

УДК 551.583.2: 633.2.03
МРНТИ 37.23.29+ 68.35.47
DOI 10.56525/NAHR2391

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
НА ПАСТБИЩНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

МАХАМБЕТОВ М.Ж.*

PhD, ассоциированный профессор,
Актюбинский региональный университет
имени К.Жубанова, г.Актобе,
E-mail: makhambetov.murat@gmail.com

ИЗИМОВА Р.

к.м.н., ассоциированный профессор,
Актюбинский региональный университет
имени К.Жубанова, г.Актобе,
E-mail: roza.izimova@mail.ru

ХАМИТ А.Б.

магистр географии, преподаватель,
Актюбинский региональный университет
имени К.Жубанова, г.Актобе,.
E-mail: hamitaltynbek.97@gmail.com

КОЙШЫГУЛОВА Г.У.

PhD, ассоциированный профессор,
Актюбинский региональный университет
имени К.Жубанова, г.Актобе,
E-mail: makhambetov.murat@gmail.com

Аннотация. Пастбища представляют собой важный и уязвимый ресурс среди многих экосистем, занимающих значительную часть земной поверхности. Эти экосистемы постоянно подвергаются воздействию различных климатических факторов, и изменение климата становится одной из главных угроз для них. Пастбища занимают 9612,9 тыс. га территории Атырауской области, что составляет 81% всей территории. Эти земли являются важным источником для разведения животноводства. В данной статье мы оценили потенциальное влияние изменения климата на пастбищные экосистемы Атырауской области Республики Казахстан. Исследована пространственно-временная изменчивость количества осадков за 30 лет (1992–2022) с использованием метеорологических данных. Определены колебания количества осадков в вегетационном периоде (апрель — сентябрь) за 1992–2022 гг. Проведены анализы многолетнего ряда средней годовой температуры воздуха и осадков в период вегетации растительности, смоделированы их прогнозные циклические колебания на ближайшие два года. Выявлены точки деградации пастбищных экосистем путем подсчета через карту «Google Earth» в 1992 году выявлено 622 точек, в 2002 году 585 точек, в 2012 году 412 точек и в 2022 году 387 точек прежних и нынешних стоянок скота. Прогнозирована теплообеспеченность и влагообеспеченность вегетационного периода пастбищных растений в условиях изменения климата.

Результаты этого исследования показывают, как повышение температуры, сокращение количества осадков и история управления влияют на качество пастбищ, а также

подчеркивают важную роль растительности пастбищных экосистем. Полученные результаты могут быть использованы в процессе создания эффективных методов управления пастбищами, механизмов адаптации пастбищной растительности или экосистем к изменению климата.

Ключевые слова: климат, пастбища, изменение, выпас, деградация, растительность.

Введение

Пастбищные угодья являются одними из наиболее распространенных и социально-экологически значимых типов растительного покрова на Земле. В республиканском масштабе пастбища занимают больше половины площади Казахстана, играют решающую роль в сохранении биоразнообразия, поддерживают разнообразную и критически важную экономику, но в то же время находятся под угрозой со стороны многих факторов, включая изменение климата.

Атырауская область Республики Казахстан характеризуется высокими значениями площадей пастбищ. Однако изменение климата как прямо, так и косвенно создает серьезные проблемы для будущей устойчивости пастбищ Атырауской области, в конечном итоге, для управления животноводством, что имеет важные экономические последствия, так и качества производства продуктов животноводства. В этом исследовании мы изучили изменения общего воздействия климата и коэффициентов засухи-увлажненности, который использовался в качестве физиологического показателя водного стресса растений для оценки потенциального воздействия изменения климата на различные типы растительности пастбищных угодий по всей территории Атырауской области.

Сегодня последствия изменения климата уже влияют на пастбищные экосистемы области предсказуемым, а в некоторых случаях и непредсказуемым образом, и ожидается, что эти климатические явления станут более острыми в ближайшие годы и десятилетия. Средние высокие и низкие температуры растут, равно как и экстремальные жары и волны тепла, а также регистрируются более частые, сильные и длительные засухи. Эти климатические условия и динамика приведут к усилению стресса у растений, будут способствовать изменениям в видовом составе растительности и формировании сообществ и, вероятно, приведут к заметным изменениям как сокращение доступности корма [1]. Также потепление может оказывать разное воздействие на баланс питательных веществ растениями и эффективность их использования в зависимости от региона, интенсивности и продолжительности повышения температуры, целевых видов и продолжительности вегетационного периода [2]. Однако в пастбищных экосистемах с ограниченным количеством воды эффект потепления обычно отрицательный, поскольку высокие температуры имеют тенденцию увеличивать дефицит воды и поглощение водорастворимых питательных веществ.

Климатические изменения также могут увеличивают площади деградированных земель (пастбищ), что может привести выведению из травостоя ценных кормовых угодий. Другие факторы сложнее смоделировать и предсказать, в том числе то, как изменение климата может способствовать усилению давления со стороны новых вредителей и других патогенов. Традиционное скотоводство может стать экономически неустойчивым, если не решить проблему изменения климата [3]. Кроме того, чрезмерный выпас представляет собой еще одну серьезную угрозу устойчивости и функционированию пастбищных экосистем, поскольку травоядные животные сокращают растительный покров и могут вызвать серьезные проблемы деградации почвы [4]. Прогнозируется, что к концу столетия изменение климата и его последствия могут стать доминирующей прямой движущей силой утраты биоразнообразия и изменений в экосистемы на глобальном уровне [5].

Чтобы предвидеть и помочь подготовиться к прямым и косвенным последствиям и воздействиям, связанным с изменением климата на пастбищах Атырауской области, мы использовали сведения об осадках и температуры, коэффициенты увлажнения и

засушливости в качестве индикаторов потенциальных климатических воздействий и стресса растений в пространственных масштабах, которые имеют значение для управления пастбищами и принятие оперативных решений.

Результаты этого исследования могут предоставить научную основу и может быть использована для разработки рекомендаций отгонному животноводству по емкости пастбищных угодий, находящихся в стадии восстановления для различных видов скота, чтобы лучше понять ожидаемые будущие условия из-за изменения климата на пастбищах области, а также рассмотреть различные или альтернативные стратегии устойчивого управления животноводством для этой важной сельскохозяйственной отрасли.

Район исследования

Районом исследования является пастбищно-сенокосные экосистемы Атырауской области Республики Казахстан. В состав Атырауской области входят семь районов: Жылойский, Курмангазинский, Исатайский, Махамбетский, Индерский, Кзылкогинский и Макатский, общая площадь которых составляет 118 637 км² территории в Республике Казахстан. Для региона характерен континентальный климат с холодной зимой и жарким летом. Среднегодовая сумма осадков не превышает 140-200 мм. Максимум осадков приходится на теплый период года 85-120 мм.

Пастбища занимают площадь 9612,9 тыс. га или 81% территории области. Существует большая пространственная изменчивость продуктивности пастбищ из-за различий в температуре, плодородии почвы, количестве осадков и условиях влажности почвы. Обычно урожайность может находиться в пределах 0,5–4,9 ц/га. В Атырауской области на пастбищах в основном пасутся крупный рогатый скот, лошади, верблюды, овцы и козы. В частности, весной и в начале лета животные пасутся на вокруг населенных пунктов, а лошади и верблюды свободно пасутся на пастбищах [6].

Материалы и методы исследования

В основу данного исследования положены материалы, собранные при изучении пастбищ Атырауской области в 2021-2022 годах, полевые заметки и наблюдения за динамикой растительности и состоянием биоразнообразия в деградированных пастбищах. Также, в этом исследовании использовались две разные коэффициенты для выявления увлажненности и засушливости климата на пастбищных экосистемах Атырауской области. Коэффициент увлажнения (К) определялся по влагообеспеченности вегетационного периода в условиях области характеризуемой суммой осадков (1), а засушливость климата (2) – гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова (ГТК). При определении коэффициента увлажненности пастбищной растительности были учтены осадки с октября по апрель холодного периода, с мая по сентябрь теплого периода, 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. Такие коэффициенты полезны, поскольку они показывают, как изменения основных климатических переменных (т.е. температуры и осадков) взаимодействуют с условиями окружающей среды, включая глубину и пористость почвы, топографию и коренные породы, влияя на биологические процессы и экологическую динамику [7].

В работе также были использованы материалы и бюллетени «КазГидромет», статистические сборники Комитета статистики МСХ РК, данные о температуре воздуха и осадков за период 1992-2023 годы за вегетационный периоды (май — сентябрь), для 11 станции Атырауской области: 11 действующих метеостанциях: Атырау, Махамбет,

Пешной, Сагиз, Кульсары, Карабау, Индерборский, Ганюшкино и Новый Уштаган, и 2 АМС: Макат и Исатай, карту земного покрова по изменению климата Европейского космического агентства (ЕКА) загруженного с картографической базы esa-landcover-cci.org для анализа пространственно-временных изменений пастбищных экосистем территорий Атырауской области Республики Казахстан. Для оценки пространственно-временной изменчивости количества осадков на территории Атырауской области использованы непрерывные данные за 30 лет (1992–2022) за вегетационный период (май — сентябрь) полученные на метеостанциях области. Дополнительно, как проверочный метод, использовались материалы дистанционного зондирования, а именно, карту территории Атырауской области размещенная в электронной карте «Google Earth».

Результаты и их обсуждение

Воздействие климата определяется как степень разницы между историческими и прогнозируемыми будущими изменениями, связанными с климатическими атрибутами (температурой или осадками), которые, как ожидается, испытает вид, популяция или сообщество из-за последствий, связанных с будущим глобальным изменением климата [8].

Сдвиги сезонности осадков, связанные с изменением климата, прогнозируются для многих наземных экосистем. Эти изменения, вероятно, будут иметь серьезные экономические последствия в живых экосистемах, где продуктивность тесно связана с сезонным характером осадков и температуры воздуха.

Осадки являются одной из основных характеристик погоды того или иного района, поэтому всестороннее его изучение имеет важное практическое значение, в основном для пастбищ аридных территорий. Для изучения особенности распределения осадков за вегетационный период по Атырауской области исходным материалом при исследовании послужили данные среднемесячного количества осадков за апрель, май, июнь, июль, август и сентябрь с 1992 по 2022 год на метеорологических станциях исследуемого региона. Средние многолетние значения осадков за вегетационный период в Атырауской области даны в таблице 1.

Таблица 1

Среднее многолетнее количество выпавших осадков (мм) за вегетационный период на территории Атырауской области

Годы	Месяцы						Апрель- Сентябрь
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
1992	10	9	32	3	25	41	120
1993	13	8	37	23	5	4	90
1994	0,4	16	47	2	14	0	79,4
1995	29	31	6	23	0,8	1	90,8
1996	5	7	18	5	0	18	53
1997	24	21	21	20	1	6	93
1998	24	19	44	9	4	0	100
1999	3	30	1	26	3	4	67
2000	18	57	41	7	38	9	170
2001	18	24	12	4	26	11	95
2002	32	56	35	2	5	10	140
2003	31	22	33	6	7	7	106
2004	3	21	0,8	32	6	7	69,8
2005	0	4	8	1	0	8	21
2006	15	18	12	3	0	7	55
2007	45	23	7	2	0	17	94
2008	6	34	13	7	3	2	65
2009	20	37	3	2	12	2	76
2010	20	37	0	12	1	0	70
2011	21	55	41	5	0	10	132

2012	1	10	5	19	11	1	47
2013	5	3	32	6	26	26	98
2014	14	7	0	0,4	3	22	46,4
2015	14	93	0	27	3	12	149
2016	34	90	11	42	33	8	218
2017	4	27	11	12	3	0	57
2018	20	1	2	15	0,6	0,4	39
2019	45	29	12	31	27	11	155
2020	12	14	6	0,3	7	20	59,3
2021	13	3	5	6	0	7	34
2022	11	48	9	18	1	8	95

Большой практический интерес представляет анализ тенденции изменения осадков за вегетационный период на пастбищных экосистемах Атырауской области. Для иллюстрации приведен временной ход колебаний осадков в вегетационном периоде (апрель – сентябрь) исследуемого региона (Рисунок 1).

Так, анализ временного хода осадков в периоде апрель по сентябрь месяцы показывает, что в этот рассматриваемый период с 1992 года по 2022 год в основном наблюдаются как отрицательные, так и положительные аномалии осадков. Максимум отмечается в 2000 г. (170 мм), а минимум наблюдались в 2005 г. (21 мм). В 2005 году в вегетационный период начиная с май-июль месяцы выпало 1-8 мм осадков, а апрель, август месяцы прошли без осадков. Анализируя график временного хода количества осадков и линии тренда по Атырауской области, мы можем заметить очевидность того, что осадки за исследуемый период имеют тенденцию снижения.

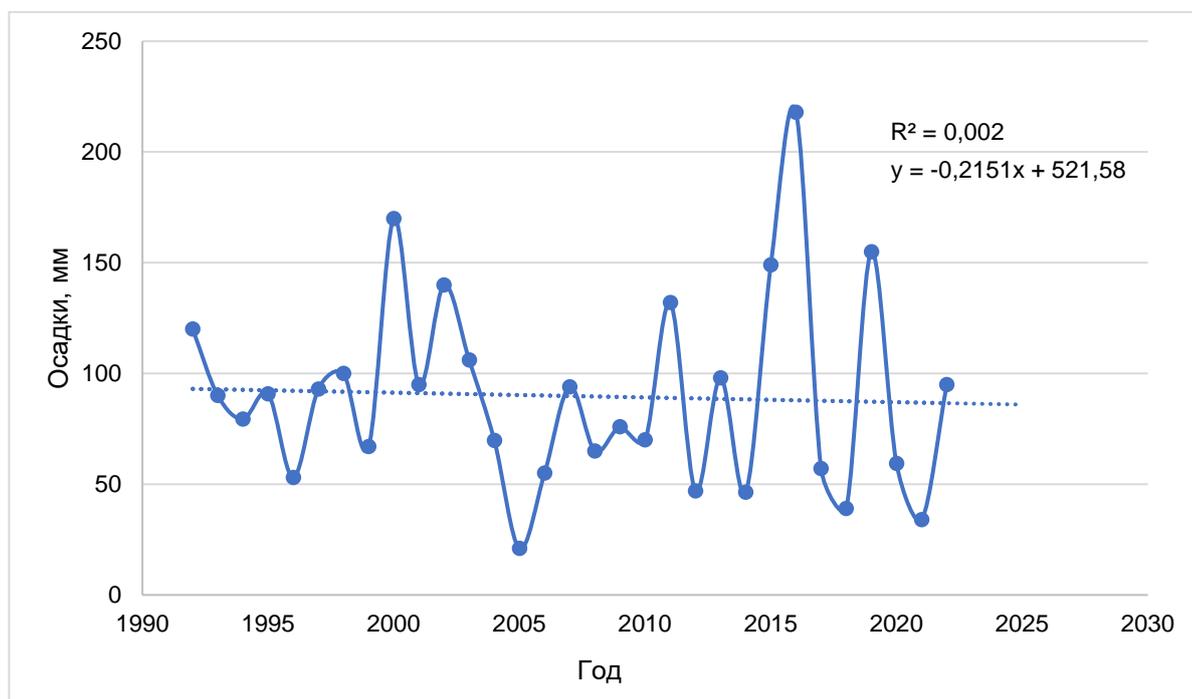


Рис. 1. Многолетняя динамика осадков вегетационного периода по Атырауской области

Как показано на рисунке 1, линия тренда имеет отрицательный наклон, что показывает тенденцию снижения количества осадков в вегетационный период на исследуемом регионе на ближайшие два года. Результаты наших исследований показали, что годовое количество осадков по области имеет небольшую тенденцию к снижению на - 34 мм в 2022 году по сравнению с 1992 годом.

На основе температурных показателей за 30 летний период был проведен статистический анализ, выполнен анализ средних значений температуры в вегетационный период, построения линейных трендов, проанализированы динамики средних температур в вегетационной период по пастбищам Атырауской области.

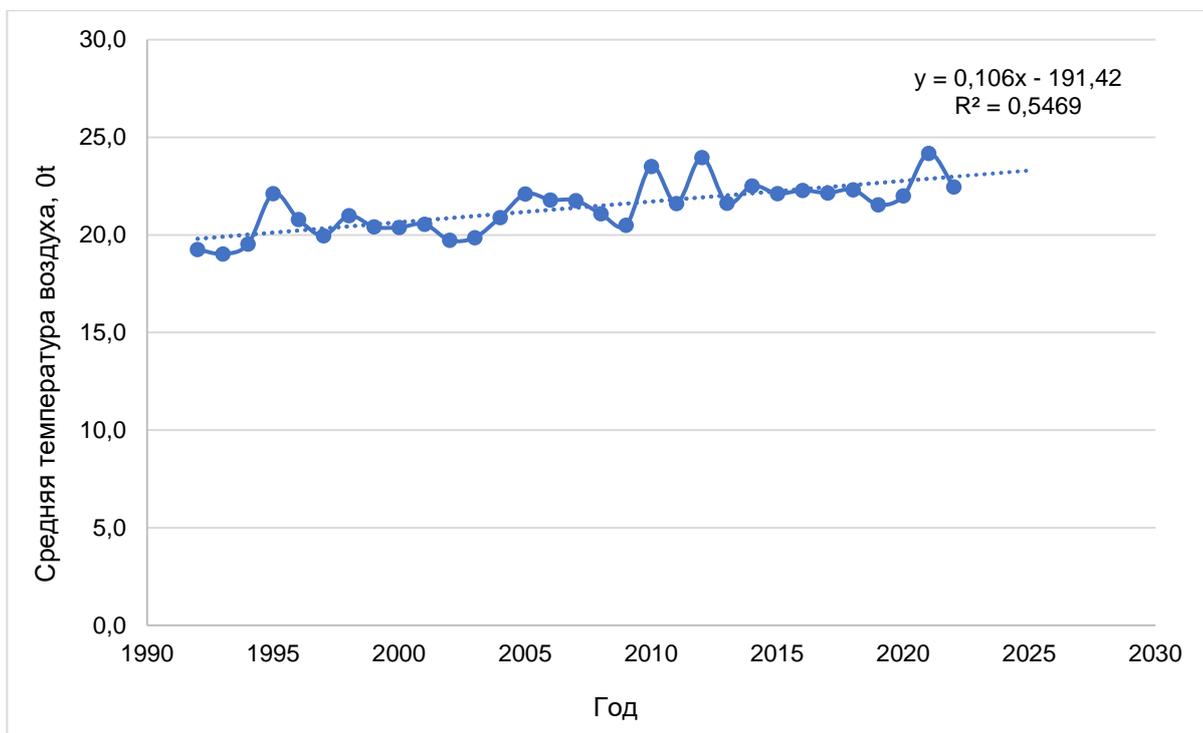


Рис. 2. Многолетняя динамика температуры воздуха вегетационного периода по Атырауской области

В результате анализа колебания температуры воздуха по Атырауской области установлены следующие закономерности, что средняя температура воздуха в вегетационный период (апрель-сентябрь) имеет тенденцию роста, которая четко проявляется в 1995 году. Как видно из рисунка 2, в Атырауской области в вегетационный период наблюдается максимальная средняя годовая температура за 30 лет, которая составляет 24,8°C (2021 г.), а самая низкая температура (18°C) была отмечена в 1993 году. Здесь Линия тренда имеет отрицательный наклон, что показывает тенденцию роста средней температуры воздуха в вегетационный период в исследуемой области на ближайшие два года. Также отмечается, что среднегодовая температура весенне-летние-осенние время (апрель-сентябрь) по сравнению с 1992 годом в 2022 году имела тенденцию к повышению в среднем на +3,2°C. Все эти угрозы также могут оказать серьезное влияние на биоразнообразие пастбищ, жизненный цикл растений и продуктивность из-за отсутствия дождей и повторяющихся периодов засухи.

По температурному режиму годы исследований различались значительно, за период температура изменялась по годам от 3202 до 3827 °С. По среднемесячным данным, наиболее прохладным был май: температура воздуха за этот месяц в среднем изменялась от 7,6 до 11,2 °С, а сумма эффективных температур составляла 410 – 726 °С. Самым жарким месяцем был июль-август: температура воздуха варьировала от 17,0 до 40,4 °С, сумма эффективных температур – 772 – 894 °С (Таблица 2).

Таблица 2

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) в период вегетации растительности пастбищных экосистем Атырауской области, °С [14].

Год	Месяцы					Итого
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
1992	497	701	772	680	552	3202
2002	410	674	894	731	606	3315
2012	726	802	865	884	550	3827
2022	517	776	834	894	624	3645

Изменение климата, несомненно, представляет собой процесс, определяемый сложным взаимодействием природных и антропогенных причин. Не объясняя точный механизм антропогенного воздействия на климатическую систему, мы исследуем влияние ряда показателей, некоторые из которых испытывают явное антропогенное давление.

Нами для оценки изменения ресурсов влаги были рассчитаны общие значения сумм осадков с 1992 по 2022 годы промежутками 10 лет за теплый период года (апрель–октябрь), а также коэффициент увлажнения (К, рассчитанный за период май–сентябрь) для климатических условий. Как показали расчёты, с 1992 по 2002 годы на территории области был умеренный дефицит влаги, а с 2012 по 2022 годы наблюдается дефицит влаги (Таблица 3). Для оценки климатической засушливости вегетационного периода был использован гидротермический коэффициент (ГТК). Согласно нашим расчетам, на всей территории области сохраняются сильная засушливость с 1992 года исследования. Однако, по качественной оценке, на всей территории сохраняются сложившиеся на сегодня атмосферной засушливости вегетационного периода.

Таблица 3

Оценка влагообеспеченности вегетационного периода пастбищных растений по коэффициенту увлажнения К и засушливости климата по ГТК в условиях современного климата (СК)

Год	Коэффициент увлажнения (К)	Гидротермический коэффициент (ГТК)
1992	0,44	0,34
2002	0,40	0,33
2012	0,21	0,12
2022	0,32	0,23

Примечание к таблице 3

К	Оценка влагообеспеченности	ГТК	Степень засушливости
≤ 0,39	Сухо или дефицит влаги	< 0,40	Сильно засушливо
0,40–0,59	Умеренный дефицит влаги		
0,60–0,79	Недостаточная влагообеспеченность	0,40–0,59	Умеренно засушливо
0,80–0,99	Достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность	0,60–0,79	Слабо засушливо
1,00–1,39	Оптимальная и устойчивая влагообеспеченность	≥ 0,80	Не засушливо
> 1,40	Избыток влаги		

Уменьшение коэффициента увлажненности пастбищных экосистем приведет к усилению водного стресса у растений, появлению водоустойчивых типов экологических групп растительности, изменению конкурентных взаимодействий и изменению доступности и качества кормов в ближайшие годы и десятилетия. В нашем случае,

устойчивость аридных биомов основана на исторически выработанном комплексе адаптаций организмов к среде и друг другу, сохраняющих биологический потенциал экосистем в условиях сухого и жаркого климата [10]. Важно отметить, что умеренный дефицит влаги по коэффициенту увлажнения и сильной засушливости по гидротермическому коэффициенту определяется устойчивостью растительности на время появления, так и на действие защитных механизмов [15].

Одновременно можно сказать, что изменение климата усилит негативное воздействие засухи на растительность пастбищ, например, низкий уровень появления однолетних видов, изменения фенологии и сроков размножения, сокращение биоразнообразия, низкий растительный покров и снижение продуктивности пастбищных систем [9]. Однако природная адаптация растений позволяет им выживать в экстремальных условиях, что обеспечивает высокую устойчивость пастбищ к погодным и климатическим факторам. Некоторые виды растений, такие как саксаул и верблюжья колючка, способны выдерживать длительные периоды засухи, а их листья и стебли содержат достаточное количество питательных веществ для животных [16].

С сайта Европейского космического агентства (ЕКА) Инициативы по изменению климата <https://www.esa-landcover-cci.org> были загружены карты земного и растительного покрова Атырауской области десятилетними промежутками с 1992 по 2022 годы с целью изучения и сравнения многолетнего влияния изменения климата на пастбища. Как показали картографические данные по изменению климата в исследуемой области, с 1992 года по 2022 год произошли изменения в восстановлении ранее деградированных пастбищ в Исатайском, Курмангазинском и Кзылкогинском районах (Рисунок 3).

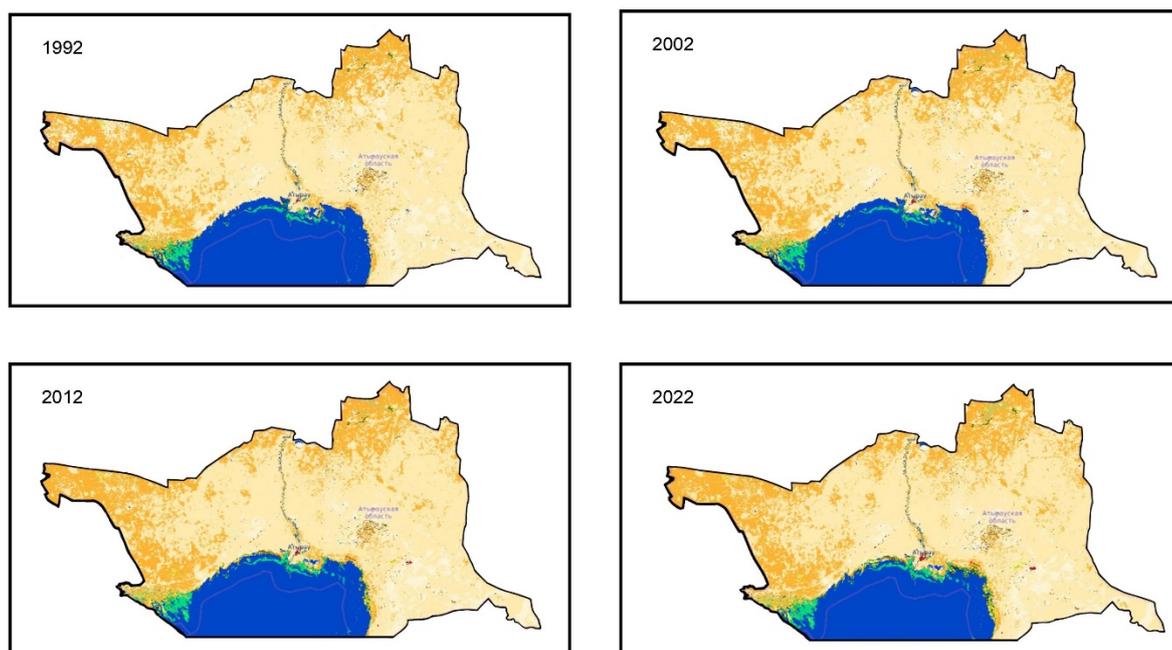


Рис. 3. Карта растительного покрова Атырауской области (<https://www.esa-landcover-cci.org>)

Согласно полученным картографическим данным и полевым исследованиям на ранее деградированных пастбищах растительность за 30 лет восстанавливается медленным естественным ходом в Исатайском, Курмангазинском и Кзылкогинском районах [10,12]. В пастбищах данных районов в данное время идет естественный процесс восстановления ранее деградированных полынно-эфемерово-еркековые (шагыр, полынь маршалла (*Artemisia marschalliana*) + Селитрянково-солянково-эфемеровые (селитрянка Шобера (*Nitraria schoberi*), климакоптера супротивнолистная (*Climacoptera brachiata*), климакоптера шерстистая (*Climacoptera lanata*), костер кровельный (*Bromus tectorum*) с

проективным покрытием 75%, кустарниково-полынно-эфемеровые с эremosпартоном (жузгун, курчавка, тамариск, шагыр, полынь маршала, мятлик, осока вздутоплодная (*Carex physodes*)) с проективным покрытием 100%. Также в пастбищах Индерского района 100% проективным покрытием восстановлены еркеково-полынно-эфемеровые (полыни песчаная, белоземельная, мятлик, осочка толстостолбиковая), полынно-эфемеровые с кияком ассоциации растительности. Только в районах Жылыой, Макат и Махамбет ранее деградированные пастбища не изменились. Здесь деградация индицируется следующими видами растений эremosпартон безлистный (*Eremosparton aphyllum*), гелиотроп аргузиевидный (*Heliotropium argusoides*), полынь метельчатая (*Artemisia scoparia*), волоснец гигантский (*Leymus racemosus*), полынь песчаная (*Artemisia arenaria*), гармала обыкновенная (*Peganum harmala*), солянка Паульсена (*Salsola paulseni*), гиргенсония супротивноцветковая и другие. Кроме того, в пастбищных экосистемах Жылыойского, Макатского района Атырауской области характеризуются значительной степенью засоленности субстрата и в растительном покрове доминируют представители галофитов, характеризующиеся относительно низкой питательностью, низкой кормовой продуктивностью и узкой сезонностью их поедаемости (в основном осенние - зимние периоды года).

Нами, как дополнительный метод проверки естественного восстановления пастбищ Атырауской области также использованы космоснимки с 1992 по 2022 годы промежутками 10 лет по электронной карте «Google Earth. По данному методу на карте «Google Earth» проведены подсчеты количества очагов деградаций (точки деградации) 1992, 2002, 2012 и 2022 годов. Как показали наши результаты в 1992 году выявлено 622 точек, в 2002 году 585 точек, в 2012 году 412 точек и в 2022 году 387 точек прежних и нынешних стоянок скота (рисунок 4).

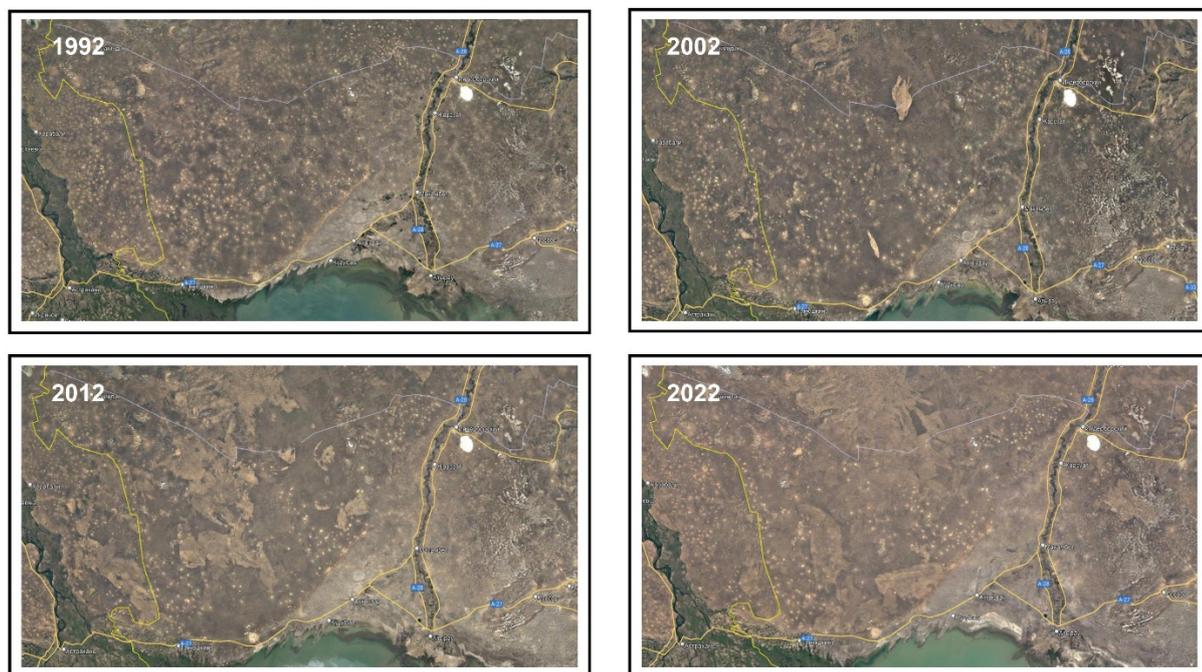


Рис. 4. Состояние растительного покрова пастбищных экосистем Атырауской области в периоды с 1992 по 2022 году (GoogleEarthPro)

В данное время мы наблюдаем сокращение точек ранее деградированных земель, это обосновывается в первую очередь сокращением антропогенной нагрузки (поголовья скота) на пастбища, стрессоустойчивости растительности пастбищных экосистем, а также формированию коренной растительности устойчивые климатические факторам для пастбищ Атырауской области.

Заключение

Это исследование предоставляет оригинальные результаты о том, как различные климатические факторы, такие как засушливость и увлажненность влияют на качество растительности пастбищных экосистем Атырауской области. Засуха является одним из основных проявлений изменения климата и оказывает значительное давление на сельскохозяйственный сектор, который является наиболее уязвимым к засухе сектором экономики. Чтобы смягчить его воздействие, необходима система предупреждения для своевременного предоставления информации о возможном возникновении засух. В результате наших исследований выявлены умеренный дефицит влаги ($\leq 0,39$) по коэффициенту увлажнения и сильной засушливости ($<0,40$) по гидротермическому коэффициенту, которое реагирует на качество пастбищ по двум коэффициентам с небольшими различиями в результате. В частности, с увеличением термического стресса или степени засушливости, коэффициент увлажненности показали дефицит воды в пастбищах Атырауской области. Влияние коэффициента увлажненности и засушливости на общую уязвимость пастбищ до конца не изучено. Это связано с тем, что разные типы растительности имеют разные уровни чувствительности к водному стрессу в зависимости от общей площади пастбищ, включаемых каждым типом. С другой стороны, мы обнаружили, что идет повышение средней температуры воздуха, а также уменьшение количества осадков в вегетационный период в исследуемой области на ближайшие два года. Сокращение точек деградации в пастбищных экосистемах с 1992 до 2022 года с 622 до 387, позволяют нам говорить что несмотря на климатические изменения растительность пастбищных экосистем восстанавливается естественным образом при отсутствии антропогенной нагрузки. Все это обусловлено природной адаптацией растений, которое позволяют им выживать в экстремальных условиях, что обеспечивает высокую устойчивость пастбищ к погодным и климатическим факторам.

Воздействия климата в любой конкретной единице ландшафта могут помочь нам понять, как изменения растительности, вызванные климатом, отразятся на животноводческой отрасли. Поэтому, важно понимать вероятных уязвимостей животноводческой деятельности в различных географических регионах обеспечивает контекст, который помогает определить, какие стратегии адаптации являются наиболее подходящими, и поможет в разработке программ и политики для поддержания жизнеспособности животноводческой отрасли в Атырауской области. Для устойчивого управления пастбищами в условиях изменения климата важно разработать адаптационные стратегии, которые позволят минимизировать негативные последствия и использовать возможности, предоставляемые изменением климата. Это может включать в себя совершенствование методов пастбищного хозяйства, внедрение эффективных систем оросительного земледелия, привлечение биоразнообразных видов растений и другие подходы.

Таким образом, изменение климата в будущем может оказывает существенное влияние на растительные экосистемы пастбищ Атырауской области. Понимание этих влияний и разработка устойчивых стратегий управления являются ключевыми аспектами обеспечения устойчивости и продуктивности этих экосистем в условиях изменяющегося климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] International Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2021. [[Google Scholar](#)].

[2] Polley HW, Briske DD, Morgan JA, Wolter K, Bailey DW, Brown JR (2013) Climate change and north American rangelands: trends, projections, and implications. *Rang Ecol Manag* 66(5):493–511.

[3] [Holechek, J.L.; Geli, H.M.E.; Cibils, A.F.; Sawalhah, M.N. Climate change, rangelands, and the sustainability of ranching in the western United States. *Sustainability* 2020, 12, 4942. \[Google Scholar\].](#)

[4] Vazquez DP, Simberloff D (2003) Changes in interaction biodiversity induced by an introduced ungulate. *Ecol Lett* 6(12):1077–1083.

[5] Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190:231–259.

[6] Махамбетов, М.Ж., Мирзадинов, Р.А., Утешкалиева, А.М., Изимова, Р., Куспангалиева, Х.К. Мониторинговая оценка процессов деградации пастбищ Атырауской области // Вестник КазНУ. Серия экологическая. - №1/1(43). - 2015. - С.266-273.

[7] Байшоланов С.С., Абдрахметов М.А., Аблайсанова Г.М. Оценка уязвимости пастбищ Южного Казахстана к изменению климата // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2020. № 1 (375). С. 190-203.

[8] Fellmann, T. The assessment of climate change-related vulnerability in the agricultural sector: Reviewing conceptual frameworks. In *Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector: Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop*; Maybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S., Azzu, N., Gitz, V., Eds.; Food and Agriculture Organization of the United Nations Organization for Economic Cooperation and Development: Rome, Italy, 2012; pp. 37–61. [[Google Scholar](#)].

[9] Ouled Belgacem A, Ben Salem H, Bouaicha A, El Mourid M (2008) Communal rangeland rest in arid area, a tool for facing animal feed costs and drought mitigation: the case of Chenini Community, Southern Tunisia. *J Biol Sci* 8(4):822–825.

[10] Махамбетов М.Ж. Оценка процессов восстановления деградированных экосистем Атырауской области / Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD). Алматы, 2016. С.152.

[11] Статистические сборники Агентство РК по статистике «Социально-экономическое развитие Атырауской областей. Астана, 2023.

[12] Изимова, Р., Махамбетов, М.Ж., Кужамбердиева, С.Ж., Хамит, А., Койшыгулова, Г.У. Оценка воздействия выпасной нагрузки на пастбища Атырауской области//Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. Серия «Сельскохозяйственные науки». №3-2 (66). Кызылорда, 2023. – С.51-59.

[13] Ежемесячные информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Атырауской области. Атырау, 2002-2023 гг.

[14] Мирзадинов Р. А. Устойчивость и прогнозирование растительности. //Ботаническая наука на службе устойчивого развития стран Центральной Азии. Материалы международной научной конференции. – Алматы: КазНУ имени аль-Фараби, 25-26 сентября 2003. – С. 133-135.

[15] Рекомендации об уровне риска употребления кормовых наземных растений Казахской части Прикаспия / авт.-разраб.: С.Г.Нестерова, З.А.Инелова, Г.К.Ерубаяева. - Алматы: Казак университети, 2017. - 30 с.

REFERENCES

[1] International Panel on Climate Change. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2021. [[Google Scholar](#)].

[2] Polley HW, Briske DD, Morgan JA, Wolter K, Bailey DW, Brown JR (2013) Climate change and north American rangelands: trends, projections, and implications. *Rang Ecol Manag* 66(5):493–511.

[3] Holechek, J.L.; Geli, H.M.E.; Cibils, A.F.; Sawalhah, M.N. Climate change, rangelands, and the sustainability of ranching in the western United States. *Sustainability* 2020, 12, 4942. [Google Scholar].

[4] Vazquez DP, Simberloff D (2003) Changes in interaction biodiversity induced by an introduced ungulate. *Ecol Lett* 6(12):1077–1083.

[5] Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190:231–259.

[6] Makhambetov, M.Zh., Mirzadinov, R.A., Uteshkalieva, A.M., Izimova, R., Kuspangalieva, Kh.K. Monitoringovaya otsenka protsessov degradatsii pastbishch Atyrauskoi oblasti // *Vestnik KazNU. Seriya ekologicheskaya*. - №1/1(43). - 2015. - S.266-273.

[7] Baisholanov S.S., Abdrakhmetov M.A., Ablaisanova G.M. Otsenka uyazvimosti pastbishch Yuzhnogo Kazakhstana k izmeneniyu klimata // *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*. 2020. № 1 (375). S. 190-203.

[8] Fellmann, T. The assessment of climate change-related vulnerability in the agricultural sector: Reviewing conceptual frameworks. In *Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector: Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop*; Maybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S., Azzu, N., Gitz, V., Eds.; Food and Agriculture Organization of the United Nations Organization for Economic Cooperation and Development: Rome, Italy, 2012; pp. 37–61. [Google Scholar].

[9] Ouled Belgacem A, Ben Salem H, Bouaicha A, El Mourid M (2008) Communal rangeland rest in arid area, a tool for facing animal feed costs and drought mitigation: the case of Chenini Community, Southern Tunisia. *J Biol Sci* 8(4):822–825.

[10] Makhambetov M.Zh. Otsenka protsessov vosstanovleniya degradirovannykh ekosistem Atyrauskoi oblasti / *Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora filosofii (PhD)*. Almaty, 2016. S.152.

[11] *Statisticheskie sborniki Agentstvo RK po statistike «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Atyrauskoi oblasti*. Astana, 2023.

[12] Izimova, R., Makhambetov, M.Zh., Kuzhamberdieva, S.Zh., Khamit, A., Koishyulova, G.U. Otsenka vozdeistviya vypasnoi nagruzki na pastbishcha Atyrauskoi oblasti // *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata. Seriya «Sel'skokhozyaistvennyye nauki»*. №3-2 (66). Kyzylorda, 2023. – S.51-59.

[13] *Ezhemesyachnye informatsionnye byulleteni o sostoyanii okruzhayushchei sredy Atyrauskoi oblasti*. Atyrau, 2002-2023 gg.

[14] Mirzadinov R. A. Ustojchivost' i prognozirovaniye rastitel'nosti. // *Botanicheskaja nauka na sluzhbe ustojchivogo razvitija stran Central'noj Azii. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii*. – Almaty: KazNU imeni al'-Farabi, 25-26 sentjabrja 2003. – S. 133-135.

[15] *Rekomendacii ob urovne riska upotrebleniya kormovyh nazemnyh rastenij Kazhstanskoi chasti Prikaspija [Recommendations on the level of risk of consuming forage terrestrial plants in the Kazakhstan part of the Caspian Sea]* / author: S.G.Nesterova, Z.A.Inelova, G.K.Erubaeva. – Almaty: Kazakh University, 2017. – 30 p.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АТЫРАУ ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАЙЫЛЫМДЫҚ ЭКОЖҮЙЕЛЕРІНЕ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ӘСЕРІ

Махамбетов М.Ж.*, Изимова Р., Хамит А.А., Қойшығұлова Г.У.

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті

Жайылымдар жер бетінің үлкен бөлігін алып жатқан көптеген экожүйелердің арасында маңызды және осал ресурс болып табылады. Бұл экожүйелер үнемі әртүрлі климаттық факторлардың әсеріне ұшырайды және климаттың өзгеруі олар үшін негізгі қауіптердің біріне айналууда. Атырау облысы аумағының 9612,9 мың гектарын жайылымдар алып жатыр, бұл жалпы аумақтың 81 пайызын құрайды. Бұл жерлер мал шаруашылығының маңызды көзі болып табылады. Бұл мақалада біз Қазақстан Республикасының Атырау облысындағы жайылымдық экожүйелерге климаттың өзгеруінің ықтимал әсерін бағаладық. 30 жыл бойы (1992–2022 ж.) жауын-шашынның кеңістіктік-уақыттық өзгермелілігі метеорологиялық мәліметтерді пайдалана отырып зерттелді. 1992–2022 жылдардағы вегетациялық кезеңдегі (сәуір-қыркүйек) жауын-шашынның ауытқуы анықталды. Вегетациялық кезеңдегі ауаның орташа жылдық температурасы мен жауын-шашынның ұзақ мерзімді қатарларына талдаулар жүргізіліп, олардың алдағы екі жылға болжамды циклдік ауытқулары үлгіленді. Жайылым экожүйелерінің тозу нүктелері Google Earth картасы арқылы санау арқылы анықталды: 1992 жылы 622 нүкте, 2002 жылы 585 нүкте, 2012 жылы 412 нүкте және 2022 жылы бұрынғы және қазіргі мал шаруашылығы учаскелерінің 387 нүктесі анықталды. Климаттың өзгеруі жағдайында жайылымдық өсімдіктердің вегетациялық кезеңінің жылу және ылғалмен қамтамасыз етілуі болжануда.

Бұл зерттеудің нәтижелері температураның көтерілуі, жауын-шашынның азаюы және басқару тарихы шабындықтардың сапасына қалай әсер ететінін көрсетеді және шабындық экожүйелеріндегі өсімдіктердің маңызды рөлін көрсетеді. Алынған нәтижелерді жайылымдарды басқарудың тиімді әдістерін, жайылым өсімдіктерін немесе экожүйелерді климаттың өзгеруіне бейімдеу тетіктерін құру процесінде пайдалануға болады.

Түйін сөздер: климат, жайылым, өзгеріс, жайылым, деградация, өсімдік жамылғысы.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON PASTURAL ECOSYSTEMS OF ATYRAU REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Makhambetov M.Zh.*, Izimova R., Khamit A.A., Koishygluova G.U.

K. Zhubanov Aktobe Regional University

Grasslands are an important and vulnerable resource among many ecosystems that occupy a large part of the earth's surface. These ecosystems are constantly exposed to various climatic factors, and climate change is becoming one of the main threats to them. Pastures occupy 9612.9 thousand hectares of the territory of Atyrau oblast, which is 81% of the total territory. These lands are an important source for livestock breeding. In this paper we assessed the potential impact of climate change on pasture ecosystems of Atyrau oblast of the Republic of Kazakhstan. The spatial and temporal variability of precipitation for 30 years (1992-2022) was investigated using meteorological data. The fluctuations of precipitation amount in vegetation period (April - September) for 1992-2022 were determined. Multiyear series of average annual air temperature and precipitation during vegetation period were analysed and their predicted cyclic fluctuations for the next two years were modelled. Degradation points of pasture ecosystems were identified by counting 622 points in 1992, 585 points in 2002, 412 points in 2012 and 387 points of former and current cattle stands in 2022 through Google Earth map. The heat and moisture availability of the growing season of pasture plants under climate change was predicted.

The results of this study show how increasing temperature, decreasing precipitation, and management history affect pasture quality, and highlight the important role of vegetation of rangeland ecosystems. The results can be used in the process of establishing effective rangeland management practices, mechanisms for adaptation of rangeland vegetation or ecosystems to climate change.

Key words: climate, pastures, change, grazing, degradation, vegetation.