

УДК 551.583:631

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО В АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ¹

© 2021 г. Е.Н. Смагулов

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет
Россия, 119992, г. Москва, Ленинские горы, д. 1. E-mail: elaman_smagulov@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.09.2020. После доработки 18.01.2021. Принята к публикации 01.04.2021.

Многолетняя динамика средних температур воздуха и годовых сумм осадков подтверждает реальность начавшихся с 70-х гг. прошлого века климатических изменений на территории Акмолинской области – одного из ведущих сельскохозяйственных регионов Казахстана. В структуре сельскохозяйственного производства области преобладает богарное выращивание зерновых культур, в частности яровой пшеницы, которая, как известно, крайне чувствительна к климатическим и погодным условиям. На основе анализа климатических показателей за 1931-2019 гг. по доступным данным метеостанций выявлены внутриобластные особенности изменения климата, которые привели к увеличению урожайности зерновых культур. Посредством корреляционного анализа установлена высокая зависимость урожайности от климатических условий теплого периода. При сохранении современного уровня культуры земледелия и продолжении роста средних температур ожидается снижение урожайности в сухостепных и южных степных районах области. В северных степных районах более интенсивные тренды климатических показателей холодных месяцев благоприятствуют повышению урожайности и расширению сельскохозяйственного производства. Дальнейшее развитие сельского хозяйства Акмолинской области требует учёта внутрирегиональных различий в интенсивности климатических трендов. Во избежание негативных последствий климатических изменений предлагаются: внедрение адаптационных технологий, диверсификация аграрного производства, развитие органического сельского хозяйства и активная поддержка сельхозпроизводителей.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы, адаптация, зерновые культуры, изменение климата, многолетняя динамика, Северный Казахстан, сельское хозяйство, степная зона, сухостепная зона, урожайность.

DOI: 10.24411/1993-3916-2021-10166

Климат Казахстана, как и других регионов мира, подвержен серьёзным изменениям, что подтверждается многолетними инструментальными наблюдениями (Григорук и др., 2012). Прежде всего, установлен быстрый рост средних температур воздуха со скоростью, превышающей темпы увеличения среднемировой температуры (Reyer et al., 2015). Подобные тенденции непосредственно отражаются на сельском хозяйстве – одной из наиболее зависимых от климатических и погодных условий отраслей экономики (Sommer et al., 2013). В свою очередь сельскохозяйственное производство играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и социально-экономического развития сельской местности республики (World Bank, 2014). Соответственно, изучение этой темы имеет приоритетное значение для разработки национальной и региональных стратегий адаптации природопользования к изменению климата (Kirilenko, Dronin, 2011).

Проблема влияния климатических процессов на сельское хозяйство отличается особой актуальностью в научной литературе. Большинство исследователей отмечает, что климатические изменения по-разному скажутся на условиях произрастания злаковых растений (Глобальный климат ..., 2018). К примеру, тенденция нарастающего потепления в центральных регионах Европейской территории России обеспечит определённые возможности для расширения зоны выращивания озимых

¹ Работа выполнена в рамках научно-исследовательской практики на географическом факультете МГУ.

форм культур в результате возникновения более благоприятных условий для их перезимовки (Сиротенко, Грингоф, 2006). Вместе с тем изменение условий влагообеспеченности может неблагоприятно отразиться на производстве ценных сортов пшеницы и других зерновых культур в некоторых континентальных районах сухого земледелия (Мухин, 2013). В регионах Южной Сибири климатические изменения выражены одновременным увеличением зимних и летних температур на фоне уменьшения или сохранения уровня осадков (Харламова, Силантьева 2011), в связи с чем предлагают эколого-экономическую адаптацию сельскохозяйственного землепользования с уклоном на традиционные отрасли животноводства и выращивание кормовых культур (Болданов, Мухин, 2019).

Как подчёркивают многие исследователи, адаптационные экономические меры в сельскохозяйственном производстве необходимы для использования положительных и смягчения негативных последствий климатических изменений (Сиротенко, Грингоф, 2006). За последние десятилетия накопилось большое количество научных публикаций российских и зарубежных авторов, посвящённых адаптации сельского хозяйства к меняющемуся климату (Глобальный климат ..., 2018). Н.М. Дронин и А.П. Кириленко (2011) рассмотрели существующие и планируемые адаптационные стратегии в странах бывшего СССР и их соответствие климатическим трендам. В частности, в ответ на изменение регионального климата Северного Казахстана предусматриваются более раннее начало сева сельскохозяйственных культур, переход на более продуктивные и засухоустойчивые культуры и сорта, повышение интенсивности земледелия за счёт орошения и другие (Kirilenko, Dronin, 2011).

В Северном Казахстане, где происходят схожие с южной частью Европейской территории России климатические процессы, возможны положительные последствия в зерновом производстве (Sommer et al., 2013). Однако зарубежные исследователи предполагают, что в регионе присутствуют значительные пространственные различия в реакции урожайности зерновых культур на изменение климата (Reyer et al., 2015). Так, протекающие климатические изменения снизили урожайность пшеницы и ячменя в Костанайской области на 1.9% и 4.8% соответственно. В то же время учёные установили положительные эффекты в Акмолинской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях (Schierhorn et al., 2020). Но, несмотря на важность региона в зерновом хозяйстве и уязвимость к климатическим изменениям, научных работ, направленных на изучение влияния климата на сельское хозяйство региона, достаточно мало. Учёные часто сталкиваются с неполнотой или недостоверностью метеорологических и статистических данных по территории Казахстана, что усложняет задачи и искажает результаты научных исследований.

В данной работе продолжено развитие определения внутриобластной дифференциации воздействия климатических изменений на аграрный сектор Акмолинской области – одного из ведущих сельскохозяйственных регионов страны. В связи с этим рассмотрены современные агроклиматические условия территории, проанализированы и сопоставлены многолетние ряды основных климатических показателей по метеостанциям и динамика некоторых показателей сельского хозяйства по соответствующим административным районам области.

Материалы и методы

Регионом исследования выступает Акмолинская область, расположенная в центральной части Северного Казахстана. В соответствии с природной зональностью область целиком лежит в пределах двух зон: степной на обыкновенных и южных чернозёмах и сухостепной на тёмно-каштановых и каштановых почвах (Гвоздецкий, Николаев, 1971; рис.). Акмолинская область по своим климатическим условиям значительно отличается от соседних регионов, поскольку существенное влияние на её климат оказывает неоднородный рельеф Казахского мелкосопочника (Сарыарка), северо-западную часть которого занимает исследуемая территория (Утешев, 1959). К тому же это активно развивающийся регион, в окружении которого находится столица республики – город Нур-Султан с расширяющимся пригородным сельским хозяйством в прилежащих районах.

В структуре сельскохозяйственного производства региона преобладает богарное выращивание зерновых культур, в частности яровой пшеницы, которая занимает 3.72 млн. га или 74% посевной площади (Комитет по статистике ..., 2020). Как известно, пшеница – крайне чувствительная к климатическим и погодным условиям сельскохозяйственная культура (Агроклиматические ресурсы ..., 2017). Соответственно, основное внимание в работе направлено на связь климатических

изменений с урожайностью зерновых культур в области.

Методология данного исследования основывается на комплексном подходе к географическому изучению взаимодействия природы и общества. Применение получили статистический анализ, сравнительно-географический и картографический методы исследования. Изменение регионального климата оценивалось на основе анализа динамики среднесезонных годовых и сезонных температур воздуха и сумм осадков за 1931-2019 гг. Выбор такого промежутка времени связан с наличием в свободном доступе многолетних климатических данных по 7 из имеющихся на территории области 22 метеорологических станциям (далее – МС) на электронном ресурсе «Погода и климат» (2020). В соответствии с рекомендацией Всемирной метеорологической организации значения среднесезонных климатических показателей рассчитывались за тридцатилетний период, поэтому рассматриваемый промежуток времени был разделён на 3 тридцатилетних периода: первый (I) – с 1931 по 1960 гг., второй (II) – с 1961 по 1990 гг., третий (III) – с 1991 по 2019 гг.

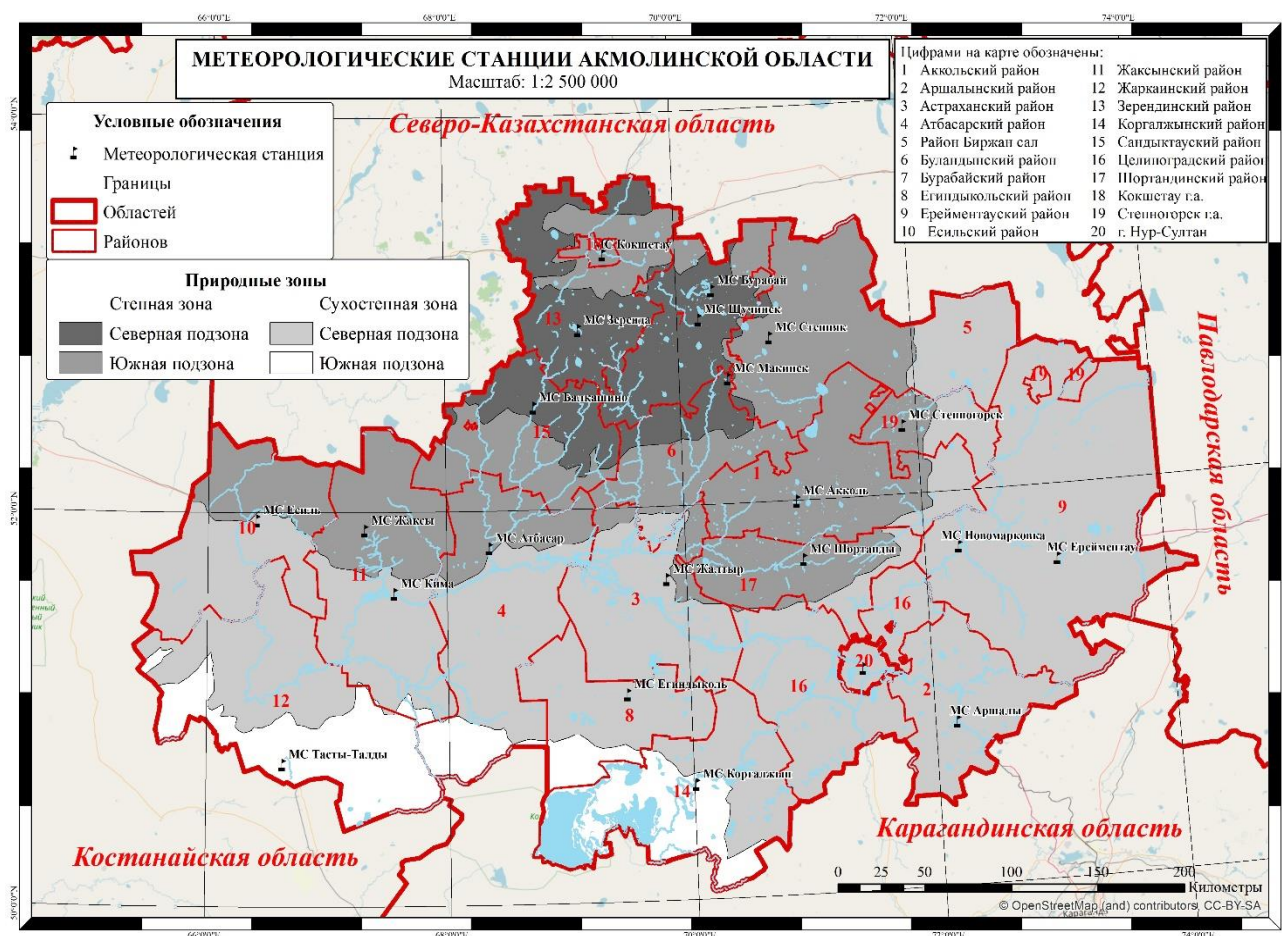


Рис. Метеорологические станции Акмолинской области.

Информационной основой исследования служат научные работы российских, казахстанских и зарубежных учёных, научно-прикладные и статистические сборники и Интернет-ресурсы. Данные о современных климатических условиях и агроклиматических ресурсах представлены в научно-прикладном справочнике «Агроклиматические ресурсы Акмолинской области» (2017). Статистика сельского хозяйства в разрезе административных районов области за 1999-2019 гг. получена на основании данных официального веб-сайта Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан (2020).

Построение сводных таблиц, графических изображений, статистическая обработка и корреляционный анализ количественных показателей осуществлялись в программных комплексах Microsoft Office, ArcGIS и IBM SPSS Statistics.

Результаты и обсуждение

Территории Акмолинской области свойственен континентальный и весьма засушливый климат (Утешев, 1959). Общая приподнятость возвышенности Кокшетау на севере региона обуславливает несколько повышенные зимние и пониженные летние температуры по сравнению со смежными равнинами (Гвоздецкий, Николаев, 1971). Средняя температура воздуха в январе – -17...-14°C, в июле – 18...21°C (табл. 1). Среднегодовая температура воздуха варьируется от 1.6°C на северо-западе области (МС Балкашино) до 3.6°C на юго-востоке, в районе города Нур-Султана (Агроклиматические ресурсы ..., 2017).

Таблица 1. Агроклиматические показатели Акмолинской области.

Метеостанция (МС)	Средняя температура воздуха, °С			Сумма температур воздуха выше 10°C	Осадки, мм			Средняя урожайность зерновых культур, ц/га
	Годовая	в т.ч.			Годовая сумма	в т.ч.		
		Январь	Июль			XI-III мес.	IV-X мес.	
Северная подзона степи								
Балкашино	+1.6	-16.2	+18.5	2102	400	129	271	14.8
Щучинск	+1.8	-15.7	+18.7	2113	330	74	256	13.9
Бурабай	+2.6	-14.2	+18.9	2172	326	70	256	–
Южная подзона степи								
Акколь	+2.4	-15.5	+19.5	2282	365	105	260	10.3
Степногорск	+2.6	-15.3	+19.9	2326	306	80	226	6.6
Кокшетау	+3.1	-14.3	+19.9	2365	314	65	249	15.7
Атбасар	+2.3	-16.5	+20.1	2401	311	101	211	11.0
Жаксы	+2.7	-15.6	+20.1	2412	326	127	200	12.9
Северная подзона сухой степи								
Ерейментау	+3.0	-14.4	+19.9	2358	380	111	269	6.8
Аршалы	+2.8	-15.0	+19.9	2439	313	92	221	9.4
Жалтыр	+2.9	-15.6	+20.5	2504	327	102	225	10.9
Нур-Султан	+3.6	-14.5	+20.7	2561	322	100	222	9.9
Есиль	+3.3	-15.2	+20.9	2572	276	77	198	10.4
Егиндыколь	+3.0	-15.8	+20.7	2579	297	106	191	10.2
Кима	+2.8	-16.3	+20.9	–	243	65	176	–
Южная подзона сухой степи								
Коргалжын	+3.3	-15.6	21.2	2612	287	103	183	8.1

Сумма активных температур воздуха выше 10°C, характеризующая теплообеспеченность сельскохозяйственных растений, составляет 2100-2200°C на возвышенности Кокшетау (МС Балкашино), 2200-2400°C на прилегающих к возвышенности степных равнинах и 2400-2600°C в сухих степях южной половины области. На юго-западной и южной окраинах региона (МС Коргалжын) она достигает более 2600°C. В целом условия теплообеспеченности в регионе соответствуют требованиям мягких и твердых сортов пшеницы. Однако на севере области присутствует риск повреждения сельскохозяйственных культур поздневесенними и раннеосенними заморозками. Климатические условия зимы ограничивают возделывание озимых зерновых культур на системной основе (Агроклиматические ресурсы ..., 2017).

Среднемноголетнее количество атмосферных осадков на территории области варьирует от 200-250 мм на равнинном сухостепном юго-западе (МС Кима) до 350-400 мм на севере (МС Балкашино и Акколь) и юго-востоке (МС Ерейментау; табл. 1), где барьерно-орографическое влияние

возвышенности Кокшетау и низкогорья Ерейментау соответственно на западный перенос воздушных масс обуславливает выпадение относительно повышенного количества осадков (Гвоздецкий, Николаев, 1971). При этом на тёплые месяцы (апрель-октябрь) приходится в 2-3 раза больше осадков, чем на холодные месяцы (ноябрь-март; Агроклиматические ресурсы ..., 2017).

Наиболее оптимальная и устойчивая влагообеспеченность вегетационного периода отмечается в пределах возвышенности Кокшетау (МС Балкашино). Северная и восточная части области характеризуются достаточным, но не устойчивым уровнем влагообеспеченности. На юге (МС Коргалжын и Егиндыколь) и западе (МС Кима и Есиль) региона влагообеспеченность оценивается как недостаточная. Крайний юго-запад области – территория Жаркаинского района – испытывает умеренный дефицит влаги. Повторяемость засухи достигает здесь своего наибольшего значения (1 раз в 2 года), убывает в северо-восточном направлении и сводится к минимуму на возвышенности Кокшетау (Агроклиматические ресурсы ..., 2017).

Многолетние наблюдения температуры воздуха и количества осадков подтверждают реальность начавшихся с 70-х гг. прошлого века климатических изменений на территории Акмолинской области (Григорук и др., 2012). Анализ динамики климатических показателей указывает на увеличение среднегодовой температуры воздуха и отчётливую пространственную дифференциацию изменения климата в соответствии с физико-географическими особенностями региона.

Разность средних многолетних температур воздуха III (1991-2019 гг.) и I (1931-1960 гг.) периодов на метеостанциях превышает 1°C (табл. 2). В северной подзоне степи, на возвышенности Кокшетау, наблюдается наименьшее увеличение температуры в пределах области (на МС Щучинска на 1.1° и МС Балкашино на 1.4°). Станции южной подзоны степи характеризуются повышением температуры воздуха на 1.6-1.8°. Максимальный прирост (на 2.5°C) зафиксирован на МС Нур-Султана, расположенной в сухостепной зоне. При этом на другой сухостепной метеостанции, Жалтыр, прирост температуры составил 1.8°C. Увеличение температуры в основном пришлось на II период (1961-1990 гг.) – в среднем на 1°C. За последние 30 лет (1991-2020 гг.) потепление на 1°C и более отмечается только на МС Нур-Султана, что говорит о замедлении темпов роста температуры. Не исключено, что повышенные температуры и относительно быстрый темп их увеличения в Нур-Султане с численностью населения более 1 млн. человек могут быть следствием феномена городского острова тепла. Для Кокшетау с населением в 145.8 тыс. человек (Комитет по статистике ..., 2020) явление городского острова тепла, скорее всего, выражено в меньшей степени.

По всем наблюдаемым метеостанциям отмечается слабый рост средней многолетней суммы осадков, однако тенденция к увеличению количества осадков в области неустойчива (Григорук и др., 2012). Наибольший прирост осадков отмечается в наиболее увлажнённых северных степях возвышенности Кокшетау (от 78 до 124 мм на МС Щучинске и Балкашино). Минимальный прирост приходится на равнины южной подзоны степи – от 23 до 36 мм (табл. 2). Несмотря на сухостепные условия, на МС Нур-Султана и Жалтыра наблюдается большее увеличение (на 59 и 66 мм) среднемноголетних сумм осадков, что, вероятно, обусловлено барьерным эффектом низкогорных и мелкосопочных массивов.

Рассмотрение изменений сезонных температур воздуха указывает на увеличение среднегодовой температуры преимущественно за счёт повышения зимних и межсезонных температур воздуха (табл. 2), что также характерно для регионов Европейской части России (Мухин, 2013). В частности, максимальный прирост температур, от 3.3°C до 4.9°C, наблюдается в марте, не менее значимый прирост – в ноябре от 1.7°C до 3.3°C и апреле от 1.5°C до 3.4°C на МС Щучинска и Нур-Султана соответственно. Летние температуры (июля и августа) остаются практически неизменными или имеют незначительное увеличение (Григорук и др., 2012).

Территориальная дифференциация по динамике сезонных температур воздуха повторяет общую картину с изменением среднегодовых температур. Северные степные районы (МС Балкашино и Щучинска) имеют минимальный прирост температуры (1.5-2.4°C) в холодный период и практически нулевой прирост в тёплое время года (0.5-0.6°C). В южной подзоне степи прирост зимних и летних температур значительно увеличивается – 2.0-2.4°C и 1.0-1.3°C соответственно – и достигает своего максимума в сухой степи (МС Жалтыра и Нур-Султана) – 2.5-3.5°C зимой и 1.2-1.8°C летом (табл. 2).

Анализ динамики многолетних зимних (ноябрь-март) и летних (апрель-октябрь) сумм осадков выявил значительное увеличение количества осадков зимой, в 1.5-3.0 раза превышающее прирост

осадков летом (табл. 2). Выражена тенденция к выравниванию распределения атмосферных осадков в течение года. Изменение сезонных сумм осадков явно выражается на возвышенности Кокшетау и в сухостепных районах, в меньшей степени проявляется на равнинах южной подзоны степи.

Таблица 2. Изменение средних многолетних температур воздуха и сумм осадков в Акмолинской области.

МС	Периоды*	Средняя температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
		Годовая	Ноябрь- Март	Апрель- Октябрь	Годовая	Ноябрь- Март	Апрель- Октябрь
Северная подзона степи							
Балкашино	I	0.3	-14.5	11.1	313	74	242
	II	1.2	-12.8	11.2	343	94	249
	III	1.7	-12.1	11.6	472	163	309
	III - I	+1.4	+2.4	+0.5	+159	+89	+67
Щучинск	I	1.0	-13.4	11.0	323	59	267
	II	1.5	-12.2	11.2	370	72	299
	III	2.1	-11.9	11.6	401	103	282
	III - I	+1.1	+1.5	+0.6	+78	+44	+15
Южная подзона степи							
Акколь	I	0.9	-13.5	11.3	350	75	277
	II	2.0	-12.1	11.9	354	98	256
	III	2.6	-11.5	12.6	387	115	277
	III - I	+1.6	+2.0	+1.3	+36	+40	0
Кокшетау	I	1.6	-12.7	12.0	296	52	242
	II	2.4	-11.2	12.1	303	58	245
	III	3.4	-10.3	13.0	319	72	247
	III - I	+1.8	+2.4	+1.0	+23	+20	+4
Атбасар	I	0.8	-14.6	11.7	282	82	203
	II	1.8	-13.0	12.4	308	95	213
	III	2.4	-12.3	13.0	315	103	214
	III - I	+1.6	+2.4	+1.3	+34	+21	+10
Зона сухой степи							
Жалтыр	I	1.3	-14.0	12.2	267	54	208
	II	2.5	-12.1	12.9	353	82	271
	III	3.1	-11.5	13.4	333	101	237
	III - I	+1.8	+2.5	+1.2	+66	+47	+29
Нур-Султан	I	1.4	-13.8	12.2	275	60	215
	II	2.7	-11.7	12.9	317	86	232
	III	3.8	-10.3	13.9	334	108	230
	III - I	+2.5	+3.5	+1.8	+59	+48	+15

Примечания к таблице 2: * – многолетние периоды: I – 1931-1960 гг., II – 1961-1990 гг., III – 1991-2019 гг.

Согласно статистическим моделям зарубежных исследователей, наблюдаемые климатические тенденции уже привели к увеличению урожайности зерновых культур в Акмолинской области: пшеницы – на 1% и ячменя – на 2% (Schierhorn et al., 2020). Однако необходимо понимать, что вычленение влияния только климатических изменений на урожайность от влияния социально-экономических и институциональных изменений крайне сложно (Sommer et al., 2013). К примеру,

сокращение государственной поддержки сельхозпроизводителей, политическая и институциональная неопределённость после распада СССР привели к резкому снижению затрат в сельскохозяйственном производстве, что отрицательно сказалось на посевной площади и урожайности сельскохозяйственных культур в 1990-х гг. (Kirilenko, Dronin, 2011). А реализация аграрной и земельной политики в республике в начале 2000-х гг., закрепившая институт частной собственности на земли сельскохозяйственного назначения и многоукладность, и постепенная модернизация сельскохозяйственного производства способствовали положительной динамике посевных площадей сельскохозяйственных растений и средней урожайности зерновых культур за последние 20 лет (Григорук, Климов, 2016). Таким образом, с начала XXI в. посевные площади сельскохозяйственных растений и урожайность зерновых культур в области несколько увеличились. Если в 1999-2003 гг. посевная площадь составляла 3.8 млн. га, а урожайность – 10.1 ц/га, то в последние годы (2015-2019 гг.) они составляют 4.9 млн. га и 11.1 ц/га соответственно (Комитет по статистике ..., 2020). Увеличение посевных площадей в той или иной степени наблюдается практически во всех районах области. Урожайность же выросла на 2.0-3.6 ц/га в северных и западных районах, на 0.5-1.8 ц/га в южных и снизилась на 1 ц/га в восточных степных и сухостепных районах с наименее пригодными для земледелия почвами. Нужно отметить, что положительная динамика связана прежде всего с реализацией аграрной и земельной политики в республике в начале 2000-х гг., закрепившей институт частной собственности на земли сельскохозяйственного назначения и многоукладность, с постепенной модернизацией сельскохозяйственного производства (Григорук, Климов, 2016). При этом колебание урожайности зерновых культур по годам обусловлено в основном нестабильными климатическими условиями.

Корреляционный анализ урожайности по районам и климатических характеристик по соответствующим метеостанциям за 1999-2019 гг. показал, что урожайность зерновых культур в области достаточно сильно зависит от количества осадков и средних температур воздуха теплого периода, поэтому вероятность снижения урожайности из-за изменения климата в будущем весьма велика (Schierhorn et al., 2020). Большинство климатических моделей прогнозирует продолжение роста средних температур (Kirilenko, Dronin, 2011; Sommer et al., 2013), следовательно, в ближайшие годы при сохранении нынешнего уровня культуры земледелия можно ожидать снижение урожайности главным образом в сухостепных и южных степных районах области. Кроме того, в этих же районах возрастёт повторяемость засухи в виду роста температур и неизменности суммы осадков летом (Schierhorn et al., 2020). С другой стороны, неустойчивая тенденция к увеличению количества осадков в летний период (Григорук и др., 2012) способна частично компенсировать снижение урожайности, особенно в районах южной подзоны степи (Schierhorn et al., 2020).

Интенсивный рост средних температур воздуха зимой может увеличить продолжительность вегетационного периода в области и снизить риск наступления заморозков весной и осенью в северных районах (Kirilenko, Dronin, 2011; Sommer et al., 2013), что позволит выращивать теплолюбивые и озимые культуры в регионе. Вместе с тем в Акмолинской области существует вероятность дальнейшего увеличения осадков в холодный период (Schierhorn et al., 2020), что повысит уровень весенних запасов продуктивной влаги в верхнем слое почвы, благоприятствующей росту сельскохозяйственных растений (Агроклиматические ресурсы ..., 2017).

Последствия воздействия климатических изменений на сельское хозяйство области по большей части будут зависеть от адаптационных мероприятий. Урожайность зерновых культур может не измениться или даже увеличиться до середины текущего века посредством большего внесения удобрений под посевные площади (Sommer et al., 2013), снегозадержания на пашне, применения соответствующих севооборотов, системы нулевой или безотвальной обработки почвы, сохранения стерни на полях, изменения сроков сева и уборки урожая, увеличения материальных затрат, перехода на более устойчивые к засухе сорта сельскохозяйственных растений (Schierhorn et al., 2020) и др.

В связи с изменением климата рекомендуется диверсифицировать как структуру посевной площади, переходя на засухоустойчивые культуры, так и сельскохозяйственное производство области в целом в пользу традиционных экстенсивных отраслей животноводства в южных сухостепных районах, где изменение климата в будущем может отрицательно сказаться на урожайности зерновых культур (Schierhorn et al., 2020). Целесообразно расширение производства зерна в северных степных районах, которые оказались в наиболее выигрышном положении от

климатических изменений.

Перспективным направлением в современном аграрном секторе считается развитие органического сельского хозяйства, что имеет немало благоприятных предпосылок в Акмолинской области (Григорук, Климов, 2016). Немаловажно оказать более интенсивную государственную поддержку сельхозпроизводителям области, в первую очередь крестьянским, фермерским и личным подсобным хозяйствам, которые имеют низкую адаптационную способность к неблагоприятным отклонениям погодных и климатических условий в виду низкой технической оснащённости, ограниченного доступа к материально-техническим и финансовым ресурсам (Григорук и др., 2012).

Таким образом, в настоящей статье представлены как обобщение результатов работ широкого списка отечественных и зарубежных исследователей, так и материалы автора, которые в совокупности детально демонстрируют пространственные различия воздействия климатических изменений на сельскохозяйственное производство Акмолинской области, в котором доминирует зерновое хозяйство.

Выводы

Анализ динамики климатических показателей за 1931-2019 гг. показал увеличение среднегодовой температуры воздуха более чем на 1°C и неустойчивый рост годовой суммы осадков по всем наблюдаемым метеостанциям. Основной прирост средней температуры пришёлся на 1961-1990 гг. Изменение регионального климата происходит главным образом за счёт повышения средних температур и количества осадков холодных месяцев (ноябрь-март). Тёплые месяцы имеют практически нулевое или незначительное увеличение средних температур воздуха и сумм осадков.

Пространственная дифференциация климатических изменений за 1931-2019 гг. выражена в соответствии с физико-географическими особенностями региона. Северная подзона степи в пределах возвышенности Кокшетау характеризуется относительно малым приростом среднегодовой температуры (1.0...1.5°C) и наибольшим в области увеличением годовой суммы осадков (на 75-125 мм). В южной подзоне степи средняя многолетняя температура увеличилась на 1.6...1.8°C, а количество осадков – на 20-40 мм. Максимальное увеличение среднегодовой температуры (на 1.8...2.5°C) в пределах области и значимый прирост в годовой сумме осадков (на 59-66 мм) зафиксированы на МС Жалтыра и Нур-Султана, расположенных в сухостепной зоне.

Современные климатические тенденции, социально-экономические и институциональные изменения уже привели к увеличению средней урожайности зерновых культур и посевной площади в Акмолинской области с 1999 по 2019 гг. При этом колебание урожайности по годам обусловлено нестабильными климатическими условиями региона, что подтверждают результаты корреляционного анализа. Сильная зависимость урожайности зерновых культур от климатических характеристик теплого периода создаёт предпосылки для снижения урожайности в сухостепных и южных степных районах в будущем при сохранении современного уровня культуры земледелия и прогнозируемом продолжении роста средних температур. Вместе с тем в северных степных районах области более интенсивные тренды климатических показателей холодных месяцев благоприятствуют повышению урожайности и расширению сельскохозяйственного производства.

Во избежание негативных последствий климатических изменений необходимо внедрять адаптационные мероприятия в сельском хозяйстве, диверсифицировать аграрное производство в сухостепных и южных степных районах в пользу засухоустойчивых культур и экстенсивных отраслей животноводства, стимулировать развитие органического сельского хозяйства, а также оказать интенсивную поддержку наиболее уязвимым категориям сельхозпроизводителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник. 2017 / Ред. С.С. Байшолоанов. Астана. 133 с.
- Болданов Т.А., Мухин Г.Д.* 2019. Экологическая адаптация сельскохозяйственного землепользования в условиях изменения климата в Республике Бурятия // Аридные экосистемы. Т. 25. № 1 (78). С. 10-19. [*Boldanov T.A., Mukhin G.D.* 2019. Ecological Adaptation of Agricultural Land Use under Climate Change in the Republic of Buryatia // Arid Ecosystems. Vol. 9. No. 1. P. 7-14.]
- Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство). 2018 / Ред. А.И. Бедрицкий. М.: ГЕОС. 285 с.

- Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В., Байшолонов С.С. 2012. Акмолинская область: климат и урожай. Алматы. 88 с.
- Григорук В.В., Климов Е.В. 2016. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане. Анкара: ФАО. 168 с.
- Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А. 1971. Казахстан. Очерк природы. М.: Мысль. 295 с.
- Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. 2020 [Электронный ресурс <https://old.stat.gov.kz/faces/> (дата обращения: 12.07.2020)].
- Мухин Г.Д. 2013. Климатические изменения и сельскохозяйственное землепользование: проблемы и перспективы // Рациональное природопользование: традиции и инновации. М.: Издательство МГУ. С. 80-83.
- Погода и климат. 2020 [Электронный ресурс <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 18.07.2020)].
- Сиротенко О.Д., Грингоф И.Г. 2006. Оценки влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации // Метеорология и гидрология. № 8. С. 92-101.
- Утешев А.С. 1959. Климат Казахстана. Л.: Гидрометеиздат. 370 с.
- Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. 2011. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды // Известия Алтайского государственного университета. № 3-2 (71). С. 50-55.
- Kirilenko A.P., Dronin N.M. 2011. Climate change impacts and adaptations in the countries of the former Soviet Union // Crop Adaptation to Climate Change. P. 84-106.
- Reyer C.P.O., Otto I.M., Adams S., Albrecht T., Baarsch F., Carlsburg M., Coumou D., Eden A., Ludi E., Marcus R., Mengel M., Mosello B., Robinson A., Schleussner C.F., Serdeczny O., Stagl J. 2015. Climate change impacts in Central Asia and their implications for development // Regional Environmental Change. No. 17. P. 1639-1650.
- Schierhorn F., Hofmann M., Adrian I., Bobojonov I., Müller D. 2020. Spatially varying impacts of climate change on wheat and barley yields in Kazakhstan // Journal of Arid Environments. No. 178. 8 p.
- Sommer R., Glazirina M., Yuldashev T., Otarov A., Ibraeva M., Martynova L., Bekenov M., Kholov B., Ibragimov N., Kobilov R., Karaev S., Sultonov M., Khasanova F., Esanbekov M., Mavlyanov D., Isaev S., Abdurahimov S., Ikramov R., Shezdyukova L., de Pauw E. 2013. Impact of climate change on wheat productivity in Central Asia // Agriculture, Ecosystems & Environment. No. 178. P. 78-99.
- World Bank. 2014. Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal. Washington, DC: World Bank. 320 p.