

УДК 663:551.50

Оценка уязвимости пастбищ Южного Казахстана к изменению климата

С.С. Байшолонов¹, М.А. Абдрахметов², Г.М. Аблайсанова²

¹Международный научный комплекс «Астана»,
г. Астана, Республика Казахстан;

²РГП «Казгидромет» Министерства экологии, геологии и природных
ресурсов Республики Казахстан, г. Нур-Султан, Республика Казахстан
saken_baisholan@mail.ru, abdrahmetov@kazhydromet.kz, gulsun@mail.ru

Исследована уязвимость пастбищных угодий Южного Казахстана к изменению климата. Прогнозирована теплообеспеченность и влагообеспеченность вегетационного периода пастбищных растений в условиях ожидаемого климата 2030 и 2050 гг. К 2050 г. ожидается увеличение теплообеспеченности на 15 %, снижение влагообеспеченности на 4–10 %, усиление засушливости климата на 5–10 %. Прогнозируются урожайность пастбищных растений, скотоемкость и оптимальная пастбищная нагрузка в условиях ожидаемого климата 2030 и 2050 гг. К 2050 г. ожидается снижение урожайности равнинных пастбищ на 10–25 %, горных пастбищ – на 30–40 %. Это приведет к уменьшению скотоемкости и увеличению оптимальной пастбищной нагрузки на равнинных пастбищах на 10–24 %, на горных пастбищах – на 40 %.

Ключевые слова: пастбище, изменение климата, теплообеспеченность, влагообеспеченность, урожайность, скотоемкость

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2020-1-190-203>

Vulnerability of the pastures of Southern Kazakhstan to climate change

S.S. Baisholanov¹, M.A. Abdrahmetov², G.M. Ablaisanova²

¹International Science Complex “Astana”, Astana, Republic of Kazakhstan

²RSE “Kazhydromet” Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources
of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
saken_baisholan@mail.ru, abdrahmetov@kazhydromet.kz, gulsun@mail.ru

A vulnerability of pastures in Southern Kazakhstan to climate change is investigated. The heat availability and moisture availability of the vegetation period of pasture plants under conditions of the expected climate in 2030 and 2050 are predicted. By 2050, it is expected that the heat availability will increase by 15 %, the moisture availability will decrease by 4–10 %, and the climate aridity will grow by 5–10 %. The productivity of pasture plants, livestock capacity, and optimum pasture load under conditions of the expected climate in 2030 and 2050 are predicted. By 2050, the productivity is expected to decrease by 10–25 % for the plain pastures and by 30–40 % for the mountain pastures. This will lead to the reduction in livestock capacity and to the increase in the optimum pasture load by 10–24 % for the plain pastures and by 40 % for the mountain pastures.

Keywords: pasture, climate change, heat availability, moisture availability, productivity, livestock capacity, optimum pasture load

Введение

Естественные пастбища Казахстана являются основным источником обеспечения скота кормом. В республике площадь естественных пастбищ составляет 180,4 млн га, из них улучшены более 5,9 млн га, обводненными являются более 105,2 млн га. Соответственно, пригодными для выпаса скота являются 111,2 млн га пастбищ. Более 80 % всего поголовья сельскохозяйственных животных сосредоточено в частных подворьях, большинство из которых выпасаются в радиусе 5–7 км от населенных пунктов. В результате около 27,1 млн га пастбища деградированы [8].

Президентом Казахстана 20 февраля 2017 года был утвержден Закон Республики Казахстан о пастбищах. Закон основывается на принципе рационального использования пастбищ, что предполагает научное обоснование использования пастбищ с учетом климатических условий региона.

Продуктивность пастбищ находится в прямой зависимости от агрометеорологических условий вегетационного периода. Нами в [1] была оценена теплообеспеченность, влагообеспеченность и засушливость вегетационного периода, урожайность пастбищных растений, скотоемкость и оптимальная пастбищная нагрузка при весеннем, летнем и осеннем выпасе овец в южной половине Казахстана в условиях современного климата.

Целью данной статьи является агроклиматическая оценка состояния пастбищ южной половины Казахстана, ожидаемого в условиях климата до 2050-х годов. Для достижения цели были спрогнозированы тепло- и влагообеспеченность вегетационного периода, урожайность пастбищных растений, скотоемкость и оптимальная пастбищная нагрузка при летнем выпасе овец в условиях ожидаемого климата 2030 и 2050 годов.

Ранее в [5, 6] нами была рассмотрена многолетняя динамика урожайности пастбищных растений в южной половине Казахстана и дан прогноз их изменения в связи с изменением климата.

Также надо отметить, что в 2015–2017 гг. ТОО «КазНИИ животноводства и кормопроизводства» совместно с ТОО «Институт географии» выполняли проект «Устойчивое управление пастбищными ресурсами с использованием ГИС-технологий». Была разработана карта кормовых ресурсов Казахстана в масштабе 1:1500000, отражающая типологию пастбищной растительности, сезонность ее использования, среднегодовую урожайность, кормоемкость и кормозапас [3].

В Практическом руководстве [7] анализируется уязвимость пастбищ Кыргызстана к изменению климата. В нем говорится, что в результате воздействия изменения климата на пастбищные экосистемы животноводство станет более рискованным и нерентабельным из-за отсутствия кормов, недокорма скота и его падежа. Снизится урожайность пастбищ и возникнет необходимость пересмотра нагрузок в сторону увеличения в связи с тенденцией роста скота. Произойдет смещение поясов

растительности, увеличение площади пустынных и полупустынных пастбищ (до 30 %), потеря весенне-осенних эфемерных пастбищ (до 70 %) [7].

Настоящая статья является продолжением [1] и подготовлена на основе результатов исследований по проекту Программы развития ООН (ПРООН) «Разработка Национального сообщения Республики Казахстан в рамках РКИК ООН и Двухгодичного доклада».

Исходные данные и методы исследования

В работе были использованы материалы метеорологических станций (МС) РГП «Казгидромет» Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭГПР РК). Привлекались данные наблюдений за урожайностью пастбищ на 14 агрометеорологических станциях (Аул-4, Айдарлы, Асы, Уланбель, Мойынкум, Тасты, Кызылкум, Злиха, Карак, Сам, Кызан, Аккудук, Аяккум, Кызылтау).

Для характеристики будущего климата были использованы вероятностные прогнозы средней месячной температуры воздуха и месячных сумм осадков на 2030 и 2050 годы, подготовленные климатологами РГП «Казгидромет». Ими использовалась ансамбль из 21 модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), подготовленный в рамках 5-й фазы Международного проекта сравнения (CMIP5). Основу расчетов составила группа сценариев антропогенных выбросов – Representative Concentration Pathways (RCP): RCP4.5 – изменение климата по сценарию стабилизации выбросов парниковых газов; RCP8.5 – изменение климата по сценарию с весьма высоким уровнем выбросов парниковых газов [9].

Нами в расчетах были использованы сценарии температуры воздуха и сумм осадков за два последовательных 20-летних периода: 2020–2039 гг. с серединой в 2030 г. и 2040–2059 гг. с серединой в 2050 году.

Теплообеспеченность вегетационного периода пастбищных растений характеризуется суммой активных температур воздуха выше +5 °С, датой устойчивого перехода температуры воздуха через +5 °С и продолжительностью периода с температурой выше этого предела.

Влагообеспеченность вегетационного периода в условиях Казахстана характеризуется суммой осадков и коэффициентом увлажнения (К), а засушливость климата – гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова (ГТК) [4]. При этом были учтены осадки холодного периода с октября по апрель, а теплого периода – с мая по сентябрь, а также сумма температур с мая по сентябрь:

$$K = \frac{0,5 \sum R_{10-4} + \sum R_{5-9}}{0,12 \sum T_{5-9}}; \quad (1)$$

$$ГТК = \frac{\sum R_{5-9}}{0,1 \sum t_{5-9}}, \quad (2)$$

где $\sum R_{10-4}$ – сумма осадков за октябрь–апрель, мм; $\sum R_{5-9}$ – сумма осадков за май–сентябрь, мм; $\sum t_{5-9}$ – сумма суточных температур воздуха выше 10 °С за период май–сентябрь, °С.

Продуктивность пастбищ характеризуется урожайностью воздушно-сухой массы пастбищных растений в ц/га. Ранее в 2012 г. нами были получены регрессионные уравнения зависимости урожайности пастбищных растений от температуры воздуха и осадков для равнинных пастбищ юга Казахстана, которые были использованы для оценки уязвимости пастбищ при подготовке III–VI Национального Сообщения Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата [5]. Данные регрессионные уравнения были пересмотрены на основе дополненных за 2011–2017 гг. данных. Были использованы многолетние ряды урожайности (1981–2000 и 2007–2017 гг.), среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков по рассматриваемым 14 МС (в 2001–2006 гг. на пастбищах не были проведены наблюдения). Полученные регрессионные уравнения были проверены на достоверность с помощью коэффициентов множественной корреляции, Стьюдента и Фишера. Множественные коэффициенты корреляции полученных уравнений составляли 0,53–0,72, коэффициенты Стьюдента и Фишера превышали их критические значения при 5%-ном уровне значимости (95 % обеспеченность). Соответственно, полученные регрессионные уравнения были использованы для прогноза урожайности пастбищных растений в условиях климата 2030 и 2050 годов.

Урожайности пастбищ юга Казахстана в многолетней динамике свойственно повышение урожайности с середины 1990-х гг. и снижение в последнее десятилетие. В течение вегетационного периода максимум урожайности наблюдается в июне – начале июля [1, 6].

Ведущими отраслями животноводства республики являются овцеводство и скотоводство. В период с 1990 по 1998 г. численность крупного рогатого скота уменьшилась с 9,8 млн до 3,9 млн голов, а овец и коз – с 35,7 млн до 9,5 млн голов. К 2019 году численность овец и коз достигла 18,6 млн, крупного рогатого скота – 7,2 млн голов.

К числу важных характеристик пастбищ, кроме их урожайности, относится скотоемкость пастбища и оптимальная пастбищная нагрузка. Под скотоемкостью пастбища понимается количество животных (голов) на 1 га площади, которых можно прокормить в течение одного месяца или за весь пастбищный период. Скотоемкость пастбища можно определить по формуле:

$$N = \frac{Y \times i}{k \times d}, \quad (3)$$

где N – скотоемкость пастбища, гол./га; Y – средняя урожайность пастбища за период d , кг/га; i – коэффициент использования пастбища; k – потребная суточная норма корма на одно животное, кг/гол.сут; d – выпасной период, сут.

Оптимальная пастбищная нагрузка (N_0 , га/гол.) – оптимальная нагрузка скота на пастбища, определяется как площадь пастбища, необходимая для выпаса одного животного за месяц или за весь пастбищный период. Скотоемкость пастбища и оптимальная пастбищная нагрузка между собой находятся в обратной зависимости.

Подробное описание методики расчета скотоемкости пастбища и оптимальной пастбищной нагрузки в нашем исследовании приведено в [1].

Оценка данных и других показателей естественных пастбищ отражена в ранее изданных трудах ученых-пастбищеводов, например в трудах С.А. Бедарева, Г.А. Баляна, Б.А. Быкова, Л.Я. Курочкиной, Ж.А. Жамбакина, Е.Н. Коробовой, А.А. Тореханова, И.И. Алимаева, Л.В. Лебедь, Е.В. Антиповой и др. Например, в [2] дается агрометеорологическое обоснование рационального использования некоторых пастбищ в Алматинской области на основе расчета нагрузки скота на пастбища и кормоемкости пастбищ.

Результаты исследований

Для прогноза агроклиматических условий вегетационного периода пастбищных растений и их урожайности в условиях климата 2030 и 2050 гг. были использованы вероятностные прогнозы средней месячной температуры воздуха и месячных сумм осадков по сценариям изменения климата РТК4.5 и РТК8.5.

Теплообеспеченность вегетационного периода. Для оценки изменения теплообеспеченности вегетационного периода в 2030 и 2050 гг. были рассчитаны прогнозные значения даты устойчивого перехода температуры воздуха через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ весной и осенью, продолжительность этого периода, а также суммы активных температур воздуха выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сценариям РТК4.5 и РТК8.5, которые сопоставлялись со значениями современного климата (среднее за период 1981–2017 гг.).

Надо отметить, что разница средней за лето температуры воздуха в условиях климата 2030-х гг. и современного климата в среднем по рассматриваемым 14 МС составила по сценарию РТК4.5 – $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, по сценарию РТК8.5 – $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; климата 2050-х гг.: по сценарию РТК4.5 – $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, по сценарию РТК8.5 – $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Расчеты показали, что в 2030-х гг. дата устойчивого перехода температуры воздуха через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ наступит на 1–3 сут раньше весной и на 2–4 сут позже осенью. Соответственно удлиняется период с температурой воздуха выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 3–7 сут, т. е. удлиняется продолжительность вегетационного периода. Также и суммы активных температур воздуха выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в ожидаемом климате 2030-х гг. заметно увеличатся по сравнению с современным климатом на 6–12 %. При этом чуть большее изменение ожидается по сценарию РТК8.5.

К 2050 г. дата перехода температуры воздуха выше 5 °С на равнинной территории наступит весной раньше на 4–5 сут и осенью позже на 6–8 сут, а в горном пастбище Асы – на 12 сут раньше и позже соответственно. Период с температурой воздуха выше 5 °С на равнинной территории удлинится на 9–12 сут, а в горном пастбище Асы – на 24 сут. При этом большее изменение ожидается по сценарию РТК8.5. Суммы активных температур воздуха выше 5 °С ($\Sigma T > 5$) в ожидаемом климате 2050-х гг. увеличатся по сравнению с современным климатом на 10–16 % (табл. 1).

Таблица 1. Суммы активных температур воздуха выше 5 °С ($\Sigma T > 5$), в условиях современного климата (СК) и климата 2050-х гг. по сценариям РТК4.5 и РТК8.5

Table 1. The sums of active air temperatures above 5 °С ($\Sigma T > 5$), in the conditions of current climate (CC) and the climate of 2050 according to the scenarios RTK4.5 and RTK8.5

Метеостанция	$\Sigma T > 5$		
	СК	РТК4.5	РТК8.5
Алматинская область			
Аул-4	3827	4317	4471
Айдарлы	4145	4616	4779
Асы	1393	1837	2023
Жамбылская область			
Уланбель	4216	4695	4853
Мойынкум	4163	4652	4818
Туркестанская область			
Тасты	4324	4828	4978
Кызылкум	4952	5467	5604
Кызылординская область			
Злиха	4229	4751	4904
Карак	4353	4846	5003
Мангистауская область			
Сам	4266	4735	4889
Кызан	4508	4951	5104
Аккудук	4813	5290	5428
юг Актыубинской области			
Аяккум	3907	4361	4515
юг Карагандинской области			
Кызылтау	2690	3179	3301

Таким образом, в условиях дальнейшего потепления климата к 2050 г. на исследуемой территории южной половины Казахстана ожидается увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода примерно на 15 %, что удлинит выпасной период на пастбищах. Однако в то же время повышение температуры в середине лета приведет к более раннему выгоранию пастбищных растений и удлинению продолжительности летнего покоя в их вегетации.

Влагообеспеченность вегетационного периода. Для оценки изменения ресурсов влаги были рассчитаны прогнозные значения сумм осадков за год и за теплый период года (апрель–октябрь), а также коэффициент увлажнения (К, рассчитанный за период май–сентябрь) для будущих климатических условий и сопоставлялись со значениями современного климата.

Расчеты показали, что в условиях климата 2030-х гг. годовая сумма осадков будет колебаться около современной нормы, с незначительным увеличением на 2–15 %. Примерно такое же изменение ожидается по сумме осадков за теплый период года. При этом эти изменения примерно одинаковы по обоим сценариям изменения климата.

В условиях климата 2050-х гг. ожидается незначительное изменение годовой суммы осадков, по сценарию РТК4.5 – с незначительным увеличением на 1–15 %, по сценарию РТК8.5 – с незначительным сокращением на 4–10 %.

Согласно нашим расчетам, к 2050 г. ожидается уменьшение значения коэффициента увлажнения К по сценарию РТК4.5 в среднем на 4 %, по сценарию РТК8.5 – на 10 % относительно современных норм (табл. 2). Однако, по качественной оценке, сохраняются сложившиеся на сегодня категории влагообеспеченности, т. е. на горном пастбище в районе МС Асы – избыточная влагообеспеченность, на юге Карагандинской области – недостаточная влагообеспеченность, а на остальной исследуемой равнинной территории юга Казахстана – дефицит влаги.

Таким образом, ожидаемое изменение климата к 2050 г. приведет к снижению влагообеспеченности вегетационного периода пастбищных растений на 4–10 %.

Засушливость вегетационного периода. Для оценки климатической засушливости вегетационного периода был использован ГТК. Согласно нашим расчетам, к 2050 г. ожидается уменьшение значения ГТК по сценарию РТК4.5 в среднем на 5 %, по сценарию РТК8.5 – на 10 % относительно современных норм (табл. 3). Однако, по качественной оценке, на всей территории сохраняются сложившиеся на сегодня категории атмосферной засушливости вегетационного периода, т. е. на горном пастбище в районе МС Асы – не засушливо, на юге Карагандинской области – умеренно засушливо, а на остальной исследуемой равнинной территории – сильно засушливо.

Таблица 2. Оценка влагообеспеченности вегетационного периода пастбищных растений по коэффициенту увлажнения K в условиях современного климата (СК) и климата 2050-х гг. по сценариям РТК4.5 и РТК8.5

Table 2. Assessment of the water availability of the vegetation period of pasture plants by the coefficient of moisture K in the conditions of current climate (CC) and the climate of 2050 according to the scenarios RTK4.5 and RTK8.5

Метеостанция	Коэффициент увлажнения K		
	СК	РТК4.5	РТК8.5
Алматинская область			
Аул-4	0,22	0,22	0,21
Айдарлы	0,38	0,38	0,37
Асы	2,02	1,83	1,73
Жамбылская область			
Уланбель	0,23	0,23	0,22
Мойынкум	0,32	0,31	0,29
Туркестанская область			
Тасты	0,22	0,21	0,20
Кызылкум	0,17	0,16	0,15
Кызылординская область			
Злиха	0,19	0,18	0,17
Карак	0,16	0,16	0,15
Мангистауская область			
Сам	0,27	0,25	0,23
Кызан	0,28	0,26	0,24
Аккудук	0,20	0,19	0,17
юг Актыубинской области			
Аяккум	0,27	0,25	0,23
юг Карагандинской области			
Кызылтау	0,70	0,66	0,63

Примечание к таблице 2

K	Оценка влагообеспеченности
$\leq 0,39$	Сухо или дефицит влаги
0,40–0,59	Умеренный дефицит влаги
0,60–0,79	Недостаточная влагообеспеченность
0,80–0,99	Достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность
1,00–1,39	Оптимальная и устойчивая влагообеспеченность
$> 1,40$	Избыток влаги

Таблица 3. Оценка засушливости климата по ГТК в условиях современного климата (СК) и климата 2050-х гг. по сценариям РТК4.5 и РТК8.5
Table 3. Assessment of the aridity of the climate by the GTK in the conditions of current climate (CC) and the climate of 2050 according to the scenarios RTK4.5 and RTK8.5

Метеостанция	ГТК		
	СК	РТК4.5	РТК8.5
Алматинская область			
Аул-4	0,16	0,15	0,13
Айдарлы	0,28	0,26	0,25
Асы	1,98	1,79	1,68
Жамбылская область			
Уланбель	0,12	0,12	0,11
Мойынкум	0,17	0,17	0,16
Туркестанская область			
Тасты	0,11	0,11	0,11
Кызылкум	0,06	0,06	0,06
Кызылординская область			
Злиха	0,10	0,09	0,09
Карак	0,09	0,08	0,08
Мангистауская область			
Сам	0,18	0,17	0,16
Кызан	0,20	0,19	0,18
Аккудук	0,12	0,12	0,11
юг Актобинской области			
Аяккум	0,18	0,18	0,16
юг Карагандинской области			
Кызылтау	0,47	0,43	0,42

Примечание к таблице 3

ГТК	Степень засушливости
< 0,40	Сильно засушливо
0,40–0,59	Умеренно засушливо
0,60–0,79	Слабо засушливо
≥ 0,80	Не засушливо

Прогноз урожайности пастбищ. Надо отметить, что в южной части Казахстана имеются все виды сезонных пастбищ, позволяющие содержать скот круглый год на подножном корму. Равнинные пастбища в основном характеризуются пустынными и полупустынными типами: полынно-солянковые, биюргуновые, эфемерово-полынно-солянковые

с саксаулом и биургуново-полынные, псаммофитно-кустарниковые с наличием джужгуна, песчаной акацией, астрагалов и других эфемеров, саксауловые с черным и белым саксаулом. В песках Мойынкумы (Жамбылская область) распространены житняково-серополынно-кустарниковые, серополынно-эфемерово-кустарниковые, ковыльно-серополынные и житняково-полынные пастбища. В песках Кызылкумы (юг Кызылординской и Туркестанской областей) распространены эфемеровые и полынно-эфемеровые, полынно-боялычевые и боялычевые, эфемерово-полынный и травянисто-кустарниковый типы в комплексе с саксаульниками. Из крупных кустарников следует отметить джужгуны, песчаную акацию и астрагалы. В пустыне Бетпак-Дала (север Жамбылской и Туркестанской областей) широко распространены серополынно-боялычевые, серополынно-кейреуковые, боялычевые пастбища. В горах распространены злаково-разнотравные, разнотравно-злаково-осоково-кобрезиевые, горно-луговые злаковые пастбища [10].

Прогнозы урожайности пастбищных растений были проведены на основе полученных регрессионных уравнений для условий 2030 и 2050 гг. по сценариям РТК4.5 и РТК8.5. Согласно расчетам, прогнозируется снижение урожайности на равнинных пастбищах южной части Казахстана (Алматинская, Жамбылская, Туркестанская, Кызылординская и Мангистауская области, юг Актюбинской и Карагандинской областей) к 2030 г. на 5–15 %; к 2050 г. по сценарию изменения климата РТК4.5 – на 10–25 %, по сценарию РТК8.5 – на 15–25 %. К изменению климата более уязвимы горные пастбища. В урочище Асы ожидается снижение урожайности пастбищных растений к 2030 г. на 20 %; к 2050 году по сценарию РТК4.5 – на 30 %, по сценарию РТК8.5 – на 40 % (табл. 4).

Таким образом, ожидаемое потепление климата к 2050 г. приведет к снижению урожайности пастбищных растений в южной половине Казахстана, и особенно уязвимы горные пастбища.

Прогноз скотоемкости пастбищ. На основе ожидаемой к 2030 и 2050 гг. урожайности пастбищ были рассчитаны скотоемкость N и оптимальная нагрузка на пастбища (H_0) при летнем (июнь–август) выпасе овец. При этом средняя по отару (50 % молодняк и 50 % взрослое поголовье) летняя норма потребления корма была взята равной 1,6 кг/гол·сут [1].

Снижение скотоемкости пастбищ и увеличение оптимальной нагрузки на пастбища к 2050 г., относительно современных норм, составит на равнинных пастбищах 10–24 %, на горных пастбищах – 30–40 %. Например, в южном Прибалхашье (Ауыл 4) скотоемкость пастбищ понизится от 2,0 гол./га до 1,7 гол./га и, соответственно, оптимальная пастбищная нагрузка увеличится от 0,50 га/гол. до 0,58 га/гол., т. е. для выпаса отары овец потребуется больше пастбищной площади. Более значимое изменение ожидается в горном пастбище урочище Асы, где скотоемкость пастбищ снизится от 13 гол./га до 8 гол./га и, соответственно,

оптимальная пастбищная нагрузка возрастет от 0,08 га/гол. до 0,13 га/гол. (табл. 5). При этом большее изменение ожидается по сценарию изменения климата РТК8.5.

Таблица 4. Средняя за лето урожайность пастбищных растений (У, ц/га) в условиях современного климата (СК) и климата 2050-х гг. по сценариям РТК4.5 и РТК8.5
Table 4. Average summer yield of pasture plants (У, c/ha) in the conditions of current climate (CC) and the climate of 2050 according to the scenarios RTK4.5 and RTK8.5

Метеостанция	У, ц/га		
	СК	РТК4.5	РТК8.5
Алматинская область			
Аул-4	4,2	3,7	3,6
Айдарлы	2,1	1,9	1,8
Асы	27,7	18,6	16,1
Жамбылская область			
Уланбель	3,6	2,7	2,7
Мойынкум	3,8	2,9	2,9
Туркестанская область			
Тасты	2,3	1,9	1,8
Кызылкум	1,1	0,9	0,9
Кызылординская область			
Злиха	4,3	3,4	3,3
Карак	4,2	3,6	3,4
Мангистауская область			
Сам	1,9	1,6	1,5
Кызан	1,5	1,3	1,2
Аккудук	2,6	2,1	1,9
юг Актюбинской области			
Аяккум	3,3	2,8	2,6
юг Карагандинской области			
Кызылтау	7,0	6,3	6,0

Выводы

Проведенные нами исследования показали, что в южной части Казахстана на пастбищные угодья отрицательное воздействие оказывают следующие факторы, ожидаемые к 2050 г.:

1) рост температуры воздуха. Средняя за лето температура воздуха повысится по сравнению с современным климатом по сценарию РТК4.5 в среднем на 2,4 °С, по сценарию РТК8.5 – на 3,0 °С. Такой рост температуры воздуха в середине лета в условиях дефицита влаги приведет к более

раннему выгоранию пастбищных растений и удлинению продолжительности их летнего покоя;

Таблица 5. Скотоемкость N (гол./га) и оптимальная нагрузка на пастбища N_0 (га/гол.) при летнем выпасе овец в условиях современного климата (СК) и климата 2050-х гг. по сценариям РТК4,5 и РТК8,5

Table 5. Livestock capacity N (heads/ha) and the optimal load on pastures N_0 (ha/head) for summer sheep grazing in the conditions of current climate (CC) and the climate of 2050 according to the scenarios RTK4.5 and RTK8.5

Метеостанция	N, гол./га			N_0 , га/гол.		
	СК	РТК4.5	РТК8.5	СК	РТК4.5	РТК8.5
Алматинская область						
Аул-4	2,0	1,8	1,7	0,50	0,56	0,58
Айдарлы	1,0	0,9	0,9	1,00	1,11	1,15
Асы	13,4	9,0	8,0	0,08	0,11	0,13
Жамбылская область						
Уланбель	1,7	1,3	1,2	0,59	0,76	0,82
Мойынкум	1,8	1,4	1,3	0,55	0,71	0,77
Туркестанская область						
Тасты	1,1	0,9	0,9	0,90	1,11	1,15
Кызылкум	0,5	0,4	0,4	1,95	2,26	2,43
Кызылординская область						
Злиха	2,1	1,7	1,6	0,48	0,60	0,63
Карак	2,0	1,8	1,6	0,49	0,57	0,61
Мангистауская область						
Сам	0,9	0,8	0,7	1,10	1,27	1,36
Кызан	0,7	0,6	0,6	1,40	1,65	1,78
Аккудук	1,3	1,0	0,9	0,80	0,97	1,06
юг Актыубинской области						
Аяккум	1,6	1,4	1,3	0,63	0,74	0,79
юг Карагандинской области						
Кызылтау	3,4	3,0	2,9	0,29	0,33	0,35

2) снижение влагообеспеченности вегетационного периода на 4–10 %;

3) усиление засушливости климата на 5–10 %;

4) снижение урожайности равнинных пастбищ на 10–25 %, горных пастбищах – на 30–40 %;

5) снижение скотоемкости и увеличение оптимальной нагрузки на равнинных пастбищах на 10–24 %, на горных пастбищах – на 40 %.

Также можно отметить и другие последствия изменения климата, влияющие отрицательно на состояние пастбища [9]:

- 1) сдвиг зон увлажнения на север;
- 2) увеличение доли ливневых осадков;
- 3) увеличение повторяемости аномально жарких лет.

Есть и положительные стороны изменения климата:

1) увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода примерно на 15 %, что может способствовать увеличению суммарной за вегетацию зеленой массы растительности;

2) удлинение безморозного периода;

3) увеличение содержания CO₂ в атмосфере, способствующее повышению фотосинтетической активности и формирования биомассы.

Таким образом, перечисленные выше факты доказывают уязвимость пастбищных угодий Южного Казахстана к изменению климата, что требует разработки и внедрения адаптационных мер. Например, можно предложить основные пять направлений мер адаптации пастбищных угодий к последствиям потепления климата:

- 1) соблюдение и выполнение положений Закона Республики Казахстан о пастбищах;
- 2) улучшение растительного покрова на деградированных пастбищах;
- 3) обводнение пастбищ и лиманное орошение;
- 4) восстановление отгонно-пастбищной системы содержания животных;
- 5) внедрение системы регулируемого выпаса животных;
- 6) усовершенствование системы мониторинга пастбищ;
- 7) восстановление службы агрометеорологического обеспечения животноводства республики.

Список литературы

1. Абдрахметов М.А., Аблайсанова Г.М., Байшоланов С.С. Оценка агроклиматических условий и состояния пастбищ в южной половине Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2018. № 3 (90). С.15-28.
2. Агрометеорологическое обеспечение овцеводства Казахстана (научно-прикладное справочное издание). Под ред. А.М. Шамен. Алматы, 1998. 330 с.
3. Алимев И.И., Скоринцева И.Б., Смаилов К.Ш., Кушенов К.И., Шанбаев К.Б., Мелдебекова Н.А., Жакипова К.Б. Пастбищные ресурсы Центрального, Северного и Восточного Казахстана в системе ГИС технологий // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2017. № 5-6. С. 30-33.
4. Байшоланов С.С., Павлова В.Н., Жакиева А.Р., Чернов Д.А., Габбасова М.С. Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана / Гидрометеорологические исследования и прогнозы // Труды Гидрометцентра России. 2018. №1 (367). С. 5-13.
5. Байшоланов С.С. Оценка влияния изменения климата, уязвимости природных экосистем и секторов экономики и климатических рисков. Сельское хозяйство // III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2013. С. 139-149.
6. Байшоланов С.С. Состояние и тенденции изменения продуктивности пастбищ в южной половине Казахстана // Вестник КазНУ, Серия географическая. 2007. Вып. 2. С. 34-42.

7. Влияние изменения климата на животноводство, пастбищное хозяйство и адаптационные технологии по улучшению и восстановлению деградированных земель. Практическое руководство. Бишкек, 2019. 38 с.

8. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2017 год. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. Астана, 2018. 273 с.

9. Седьмое Национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2017. 304 с.

10. Тореханов А.А., Алимаев И.И. Потенциальные возможности животных на пастбищах и эффективное использование кормовых ресурсов в условиях различных зон республики Казахстан (прошлое и настоящее) МСХ РК. Алматы, 2004. 97 с.

References

1. Abdrahmetov M.A., Ablaysanova G.M., Baysholanov S.S. Ocenka agroklimaticeskikh usloviy i sostoyaniya pastbishch v yuzhnoy polovine Kazahstana. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 2018, vol. 90, no. 3, pp. 15-28. [in Russ.].

2. Agrometeorologicheskoe obespechenie ovcevodstva Kazahstana (nauchno-prikladnoe spravocnoe izdanie). Ed. by A. M. Shamen. Almaty, 1998, 330 p. [in Russ.].

3. Alimaev I.I., Skorintseva I.B., Smailov K.Sh., Kushenov K.I., Shanbaev K.B., Meldebekova N.A., Zhakipova K.B. Pasture resources of Central, Northern and Eastern Kazakhstan in the system of GIS technologies. *Vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki Kazahstana*, 2017, no. 5-6, pp. 30-33 [in Russ.].

4. Baysholanov S.S., Pavlova V.N., Zhakieva A.R., Chernov D.A., Gabbasova M.S. Agroklimatic resources of the North Kazakhstan. *Trudy Gidromettsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2018, vol. 367, no. 1, pp. 5-13 [in Russ.].

5. Baysholanov S.S. Ocenka vliyaniya izmeneniya klimata, uyazvimosti prirodnykh ekosistem i sektorov ekonomiki i klimaticeskikh riskov. Sel'skoe hozyaystvo. III-VI Nacional'noe Soobshchenie Respubliki Kazahstan Ramochnoy konvencii OON ob izmenenii klimata. Aстана, 2013, pp. 139-149 [in Russ.].

6. Baysholanov S.S. Sostoyanie i tendencii izmeneniya produktivnosti pastbishch v yuzhnoy polovine Kazahstana. *Vestnik KazNU. Seriya Geograficheskaya [Journal of Geography and Environmental Management]* [in Russ.].

7. Vliyaniye izmeneniya klimata na zhivotnovodstvo, pastbishchnoe hozyaystvo i adaptacionnye tekhnologii po uluchshcheniyu i vosstanovleniyu degradirovannykh zemel'. Prakticheskoe rukovodstvo. Bishkek, 2019, 38 p. [in Russ.].

8. Svodnyy analiticheskiy otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2017 god. Agentstvo Respubliki Kazahstan po upravleniyu zemel'nymi resursami. Aстана, 2018. 273 p. [in Russ.].

9. Sed'moe Nacional'noe Soobshchenie i tretiy dvuhgodichnyy Doklad Respubliki Kazahstan Ramochnoy konvencii OON ob izmenenii klimata. Aстана, 2017, 304 p. [in Russ.].

10. Torekhanov A.A., Alimaev I.I. Potencial'nye vozmozhnosti zhivotnykh na pastbishchah i effektivnoe ispol'zovanie kormovykh resursov v usloviyah razlichnykh zon respubliky Kazahstan (proshloe i nastoyashchee) MSKH RK, Almaty, 2004, 97 p.

Поступила в редакцию 16.10.2019 г.

Received by the editor 16.10.2019.