

Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края

С.А. Антонов, к.г.н., ФГБНУ Ставропольский НИИСХ

Ставропольский край – важнейший аграрный регион Российской Федерации. Ведущей отраслью экономики края является сельское хозяйство, которое обеспечивает более 30% прибыли. Площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 5,8 млн га (87% от общей площади края), из них 4 млн га пашня и 1,8 млн га сенокосы и пастбища. В крае производится 8–10% российского объёма зерна.

Крайне негативно на развитие сельскохозяйственного производства края повлияла аграрная реформа (1994–2001 гг.). В этот период отмечалось резкое падение животноводческой продукции. поголовье крупного рогатого скота сократилось в 8,6 раза. Основными причинами сложившейся ситуации являются непродуманная ценовая политика, низкий уровень государственной поддержки, отсутствие цивилизованного рынка сельскохозяйственной продукции. Сокращение продукции животноводства способствовало увеличению в 6 раз площадей под зерновыми за счёт сокращения кормовых культур, что привело к формированию экологически неблагоприятной структуры посевных площадей. По данным 2015 г., площади, занятые зерновыми культурами в крае, составляют 74% от посевных площадей.

Ставропольский край расположен на юго-западе территории Российской Федерации и обладает уникальной ландшафтной структурой, где сочетаются особенности Русской равнины и Большого Кавказа. Детальное почвенно-климатическое районирование территории было проведено в 1957 г. В результате было выделено четыре сельскохозяйственных зоны, для которых были разработаны системы земледелия, адаптированные к провинциальным особенностям ландшафтов и принципиально различающиеся по условиям увлажнения (гидротермический коэффициент (ГТК) апрель–октябрь за период 1961–1970 гг.): крайне засушливая зона (ГТК = 0,63); засушливая зона (ГТК = 0,8); неустойчиво увлажнённая (ГТК = 0,93); достаточного увлажнения (ГТК = 1,25).

В настоящее время отмечается глобальное потепление климата, которое в разных регионах имеет свои особенности. Так, в наибольшей степени оно проявляется в Северном полушарии на территориях между 40–70° с. ш. над засушливыми областями. Характерными последствиями глобального потепления являются изменения агроклиматических условий возделывания культур [1]. Игрет роль не только определение самого факта изменения климата, а также направление и прогноз величины будущих изменений. Вопросами прогноза глобального климата занимается Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), которая была создана в 1988 г. при содействии Всемирной метеорологической организации и ЮНЕП – организации при ООН по охране окружающей среды. В рамках работы МГЭИК были подготовлены пять оценочных докладов по вопросу изменения климата. В основу прогноза глобального изменения климата положен набор моделей общей циркуляции атмосферы и океана. Согласно пятому оценочному докладу МГЭИК, подготовленному в 2013–2014 гг., за период с 1880 г. по 2012 г. повышение средней глобальной годовой температуры приземного воздуха составило от 0,65 до 1,06°C. К 2100 г. рост годовой температуры воздуха в мире по всем анализируемым сценариям превысит 1,5°C, а один из сценариев прогнозирует её повышение более чем на 4°C. Прогнозируется увеличение частоты опасных гидрометеорологических явлений, таких, как аномальная температура и осадки ливневого характера [2].

Изменение климата имеет свои региональные особенности, поскольку географически и экономически Ставропольский край находится в зоне риска. Анализ изменений метеорологических факторов, которые больше других влияют на производственный процесс, представляет важный научный и практический интерес. Прогнозирование региональных особенностей климата осуществляется при помощи региональных климатических моделей (РКМ). В Главной геофизической обсерватории им. Воейкова Росгидромета разработана РКМ для территории России с пространственным раз-

решением 25 км, которая призвана дать описание количественных характеристик влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство [3]. Знание направлений и темпов изменения климатических условий является основанием для разработки и совершенствования систем земледелия региона. От того, насколько быстро и эффективно сельское хозяйство адаптируется к выявленным и прогнозируемым изменениям климата, будет зависеть продовольственная безопасность нашей страны [4].

Цель исследования – выявить региональные особенности изменения климата в Ставропольском крае и разработать направления корректировки основных звеньев систем земледелия.

Материал и методы исследования. Исследование было проведено на базе лаборатории ГИС-технологий ФГБНУ «Ставропольский НИИСХ».

Анализ тенденций изменения климата Ставропольского края был проведён по данным 16 действующих метеостанций Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период с 1961 г. по 2016 г. В основу математического обоснования изменений климата были положены следующие статистические методы: расчёт средних арифметических значений, ошибки среднего, скользящих значений, создание регрессионных моделей с оценкой степени их достоверности.

В качестве основного инструмента автоматизации процесса хранения, обработки, анализа и выдачи информации по агроклиматическим показателям территории Ставропольского края была использована информационно-аналитическая система (ИАС) «Агроклиматический потенциал территории». ИАС была разработана в Ставропольском НИИСХ в 2012 г. (авторское свидетельство № 2012618795, выдано ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности») и находится в свободном доступе [5].

Изменение климата было оценено на основании анализа динамики следующих показателей: температуры воздуха, количества осадков, гидро-термического коэффициента (ГТК по Г.Т. Селянину) [6], биоклиматического потенциала (БКП по Д.И. Шашко) [7].

Результаты исследования. Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации в качестве нормы рекомендуется рассматривать не менее чем 30-летний период наблюдений за климатическими показателями. Согласно справочнику «Агроклиматические ресурсы Ставропольского края» (1971 г.), в качестве нормы рассматривается период 1931–1960 гг. По нашему мнению, использование периода 1931–1960 гг. не позволит получить объективных оценок изменения климата. Для выявления региональных особенностей изменения климата в качестве нормы мы рассматривали период 1961–1990 гг.

На основе базы данных Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по 16 действующим метеостанциям Ставропольского края мы проанализировали динамику основных климатических показателей, используя функциональные возможности ИАС «Агроклиматический потенциал территории».

Термические ресурсы в крае довольно высоки. Так, например, норма среднегодовой температуры воздуха по краю составляет в среднем $+10,0 \pm 0,19^\circ\text{C}$, температура вегетационного периода года (апрель–октябрь) $+17,0 \pm 0,11^\circ\text{C}$, температура холодного времени года (ноябрь–март) $+0,1 \pm 0,23^\circ\text{C}$. Анализ отклонений среднегодовой температуры воздуха по Ставропольскому краю от нормы показал её устойчивый рост. Начиная с 1998 г. по отдельным годам отклонение превышает $+1,5^\circ\text{C}$ (рис. 1).

Распределение термических ресурсов по территории края носит синхронный характер. Коэффициент корреляции между среднемесячными температурами по отдельным метеостанциям изменяется от 0,95 до 0,98, в связи с этим тенденции изменения температуры в среднем по краю будут характерны и для отдельно взятой территории.

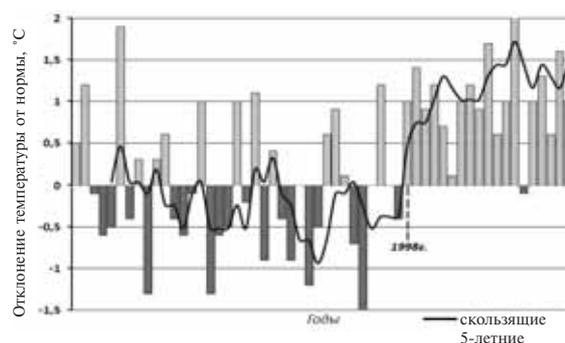


Рис. 1 – Отклонение температуры воздуха в Ставропольском крае от нормы за период 1961–2016 гг.

Анализ направления и темпов изменения годовой температуры в крае по уравнению регрессии показал, что тренд температуры статистически достоверен и имеет восходящий характер со скоростью роста $+0,2^\circ\text{C}/10$ лет. При этом за последние 20 лет (1997–2016 гг.) отмечается ускорение темпов роста температуры до $+0,34^\circ\text{C}/10$ лет.

Дополнительно поступающее тепло расширяет спектр возделываемых теплолюбивых культур в крае, таких, как нут, могар, хлопчатник и т.д. Сумма активных температур в среднем по краю за период 1997–2016 гг. возросла на 220°C – с 3432°C до 3652°C .

Выявленный рост годовой температуры неравномерно распределяется по месяцам (рис. 2). Сравнение температуры периода 1997–2016 гг. с нормой показало, что наибольший рост характерен для холодных месяцев – январь $+1,5^\circ\text{C}$, февраль $+1,6^\circ\text{C}$, март $+1,8^\circ\text{C}$, что наряду с ростом температуры в октябре $+1,2^\circ\text{C}$, является благопри-

ятной тенденцией для развития озимых культур. Выявленная тенденция способствует улучшению условий перезимовки озимых, увеличению продолжительности осенней вегетации и более раннему её возобновлению весной. По данным Прикумской опытно-селекционной станции СНИИСХ, разница между урожайностью озимой пшеницы ранних и поздних сроков возобновления весенней вегетации в крайне засушливой зоне Ставропольского края составляет 9,7 ц/га по чистому пару и 13,7 ц/га по зерновым [8].

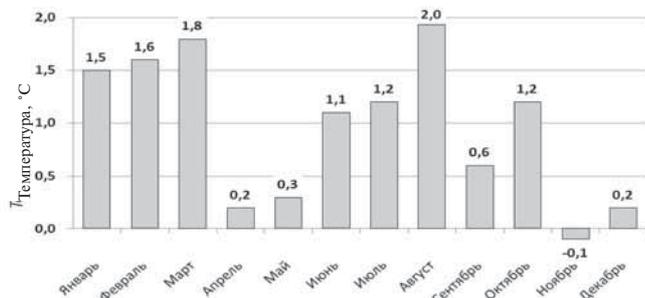


Рис. 2 – Внутригодовой прирост температуры по территории Ставропольского края за 1997 – 2016 гг. по сравнению с нормой

Потепление зимнего периода оказывает влияние и на ранние яровые культуры, увеличивая вероятность сева в февральские окна, что требует подготовки зяби по типу полупара – вспашка сразу после уборки предшественника с последующим выравниванием и культивацией полей, предназначенных под посев ранних яровых культур.

Рост температуры в зимний период также имеет и негативные последствия: увеличение расхода влаги на испарение, рост опасности развития болезней, вредителей озимых культур за счёт улучшения условий их перезимовки.

Влагообеспеченность является основным лимитирующим фактором развития сельскохозяйственного производства в Ставропольском крае. Годовая сумма осадков в крае составляет $500 \pm 8,1$ мм, при этом распределены осадки по краю неравномерно, с уменьшением их количества с запада (592 мм) на восток (365 мм).

Тренд годового количества осадков в среднем по территории края имеет восходящий характер и статистически достоверен с динамикой роста осадков 12 мм/10 лет. Однако по отдельным годам отмечаются значительные флуктуации этого показателя, что подтверждается анализом отклонений этого показателя от нормы (рис. 3). Так, в 1986 г. отмечался значительный недобор осадков (-139,5 мм) относительно нормы, а на следующий год значительное превышение (+136,5 мм), что свидетельствует о значительной флуктуации количества осадков и крайней неравномерности их выпадения по территории края.

Однако за период 1987 – 2016 гг. отмечается увеличение более чем в 2 раза процентов лет с по-

ложительными отклонениями от нормы – с 33 до 70% лет по сравнению с 1961 – 1986 гг. При этом в 27% лет, начиная с 1987 г., рост годового количества осадков превышает 100 мм. Анализ годового количества осадков в период интенсивного роста температуры (1997 – 2016 гг.) по сравнению с нормой показал также положительную динамику (+23,7 мм). Сравнение среднемесячного количества осадков за период 1997 – 2016 гг. и нормы позволило выявить их значительный недобор в летние месяцы (-12,5 мм), что на фоне значительного роста температуры в этот период крайне неблагоприятно сказывается на развитии пропашных культур (сои, кукурузы и подсолнечника). Снижение количества осадков в июне-июле способствует формированию благоприятных условий при проведении уборки озимых культур в крае. Значительный недобор осадков в августе (-7,6 мм) увеличивает напряжённость периода подготовки почвы под озимые. Рост осадков в октябре (+12,2 мм) на фоне увеличения теплообеспеченности этого месяца способствует дружному появлению всходов и хорошему развитию озимых даже при поздних сроках сева. Дополнительные осадки в марте (+11,7 мм) способствуют формированию оптимальных запасов влаги после перезимовки, что на фоне раннего возобновления весенней вегетации способствует получению высоких урожаев озимых.

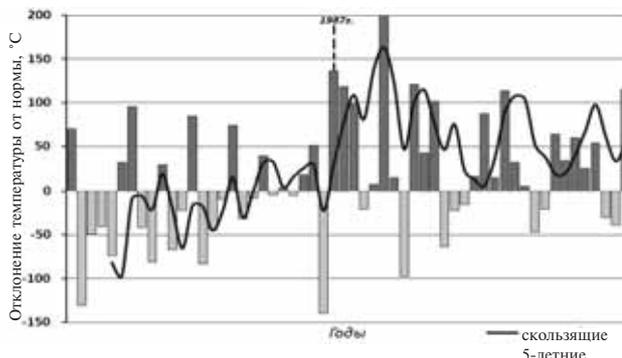


Рис. 3 – Отклонение годового количества осадков в Ставропольском крае от нормы за период 1961 – 2016 гг.

Выявленные тенденции изменения температуры и осадков в Ставропольском крае подтверждаются расчётом ГТК, как производного показателя температуры и осадков (табл.). Наиболее значительное снижение ГТК наблюдается в августе (-0,17) и июне (-0,11), при этом увеличение ГТК октября с 0,54 до 0,79 способствовало выходу его из категории месяцев с преобладанием засухи (ГТК < 0,6) по классификации Г.Т. Селянинова [6]. При этом первая и вторая половина вегетационного периода неодинаковы по условиям увлажнения, весенне-летний период более увлажнённый (ГТК = 1,21), а летне-осенний характеризуется более частым проявлением засушливых явлений (ГТК = 0,75). В целом ситуация с увлажнением этих периодов кардинально не изменилась за последние 20 лет.

Гидротермический коэффициент, осреднённый по территории Ставропольского края

Период	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Апрель–июнь	Июль–октябрь
Норма	1,03	1,21	1,29	0,83	0,82	0,71	0,54	1,23	0,77
1997–2016 гг.	0,96	1,31	1,18	0,77	0,65	0,84	0,79	1,21	0,75

В основу агроклиматического районирования территории Ставропольского края была положена методика, предложенная Г.Т. Селяниновым, которая предполагает выделение агроклиматических районов на основе значений ГТК с дальнейшей их дифференциацией на зоны по сумме активных температур вегетационного периода и характеристике суровости зимнего периода. В связи с изменением климата в крае необходимо провести новое агроклиматическое районирование территории на основании современных климатических условий.

Анализ изменения биоклиматического потенциала (БКП) по Д.И. Шашко, который является обобщённым показателем биопродуктивности климата, показал его рост в среднем по краю с 1,7 за период 1961–1990 гг. до 2,4 за период 1997–2016 гг. Причём наиболее значительное увеличение этого показателя отмечено на востоке края, где преобладают засушливые условия. Согласно классификации Д.И. Шашко значение БКП = 2,4 соответствует зоне с климатически обусловленной урожайностью зерновых 27,7–35,7 ц/га. В среднем за последние пять лет отмечены аномально высокие значения БКП = 2,9 в среднем по краю, что соответствует зоне с высокой продуктивностью на уровне 35,8–43,7 ц/га зерновых культур.

Выводы. Установлены региональные особенности изменения климата в Ставропольском крае, которые требуют оперативной адаптации отдельных звеньев систем земледелия по следующим направлениям: изменение границ зональных систем земледелия; пересмотр структуры посевных площадей за счёт расширения посевов зернобобовых, кормовых культур, в том числе и многолетних трав; оптимизация зон и площадей размещения чистых паров за счёт замещения их занятыми парами или зернобобовыми культурами; борьба с различными видами эрозии путём расширения площадей с по-

чвозащитной организацией территории; создание сортов и гибридов с высокой потенциальной продуктивностью с высокой экологической устойчивостью; корректировка элементов технологии возделывания ведущих сельскохозяйственных культур, таких, как перенос сроков борьбы с сорняками озимых на осенний период; сдвиг сроков сева озимой пшеницы в сторону более поздних сроков; применение весенних азотных подкормок должно стать обязательным элементом технологии; применение адаптированных к местным условиям способов обработки почвы; внедрение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, например технологии без обработки почвы (No-till).

Литература

1. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата (резюме коллективной монографии). СПб., 2009. 94 с.
2. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
3. Катцов В.М. Оценка климатических воздействий на сельское хозяйство России в первой половине XXI века: современные возможности физико-математического моделирования / В.М. Катцов, В.П. Мелешко, Е.И. Хлебникова, И.М. Школьник // *Агрофизика*. 2011. № 3. С. 22–30.
4. Сиротенко О.Д. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства / О.Д. Сиротенко, А.Д. Клещенко, В.Н. Павлова, Е.В. Абашина, А.К. Семендяев // *Агрофизика*. 2011. № 3. С. 31–39.
5. Информационно-аналитическая система «Агроклиматический потенциал Ставропольского края» / С.А. Антонов, Л.И. Желнакова, О.В. Петин. [Электронный ресурс]. Михайловск: ГНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии, 2010.: URL: <http://www.sniish.ru/climate/> Загл. с экрана. (Дата обращения: 20.04.2017).
6. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР // *Вопросы агроклиматического районирования СССР*. М.: Изд-во Мин. с.-х. СССР, 1958. С. 18–26.
7. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 248с.
8. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Ставрополь, 2013. 520 с.