагообеспеченности почв
Омская область	1–2 °С	Летом – сокращение, весной и осенью – сильные ливни	1,09	0,95	Уменьшение влажности почвы в летне-осенний период
Томская область	1–2 °С	Незначительное изменение осадков	1,28	1,2	Без существенных изменений
Республика Тыва	1–2 °С	Увеличение весной и осенью, летом – сокращение	1,13	1,3	В северных районах улучшение водного режима и снижение кислотности почв
Республика Хакасия	1–1,5 °С	Увеличение весной и осенью, летом – сокращение	1,06	1,2	Повышение плодородия за счет расширения лесостепной зоны на север региона

В части регионов (Красноярский край, Республика Тыва и Республика Хакасия) к 2050 г. произойдет улучшение природно-климатических условий, благоприятно влияющих на производство продукции растениеводства. Здесь появится возможность расширения площади посевов, в том числе за счет ввода в сельскохозяйственный оборот залежных земель и выращивания новых видов культур. В то же время в Республике Алтай, Алтайском крае, Иркутской и Омской областях прогнозируется увеличение засушливости территории, что может привести к сокращению объемов производства.

Рассмотрим по отдельности каждый субъект СФО.

Новосибирская область (расширение северных границ зон – обеспеченного и избыточного увлажнения до 100 км, засушливой зоны на юге области – до 75 км). В целом к 2050 г. регион окажется на границе засушливого и полусухого климата, что потребует применения специальных агротехнических приемов, например, агролесомелиорации, использования засухоустойчивых сортов и современных систем орошения. Расширение посевных площадей зерновых и зернобобовых культур, масличных культур будет возможно

за счет вовлечения в сельскохозяйственный оборот залежных земель, которые составляют около 10 % от всех сельхозугодий.

Республика Алтай (юго-восток – полупустыня, смещение зоны увлажнения на север) – сокращение посевных площадей и пастбищ. Диверсификация сельской экономики, уход от сельского хозяйства. Развитие сельского туризма, выращивания лекарственных растений.

Красноярский край (уменьшение площади зон избыточного увлажнения, расширение зоны обеспеченного увлажнения. На востоке – появление лесостепных ландшафтов, расширение посевов яровой пшеницы, масличных и бобовых культур. Выращивание озимых культур. Возможность использования позднеспелых сортов, например, овощных культур, на юге региона за счет увеличения вегетационного периода в среднем на 15–20 дней.

Республика Тыва (преобладающая зона избыточного переувлажнения. Юго-запад – полупустыня. В центральных районах смещение зон до 200 км) – в северных районах региона улучшение природно-климатических характеристик приведет к повышению плодородия почв, что положительно скажется на сельском хозяйстве,

в частности, на выращивании кормовых культур для животноводства республики.

Республика Хакасия (увеличение влагообеспеченности на севере региона и засушливости на юге). Благоприятные условия увлажнения открывают возможности для выращивания более требовательных к влаге культур, таких как сахарная свекла, подсолнечник и кормовые травы. Это позволит диверсифицировать сельское хозяйство и повысить его экономическую устойчивость.

Алтайский край (расширение степной зоны, уменьшение лесостепи. Смещение зон до 150 км на северо-восток) – выращивание засухоустойчивых зерновых культур. Развитие лекарственного растениеводства. В долгосрочной перспективе возможно сокращение продуктивности почв, ветровая эрозия, что скажется на сокращении урожайности культур (зерновых на 30 %, подсолнечника – на 40 %, картофеля – на 25 %).

Омская область (уменьшение увлажнения территории с продвижением границ зон в северном направлении) – изменение структуры посевных площадей, увеличение площади под озимой пшеницей, рапсом. Необходимость использования засухоустойчивых сортов.

Томская область (смещение зоны избыточного увлажнения на север – до 150 км, южные территории переходят в зону умеренного увлажнения). Рекультивированные болота можно будет использовать в качестве пастбищ и сенокосов.

Иркутская область (увеличение площади засушливых зон на 40–60 км на юг. В центральных районах – переувлажнение) – неблагоприятное влияние изменения климата на производство продукции растениеводства.

Кемеровская область (преобладают зоны обеспеченного и избыточного увлажнения) – диверсификация производства продукции растениеводства, выращивание масличных культур.

Изменение климата и улучшение гидротермических условий открывают новые перспективы для сельского хозяйства в Сибири [4, 5]. Выращивание теплолюбивых и специализированных культур становится реальным сценарием развития, что позволит диверсифицировать сельскохозяйственное производство и улучшить экономику макрорегиона [6].

Однако основным направлением развития сельскохозяйственного производства регионов Сибири к 2050 г. останется выращивание зерновых и зернобобовых, масличных культур. Изменение климата в большей степени как раз затронет эти сферы. Животноводство в меньшей

мере подвержено влиянию природно-климатического фактора.

Таким образом, природно-климатические изменения создадут условия для существенного увеличения валовых сборов ключевых сельскохозяйственных культур [7]. При этом стоит учесть, что посевные площади под высокомаржинальными масличными культурами будут увеличиваться в том числе за счет продолжения сокращения посевов под зерновыми и зернобобовыми культурами. Для увеличения посевов рапса перспективны преимущественно южные районы Красноярского края, Новосибирская область, Алтайский край и юго-западные районы Томской области.

Основным ресурсом для увеличения посевной площади в Сибири являются залежные земли. Это важный территориальный резерв в направлении экологизации сельскохозяйственного производства Сибири. Потенциальное плодородие залежных земель выражается в оптимальной структуре, стабилизации гумусного состояния, благоприятных физико-механических и физических свойствах, они способны противостоять эрозионным процессам за счет мощной корневой системы растений [8]. Процессы, происходящие в залежных землях, обозначаются как вторичные сукцессии, как переход от агроценоза к естественному типу растительного сообщества. Такие процессы начинаются постепенно, но заканчиваются резким ростом видового разнообразия заселяющихся на залежи растений, внедрением в фитоценоз преимущественно древесной растительности. Дальнейшее вовлечение залежных земель в сельскохозяйственный оборот позволит создать мультипликативный эффект как в сельскохозяйственной, так и в перерабатывающей отраслях [9].

Залежные земли могут быть использованы в качестве потенциальных сенокосов и пастбищ; постагрогенных лесных экосистем с разнообразными рекреационными и биосферными природными ресурсами; лесов – поглотителей парниковых газов. В то же время естественное лесовосстановление на залежных землях важно оценивать с позиции почвенно-экологической устойчивости сформировавшихся постагрогенных экосистем и оптимизации агроландшафтного земледелия [11].

В Сибири находятся самые большие резервы залежных земель – около 2,7 млн га. Их распределение неравномерно по территории округа (рис. 2).

Наибольшая площадь залежных земель имеет в Красноярском крае – более 1 млн га (табл. 2).



Рис. 2. Распределение залежных земель в Сибирском федеральном округе
Distribution of fallow lands in the Siberian Federal District

Таблица 2

Площадь залежных земель в субъектах СФО¹
Area of fallow lands in the subjects of the Siberian Federal District

Регион	Площадь залежных земель, тыс. га	Площадь залежных земель, % от СФО
СФО	2685,7	100 %
Омская область	160,8	6,0
Новосибирская область	81,0	3,0
Томская область	42,5	1,6
Кемеровская область	65,5	2,4
Алтайский край	547,1	20,4
Республика Алтай	2,0	0,1
Красноярский край	1 153,6	43,0
Иркутская область	350,0	13,0
Республики Тыва	61,4	2,3
Республика Хакасия	382,6	14,2

¹По данным Росреестра

Для аграрного сектора Сибири одна из приоритетных задач на ближайшие годы – повторная распашка земель, выведенных из активного сельскохозяйственного оборота за последние несколько десятилетий. Таким образом, вопрос дальнейшего использования залежных земель макрорегиона, занимающих обширные территории и выведенные из активного сельскохозяйственного оборота, должен стать

составной частью общей стратегии адаптации к глобальному изменению климата [12, 13].

В табл. 3 показаны потенциальные направления развития отрасли растениеводства на залежных землях Сибирского федерального округа. Усредненная прогнозная урожайность рассчитывалась на основе ее среднепрогрессивного значения и средневзвешенной урожайности за последние три года.

Таблица 3

Потенциальные направления развития отрасли растениеводства на залежных землях Сибирского федерального округа
Potential directions for the development of the crop production industry on fallow lands of the Siberian Federal District

Регион	Площадь залежных земель, тыс. га	Отрасли специализации сельского хозяйства	Усредненное прогнозное значение урожайности сельскохозяйственных культур, ц/га	Потенциальный объем дополнительного производства зерновых культур, тыс. т
Омская область	161	Зерновое производство, овощеводство, картофелеводство, садоводство	Зерновые 15,7 ц/га. Зернобобовые Картофель 175,1 ц/га. Овощи 250,1 ц/га	252,8
Новосибирская область	70	Зерновое производство, овощеводство, картофелеводство, возделывание масличных культур	Зерновые 16,5 ц/га. Картофель 141,3 ц/га. Овощи 264,6 ц/га. Рапс 20 ц/га	115,5
Томская область	1	Зерновое производство, льноводство (семена льна), овощеводство,	Зерновые 16,5 ц/га. Зернобобовые 17,0 ц/га. Картофель 175,0 ц/га. Овощи 270,4 ц/га. Семена льна – 10 ц/га	1,7
Алтайский край	326	Зерновое производство, возделывание сахарной свёклы и масличных культур, льноводство, овощеводство, многолетние травы	Зерновые 15,1 ц/га. Зернобобовые 13,9 ц/га. Картофель 153,6 ц/га. Овощи 210,5 ц/га. Многолетние травы на зелёный корм, сенаж, силос – 73,1 ц/га. Лён 9,5 ц/га	492,3
Республика Алтай	2	Зерновое производство садоводство	Зерновые 12,8 ц/га	2,6
Красноярский край	126	Зерновое производство, овощеводство, картофелеводство	Зерновые 20,8 ц/га. Зернобобовые 18,6 ц/га. Картофель 160,3 ц/га. Овощи 240,2 ц/га	262,1
Иркутская область	1	Зерновое производство, картофелеводство, овощеводство	Зерновые 18,3 ц/га. Картофель 164,7 ц/га. Овощи 242,0 ц/га	1,8
Республики Тыва	61	Зерновое производство, кормопроизводство	Зерновые 10,5 ц/га. Сорго (зеленая масса) 152 ц/га. Суданская трава 180,0 ц/га	64,1
Республика Хакасия	540	Зерновое производство, овощеводство, садоводство	Зерновые 14,1 ц/га. Зернобобовые 14,5 ц/га. Овощи 220,4 ц/га	56,4

Таким образом, залежные земли регионов СФО являются базовым элементом для потенциального увеличения объемов сельскохозяйственной продукции. В условиях глобального потепления природно-климатические характеристики этих территорий существенно улучшатся для ведения сельского хозяйства, что позволит увеличить посевные площади как под зерновыми, так и под масличными культурами.

Однако стоит описать риски, которые вероятны при освоении новых территорий в Сибирском федеральном округе.

Во-первых, это увеличение числа природно-климатических катаклизмов: наводнения, пожары и засухи. Осваиваемые территории могут оказаться подверженными этим угрозам, что затруднит ведение хозяйственной деятельности и создаст дополнительные затраты на защиту инфраструктуры и имущества [14].

Во-вторых, вероятная деградация верхних слоев многолетнемерзлых грунтов может привести к тому, что почва потеряет свою прочность и устойчивость. Это может вызвать просадку и деформацию земельных участков, используемых для сельского хозяйства. В результате могут возникать трещины, провалы и неровности, что делает обработку земли затруднительной или невозможной. Кроме того, ослабленная структура почвы становится более подверженной водной и ветровой эрозии, что может привести к смыву верхнего плодородного слоя и еще большему ухудшению качества земель. Деградация верхних слоев многолетнемерзлых грунтов при вовлечении в сельскохозяйственный оборот этих земель в условиях глобального изменения климата в Сибири представляет собой серьезную угрозу для устойчивости агроэкосистем и долгосрочной продуктивности сельского хозяйства.

В-третьих, возможны непрогнозируемые вспышки заболеваний у сельскохозяйственных животных и растений [15]. Глобальное потепление создает благоприятные условия для распространения болезней, которые раньше не встречались в данном регионе, а также усиливает интенсивность существующих инфекций. В растениеводстве возможно появление новых вредителей культур [16]. Повышенные температуры и стрессовые условия могут ослабить иммунную систему животных и растений, делая их более восприимчивыми к инфекциям. Это увеличивает вероятность массовых вспышек заболеваний. Крайне важен постоянный мониторинг здоровья сельскохозяйственных животных и растений с

помощью инновационных технологий, что поможет предотвратить массовые вспышки.

В-четвертых, вероятно нарушение экологического равновесия, вытеснение одних биологических видов другими представляет собой одну из самых серьезных угроз для биоразнообразия и устойчивости экосистем региона [16, 17]. Это может иметь серьезные последствия для здоровья и благополучия как сельских, так и городских жителей макрорегиона. Для предотвращения этого риска необходима охрана биоразнообразия, контроль за инвазивными видами животных и растений, проведение регулярного мониторинга экосистем.

ВЫВОДЫ

1. В условиях глобальных климатических изменений отрасль растениеводства в Сибири оказывается в ситуации, когда ей предстоит столкнуться с серьезными вызовами и одновременно воспользоваться новыми возможностями. Смещение природно-климатических зон, связанное с повышением средних годовых температур, ведет к значительным изменениям в структуре и объемах сельскохозяйственного производства. В ряде регионов, таких как Красноярский край, Республика Тыва и Республика Хакасия, ожидаются наиболее благоприятные условия для роста урожайности (например, увеличение продолжительности вегетационного периода), что открывает перспективы для расширения посевных площадей и выращивания новых видов культур, в том числе позднеспелых сортов.

2. Важным резервом для расширения посевных площадей сельскохозяйственного производства являются залежные земли. Их постепенное вовлечение в сельскохозяйственный оборот позволит создать мультипликативный эффект в сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслях. Однако освоение новых территорий связано с рядом рисков, включая увеличение числа природных катаклизмов, деградацию верхних слоев многолетнемерзлых грунтов, непрогнозируемые вспышки заболеваний у сельскохозяйственных животных и растений, а также нарушение экологического равновесия. Поэтому необходимо принимать меры по адаптации к глобальным изменениям климата и минимизации возможных негативных последствий для отрасли растениеводства.

3. Успешное развитие сельского хозяйства в Сибири в условиях меняющегося климата требует

разработки комплексных стратегий, направленных на эффективное использование ресурсов, минимизацию негативных воздействий на окружающую среду и обеспечение устойчивого роста. Важно активно внедрять инновационные агротехнические подходы, развивать инфраструктуру и под-

держивать научные исследования, направленные на адаптацию к новым климатическим реалиям. Только через такой всесторонний подход можно гарантировать стабильное развитие отрасли растениеводства в Сибири и сохранение ее роли в экономике региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петухова М.С., Воронай Н.Н. К вопросу влияния природно-климатических факторов на сельское хозяйство Сибирского федерального округа // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 1. – С. 10–15.
2. Петухова М.С., Воронай Н.Н. Сценарные условия долгосрочного развития сельских территорий Сибири в условиях изменения климата // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 11. – С. 103–108.
3. Петухова М.С., Кондратьев М.В. Изменение климата, сельские территории и сельское хозяйство в Сибири: форсайт-прогноз // ЭКО. – 2023. – № 8 (590). – С. 155–171.
4. Глобальная климатическая угроза и экономика России: в поисках особого пути // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/341312998_Globalnaa_klimaticheskaya_ugroza_i_ekonomika_Rossii_v_poiskah_osobogo_puti (дата обращения: 21.09.2024).
5. Папцов А.Г., Шеламова Н.А. Глобальная продовольственная безопасность в условиях климатических изменений. М., 2018. – 132 с.
6. How Does Climate Change Worry Influence the Relationship between Climate Change Anxiety and Eco-Paralysis? A Moderation Study / M. Innocenti, A. Perilli, G. Santarelli [et al.] // Climate. – 2023. – № 11(9). – P. 190.
7. Agnolucci, P., De Lipsis V. Long-run trend in agricultural yield and climatic factors in Europe // Climatic Change. – 2020. – Vol. 159. – P. 385–405.
8. Капитанов А.Н., Сизов О.А. Технология восстановления и использования земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота // Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: мат-лы Всерос. науч. конф. / Под ред. акад. А.Л. Иванова. – М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. – С. 174–183.
9. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваева [и др.]. – М., 2010. – 416 с.
10. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 384 с.
11. Голубев И.Г., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Состояние и перспективы вовлечения залежных земель в оборот // Мелиорация. – 2021. – № 3(97). – С. 67–74.
12. Галкин Д.Г. Стратегия и тактика адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата: региональный аспект // Grand Altai Research & Education. – 2021. – № 1. – С. 31–36.
13. Adaptation and resilience. United Nation Climate Change. URL: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction> (дата обращения: 10.12.2023).
14. Климатические изменения и энергопереход / С.Ю. Глазьев, Л.Б. Безруков, А.В. Долголаптев [и др.] // Экономические стратегии. – 2023. – № 6(192). – С. 16–29.
15. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова; Росгидромет. – СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. – 676 с.
16. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner [et al.] // Cambridge University Press, USA. – 2013. – 1535 p.
17. Performance of drought indices for ecological, agricultural, and hydrological applications / S.M. Vicente-Serrano, S. Beguería, J.I. López-Moreno [et al.] // Earth Interactions. – 2012. – Vol. 16, № 10. – P. 1–27.

REFERENCES

1. Petukhova M.S., Voropai N.N., *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, 2024, No. 1, pp. 10–15. (In Russ.)
2. Petukhova M.S., Voropai N.N., *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, 2024, No. 11, pp. 103–108. (In Russ.)
3. Petukhova M.S., Kondratiev M.V., *ECO*, 2023, No. 8(590), pp. 155–171. (In Russ.)
4. *Global'naya klimaticheskaya ugroza i ekonomika Rossii: v poiskah osobogo puti* (The global climate threat and the Russian economy: in search of a special path), Energy Center of the Moscow School of Management SKOLKOVO, 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/341312998_Globalnaa_klimaticheskaya_ugroza_i_ekonomika_Rossii_v_poiskah_osobogo_puti (accessed 09/21/2024). (In Russ.)

5. Paptsov A.G., Shelamova N.A., *Global'naya prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyah klimaticheskikh izmenenij* (Global food security in the context of climate change), Moscow, 2018, 132 p.
6. Innocenti M., Perilli A., Santarelli G., et al., How Does Climate Change Worry Influence the Relationship between Climate Change Anxiety and Eco-Paralysis? A Moderation Study, *Climate*, 2023, No. 11, pp. 190.
7. Agnolucci P., De Lipsis V., Long-run trend in agricultural yield and climatic factors in Europe, *Climatic Change*, 2020, Vol. 159, pp. 385–405.
8. Kashtanov A.N., Sizov O.A., *Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshikh iz aktivnogo sel'skokhozyaystvennogo oborota* (Agroecological condition and prospects for the use of lands in Russia that have been eliminated from active agricultural turnover), Materials of the All-Russian Scientific conference, 2008, pp. 174–183. (In Russ.)
9. Lurie D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A. et al., *Dinamika sel'skohozyajstvennykh zemel' Rossii v HKH veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv* (Dynamics of agricultural lands in Russia in the twentieth century and post-agrogenic restoration of vegetation and soils), Moscow, 2010, 416 p.
10. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu* (Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2020), Moscow: FSBI Rosinformagrotech, 2022, 384 p.
11. Golubev I.G., Apatenko A.S., Sevryugina N.S., *Melioratsiya*, 2021, No. 3(97), pp. 67–74. (In Russ.)
12. Galkin D.G., *Grand Altai Research & Education*, 2021, No. 1, pp. 31–36. (In Russ.)
13. *Adaptation and resilience*. United Nation Climate Change. URL: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction> date of reference (10.12.2023).
14. Glazyev S.Yu., Bezrukov L.B., Dolgolaptev A.V. et al., *Ekonomicheskie strategii*, 2023, No. 6(192), pp. 16–29. (In Russ.)
15. *Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federatsii* (The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation), Roshydromet, Sankt-Petersburg, 2022, 676 p.
16. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K. et al., *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, USA. 1535 pp.
17. Vicente-Serrano S.M., Beguería S., López-Moreno J.I. et al., Performance of drought indices for ecological, agricultural, and hydrological applications, *Earth Interactions*, 2012, Vol. 16, No. 10, pp. 1–27.

Информация об авторах:

М.С. Петухова, доктор экономических наук
С.Л. Добрянская, кандидат биологических наук

Contribution of the authors:

M.S. Petukhova, Doctor of Economics
S.L. Dobryanskaya, Candidate of Biological Sciences

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.