

УДК 528.88(15):502.5:504.61

Канд. геогр. наук	Л. Лебедь *
	М. Ибрагимов *
	З. Токпаев *
Доктор геогр. наук	А. Чередниченко *
	Т. Шестакова *
	Е. Царева *
Ph.D.	Ф. Хейлман **
Профессор	Дж. Чи ***
	С. Хаген ****

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИБАЛХАШЬЯ НА БАЗЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

ПРИРОДНЫЕ ЛАНШАФТЫ, ПАСТБИЩНЫЕ ЗЕМЛИ, РАСТИТЕЛЬНОЙ ПОКРОВ, АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА, ОЦЕНКА, СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ, ПРИБАЛХАШЬЕ

Экологические исследования пастбищных земель Прибалхашья, выполненные на базе цифровой информации современных космических систем TERRA-MODIS и LANDSAT, позволили выявить общие тенденции деградации/восстановления растительного покрова за 2001...2008 гг., связанные с изменением антропогенных нагрузок в условиях резкого изменения природопользования и социально-экономических показателей. Полученные в результате исследования величины сезонного покрытия почвы растительностью могут пополнить информационную базу экологических показателей, используемых в процессе мониторинга сельскохозяйственных земель на территории Казахстана.

Введение

Для Прибалхашья, а также других экологически неблагополучных природных регионов Казахстана, последнее 50-летие характеризуется как период антропогенной «нарушенности» территории на фоне потепления климата и усиления аридизации [1, 14]. Антропогенная составляющая ди-

* КазНИИЭК, Алматы

** США, Юго-восточный Центр исследования водных ресурсов МСХ, Тусон, штат Аризона

*** США, Университет штата Мичиган, Ист Лансинг, Мичиган

**** США, ЛК. Геоизыскания, Дурган, штат Нью Гемпшир

намики природных ландшафтов, в первую очередь растительного покрова, тесно связана с экономическими показателями производства, включая сельское хозяйство, энергетику, водопользование и другие отрасли. Во второй половине прошлого столетия на пастбищах Прибалхашья отмечались максимальные нагрузки скота, численность которого на 1990 год достигала 9,7 млн. в условных головах овец (табл. 1). Это явилось причиной повсеместной дигрессии пастбищных земель, которой было охвачено более 60 % от их площади [2, 11, 14]. В результате резкого сокращения количества скота в середине 90-ых годов неиспользованная часть пастбищ была выведена в земли запаса, что должно было способствовать частичному восстановлению естественной растительности. Вместе с тем, несмотря на уменьшение поголовья скота, на используемых в настоящее время пастбищах ряд исследователей отмечают усиление деградации растительного покрова [2, 4, 8]. Это связано с неравномерным территориальным распределением животных, которые, в основном, сосредоточены вокруг населенных пунктов и редкой сети колодцев; отсутствием сезонных пастбищ и восстановительных мероприятий, другими причинами экономического и социального характера.

Таблица 1

Распределение земельного фонда и нагрузка скота на пастбища в Прибалхашье (Алматинская область), 1990...2010 гг.

Показатель	Год		
	1990	2001	2010
Общая земельная площадь, тыс. га	22394,7	22394,7	22392,4
Сельскохозяйственные угодья, тыс. га	-	16420,5	-
Площадь пастбищ, всего, тыс. га	14709,4	-	14724,8
Площадь используемых пастбищ, тыс. га	-	-	6111,6
Площадь засеянной пашни, тыс. га	1577,1	792,2	1049,3
в т. ч. орошаемой пашни, тыс. га	-	-	419,4
Залежь, тыс. га	-	-	127,1
Площадь сенокосов, тыс. га	-	467,8	470,7
Количество КРС, тыс. голов	348,2	279,1	807,2
Количество МРС, тыс. голов	6487,5	2233,2	2983,8
Количество лошадей, тыс. голов	219,3	161,5	225,5
Количество верблюдов, тыс. голов	8,9	3,7	6,2
Всего скота в условных головах овец, тыс. голов	9663,0	4665,0	8480,0

Из антропогенных факторов существенное влияние на влагообеспеченность растительности в пойме р. Или, главной водной артерии Прибалхашья, оказало зарегулирование ее стока Капчагайским гидроузлом в 70-ые годы прошлого столетия [1, 14]. В поймах р. Или, Каратал, Аксу, Лепсы, в связи с изъятием воды на ирригацию, продуктивность луговых травостоев заметно снизилась за последние десятилетия, уменьшились

площади пойменных лесов-тугаев, ухудшились условия грунтового увлажнения пустынных саксауловых лесов на древнедельтовых равнинах. Существенно пострадали саксауловые и тугайные леса вследствие интенсивного использования их на топливо и частыми пожарами.

Предлагаемые в Казахстане мероприятия по улучшению экологического состояния и устойчивому управлению пастбищными землями [2, 8, 14] должны обязательно включать подсистему их регулярного мониторинга, который на больших территориях реально осуществлять на базе космической и наземной информации. В статье представлены отдельные результаты антропогенных изменений растительного покрова пастбищных земель на территории Прибалхашья в пост кризисный период 2001...2008 гг., на который пришлось стабилизация и начало роста экономических показателей в сельскохозяйственном и других секторах производства.

Объект исследований

Исследования пастбищных земель выполнялись в Прибалхашье в административных границах Алматинской области с площадью территории 22 392,4 тыс. га, из которой исключены водная поверхность и горные районы с высотами 1000...1200 м и более. Территория исследования представлена пустынными, интразональными и горными (предгорными) экосистемами и агроэкосистемами. Распределение земельного фонда по категориям пользования представлено в табл. 1. Общая площадь пастбищных земель составляет 87 % от общей площади сельскохозяйственных угодий, с вкрапленными лугами (сенокосами) на площади 470 тыс. га и пахотными землями на площади 1049,3 тыс. га, включая 419 тыс. га орошаемых. В последние годы часть пастбищных земель не использовалась под выпас скота, количество которого в этот период резко изменялось. Так, в 2010 году на 6 111,6 тыс. га пастбищ, составляющих около половины их общей площади, выпасалось 807,2 тысяч голов крупного скота, что в 2,6 раза больше по сравнению с 1990 годом. Кроме того, на этих же пастбищах размещалось 2 983,8 тыс. голов мелкого скота, 225,5 тысяч лошадей и 6,2 тысяч голов верблюдов.

Исследование динамики растительного покрова на пастбищных землях выполнялось на основе ландшафтно-геоботанической карты, полученной авторами на территорию Прибалхашья (рис. 1). Для ее построения использовались материалы геоботанических и географических исследований за более ранние годы [3, 7, 9, 10], полевых наблюдений за 2006...2008 гг. и космические снимки современного состояния земель [23].

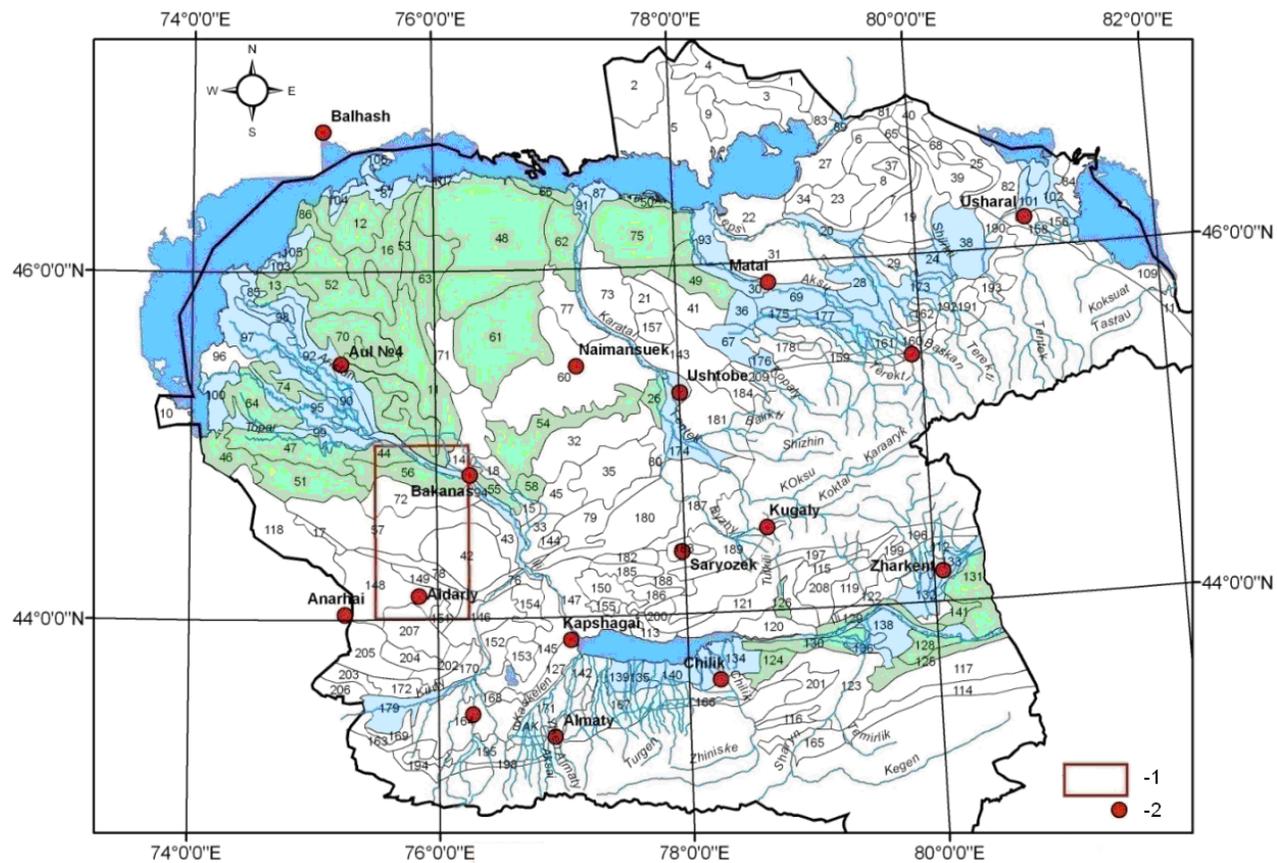


Рис. 1. Ландшафтно-геоботаническая карта Прибалхашья (Алматинская область, равнина), М: 2 500 1000.
 1 – полигон «Южный»; 2 – метеостанции; 1...209 – номера территориальных выделов (ландшафтов).

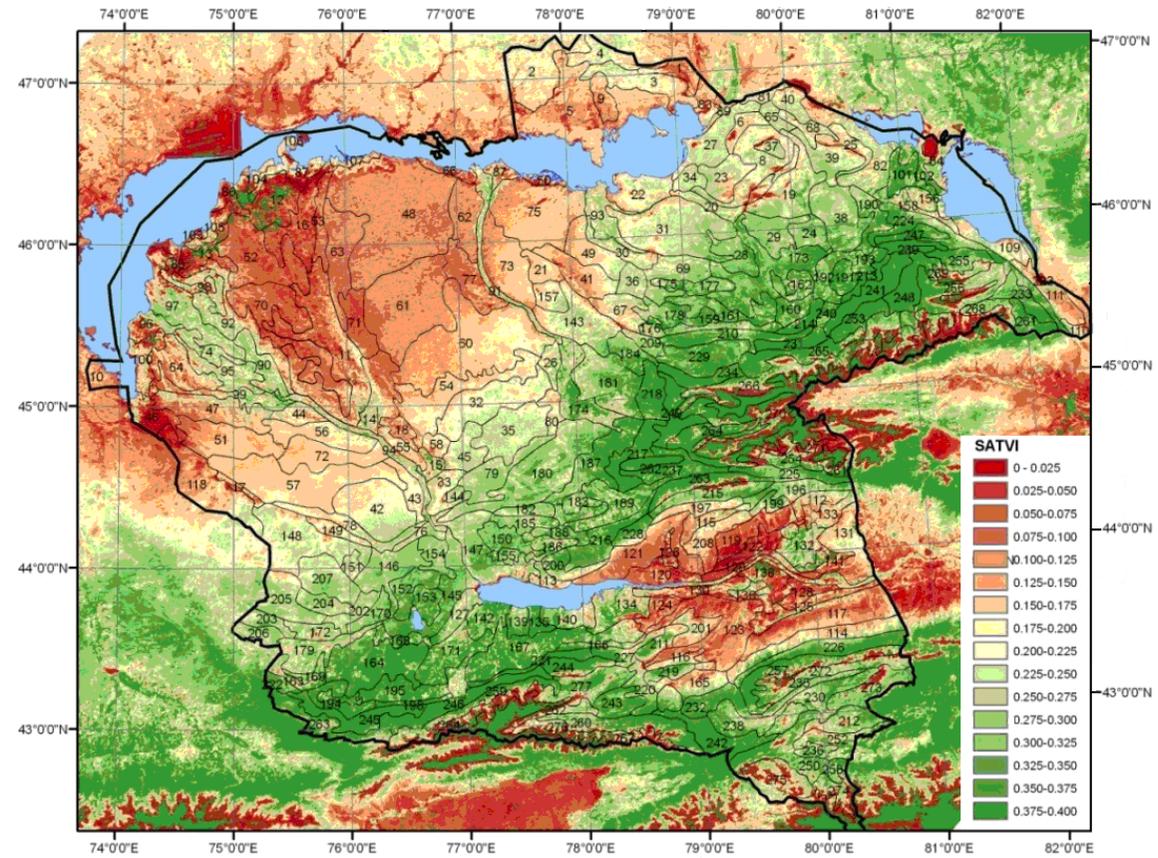


Рис. 3. Индекс SATVI, полученный по данным TERRA-MODIS для пастбищных земель Прибалтики в вегетационный период 2007 года.

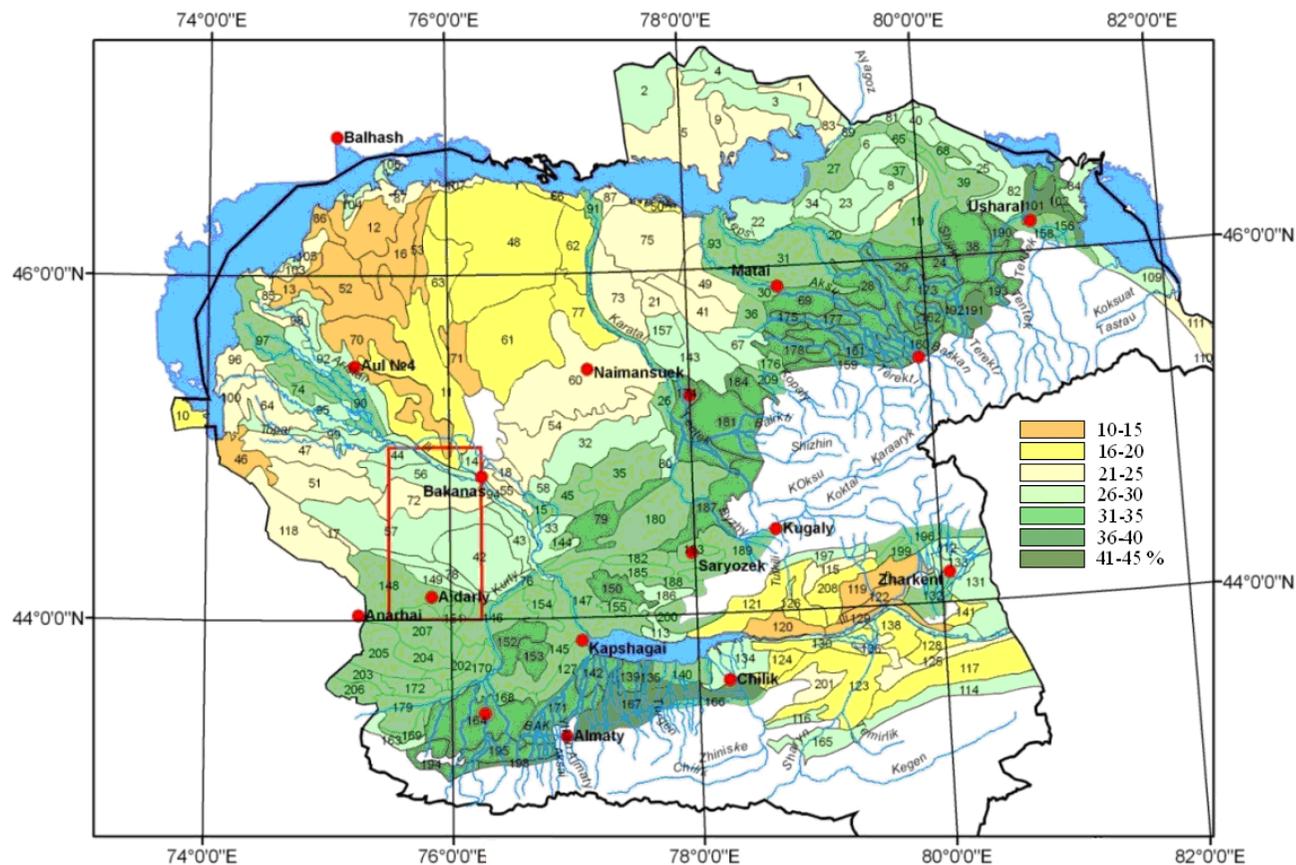


Рис. 4. Проективное покрытие почвы растительностью в Прибалхашье (Алматинская область) полученное по данным TERRA-MODIS в вегетационный период 2007 года.

Биоэкологические показатели состояния пастбищной растительности на исследовательском полигоне «Южный» по результатам съемок TERRA-MODIS и LANDSAT, 2007...2008 гг.

Таблица 4

№ ландшафта	Растительность, почва, рельеф	CV, %		Надземная биомасса (годовой прирост), т/га		
		Космическая съемка	Расчет		пастбища	саксаул (эфемеровые)
			пастбища	саксаул (луговые*, пашня**)		
		Пастбища + саксаул (луговые, пашня)				

		2007	2008	2007	2008	2008	2007	2008	2007	2008
11	Полынно-солянковая с участием саксаула до 45 % на суглинистых такыровидных почвах и песках древнедельтовой равнины	17	16	18	18	-2	0,41	0,20	[0,65] (0,17)	[0,65] (0,09)
14	Полынно-солянковая с участием пашни орошаемой до 80 % и саксаула до 5 % древнедельтовой равнины	30	30	23	23	+7**	-	-	-	-
42	Разнотравно-кустарниковая с эфемерами на высоких песчаных грядах	30	30	27	23	-	0,37	0,28	- (0,12)	- (0,08)
44	Разнотравно-кустарниковая на припойменных выровненных песках с участием саксаула до 20 %	27	26	18	18	+8	0,41	0,30	0,16 (0,14)	0,15 (0,07)
56	Эфемерово-полынно-кустарниковая на мелкобугристых песках с саксаулом до 70 % на такыровидных почвах	27	26	19	20	+6	0,33	0,14	[0,76] (0,22)	[0,70] (0,10)
57	Изнево-полынно-кустарниковая с эфемерами на мелкобугристых песках Таукум	27	26	19	23	-	0,41	0,32	- (0,13)	- (0,10)
70	Терескеново-полынно-эфемеровая на мелкобугристых песках с участием саксаула до 30 % на такыровидных почвах	15	13	16	16	-3	0,21	0,18	0,07 (0,08)	0,07 (0,04)
72	Терескеново-полынно-еркековая с саксаулом до 10 % на мелкобугристых песках	25	25	20	23	+2	0,24	0,17	0,02 (0,10)	0,02 (0,06)
78	Эфемерово-кустарниковая и эфемерово-полынная на пологих буграх песков Таукум	31	27	28	28	-	0,54	0,44	- (0,12)	- (0,08)
94	Древесно-кустарниковая с луговыми на лугово-болотных почвах и кустарниково-эфемеровая на песках в пойме р. Или	30	29	22	22	7...8*	-	-	-	-
146	Полынно-эфемеровая с эбелеком на сероземах светлых предгорной денудационной равнины	34	30	32	32	-	1,14	0,68	- (0,40)	- (0,15)
148	Эфемерово-эбелековая с полынями на суглинистых сероземах и песках предгорной равнины	32	27	24	26	-	0,74	0,54	- (0,26)	- (0,13)
149	Эфемеровая и эфемерово-полынно-солянковая по залежам на сероземах светлых предгорной равнины с участием пашни	28	23	23	24	-	0,42	0,34	- (0,28)	- (0,18)
151	Эбелековая с эфемерами на сероземах светлых предгорной равнины с участием посевов многолетних трав (житняка) до 50 %	32	28	32	29	-	1,27	0,58	- (0,20)	- (0,10)

№ ландшафта на карте	Растительность, почва, рельеф	CV, %					Надземная биомасса (годовой прирост), т/га			
		Космическая съемка		Расчет			пастбища		саксаул (эфемеровые)	
		Пастбища + саксаул (луговые, пашня)		пастбища		саксаул (луговые*, пашня**)				
		2007	2008	2007	2008	2008	2007	2008	2007	2008
207	Эфемерово-эбелековая и полынно-эфемеровая на серо-бурых и светло каштановых почвах сглаженного плоскогорья Чу-Илийских гор	33	31	34	32	-	0,75	0,55	- (0,27)	- (0,20)

Всего на равнинной территории Прибалхашья было выделено 209 ландшафтных единиц. Каждый из ландшафтов представлен укрупненными типами растительности, объединенных системно по сходству видового состава, почв, мезорельефа, а также по характеру хозяйственного использования [13]. В зональном аспекте растительность представлена полукустарничково-полынно-солянковыми типами на бурых и серо-бурых почвах межсочных равнин; полукустарничково-полынными с саксаулом на такыровидных засоленных суглинистых почвах и разнотравно-кустарниковыми с саксаулом на супесчаных и песчаных почвах и песках аллювиально-проллювиальных равнин; разнотравно-злаковые на лугово-бурых и лугово-болотных почвах в долинах и поймах рек; эфемероидно-полынно-злаковыми на сероземах денудационных равнин и злаково-полынными на светлокаштановых почвах увалистого предгорья и низкогорья.

Методические подходы

Динамика растительного покрова на интенсивно используемых пастбищных землях, обусловлена в первую очередь антропогенным влиянием и природными условиями. С антропогенными факторами, а также природными составляющими, такими как геоморфология, почва и климат, связаны условно необратимые и малозаметные изменения растительности. Более заметные, обратимые изменения (сезонные флюктуации) вызваны сезонной погодой.

Ранее выполненные в Прибалхашье исследования показали, что вследствие потепления климата и усиления сухости территории наблюдается ксерофитизация пастбищной растительности и увеличение обилия эфемеров (коротковегетирующих видов). При повышении годовых температур на величину до 3,0...4,0 °С, может заметно снизиться биологическая продуктивность коренных видов с преждевременным завершением фенологических фаз развития и ограничением условий для плодоношения и восстановления растительности [20]. В ряде работ, включая работы выполняемые на территории Прибалхашья, было установлено, что такие характеристики растительного покрова, как величина проективного покрытия почвы растительностью, надземная биомасса, количество накопленного растениями хлорофилла и другие, имеют тесную корреляцию с спектральными индексами растительности (*NDVI*, *IVC*, *VCI*, *IVCI*, *SATVI* и др.), которые рассчитываются на базе цифровых спутниковых данных [5, 12, 15, 21].

Также для оценки динамики растительности, под воздействием сезонных изменений погоды в регионе, использовался индекс NDVI, рассчитываемый по данным TERRA-MODIS [12, 21], и индекс VCI, получаемый по данным NOAA-AVHRR [15].

В настоящей работе для оценки динамики растительного покрова под воздействием антропогенных факторов применялся спектральный индекс $SATVI$ и количественно связанная с ним величина проективного покрытия почвы растительностью (CV), как один из достаточно информативных показателей экологического состояния пастбищных земель. Индекс $SATVI$, в соответствии с методикой, ранее отработанной авторами на примере пастбищ Аризоны [17, 22], рассчитывался на базе спутниковых данных с использованием формулы:

$$SATVI = \frac{P_{IR} - P_R}{P_{IR} + R_R + L} (1 + l) - \frac{P_{SWIR^2}}{2}, \quad (1)$$

где P_{IR} , P_{SWIR^2} и R_R – величина отраженной солнечной радиации в коротковолновом, среднем инфракрасном и красном каналах солнечного спектра, L – альbedo почвы.

Для пастбищных земель Прибалхашья индекс $SATVI$ и проективное покрытие почвы растительностью, сформированные в основном за счет зеленой биомассы, рассчитывались на уровне средних значений за вегетационный период растений по цифровым данным системы TERRA-MODIS с разрешением сигнала на местности 500 м [19]. В климатических условиях Казахстана начало вегетации растений на пастбищах весной и конец вегетации осенью совпадают с датами перехода температуры воздуха через 3...5 °С. Для получения CV строилась корреляционная зависимость $CV = f(SATVI)$ на уровне экспериментальных участков с размерами ограниченными на местности 180 × 90 м, которые были заложены авторами в вегетационный период 2006...2008 гг. на исследовательском полигоне «Южный» в Прибалхашье (рис. 1). Значения $SATVI$ для этих участков рассчитывались по данным LANDSAT с разрешением сигнала на местности 30 м [18]. Полученная на исследовательском полигоне корреляционная зависимость $CV = f(SATVI)$ подтверждалась коэффициентом детерминации равным 0,679 (рис. 2). Значения $SATVI$, вычисляемые по данным MODIS, предварительно преобразовывались в $SATVI$, вычисленные по данным LANDSAT. Для этого использовалась аналитическая зависимость, полу-

ченная для пастбищных земель штата Аризона [17], которая представлена в виде линейного уравнения:

$$SATVI_{Landsat} = 0,0021 + 0,760SATVI_{Modis}. \quad (2)$$

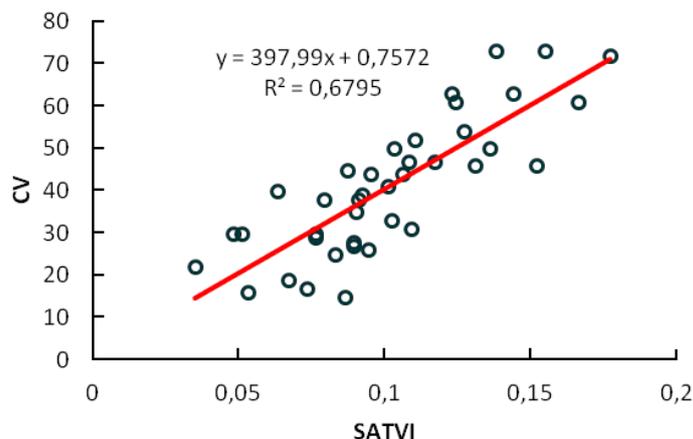


Рис. 2. Взаимосвязь между индексом SATVI и проективным покрытием почвы растительностью (CV, %), полученная по данным LANDSAT и результатов полевых наблюдений на исследовательском полигоне «Южный» в Прибалхашье. 2006...2008 гг.

Расчеты и картирование величин SATVI и CV на территорию Прибалхашья выполнялись на базе ландшафтно-геоботанической карты с расчетом средних величин для выделенных на ней ландшафтов (рис. 3, 4). Все природные ландшафты были условно разделены на четыре группы:

1. пастбищные с преобладанием в растительном покрове зональных видов и возможным участием (10 % и менее) иных группировок как луговые и саксаул, а также пашен с посевами сельскохозяйственных культур и залежных земель, всего 102 выдела;
2. пастбищные с участием в растительном покрове более 10 % луговых видов, всего выделов 32;
3. пастбищные с участием более 10 % саксаула, всего 35 выделов;
4. пастбищные с площадным участием более 10 % пашни, включая залежь, населенные пункты, сады – всего 22 выдела.

В соответствии с условным разделением ландшафтов по группам, случаи с проективным покрытием почвы растительностью также разделялись на соответствующие группы: $CV_{пастбища}$, $CV_{пастбища+луга}$, $CV_{пастбища+саксаул}$, $CV_{пастбища+пашня}$.

Результаты исследования

При оценке динамики растительного покрова, обусловленной антропогенными факторами, важно выделить сезонные изменения, связанные с агрометеорологическими условиями местности, в первую очередь с годовыми атмосферными осадками (R).

Среднегодовые суммы осадков по данным метеорологических станций изменяются на исследуемой территории от 126 мм в пустыне до 626 мм в предгорье и низкогорье. Годовые осадки изменяются более чем в 1,5 раза на равнине и более чем 2 раза на всхолмленной равнине и низкогорью (рис. 5). Чтобы выявить тенденции в антропогенной динамике растительного покрова пастбищных ландшафтов, покрытых преимущественно зональной растительностью, были построены графические зависимости между проективным покрытием почвы растительностью и годовыми суммами осадков $CV = f(R)$ за 2001...2002 гг. и отдельно за 2007...2008 гг. (рис. 6). В выборки, кроме ландшафтов с зональной растительностью, также включались ландшафты с участием пахотных земель. По агрометеорологическим условиям для роста и развития пастбищной растительности 2001 и 2008 годы условно можно характеризовать как сухие, а 2002 и 2007 годы как влажные.

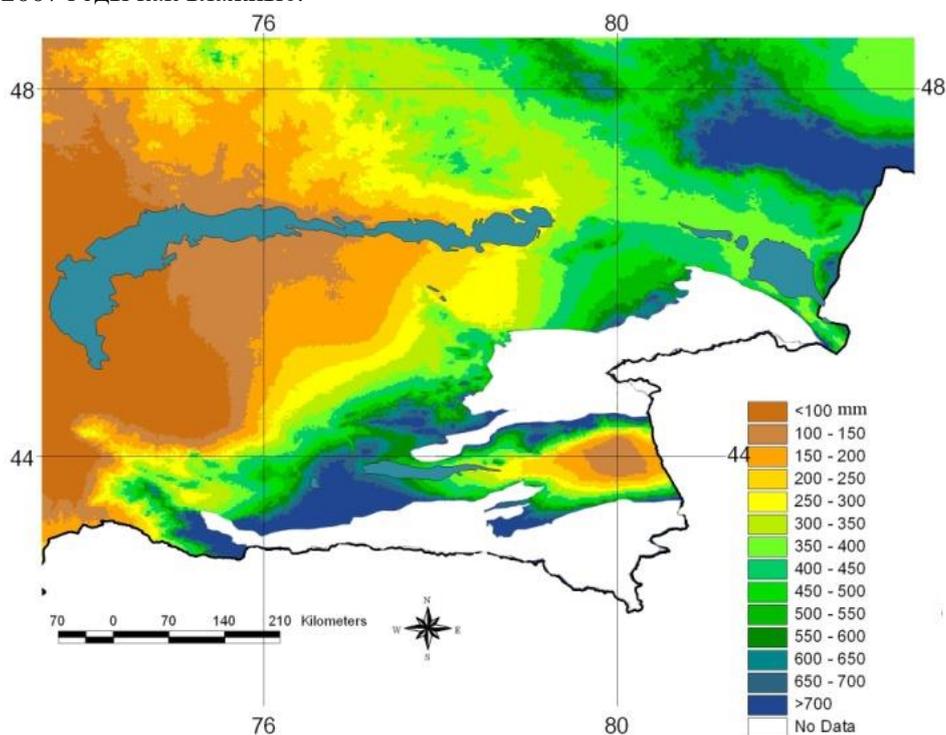


Рис. 5. Распределение атмосферных осадков на территории Прибалхашья в 2002 году.

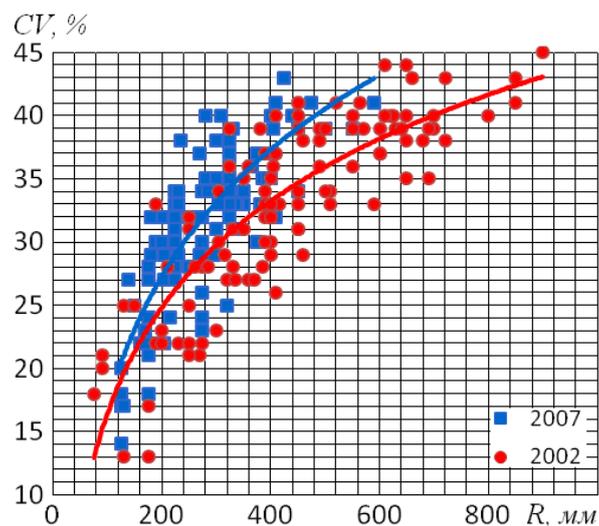


Рис. 6. Зависимость между проективным покрытием почвы растительностью (CV , %) и годовыми осадками (R , мм) для пастбищных ландшафтов с преобладанием зональной растительности (Алматинская область, исключая Илийскую долину) за 2001...2002 гг. и 2007...2008 гг.

Графические зависимости $CV = f(R)$, представленные на рис. 6, можно аппроксимировать аналитическими выражениями:

Рис. 6, кривая 1 (2001...2002 гг.)

$$CV = 12,155 \ln R - 39,595, \text{ при } R^2 = 0,698; \quad (3)$$

Рис. 6, кривая 2 (2007...2008 гг.)

$$CV = 14,504 \ln R - 49,583 \text{ при } R^2 = 0,672; \quad (4)$$

Из анализа кривых зависимостей $CV = f(R)$ представленных на рис. 6, видно, что кривая 1 (2007...2008 гг.) располагается на графике выше относительно кривой 2 (2001...2002 гг.). Величина превышения $CV_{\text{пастбища}}$ за 2007...2008 гг. зависит от количества выпавших осадков: 1...3 % – на фоне осадков 100...250 мм, 3...5 % – 250...400 мм и более 5 % – осадков ≥ 400 мм. Для Илийской долины превышение $CV_{\text{пастбища}}$ за 2007...2008 гг. составляло от 2 до 7 % при годовых осадках 200...700 мм. Следовательно, в период 2001...2008 гг. в Алматинской области на пастбищных землях сохранялась тенденция восстановления зональной растительности со среднегодовой скоростью увеличения сезонных величин проективного покрытия 0,5 %. Рассчитанная для Илийской долины среднегодовая скорость увеличения $CV_{\text{пастбища}}$ составляла 0,6 %. Для ландшафтов с участием пахотных земель, в местах обеспеченных осадками ≥ 400 мм, скорость увеличения покрытия растительностью составляла в среднем 0,7 % в год.

С целью выявления тенденций изменения CV для саксауловых лесов на пастбищных землях рассчитывались разности между $CV_{пастбища+саксаул}$ и $CV_{пастбища}$ для 35 выделенных ландшафтов с участием в растительном покрове саксаула 10 % и более. Как видно в табл. 2, среднее в разности между $CV_{пастбища+саксаул}$ и $CV_{пастбища}$ изменялось от +2,7 % (участие саксаула 10...20 %) до -1,9 % (участие саксаула до 50 %) с колебаниями разностей от -8 % до +13 %. При этом наибольшее число ландшафтов с саксаулом приходилось на разность $CV_{пастбища+саксаул}$ и $CV_{пастбища}$ от 0 до -10 % для всех градаций участия саксаула в растительном покрове, что указывает на то, что проективное покрытие для большинства ландшафтов с саксаулом отмечалось ниже чем для безлесных ландшафтов. Полученные результаты наглядно демонстрируют продолжавшуюся в последнее десятилетие деградацию саксауловых лесов в Прибалхашье и медленное восстановление растительности нижнего яруса на лесных вырубках. Подтверждением этому служит информация МСХ РК об уменьшении площади саксауловых лесов в Казахстане за период с 2003...2010 гг. на 213,7 тысяч га. При этом отмечается, что современные саксауловые леса часто представлены порослями кустообразной формы на месте уничтоженных деревьев [6].

Таблица 2

Распределение пастбищных ландшафтов в зависимости от участия саксаула в растительном покрове и проективного покрытия почвы растительностью и на территории Алматинской области в 2002 г.

Участие саксаула, %	Всего единиц ландшафтов	Разность между $CV_{пастбища+саксаул}$ и $CV_{пастбища}$, %								
		среднее	max	min	> 10	6...10	1...5	0...-4	-5...-9	≤ -10
10...20	12	2,7	+8	-8	-	1	-	7	4	-
25...35	13	-0,2	+13	-10	1	1	3	5	2	1
40...55 (70)	10	-1,9	+9	-8	-	2	-	4	4	-
Итого	35				1	4	3	16	10	1

Аналогично для 32-х выделенных ландшафтов с участием луговой растительности оценивалась разность между $CV_{пастбища+луга}$ и $CV_{пастбища}$ в сравнении за 2002 и 2007 годы (табл. 3). Из ее анализа видно, что среднее разности $CV_{пастбища+луга}$ и $CV_{пастбища}$ за 2007 год отмечалось ниже по сравнению с аналогичной разностью за 2002 год на 1...3 % для всех градаций участия луговых в растительном покрове при среднегодовом уменьшении 0,4 %. Диапазон колебаний разностей $CV_{пастбища+луга}$ и $CV_{пастбища}$ составлял от -1...-4 % до +17...+20 %. Из этого можно сделать

общее заключение о продолжавшейся в последнем десятилетии деградации пойменной луговой растительности с понижением в отдельных случаях урожайности луговых травостоев до урожайности пастбищ, что подтверждается присутствием в табл. 3 нулевых и даже отрицательных значений в разностях $CV_{\text{пастбища+луга}}$ и $CV_{\text{пастбища}}$.

Таблица 3

Динамика проективного покрытия для ландшафтов с учетом луговых в растительном покрове на территории Прибалхашья. Алматинская область, 2002...2007 гг.

Участие луговых, %	Единиц ландшафтов	Разность $CV_{\text{пастбища+луга}}$ и $CV_{\text{пастбища}}$, %					
		2002 г.			2007 г.		
		среднее	max	min	среднее	max	min
15...25	13	5,0	17	-1	4,1	11	-2
30...45	4	7,7	12	+3	5,1	10	+2
50...65	4	9,0	15	0	6,0	7	+3
≥ 70	14	10,5	20	-4	8,3	13	+3

Результаты количественной оценки антропогенной динамики растительности для конкретных пастбищных ландшафтов показаны на примере экспериментального полигона «Южный» в Прибалхашье (табл. 4). Оценка выполнялась путем сравнения величин общего покрытия почвы растительностью, полученных из космоса и рассчитанных как $CV_{\text{пастбища}}$ по кривым, представленным на рис. 6. Для оценки также использовались результаты моделирования продуктивности растительности, полученные ранее для экспериментального полигона [21]. Из анализа табл. 4 видно, что в 2007...2008 гг. для предгорной равнины и низкогорья сохранялись положительные тенденции в восстановлении эфемерово-полынной и полынно-эфемеровой растительности. Это подтверждается близкими по величине значениями проективного покрытия почвы, полученными из космоса и рассчитанными для пастбищ как фоновые (ландшафты 78, 146, 148, 207). Потенциальный годовой прирост биомассы составляет для этих ландшафтов от 0,54 до 1,14 т/га. Относительно низкий годовой прирост биомассы до 0,42 т/га отмечался на ранее возделываемых, в настоящее время залежных землях, покрытых в основном эфемеровой растительностью с преобладанием эбелека (ландшафт 149). Более существенные по абсолютной величине разности в покрытии почвы растениями, полученные из космоса и снятые с графика на рис. 6, выявлены для менее используемых зимних пастбищ на песках покрытых разнотравно-кустарниковой растительностью, с годовым приростом биомассы от 0,37 до 0,41 т/га (ландшафты 42, 57), которые подтверждают более устойчивые тенденции в восстановлении растительности.

На ранее улучшенных пастбищных землях с посевами житняка также отмечались повышенные значения проективного покрытия почвы относительно их фоновых значений $CV_{пастбища}$ (ландшафт 151). Это свидетельствует о длительной (15 лет и более) сохранности пастбищ коренного улучшения с сохранением высоких величин надземной биомассы до 1,27 т/га. На пастбищах залесенных саксаулом, с его потенциальным годовым приростом от 0,07 до 0,76 т/га, понижение проективного покрытия почвы растительностью до уровня фоновых значений $CV_{пастбища}$ (ландшафт 56) и ниже уровня фоновых значений (ландшафты 11, 70), свидетельствует об уничтожении саксауловых деревьев на значительной площади ландшафтов. Менее пострадало саксауловое редколесье, с годовым приростом биомассы от 0,02 до 0,16 т/га, на отдаленных пустынных пастбищах (ландшафты 44, 72), что подтверждается превышением их проективного покрытия растительностью над фоновыми значениями $CV_{пастбища}$ на величину от 2 до 8 %. Для ландшафта с луговой растительностью (выдел 94) превышение $CV_{пастбища+луга}$, полученное из космоса, на величину 7...8 % над рассчитанным $CV_{пастбища}$ свидетельствует об умеренной (слабой) деградации луговой растительности на данном участке поймы р. Или. Вместе с тем, по сведениям из источников [2, 14] урожайность естественных луговых травостоев в поймах рек Прибалхашья и других природных регионов Казахстана, в целом отмечается низкой и составляет всего 0,8...1,1 т/га, суходольных лугов 0,4...0,6 т/га. Повторяющаяся год от года величина покрытия почвы растительностью для отдельных ландшафтов, с превышением на 7 % и более фоновых величин $CV_{пастбища}$, свидетельствует о площадном преобладании земель с ирригацией под посевами сельскохозяйственных культур с устойчивой урожайностью (выдел 14).

Заключение

1. Выполненные в Прибалхашье экологические исследования пастбищных земель на базе цифровой информации современных космических систем TERRA-MODIS и LANDSAT, позволили выявить общие тенденции деградации/восстановления растительного покрова за 2001...2008 гг., связанные с изменением антропогенных нагрузок в условиях резкого изменения природопользования и социально-экономических показателей. Оценка антропогенной динамики растительного покрова выполнена с учетом сезонной изменчивости атмосферных осадков.

2. Результаты исследований показали увеличение проективного покрытия почвы зональной растительностью, что в целом подтвердило преобладание на равнинной территории процессов восстановления над процессами деградации, в основном за счет отдаленных малоиспользуемых пастбищных массивов. На этот период подтвердились процессы усиленной деградации саксауловых лесов Прибалхашья, о чем свидетельствует уменьшение проективного покрытия почвы растениями до величины покрытия почвы на безлесных ландшафтах и менее. В эти же годы отмечалось понижение проективного покрытия почвы луговой растительностью в поймах рек и естественно пониженных местностях, в отдельных случаях до уровня покрытия растениями пастбищ, что подтвердило процессы продолжавшейся деградации лугов в регионе.
3. Для пастбищных земель Прибалхашья впервые по материалам космических съемок 2001...2008 гг. получены сезонные величины проективного покрытия почвы зеленой растительностью, которые для пастбищных ландшафтов с преобладанием зональной растительности составили 18...42 %, ландшафтов с участием лесных экосистем (саксаульников) – 10...25 %, с участием интразональной луговой растительности – 25...40 % и с участием пашни под посевами сельскохозяйственных культур – 28...45 %. Они могут быть использованы как интегральные пространственные характеристики состояния растительного покрова в регионе под влиянием антропогенного воздействия и природных условий.
4. Определяемые ежегодно величины сезонного покрытия почвы растительностью, могут значительно пополнить информационную базу экологических показателей состояния пастбищных земель, которая традиционно включает результаты крупномасштабных полевых геоботанических изысканий (видовой состав, структура растительного покрова, кормовые запасы и др.), статистические данные (нагрузка скота на площадь сельскохозяйственных земель и др.), ретро- картографические и другие материалы. Использование новых и старых экологических показателей в комплексе позволит значительно расширить возможности регулярного мониторинга пастбищных земель на значительной их площади в Казахстане с использованием информации современных космических систем и наземных данных.

Результаты получены в рамках партнерского проекта K-1396р Международного Научно-технического Центра (ISTC) в творческом сотрудничестве ученых Казахстана и США при финансовой поддержке США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья // Под ред. И.И. Скоцеляса. – СПб: Гидрометеиздат, 1995. – 254 с.
2. Алимаев И.И., Смаилов К.Ш. Пути преодоления существующих рисков в кормопроизводстве Казахстана // Климатические риски: Матер. конференции ПРООН. Алматы, Август 2012.
3. Геоботаническая карта природных кормовых угодий пустынной зоны Казахстана, М 1:2 500 000, КазГИПРОзем, 1993 г.
4. Деградация земель под воздействием выпаса скота (карта), М 1:7 500 000 // Национальный атлас Республики Казахстан. Т. 3. – Алматы, 2006.
5. Закарин Э.А., Спивак Л.Ф., Архипкин О.А, Муратова Н.Р., Терехов А.Г. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана. – Алматы: 1999. – 174 с.
6. Информация к национальному докладу. Министерство сельского хозяйства РК. 2011 г.
7. Ландшафтная карта Казахской ССР, под редакцией Н.А. Гвоздецкого, М 1:2 500 000, 1978.
8. Казахстанская модель устойчивого управления пастбищными ресурсами (на примере опыта совместного проекта Правительства РК, Глобального экологического фонда (GEF), Программы развития ООН (ПРООН) и Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ) «Устойчивое управление пастбищными ресурсами для повышения благосостояния сельского населения и экологической целостности», реализованного на территории Жамбылского района Алматинской области. – Алматы: 2011. – 119 с.
9. Карта кормовых угодий Казахской ССР, М 1:1 500 000, КИО КазГИПРОзем, 1980 г.
10. Карта растительности Казахстана и Средней Азии, М 1:2 500 000, Под ред. Е.И. Рачковской, 2005 г.
11. Карта экологического состояния природных кормовых угодий пустынной зоны Казахстана. М 1:1 2500 000. Институт "Казгипрозем". – Алма-Ата, 1991.

12. Лебедь Л.В. Изменение кормовых запасов на пастбищах Казахстана в годы с различными агрометеорологическими условиями (по административным районам Алматинской области) // В кн. Агрометеорологическое обеспечение овцеводства Казахстана / Под ред. А. Шамена. – Алматы: 1998. – С. 340- 348.
13. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан. // Государственный комитет РК по земельным ресурсам и землеустройству. – Алматы: 1994. – 106 с.
14. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш // Монография. Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Кайнар, 2002. – 387 с.
15. Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Терехов А.Г., Батырбаева М.Ж. Мониторинг долговременных изменений растительного покрова аридных и полуаридных зон Казахстана с использованием данных дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Т. 8. – № 1. – 2011. – С. 163-169.
16. Эколого-геоботаническое районирование Казахстана по степени опустынивания. М 1:10 000000 // Национальный атлас Республики Казахстан, Т. 3. – 2006.
17. Hagen S., Heilman Ph, Marset R., Torbick N., Salas W., Ravensway J. and Qi J. Monitoring vegetation cover on rangelands in the western US: Scaling from ground observation to the MODIS sensor. Remote Sensing of Environment, July, 2011
18. U.S. Geological survey: <http://glovis.usgs.gov> (Дата обращения 2011...2012 гг.)
19. Atmosphere Archive and Distribution: <ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/all/Data/5MCD43A4/>. (Дата обращения 2011...2012 гг.)
20. Lebed L. Possible changes in agriculture under the influence of climate change in Kazakhstan // Environmental Problems of Central Asia and their Economic, Social and Security Impacts .Edited by .Qi J., Evered K. - Proceeding of the NATO Advances Research Workshop. – Tashkent, Uzbekistan. 2008 – P. 149-159.
21. Lebed L., Qi J, Heilman Ph. An ecological assessment of pasturelands in the Balkhash area of Kazakhstan with remote sensing and models // Environmental Research Letters 7 2012 – P. 25-33.
22. Qi J., Heilman Ph., Biedenbender S.H., Watson M.C., Amer S., Weltz M., Goodrich D.C. and Marsett R. Remote sensing for grassland management in

the arid southwest. // Rangeland Ecology and Management. 59(5), 2006. – P. 530-540.

23. Карты Google [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: www://maps.google.ru/maps/h. (Дата обращения 2010...2011 гг.)

Поступила 01.11.2012

Геогр. ғылымд. канд.	Л. Лебед М. Ибрагимов З. Токпаев
Геогр. ғылымд. докторы	А. Чередниченко Т. Шестакова Е. Царева Ф. Хейлман
Ph.D. Профессор	Дж. Чи С. Хаген

ҒАРЫШТЫҚ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ БАЛҚАШ МАҢЫНДАҒЫ ЖАЙЫЛЫМ ЖЕРЛЕРДІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ДИНАМИКАСЫН БАҒАЛАУ

Қазақстандағы өткен және кәзіргі жүзжылдықта болған, экономикалық дағдарыс табиғатты қолдануда айтарлықтай өзгерістер енгізді. Антропогендік жүктеменің мінездемесі мен дәрежесінде өзгерістер осыдан пайда болды. Климаттың жылынуы және аумақ аридациясының күшеюі табиғи ландшафтардың экологиялық жағдайына айтарлықтай қолтанба қалдырды, бірінші кезекте өсімдік жамылғысына. Мақалада осы замағы Landsat и Terra-Modis ғарыш жүйелері негізінде алынған Балқаш маңы аумағындағы антропогендік фактордың әсерінен жайылым жерлердің өсімдік жамылғысы 2001...2008 жж. арасындағы динамикасын бағалаудың кейбір нәтижелері келтірілген. Зерттеулер ауылиаруашылық және өндірістің басқа салаларындағы тұғыр-дағдарыс мерзімі тұрақталған және экономикалық көрсеткіштер өсе бастаған кезде жүргізілді. Нәтижелер, АҚШ қаржылық қолдауымен, Қазақстан және АҚШ ғалымдарының шығармашылық ынтымақтастығы, Халықаралық Ғылыми-техникалық Орталықтың (ISTC) К-1396р серіктестік жоба шеңберінде алынды.