

ISSN 1810-9810

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

NATURAL RESOURCES

**№ 2
2017**



**ГОД НАУКИ
2017**

Научное издание
SCIENTIFIC EDITION

Дзяржаўная ўстанова
«Рэспубліканскі цэнтр па гідраметэаралогіі,
кантролі радыёактыўнага забруд
маніторынгу навакольнага асяроддзя»

Даведачна-інфармацыйны фонд

ІНВ. № _____

Национальная академия наук Беларуси

Министерство природных ресурсов и охраны

окружающей среды Республики Беларусь

National Academy of Sciences of Belarus

Ministry of Natural Resources and Environmental
Protection of the Republic of Belarus

«ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ»

Научный журнал
Издается с 1996 года
Выходит 2 раза в год
Ноябрь 2017 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Беларуси

Министерство природных ресурсов
и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Главный редактор

Олег Игоревич Бородин – кандидат биологических наук, доцент

Редколлегия:

И. И. Лиштван – доктор технических наук, профессор, академик – заместитель главного редактора,
М. Е. Никифоров – д-р биологических наук, профессор, академик – заместитель главного редактора,
В. Ф. Винокуров – ответственный секретарь, В. Н. Астапенко – д-р г.-м.н., В. М. Байчоров – д-р б.н., доц.,
О. А. Березко – к-т г.-м.н., С. В. Буга – д-р б.н., проф., Е. И. Бычкова – д-р б.н., проф.,
И. В. Войтов – д-р тех.н., проф., М. Г. Герменчук – к-т тех.н., доц., С. Е. Головатый – д-р с.х.н., проф.,
В. В. Гричик – д-р б.н., проф., С. А. Дубенок – к-т тех.н., Н. И. Жаркина, Д. Л. Иванов – д-р г.н., доц.,
А. К. Карабанов – д-р г.-м.н., проф., акад., А. Н. Корбут, А. И. Ковалевич – к-т с.х.н., доц.,
Б. В. Курзо – д-р тех.н., В. В. Лапа – д-р с.х.н., проф., чл.-корр., А. А. Махнач – д-р г.-м.н., проф., акад.,
С. Б. Мельнов – д-р б.н., проф., А. В. Неверов – д-р э.н., проф., М. П. Оношко – д-р г.-м.н.,
А. В. Пугачевский – к-т б.н., В. П. Семенченко – д-р б.н., чл.-корр., В. В. Титок – д-р б.н., чл.-корр.,
В. С. Хомич – д-р г.н., О. С. Шимова – д-р э.н., проф.

Адрес редакции:

Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая 27,
Тел.: +375 /017/ 284-05-23, 284-15-85, Факс: +375 /017/ 284-15-93
E-mail: 430vinok@gmail.com, tsinkevichva@mail.ru

Подписные индексы:

ведомственный – **012762**, индивидуальный – **01276**

Редактура и компьютерная верстка В. Ф. Винокуров

Подписано в печать 01.11.2017. Формат 60 × 84 ¹/₈. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,28. Уч.-изд. л. 16,10. Тираж 78 экз. Заказ 213.

Цена: индивидуальная подписка – 20,32 руб., ведомственная подписка – 20,55 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука»
Свидетельства о ГРИИРПИ № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017. ЛП № 02330/455 от 30.12.2013.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск

УДК 551.58

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская

**ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
В XXI ВЕКЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**

В работе представлены результаты анализа использования различных климатических моделей для оценок изменения основных климатических и агроклиматических характеристик на территории Беларуси. Рассчитаны предварительные изменения по отношению к базовому периоду 1989–2015 годы прогнозные значения основных агроклиматических показателей по теплообеспеченности (суммы температур воздуха выше 5°C, 10°C и продолжительность периодов (дни) с суммами температур выше 0°C, 5°C, 10°C) и влагообеспеченности (гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова – ГТК за май–июль) для периодов 2011–2030, 2021–2041, 2041–2060 годы. Для оценок современного состояния климата в Беларуси в данной работе принят период потепления 1989–2015 годы. Получены новые границы агроклиматических зон (областей) для сценария RCP4.5 для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годы для «жесткого сценария» RCP8.5. Ожидаемые в ближайшие десятилетия на территории Беларуси изменения климата продолжат тенденции, наблюдавшиеся в последние десятилетия (увеличение сумм температур, продолжительности вегетационного периода и т. д.). Продолжится дальнейшее смещение границ агроклиматических областей на север и появление новых агроклиматических зон с суммами температур выше существующих в настоящее время в Новой агроклиматической области. Для песчаных и супесчаных почв, наиболее уязвимых к засухам, в южных областях должны быть постоянные мероприятия по сохранению запасов влаги, подбору засухоустойчивых культур или проведением мероприятий связанных с облесением малопродуктивных почв. Полученные результаты показывают существенное изменение агроклиматических характеристик и необходимость планирования внесения изменений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Введение

Последствия изменения климата в Беларуси, начиная с 1989 года (теплые зимы, раннее наступление весенних процессов, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, увеличение повторяемости засух, волн тепла, высоких температур воздуха и др.) оказывают существенное влияние на сектор сельского хозяйства и достаточно хорошо изучены [3, 7]. Изменение климата вызывает как отрицательные, так и положительные последствия с точки зрения результатов сельскохозяйственного производства. При этом, поскольку происходят изменения сложившегося уклада, адаптироваться надо к обоим видам последствий. Рост теплообеспеченности в определенных пределах способствует расширению и улучшению структуры растениеводства, но при значительном росте температуры сельское хозяйство в южных и юго-восточных районах Беларуси уже сталкивается с проблемой недостаточной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, пересыханием пахотного слоя и другими проявлениями засух. В пространственном выражении в нашей стране уже произошло изменение границ агроклиматических областей: Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Полесья образовалась Новая, более теплая агроклиматическая область [6, 8]. Изменение границ агроклиматических областей требует правильных оценок складывающихся агроклиматических условий внутри каждой области. Оценки воздействия наблюдаемых и ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство в настоящее время достаточно широко изучаются и обсуждаются как на национальном, так и на глобальном уровнях [3, 6, 7]. Однако актуальность задачи остается, поскольку комплексную проблему развития аграрного сектора в новых климатических условиях в настоящее время нельзя считать решенной. В связи с этим продолжают разработки новых климатических сценариев и совершенствуются уже существующие методы оценок влияния климата на сельское хозяйство.

Анализ использования климатических моделей

В Беларуси в течение длительного времени проводятся исследования изменения климата с учетом использования (интерпретации результатов) различных моделей и выполняется оценка их достоверности. На основе методических подходов было проведено сравнение результатов нескольких

моделей общей циркуляции атмосферы с экспериментальными данными по Беларуси за базовый период 1961–1990 годы [4]. Оказалось, что модель HadCM2 (Великобритания) наилучшим образом моделирует данные базового периода, основной вариант внешнего воздействия – совместное увеличение парниковых газов и сульфатных аэрозолей на 0,5 % в год. Сценарные оценки изменения параметров величин осадков и температуры воздуха, полученные авторами по модели HadCM2 на горизонт «середина XXI столетия», приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сценарии возможного изменения средних годовых показателей климата Беларуси на XXI век согласно модели HadCM2 (Великобритания)

Параметр	Воздействие	Временной срез	
		2010–2039 годы	2040–2069 годы
Средняя температура воздуха, °C	ПГ	1,4	2,3
	ПС	1,0	1,8
Максимальная температура воздуха, °C	ПГ	1,3	2,2
	ПС	0,9	1,8
Минимальная температура воздуха, °C	ПГ	1,5	2,5
	ПС	1,1	2,0
Осадки, мм/месяц	ПГ	1,5	2,7
	ПС	1,5	2,1
Скорость ветра, м/с	ПГ	0,06	0,11
	ПС	-0,01	-0,01

Примечание. ПГ – воздействие только парниковых газов; ПС – совместное воздействие парниковых газов и сульфатных аэрозолей.

Прогнозы, сделанные согласно модели HadCM2 на период 2010–2039 годов, показывают увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °C (при учете ПС). Увеличение сумм температур выше 0,5 и 10 °C ожидается примерно одинаковым и составляет 200–220 °C. Прогнозные оценки агроклиматических показателей следующие: начало периодов с температурой выше 10 °C можно ожидать весной на 3–7 дней раньше, а осенью – на 2–6 дней позже, что обеспечит увеличение продолжительности периода почти на две недели в период 2010–2039 годов.

Наиболее обстоятельное моделирование климата России и ближнего зарубежья, включая Беларусь, было выполнено группой ученых В. П. Мелешко, В. М. Катцовым, В. А. Говорковой и др. Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова (ГТО) [2, 5]. В таблице 2

Таблица 2 – Изменения среднегодовой температуры приземного воздуха и соответствующие стандартные отклонения (°C) в начале (2011–2030 годы), середине (2041–2060 годы) и конце (2080–2099 годы) 21-го века – сценарии В1 (14 моделей), А1В (15 моделей) и А2 (16 моделей).

Регион	Период								
	2011–2030 годы			2041–2060 годы			2080–2099 годы		
	В1	А1В	А2	В1	А1В	А2	В1	А1В	А2
Беларусь	1,1×0.5	1,1±0.7	0,9±0.5	2,0±0.8	2,4±0.5	2,1±0.6	2,6±1.0	3,8±1.1	4,4±1.0

Примечание. В этой и последующих таблицах подстрочный индекс – стандартное отклонение для ансамбля моделей, характеризующее межмодельный разброс.

приведены изменения среднегодовой температуры приземного воздуха и соответствующие стандартные отклонения (°C) для разных эпох XXI столетия и различных сценариев, а в таблице 3 – изменения сезонной температуры для тех же эпох и групп сценариев.

Таблица 3 – Изменения сезонной температуры приземного воздуха и соответствующие стандартные отклонения (°C) в начале (2011–2030 годы), середине (2041–2060 годы) и конце (2080–2099 годы) 21-го века – сценарий А1В (15 моделей)

Период											
2011–2030 годы				2041–2060 годы				2080–2099 годы			
Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
1,3±0,9	1,0±0,9	1,0±0,6	0,9±0,5	3,1±1,0	2,3±0,9	2,2±1,0	2,2±0,7	4,7±1,6	3,5±1,1	3,4±1,2	3,4±1,1

В последние годы появились исследования возможных изменений климата Беларуси выполненные сотрудниками Белгидромета с использованием расчетов региональной модели COSMO в Institute of Coastal Research of HZG [10]. В основе реконструкции климатических данных использованы данные реанализа NCEP/NCAR Reanalysis 1 (National Center Environment Prediction & National Center for Atmospheric Research). Выполненные расчеты показали наличие расхождений по расчетным и наблюдаемым рядам сезонных и годовых значений температуры воздуха и осадков, которые варьируют в зависимости от сезона, но показали возможность использования их для оценки долговременных изменений климата. На основе данных консорциума EURO–CORDEX и сценариев антропогенных

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская – Возможные изменения климатических характеристик в XXI веке на территории Беларуси

воздействий RCP 8,5 выполнены расчеты изменения температуры воздуха и осадков для территории Беларуси для периода 2011–2100 годов. При этом для расчетов в качестве исходных данных был принят период 1970–2000 годов. Согласно расчетам к концу столетия ожидается увеличение средней годовой и сезонной температуры воздуха. Значимое увеличение осадков прогнозируется для зимнего и весеннего сезонов. К концу столетия ожидается увеличение вегетационного периода до одного месяца [13].

В настоящей работе для получения оценок изменения климатических характеристик использованы модельные расчеты будущего изменения климата, которые были выбраны ведущими специалистами ГГО и ИГКЭ России из множества моделей, подготовленных на пятом этапе работы по Всемирной программе исследования климата (CMIP5 – Coupled Model Intercomparison Project) (Diffenbaugh, Field, 2013) [1]. В работах [1,9] рассматривается влияние последствий изменений климата на продуктивность сельскохозяйственных культур на территории Российской Федерации на протяжении XXI века для среднего сценария антропогенного радиационного воздействия – RCP4.5 (Representative Concentration Pathways) (Taylor et al., 2012, Peters, 2012), что соответствует концентрации углекислого газа (550 p.p.m). Сценарий RCP8.5 («жесткий сценарий») соответствует концентрации 1370 p.p.m.

Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидрометом) в 2014 году издан второй оценочный доклад об изменении климата и прогнозируемых последствиях на территории Российской Федерации [1]. При подготовке оценки воздействия на сельское хозяйство в основном применялись общепринятые агроклиматические показатели. В расчетах использовались прогнозные данные о приземной температуре воздуха и атмосферных осадках для трех временных интервалов: 2011–2030 годы, 2041–2060 и 2080–2099 годы. В качестве базового периода был принят период 1981–2000 годов.

При расчете возможного воздействия изменения климата на агроклиматические ресурсы и изменение границ агроклиматических областей в Беларуси были использованы такие показатели как сезонные изменения температуры воздуха и осадков, продолжительности вегетационного периода, сумм температур выше 0°C, +5°C, +10°C, показателя увлажнения – ГТК Селянинова и др., что в целом соответствует европейским подходам и подходам Российской Федерации [1,9,12].

Указанные показатели рассчитаны для трех временных интервалов: 2011–2030 годы, 2021–2040 и 2041–2060 годы. Следует отметить, что в расчетах и оценках влияния последствий изменений климата на продуктивность сельскохозяйственных культур Росгидрометом в качестве базового был принят период 1981–2000 годов [9], что является важным для оценки изменения климатических характеристик: чем более поздний базовый период принят для расчета, тем точнее последующие расчетные данные. Для оценок современного состояния климата в Беларуси нами в качестве базового периода использован период потепления 1989–2015 годов, климатические и агроклиматические показатели которого были рассчитаны и представлены в [8]. В дальнейшем, агроклиматические и климатические показатели для указанных трех интервалов были рассчитаны по отношению к периоду (1989–2015 годы). Для расчета прогнозируемых показателей по отношению к периоду (1989–2015 годы) были введены поправки (разности) к рассчитанным по моделям значениям климатических показателей по отношению к периоду 1981–2000 годам, указанным в работе [9].

Основные показатели сезонных изменений температуры и осадков, а также основных агроклиматических характеристик по отношению к периоду 1989–2015 годам приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Изменение сезонной температуры воздуха °С и осадков (мм), полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годов для сценария RCP4.5

Период	Температура				Осадки			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
2011–2030	0,9	0,9	0,5	0,7	4	-1	1	0
2021–2040	1,4	1,3	0,9	1,0	7	0	1	7
2041–2060	2,4	2,1	1,6	1,7	9	1	1	8

дней и будет колебаться от 280 до 310 дней. Расчеты, к примеру, показывают, что на крайнем юго-западе в районе г. Бреста средняя продолжительность теплого периода с суммой температур $\geq 0^\circ\text{C}$ к 2041–2060 годам составит 365 дней, что свидетельствует об отсутствии зимы в данном регионе в будущем. Увеличится также продолжительность вегетационного периода ($\geq 5^\circ\text{C}$) и периода активной вегетации ($\geq 10^\circ\text{C}$) соответственно в среднем на 18 и 19 дней. Суммы температур выше 10°C к 2041–

Анализ данных показывает существенное изменение агроклиматических характеристик: особенно это касается увеличения продолжительности теплого периода с суммой температур воздуха $\geq 0^\circ\text{C}$. Продолжительность этого периода к 2041–2060 годам по отношению к периоду 1989–2015 годам в среднем увеличиться на 35

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская – Возможные изменения климатических характеристик в XXI веке на территории Беларуси

Таблица 5 – Изменение агроклиматических характеристик полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годов для сценария RCP4.5

Период	Отклонение продолжительности периода, дни			Сумма температур воздуха		Изменение ГТК
	≥0°C	≥5°C	≥10°C	≥5°C	≥10°C	
2011–2030	10	7	9	172	186	-0,09–0,1
2021–2040	15	10	12	270	273	-0,1–0,2
2041–2060	35	18	19	466	480	-0,2–0,3

Таблица 6 – Изменения сезонной температуры воздуха °С и осадков (мм) полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годов для сценария RCP8.5

Период	Температура				Осадки			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
2041–2060	3,1	2,6	2,3	2,5	10	4	-3	4

транспирации растений. ГТК для периода май–июль уменьшится и будет составлять на примерно трети территории 1,0–1,2, что характеризует засушливые и слабо засушливые условия. На территории, при среднем ГТК 1,0 вероятность засушливых и очень засушливых условий составит не менее 50 %. Для песчаных и супесчаных почв, наиболее уязвимых к засухам, должны быть постоянные мероприятия по сохранению запасов влаги, подбору засухоустойчивых культур или проведением мероприятий связанных с облесением малопродуктивных почв [11].

Рассчитаны показатели изменения сезонной температуры воздуха (°С) и осадков (мм), а также агроклиматических характеристик для периода 2041–2060 годов, полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годов для «жесткого сценария» сценария RCP8.5, хотя он мало вероятен (таблицы 6, 7).

Таблица 7 – Изменение агроклиматических характеристик полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годов для сценария RCP8.5

Период	Отклонение продолжительности периода, дни			Сумма температур воздуха		Изменение ГТК
	≥0°C	≥5°C	≥10°C	≥15°C	≥10°C	
2041–2060	54	24	26	645	660	-0,3–0,4

более существенных изменений в технологии возделывания ряда культур.

По полученным разностям были рассчитаны прогнозные значения основных агроклиматических показателей (суммы температур выше 10 °С и ГТК) за период 2011–2030, 2041–2060 годах для сценария RCP4.5 и по ним были построены карты пространственного распределения указанных характеристик (рисунках 1, 2). На рисунке 1 представлены границы новых агроклиматических областей, образовавшихся в результате потепления к 2030 и 2050 году. В результате потепления будет происходить дальнейшее смещение границ агроклиматических зон. Так, бывшая Центральная область в 2015 году к 2030-му году фактически распадется, а ее место займет бывшая Южная область. При этом практически на всей территории Беларуси возможно будет возделывание кукурузы на зерно и подсолнечника. Новая агроклиматическая область продвинется далеко на север и займет место Южной, а на юге страны появятся еще более теплые агроклиматические области с суммами температур более 2800°С. Влагообеспеченность в период активной вегетации будет ухудшаться в результате существенного роста температур и увеличения транспирации растений (рисунок 2). Полученные результаты показывают существенное изменение агроклиматических характеристик и необходимость планирования внесения изменений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Авторы настоящей статьи использовали материалы исследований, выполненных ими в рамках международного проекта Евросоюза Clima East при разработке Национальной Стратегии по адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь (раздел «Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата»).

2060 годам вырастут в среднем на 480°С и достигнут 2700–2800°С на севере и 3050–3250°С на юге страны. По теплообеспеченности нынешняя Новая агроклиматическая область будет занимать всю Витебскую область.

Большинство моделей рассчитывают незначительное увеличение осадков в осенний и зимний период (таблица 6). В весенний и летний период количество осадков практически не изменится, но влагообеспеченность в летний период будет уменьшаться за счет повышения температуры воздуха и

Как следует из анализа таблиц 6, 7 при таком варианте сценария теплообеспеченность вегетационного периода еще больше увеличиться, а в летний период, вследствие высоких температур и недостатка влаги засушливость территории будет возрастать, что потребует

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская – Возможные изменения климатических характеристик в XXI веке на территории Беларуси

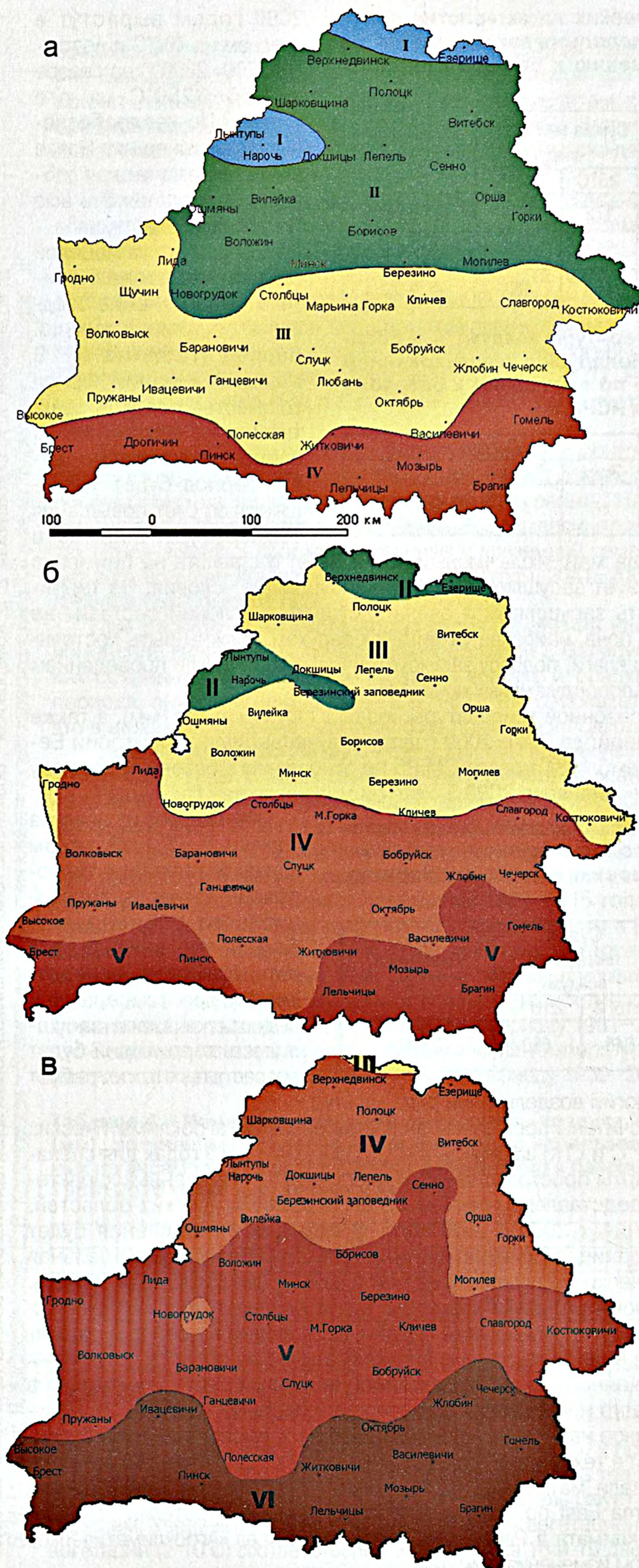


Рисунок 1 – Новые границы агроклиматических зон (областей) по теплообеспеченности для сценария RCP4.5. а – за период 1989–2015 годы, б – за период 2011–2030 годы, в – за период 2041–2060 годы. Бывшие агроклиматические зоны в 2015 году: I – Центральная; II – Южная; III – Новая; IV, V – агроклиматические зоны, которых не было в 2015 году. Сумма температур выше 10 °C: 1 – менее 2200, 2 – 2200–2400, 3 – 2400–2600, 4 – 2600–2800, 5 – 2800–3000, 6 – более 3000.

Выводы

- Получены для территории Беларуси новые значения основных агроклиматических показателей (суммы температур воздуха выше 10 °C) и влагообеспеченности (гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова – ГТК за май–июль) для периодов 2011–2030, 2021–2040, 2041–2060 годов с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 для сценария RCP4.5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 годам.
- Ожидаемые в ближайшие десятилетия на территории Беларуси изменения климата продолжат тенденции, наблюдавшиеся в последние десятилетия (увеличение сумм температур, продолжительности вегетационного периода и т. д.).
- Продолжится дальнейшее смещение границ агроклиматических областей на север и появление новых агроклиматических зон с суммами температур выше существующих в настоящее время в Новой агроклиматической области.
- Полученные результаты показывают существенное изменение агроклиматических характеристик и необходимость планирования внесения изменений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

• Список литературы

- [1] **ВТОРОЙ** оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Феде-

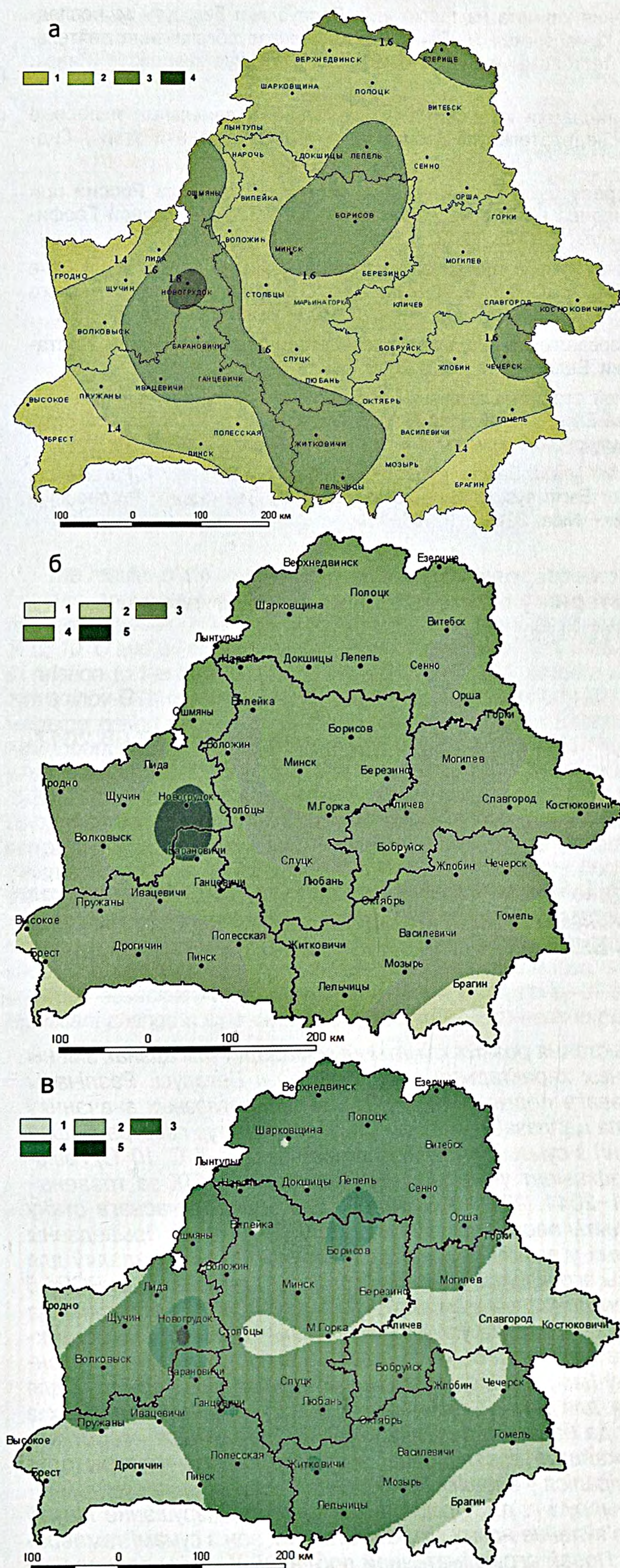


Рисунок 2 – Увлажнение территории Беларуси по ГТК для сценария RCP4.5. а – за период 1989–2015 годы; б – за период 2011–2030; в – за период 2041–2060 годы. Значения ГТК за май–июль: а – 1 – менее 1,4; 2 – 1,41–1,6; 3 – 1,61–1,80; 4 – более 1,8. б, в – 1 – 0,7–1,0; 2 – 1,01–1,20; 3 – 1,21–1,40; 4 – 1,41–1,60; 5 – 1,61–1,7.

рации: техническое резюме / Росгидромет. – М., 2014. – 94 с.

- [2] **ГОВОРКОВА В. А.** Климат России в XXI веке. Часть 2. Оценка пригодности моделей СМIP3 для расчетов будущих изменений климата России / В. А. Говоркова, В. М. Катцов, В. П. Мелешко [и др.] // Метеорология и гидрология. – М.: ГУ «НИЦ «Планета», 2008. – № 8. – С. 5–19.
- [3] **ЛОГИНОВ В. Ф.** Изменения климата и их последствия: научное издание / В. Ф. Логинов, Г. И. Сачок, В. И. Мельник [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова // Институт пробл. использования природн. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Минск: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.
- [4] **ЛОГИНОВ В. Ф.** Использование моделей общей циркуляции для оценки климата в Беларуси / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий // Природопользование. – Минск, 2000. – С. 30–31.
- [5] **МЕЛЕШКО В. П.** Изменения и изменчивость климата Северной Евразии в XXI веке: оценки основанные на ансамбле МОЦАО: материалы междунар. конф. по проблемам гидрометеорологической безопасности / В. П. Мелешко, В. М. Катцов, И. М. Школьник и др. // Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям. – М., 2007. – С. 97.
- [6] **МЕЛЬНИК В. И.** Основные результаты мониторинга изменения климата на территории Республики Беларусь / В. И. Мельник // «Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания»: матер. междунар. науч.-практ. конф. 6–7 апреля 2016, Брест, Беларусь. – Брест, 2016. – С. 228–235.

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская – Возможные изменения климатических характеристик в XXI веке на территории Беларуси

- [7] **МЕЛЬНИК В. И.** Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // «Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы»: Сб. научных трудов. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2011. – С. 77–84.
- [8] **ОЦЕНКА** влияния урбанизации и мелиорации на климатические, водные, земельные и лесные ресурсы Беларуси: отчет о научно-исследовательской работе (заключительный), 1-й этап / Гидромет. – Минск, 2016. – 100 с.
- [9] **ПАВЛОВА В. Н.** Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI веке / В. Н. Павлова // Труды Главной Геофизической Обсерватории им. А. И. Воейкова. – СПб., 2013. – Вып. 569. – С. 20–37.
- [10] **ПАРТАСЕНОК И. С.** Исследования возможных сценариев изменений климата Беларуси на базе ансамблевого подхода / И. С. Партасенок, Б. Гайер, В. И. Мельник // Тр. Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – М., 2015. – Вып. 358. – С. 99–111.
- [11] **«О МЕРАХ** по эффективному использованию земель сельскохозяйственного назначения». Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.01.2000 г. № 79.
- [12] **ПОДДЕРЖКА** в разработке национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь: проект Clima East. Первый этап. Разработка концепции национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Беларуси. – Минск, 2015. – 20 с.
- [13] **PARTASENOK I.** Projection of climate changes in Belarus according to ensemble models / I. Partasenok, B. Geyer, V. Melnik // «Multiple drivers for Earth system changes in the Baltic Sea region»: Proceedings of the 1st Baltic Earth Conference. Lithuania. – Nida, 2016. – P. 153–154.

ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Белгидромет)

(E-mail: mel@hmc.by, clim@hmc.by, y.sokol93@mail.ru)

Рецензент В. Ф. Логинов

Поступила 17.08.2017

В. І. Мельнік, Я. А. Сакалоўская, А. У. Камароўская
МАГЧЫМЫЯ ЗМЭНЫ КЛІМАТЫЧНЫХ ХАРАКТАРЫСТЫК У ХХІ СТАГОДДЗІ
НА ТЭРЫТОРЫІ БЕЛАРУСІ І ІХ УПЛЫЎ НА СЕЛЬСКУЮ ГАСПАДАРКУ

Прадстаўлены вынікі аналізу выкарыстання розных кліматычных мадэляў для адзнак змены асноўных кліматычных і агракліматычных характарыстык на тэрыторыі Беларусі. Разлічаны папярэднія змены ў адносінах да базавага перыяду 1989–2015 гады прагнозных значэнняў асноўных агракліматычных паказчыкаў па цеплазабеспячэнні (сумы тэмператур паветра вышэй за 5 °С, 10 °С і працягласць перыядаў (дні) з сумамі тэмператур вышэй за 0 °С, 5 °С, 10 °С) і вільгацеазабеспячэння (гідратэрмічны каэфіцыент увільгатнення Селянінава – ГТК за травень–ліпень) для перыядаў 2011–2030, 2021–2041, 2041–2060 гадоў. Для адзнак сучаснага стану клімату Беларусі ў дадзенай працы прыняты перыяд пацяплення 1989–2015 гадоў. Прыведзены падрабязны аналіз дадзеных, атрыманых у выніку разлікаў розных кліматычных мадэляў для тэрыторыі краіны. Атрыманы новыя межы агракліматычных зон (абласцей) для сцэнарыя RCP4.5 для тэрыторыі Беларусі з выкарыстаннем дадзеных з ансамбля 31 мадэлі CMIP5 у адносінах да базавага перыяду 1989–2015 гадоў і дадзена ацэнка ўплыву чаканых зменаў клімату на прадуктыўнасць сельскагаспадарчых культур на тэрыторыі Беларусі. Разлічаны паказчыкі змены сезоннай тэмпературы паветра (°С) і ападкаў (мм), а таксама агракліматычных характарыстык для перыяду 2041–2060 гадоў, атрыманыя для нашай тэрыторыі з выкарыстаннем дадзеных з ансамбля 31 мадэлі CMIP5 у адносінах да базавага перыяду 1989–2015 гадоў для «жорсткага сцэнарыя» RCP8.5. Чаканыя ў найбліжэйшыя дзесяцігоддзі змяненні клімату на тэрыторыі Беларусі працягнуць тэндэнцыі, якія назіраліся ў апошнія дзесяцігоддзі (павелічэнне сум тэмператур, працягласці вегетацыйнага перыяду і г. д.). Працягнецца далейшае зрушэнне межаў агракліматычных абласцей на поўнач і з'яўленне новых агракліматычных зон з сумамі тэмператур вышэй існуючых у цяперашні час у Новай агракліматычнай вобласці. У выніку пацяплення

будзе адбывацца далейшае зрушэнне межаў агракліматычных зон. Так, былая Цэнтральная вобласць у 2015 годзе да 2030-га году фактычна распадзецца, а яе месца зойме былая Паўднёвая вобласць. Пры гэтым практычна на ўсёй тэрыторыі Беларусі магчыма будзе вырошчванне кукурузы на зерне і сланечніка. Новая агракліматычная вобласць прасунецца далёка на поўнач і зойме месца Паўднёвай, а на поўдні краіны з'явяцца яшчэ больш цёплыя агракліматычныя вобласці з сумами тэмператур больш 2800 °С. Вільгацезабяспечанасць перыяду актыўнай вегетацыі будзе пагаршацца ў выніку істотнага росту тэмператур і павелічэнні транспірацыі раслін. Для пясчаных і супясчаных глебаў, найбольш уразлівых да засухі, у паўднёвых абласцях павінны быць пастаянныя мерапрыемствы па захаванні запасаў вільгаці, падборы засухаўстойлівых культур або правядзенне працэдураў звязаных з аблясеннем малапрадуктыўных глебаў. Атрыманыя вынікі паказваюць істотнае змяненне агракліматычных характарыстык і неабходнасць планавання ўнясення змяненняў у тэхналогіі вырошчвання сельскагаспадарчых культур.

V. I. Melnik, Y. A. Sokolovskaya, A. V. Komarouskaya

**POSSIBLE CHANGES OF CLIMATE CHARACTERISTICS IN THE XXI CENTURY
IN BELARUS AND THEIR IMPACT ON AGRICULTURE**

The results of the analysis of the use of different climate models for assessing changes in the main climatic and agro-climatic characteristics in Belarus are presented. Preliminary changes in the forecasted values of the main agro-climatic parameters for heat supply (sums of air temperatures above 5 °C, 10 °C and duration of periods (days) with sums of temperatures above 0 °C, 5 °C, 10 are calculated in relation to the base period of 1989–2015 °C) and moisture availability (hydrothermal coefficient of Selyaninov-GTK humidification for May–July) for the periods 2011–2030, 2021–2041, 2041–2060. The warming period of 1989–2015 for the current climate in Belarus assessing has adopted in this work. New boundaries of agro climatic zones (regions) for the RCP4.5 scenario for the territory of Belarus were obtained using data from the ensemble of 31 CMIP5 models in relation to the base period of 1989–2015. New boundaries of agro-climatic zones (regions) to RCP4.5 script for the Belarus territory, using data from the ensemble 31 CMIP5 model relative to the base period 1989–2015 years for «hard script» RCP 8.5 was received. Expected in the coming decades, climate change at the territory of Belarus would continue trends observed in recent decades (increase of temperatures, the duration of the vegetation period etc.). Continue further offset boundaries agro-climatic areas to the North and the emergence of new agro-climatic zones with temperatures above currently existing in the new agro-climatic areas. For sandy and sandy loamy soils, the most vulnerable to droughts in the southern areas should be constant moisture reserves conservation activities, selection of drought-resistant crops or activities associated with afforestation of low productivity of soils. The obtained results showed a significant change in agro-climatic characteristics and needs to plan changes in cropping technologies.

В. И. Мельник, Я. А. Соколовская, Е. В. Комаровская – Возможные изменения климатических характеристик в XXI веке на территории Беларуси