

УДК551.311.3+551.510.42

**ПОДВИЖНЫЕ ПЕСКИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ**

Канд. физ. мат. наук О.Е. Семенов

А.П. Шапов

О.С. Галаева

*Приводятся координаты и площади подвижных песков в Юго-Восточном Прибалхашье. Наиболее крупный массив их располагается вокруг п. Матай на правом берегу р. Аксу, площадь которого достигает 16,8 км<sup>2</sup>. Характерная особенность всех подвижных песков этого региона — очень мелкий размер частиц и небольшая дисперсия распределения по размерам. Средний геометрический размер частиц песка  $\bar{x}_0$  не превышает 110 мкм, среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров  $\sigma_{lgx}$  менее 0,1. Векторы перемещаемой массы песка направлены, в основном, на ССВ...В.*

Значительную часть территории Южного Прибалхашья занимают песчаные пустыни. Многометровые толщи песчаных отложений образуют поверхности, покрытые редкой растительностью, либо совсем оголенные. Незакрепленные растениями пески легко подвергаются ветровому переносу. Однако, они более благоприятны для хозяйственного освоения по сравнению с другими типами пустынь, особенно если располагаются на подгорной равнине и более обеспечены водными ресурсами. Поэтому в Прибалхашье большее количество населенных пунктов располагается на окраинах песчаных массивов вблизи русел основных рек: Или, Каратала, Аксу и Лепсы. Именно возле населенных пунктов чаще всего и встречаются массивы подвижных песков, образующихся под влиянием недально-видной хозяйственной деятельности человека. Причиной их образования является перегрузка песчаных пастбищ. Образование подвижных песков — это полное разрушение биологической жизни ландшафта и потеря экономического потенциала территории, т.е. опустынивание в его заключительной конечной фазе.

Процесс естественного зарастания подвижных песков без вмешательства человека может длиться столетиями, так как в песчаной пустыне, в отличие от других ландшафтов, все определяется большой засушливо-

стью климата, засоленностью грунтовых вод и литологией подстилающей поверхности. Жесткая взаимосвязанность всех компонентов ландшафтов приводит к тому, что природные процессы протекают экстремально или на грани экстремальности [2].

Закрепление подвижных песков человеком, с помощью механических защит, посадки пескоукрепляющих растений и создание искусственных защитных покрытий стоит чрезвычайно дорого. Поэтому человек, осваивая пустыни, должен осознавать себя частью этой чрезвычайно уязвимой природной среды и знать о последствиях своей неразумной деятельности.

Экспедиция Казгидромета в 2002 году провела поиск подвижных песков в восточной части Южного Прибалхашья. Целью этих работ было определение площадей подвижных песков, их функций распределения по размерам. Координаты подвижных песков и их площади получены с помощью спутниковой системы определения местоположения Global Place System (GPS). Был обследован район, включающий левобережье р. Каратал, пески, примыкающие к долинам р. Лепсы и Аксу, дельтовые области р. Каратал, Аксу и Лепсы, а так же пески прибрежной зоны оз. Балхаш от дельты Аксу и до восточной оконечности озера. Исследования выполнялись маршрутным методом.

Для изучения дисперсного состава песков на массивах подвижных песков и в характерных точках маршрутов были отобраны образцы песков, которые затем, в лабораторных условиях были подвергнуты ситовому анализу по методике, изложенной в [3], и вычислены параметры функций распределения частиц по размерам (табл. 1).

Таблица 1

Параметры распределения частиц песка по размерам, отобранных с поверхности подвижных песков восточной части Южного Прибалхашья

№ образца	Характеристика песков и места отбора проб	Параметры распределения	
		$x_0$ МКМ	$\sigma_{lgx}$
7	$\varphi=46^{\circ}06'$ , $\lambda=78^{\circ}13'$ . Подвижный бархан у дороги в р-не пос. Кураксу	109	0,08
9	$\varphi=46^{\circ}16'$ , $\lambda=78^{\circ}25'$ . Массив подвижных песков	95	0,09
16	$\varphi=46^{\circ}22'$ , $\lambda=78^{\circ}44'$ . Подвижные пески восточнее поселка Кокжиде	95	0,10

Окончание табл.

№ образца	Характеристика песков и места отбора проб	Параметры распределения	
		$x_0$ мкм	$\sigma_{г.х}$
21	$\varphi=46^{\circ}27'$ , $\lambda=79^{\circ}04'$ . Разъезд Арганты. Подвижный песок	106	0,16
22	$\varphi=46^{\circ}33'$ , $\lambda=79^{\circ}14'$ . Гряда возле дороги Актогай—Лепсы	101	0,12
24	$\varphi=46^{\circ}33'$ , $\lambda=79^{\circ}14'$ . Южнее разъезда Ак—Балык. Подвижный песок, $F = 0,1\text{км}^2$	113	0,13
<b>Массив подвижных песков в районе железнодорожной станции Матай</b>			
28	$\varphi=45^{\circ}53'$ , $\lambda=78^{\circ}46'$	90	0,08
29	Там же	101	0,08
30	Там же	109	0,09
31	У поймы р. Аксу	97	0,07
32	$\varphi=45^{\circ}54'$ , $\lambda=78^{\circ}46'$ . Подвижный бархан на южной оконечности массива	96	0,07
33	$\varphi=45^{\circ}53'$ , $\lambda=78^{\circ}43'$ . Юго-западная оконечность ст. Матай. Одиночный бархан в пойме	104	0,07
34	$\varphi=45^{\circ}55'$ , $\lambda=78^{\circ}44'$ . Крайняя северо-восточная окраина массива песков у Матай. Вершина бархана	95	0,08
35	$\varphi=45^{\circ}54'$ , $\lambda=78^{\circ}40'$ . Северо-западная точка отбора проб у р. Аксу	Не опр	
36	$\varphi=45^{\circ}54'$ , $\lambda=78^{\circ}41'$ . Подвижный песок вдоль р. Аксу	101	0,07
<b>Подвижные пески в долине р. Каратал</b>			
42	Подвижный песок в поселке Алмалы	117	0,09
43	Массив подвижных песков в 12км от п. Доинчи. Вершина дюны	112	0,09
44	Там же. У основания дюны с северной стороны	110	0,08
45	Там же. У основания дюны с южной стороны	107	0,08
46	Подвижный песок на ВСВ от дюны	126	0,09
47	Отдельная гряда в пойме Каратала. Ширина — 500 м, длина — 1500 м	113	0,08

Рельеф рассматриваемой территории представлен пологоволнистыми, барханными, барханно-грядовыми и ячеистыми песками. Высота

гряд на левобережье Каратала увеличивается от 1...2 м на юге до 25...30 м в преддельтовой области. Межбарханные понижения сложены супесчаниками и суглинками, часто в значительной степени засоленными. На севере, в преддельтовой области р. Каратал и вдоль побережья оз. Балхаш, распространены песчаные солончаковые поверхности с выпотным режимом засоления. Пески, в основном, мелкие – средний геометрический размер частиц ( $x_0$ ) составляет от 95 до 120 мкм. Пески с такими размерами наиболее подвержены дефляционным процессам, так как имеют минимальную критическую скорость начала развевания.

Анализ одного из образцов песка, выполненный в ИГН им. К.И. Сатпаева минералогом К.Р. Плеховой, показывает, что пески этого региона относятся к полимиктовым. Минеральный состав этой пробы таков: кварц – 25 %, полевые шпаты и мелкозернистые обломки пород – 60 %, кальцит – 11 %, амфиболит (+ пароксен) – 4 %, рудные (ильменит?) и акцессорные – знаки.

По степени закрепленности растительностью пески относятся к полужакрепленным. Наименее закреплены пески на левобережье р. Каратал.

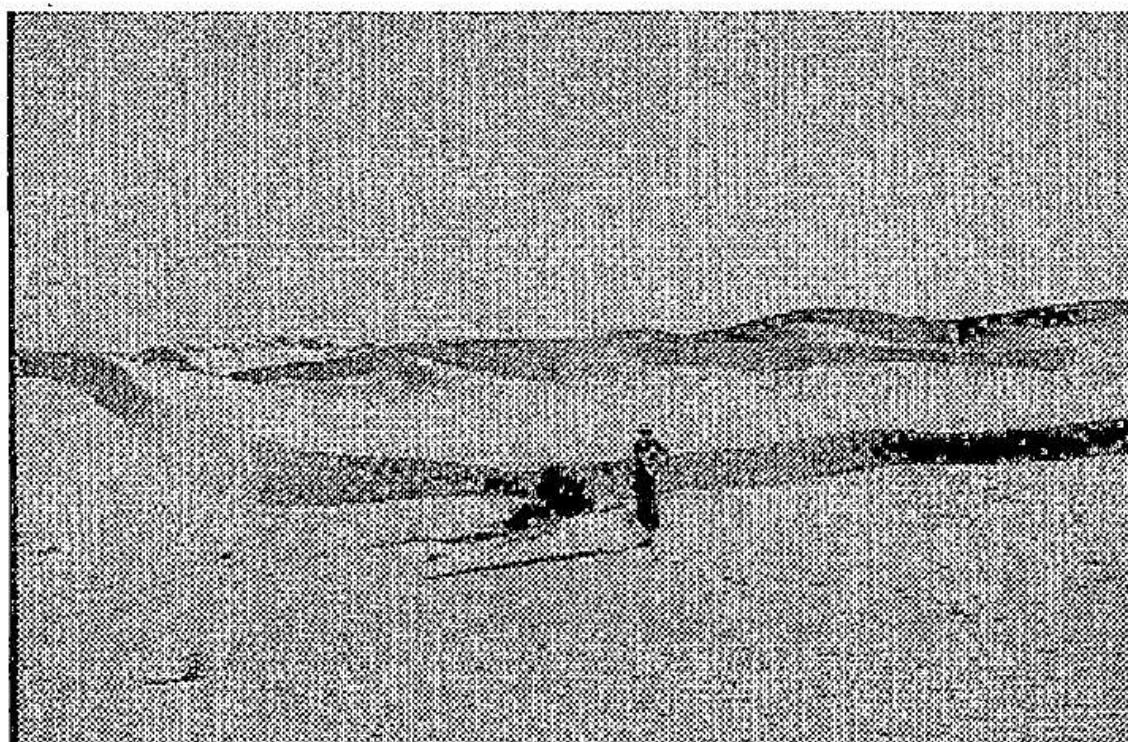
### **Подвижные пески в дельте р. Каратал**

Подвижные пески на левом берегу р. Каратал вдоль автомобильного шоссе Уштобе – Копберлик встречаются довольно часто. Но они занимают небольшие площади, порядка нескольких десятков или сотен квадратных метров и не представляют серьезной угрозы ни движению транспорта, ни природной системе. Наиболее крупные из них по площади находятся в районе поселка Новостройка и два небольших подвижных бархана на 97 и 127 км трассы. Самые большие массивы незакрепленных песков находятся в дельте р. Каратал. В вершине дельты, в поселке Алмалы, на его северной окраине, подвижная невысокая барханная гряда наступает на хозяйственные и жилые постройки. Высота гряды 4 – 5 м. Гряда ориентирована с ВСВ на ЗЮЗ, её протяженность 580 м, ширина около 100 м, занимаемая площадь – порядка 58 000 м<sup>2</sup>. На теле гряды размещаются отдельные небольшие барханы. Дисперсный состав песка из гряды представлен в табл. 1, проба 42, средний геометрический размер частиц  $x_0 = 117$  мкм, среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров  $\sigma_{lgx} = 0,09$ . Пески этого размера можно отнести к подвижным.

Севернее, на территории дельты, одиночно расположены крупные подвижные дюны. В 5 км к ССЗ от поселка Доинчи находится самая большая из них. Длина её достигает 1,5 км, ширина – до 0,5 км. Дюна про-

стирается с ЗЮЗ на ВСВ. Её координаты  $\lambda = 77^{\circ} 17'$  в.д.,  $\varphi = 46^{\circ} 17'$  с.ш.. Поверхность песка в её западной части закреплена. Общая площадь подвижного песка достигает  $525\ 000\ \text{м}^2$ . Дюна сложена песком с параметрами  $x_0 = 113\ \text{мкм}$ ,  $\sigma_{\text{гх}} = 0,08$ , (проба 47, табл. 1)

Еще две дюны находятся в ССВ направлении от поселка Доинчи на расстоянии 12 км от него, рядом с автодорогой на Копберлик. Координаты ближней к дороге вершины дюны  $\lambda = 77^{\circ} 20'$  в.д.,  $\varphi = 46^{\circ} 19'$  с.ш.. На теле дюны расположены барханные цепи, ориентированные с С на Ю (Рис. 1). На этой дюне было отобрано три образца – с вершины (проба 43), у основания с северной (проба 44) и южной (проба 45) стороны. Площадь занимаемая этими подвижными песками достигает  $120\ 000\ \text{м}^2$ .



*Рис. 1. Подвижная дюна в 12 км от поселка Доинчи.*

Примерно в 1,5 км от неё на ВСВ находится ещё одна, несколько меньших размеров, дюна, площадь подвижных песков которой равна  $60\ 000\ \text{м}^2$ . Интересной особенностью её формы является наличие вершинной башни, образованной засыпанными песком зарослями тамарикса. Высота этой башни над поверхностью тела дюны достигает 7...8 м. Её координаты  $\lambda = 77^{\circ} 21'$  в.д.,  $\varphi = 46^{\circ} 20'$  с.ш.. ( $x_0 = 126\ \text{мкм}$ ,  $\sigma_{\text{гх}} = 0,09$ ).

В районе всех трех дюн имеются остатки давно разрушенных строений. Возможно, что причиной ухода людей из них стало образование подвижного песка?

Восточнее поселка Доинчи есть так же небольшой участок подвижного песка. В дельте р. Каратал в окружающих песках много высохших соленых озер. Поверхность их дна представляет солевые коры, состоящие из солей хлорида натрия (галита). Как известно, галитовые поверхности не подвергаются выдуванию. Поэтому в этом районе нет опасности ветрового выноса солей с этих осушенных водоемов.

### Подвижный песок в долине р. Аксу

В районе железнодорожной станции Матай расположен наиболее крупный во всем Южном Прибалхашье массив подвижных песков, окружающий этот крупный населенный пункт с трех сторон. На рис. 2 показаны занимаемые этими песками площади, которые достигают 16,5 млн. м<sup>2</sup> или 16,5 км<sup>2</sup> (15,8 км<sup>2</sup> без территории п. Матай, хотя перенос песка идет и в самом поселке).

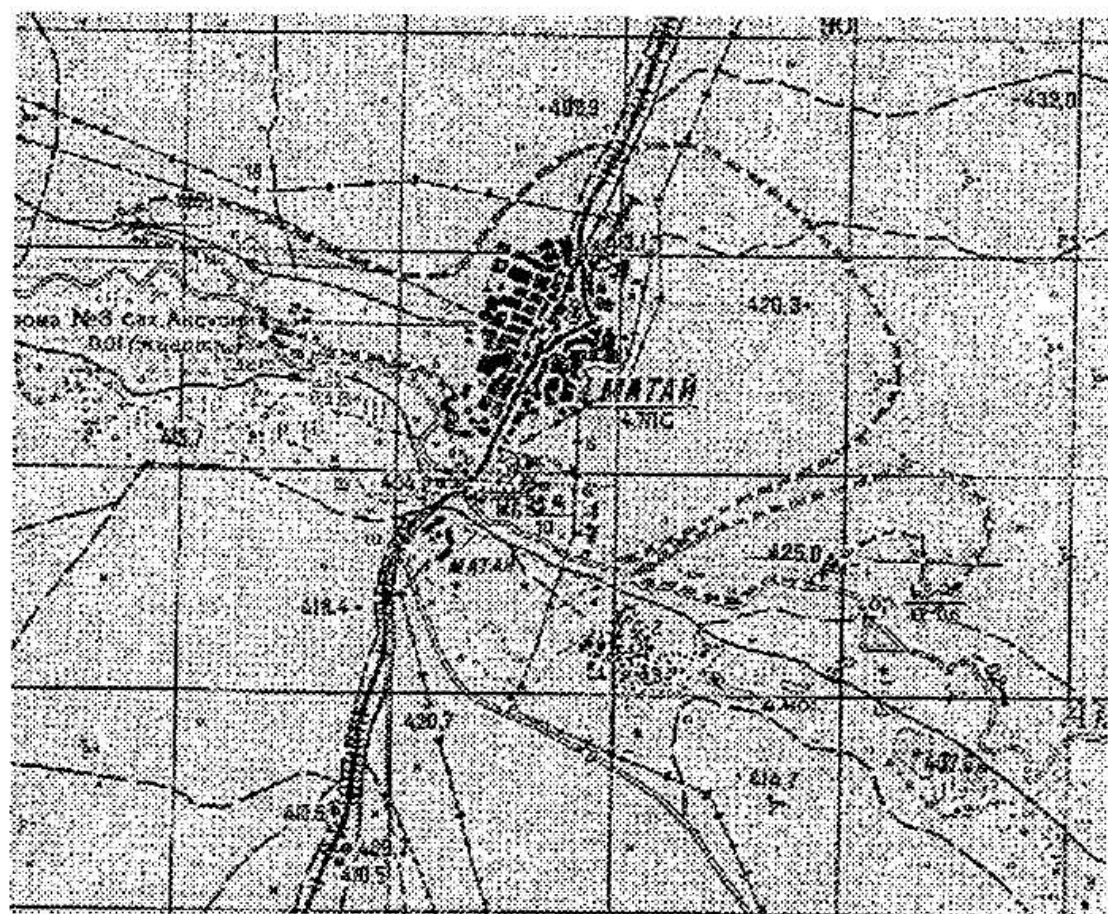


Рис. 2. Подвижные пески в районе п. Матай. **-----** - граница массива подвижного песка.

Подвижный песок здесь хорошо описывается логнормальным распределением. Параметры распределения незначительно изменяются по площади массива. Рельеф песков отличается разнообразием и местами

сложным строением. Особенно это относится к массиву, расположенному южнее автодороги Уштобе-Лепсы. Песок во время бурь заносит поселок, железнодорожные строения и автомобильные дороги, наносы песка покрывают и площадку метеостанции Матай.

Рельеф песков в этом районе грядовый и бугристо-грядовый. Высота гряд составляет 15 – 20 м. По телу гряд повсеместно наблюдаются вторичные формы рельефа подвижных песков в виде мелких гряд, барханов и золовой ряби. Песок мелкий — средний геометрический размер частиц ( $x_0$ ) изменяется в пределах 90 – 110 мкм (образцы 28 – 34). Параметры распределения по размерам описываются логарифмически-нормальной функцией (рис. 3, проба 31). Отличительной особенностью песков является очень маленькая дисперсия,  $\sigma_{lgx} = 0,07...0,08$  (вероятно, это самая минимальная величина  $\sigma_{lgx}$  для всего Казахстана), практически полное отсутствие во всех образцах пылевых частиц (< 50 мкм), что объясняется, по-видимому, выносом этих частиц за пределы территории в результате длительной и интенсивной золовой переработки. Кроме того, в большинстве образцов присутствует более крупный песок (рис. 4, проба 34), содержание его в песке менее 0,5 %, но в некоторых местах количество этого песка в поверхностном слое повышено. Так склон на юго-западной окраине поселка, примыкающий к пойме р. Аксу, покрыт панцирем из этих частиц полностью.

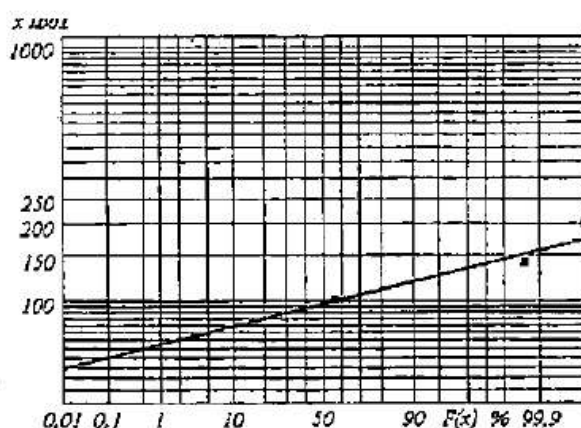


Рис. 3. Интегральная кривая распределения частиц песка по размерам, отобранного с вершины дюны (проба 31).

Эта поверхность так же представляет собой рябь, т.е. процессы золовой переработки поверхности, правда в меньших масштабах, наблюдаются и на очень крупном песке. Следует отметить, что наличие более крупного песка в небольших количествах характерно для большинства образцов дельтовых и околопойменных песков всего Южного Прибалхашья.

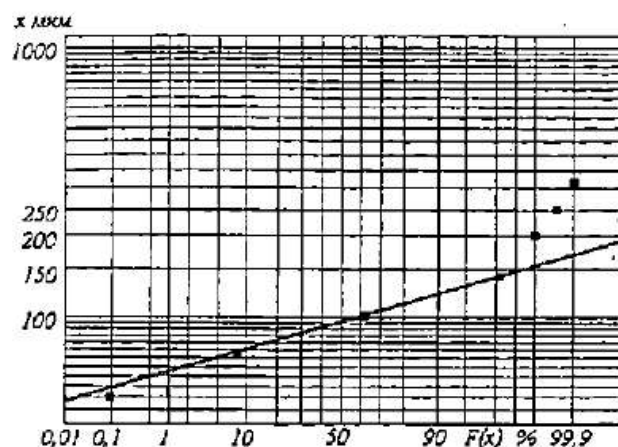


Рис. 4. Интегральная кривая распределения частиц песка по размерам, отобранного с вершины дюны (проба 34).

Ниже по течению р. Аксу, на правом берегу, северо-западнее поселка Кураксу находятся два подвижных бархана ( $\lambda = 78^\circ 12'$  в.д.,  $\varphi = 46^\circ 06'$  с.ш.), между которыми проходит автомобильная дорога. Один из барханов (западный) имеет высоту 9...10 м, второй значительно ниже - не более 3...4 м. Размер песка ( $x_0 = 109$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,08$ , проба 7).

#### Подвижные пески в долине р. Лепсы

Подвижные пески в долине р. Лепсы антропогенного происхождения занимают сравнительно небольшие территории в районе поселков Кокжиде, Сары-Карын и Старый Еректы, площади их не превышают десятка тысяч квадратных метров ( $\leq 1$  га).

Наиболее крупные участки подвижных песков находятся на побережье озера Балхаш. Дюна, сложенная из очень крупного песка, с нормальной (Гауссовой) функцией распределения частиц по размерам ( $\bar{x} = 280$  мкм,  $\sigma_x = 90$  мкм), тянется на десятки километров вдоль берега озера севернее ст. Лепсы и местами не закреплена растительностью. Её северное подножье является прекрасным пляжем и используется для организации зон отдыха. Крупный песок делает её мало подвижной и позволяет сохранять стационарное состояние. Ещё один участок подвижных песков находится на километровом удалении от берега залива Карашиган с координатами  $\lambda = 78^\circ 25'$  в.д.,  $\varphi = 46^\circ 16'$  с.ш.. Площадь его достигает  $0,5$  км<sup>2</sup>. Его происхождение неясно, так как вблизи нет населенных пунктов. Возможно, что здесь когда-то была животноводческая база, но следов ее не видно. Размер песка  $x_0 = 95$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,09$ , (проба 9).



## Подвижные пески вдоль Туркестано-Сибирской железной дороги

На участке Туркейба от ст. Уштобе на юге до разъезда Ак-Балык на севере нами обнаружены и обследованы подвижные пески в районе разъездов Кумтобе, Ак-Узьяк, ст. Матай (о ней написано выше), разъездов Арганты и Ак-Балык. В районе Кумтобе расположен подвижный бархан, сложенный из очень мелкого песка ( $x_0 = 103$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,08$ ).

Более значительными по масштабам являются подвижные пески в районе разъезда Ак-Узьяк. Здесь они занимают площадь около  $10\ 000\ \text{м}^2$  вокруг поселка, подвижный бархан перекрывает автомобильную дорогу на Матай. Параметры логарифмически-нормального распределения этого песка  $x_0 = 113$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,12$ .

Массив подвижных песков вокруг разъезда Арганты занимает площадь  $240\ 000\ \text{м}^2$  ( $\lambda = 79^\circ\ 04'$  в.д.,  $\varphi = 46^\circ\ 26'$  с.ш.). Пески размером  $x_0 = 106$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,16$ .

В районе разъезда Ак-Балык ( $\lambda = 79^\circ\ 14'$  в.д.,  $\varphi = 46^\circ\ 33'$  с.ш.) располагается обширный массив незакрепленных барханно-грядовых песков площадью около  $1\ 000\ 000\ \text{м}^2$  (100 га). Барханы сложены мелким песком ( $x_0 = 113$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,13$ , проба 24). Значительная часть поверхности незакрепленных барханов покрыта чехлом из более крупного песка (Проба 23, табл. 1). Здесь же, в 5 км к югу от поселка, на одной из вершин гряды, высотой 35 м, сложенной супесью хорошо закрепленной растительностью нами обнаружена котловина выдувания диаметром 80 и глубиной 15 м. Причины возникновения этой котловины неясны, но её наличие показывает на то, что процессы эоловой переработки могут начаться и на хорошо закрепленных песках, охваченных процессами почвообразования.

Процессы эоловой переработки поверхности песков характерны для всей территории этого региона. В первую очередь, это районы примыкающие к населенным пунктам, что связано с хозяйственной деятельностью и выпасом скота.

Во вторых, это районы, примыкающие к поймам рек, и дельтовые области. Дефляционные процессы здесь связаны с нарушением растительного покрова при подмывании песчаных массивов водами рек при непосредственном контакте русел и песчаных массивов, а так же размывом пойменных и дельтовых дюн и барханов во время весенних паводков. Кроме того, интенсивность эоловой дефляции песчаных поверхностей здесь во многом обусловлена резкой границей между песчаными поверхностями и пойменными лугами и, как следствие, неустойчивым ветровым режимом.

Наконец, полужакрепленные пески так же подвержены процессам дефляции, только эти процессы начинаются при больших скоростях ветра и имеют значительно меньшие масштабы, однако, потеря растительного покрова даже на небольших участках приводит к образованию язв дефляции и котловин выдувания. Такие заросшие котловины выдувания по гребням гряд песчаных массивов распространены повсеместно.

В целом, пески исследованного региона можно считать крайне неустойчивыми. Любое изменение воздействующих факторов, — увеличение антропогенного воздействия, усиление ветров, уменьшение осадков, засушливые годы — может привести к резкому усилению эоловой переработки и образованию новых незакрепленных поверхностей.

### **Статистические скалярные и векторные характеристики ветрового переноса песка на М Матай**

Для прогноза поведения подвижных песков в будущем необходимы знания о режиме пыльных (песчаных) бурь в районе их распространения, интенсивности и направлениях перемещения песков. Ответ на эти вопросы могут дать наблюдения метеостанций и построенные модели песчаных бурь на базе этих наблюдений.

Скалярные и векторные характеристики ветрового переноса песка для станции Матай были впервые опубликованы в [1] в середине 90-х годов. Они охватывали период с 1966 по 1986 гг. В настоящей работе исследования продолжены. Для продления расчетного ряда использованы материалы наблюдений метеорологической станции Матай за период с 1994 по 2000 гг. (ТМ-1). Они дополнили базу данных физико-статистической модели песчаных бурь КазНИГМИ, созданной О.Е. Семеновым и реализованной на ПК А.П. Шаповым и С.К. Волковой.

Среднее многолетнее число случаев пыльных бурь (ПБ) и поземков (ПП) за год здесь составило 72, среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 14$  случаев, коэффициент вариации ряда незначительный —  $C_v = 0,19$ . На рис. 5 представлен многолетний ход числа случаев пыльных бурь и поземков. Здесь наблюдается один период повышенного числа случаев пыльных бурь и поземков в 1976...1978 гг., с максимальным числом случаев в 1976 году — 121. Минимальное количество этих явлений — 50 наблюдалось в 1990 году. В последнее десятилетие число случаев с пыльными бурями и поземками значительно меньше среднего многолетнего значения.

На рис. 6 представлен средний многолетний внутригодовой ход числа случаев с пыльными бурями и поземками. Здесь мы видим, что вы-

сокая повторяемость явлений наблюдается практически с апреля по октябрь – 10 явлений и более.

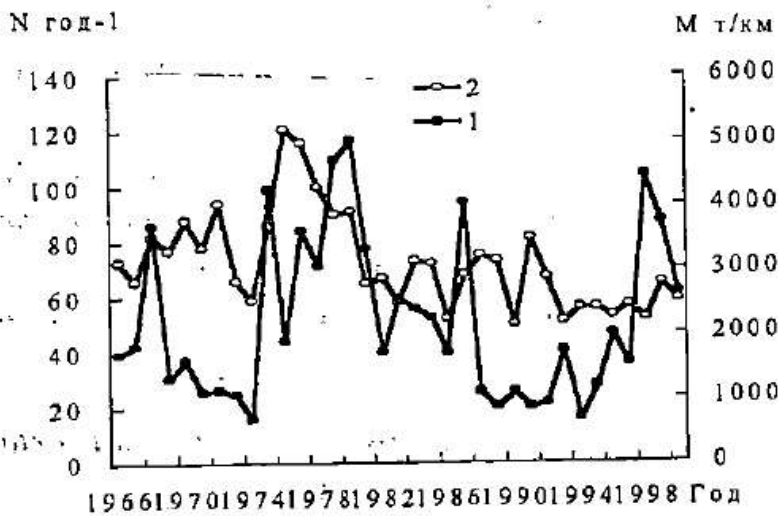


Рис. 5. Многолетний ход числа случаев пыльными бурями и поземками (2) и массы (1) песка, переносимой во время этих явлений на М Матай.

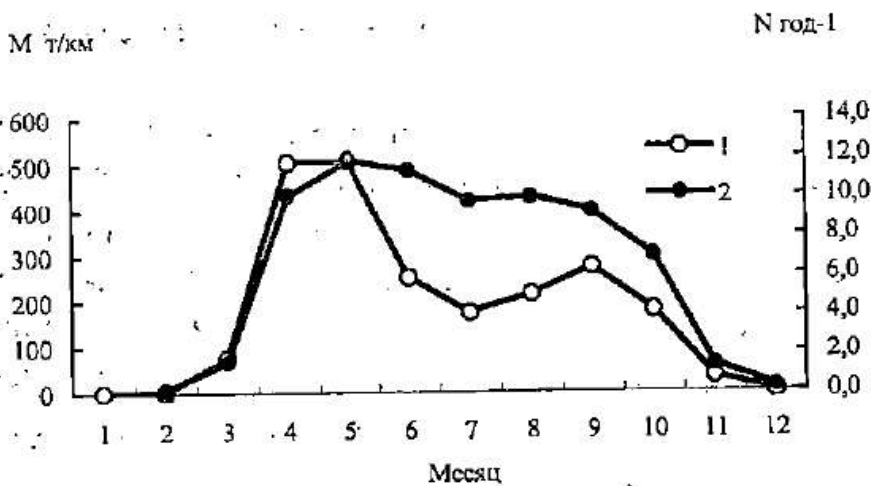


Рис. 6. Средний многолетний внутригодовой ход числа случаев пыльных бурь и поземков (2) и ветрового переноса массы песка (1) на М Матай.

Для характеристики интенсивности эоловых процессов были рассчитаны скалярные и векторные величины переноса массы песка пыльными бурями и поземками уже за 35 летний период наблюдений. Рассмотренный ряд переноса массы песка характеризуется следующими статистическими параметрами:

Станция	Атмосферное явление	$\bar{M}$ т/(км·год)	$\sigma$ т/(км·год)	$C_v$	$C_s$	$C_E$
Матай	ПБ + ПП	2211,6	1068,4	0,48	0,76	-0,65

Средняя многолетняя масса песка  $\bar{M}$ , переносимая пыльными бурями и поземками, составила 2212 т/км год, среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 1068$  т/км год, коэффициент вариации ряда  $C_v = 0,48$ , он в два с лишним раза выше коэффициента вариации ряда числа случаев пыльных бурь и поземков. Коэффициент асимметрии ряда  $C_s = 0,76$ , эксцесса —  $C_E = -0,65$ . Максимальная переносимая масса, превышающая среднюю многолетнюю в два раза, наблюдалась в 1980 году (5003 т/(км год)), минимальная — 692 т/(км год) в 1994 г (Рис. 5).

В последние три года в Матае существенно увеличились переносимые ветром величины масс песка, в то время как число случаев пыльных бурь неуклонно уменьшается. Внутригодовой ход переноса песка имеет максимум в апреле, мае. Исключая зиму, когда перенос фактически отсутствует, в остальные месяцы переносимые массы песка достигают величин в 507 т/км в мае и 504 т/км в апреле месяцах, снижаясь до 178...252 т/км в июне...октябре (рис. 6).

Второй частью физико-статистической модели КазНИГМИ является расчет векторных характеристик переноса песка. На М Матай максимальные векторы переноса песка направлены на северо-восток, восток-северо-восток и восток и имеют модули 251, 182 и 138 т/км год соответственно (рис. 7). В то же время практически нет переноса песка в направлении с азимутом 270 - 360°, на Ю...ЮВ.

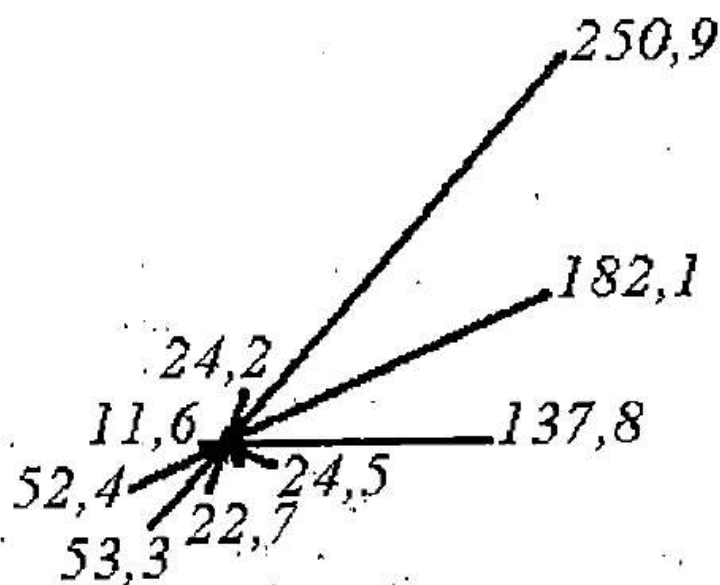


Рис. 7. Средние многолетние розы векторов ветрового переноса песка на М Матай (1966 - 2000 гг).

Средний многолетний результирующий вектор имеет направление  $67^\circ$  и величину  $450 \text{ т}/(\text{км год})$ . Анализируя расчеты за 20-летний, 30-летний и 35-летний ряд наблюдений отметим, что направление максимальных и минимальных векторов сохранилось, в то время как значения их сильно отличаются. При первом расчете величина модуля составляла  $1122 \text{ т}/(\text{км год})$ , при втором –  $831 \text{ т}/(\text{км год})$ , при последнем –  $251 \text{ т}/(\text{км год})$ . На снижение результирующего вектора сказалась слабая интенсивность дефляции песков в 1982...1995 годах. Во второй половине 90-х годов 20 века интенсивность процессов ветрового переноса песка возросла и учитывая наличие цикличности, следует ожидать значительных объемов переноса масс песка в ближайшие несколько лет. Рост подвижных песков будет идти в СВ...В направлениях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. И.И. Скоцеляса. – СПб: Гидрометеоздат, 1995. – 269 с.
2. Пустыни / Бабаев А.Г., Дроздов Н.Н., Зонн И.С., Фрейкин З.Г. – М.: Мысль, 1986. – 318 с.
3. Семенов О.Е. О распределении почвенных частиц по размерам на юге Казахстана вследствие эоловых процессов// Тр. КазНИГМИ. – 1970. – Вып. 36. – С. 153 – 165.

Казахский научно-исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

#### ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС БАЛХАШТЫҢ ҚОЗҒАЛМАЛЫ ҚҰМДАРЫ

Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов  
А.П. Шапов  
О.С. Галаева

*Оңтүстік-шығыс Балхаштағы қозғалмалы құмдардың координаттары мен аудандары келтірілген. Олардың ең ірі массиві Ақсу өз. оң жағалауында жатқан Матай ауылының жсан-жазында орналасқан, оның ауданы  $16,8 \text{ км}^2$ . Бұл аймақтағы қозғалмалы құмдарға тән ерекшелік — құм бөліктерінің өте кішкентай болуы және мөлшер дисперсиясының кішілігі.  $x_0$  құм бөліктерінің орташа геометриялық мөлшері  $110 \text{ мкм}$ -ден аспайды, ал  $\sigma_{\text{ex}}$  мөлшерлері логарифмдерінің квадраттық ауытқуы  $0,1$ -ден төмен. Көшіпелі құм массасының векторлары негізінен ССШ...Ш бағытталған.*