

УДК 551.435.74

СОВРЕМЕННАЯ ВЫСОТА ЭОЛОВО-АККУМУЛЯТИВНОГО КОМПЛЕКСА “САРЫКУМ”(РЕСПУБЛИКА ДАГЕСТАН) И ПРИЧИНЫ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ

© 2017 г. Артем В. Гусаров¹, Айдар Г. Шарифуллин¹, Гаджибек С. Джамирзоев^{2,3}

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

²Государственный заповедник “Дагестанский”, Махачкала, Россия

³Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, Нальчик, Россия

e-mail: avgusarov@mail.ru

Поступила в редакцию 27.12.2016 г.

Аннотация. Эолово-аккумулятивный комплекс “Сарыкум” (далее Сарыкум) – крупнейший в России и один из высочайших в Евразии изолированных (т.е. сформированных вдали от пустынь) песчаных массивов, расположенный на Терско-Сулакской низменной равнине у подножия Предгорного Дагестана (северо-восточный мегасклон Большого Кавказа). С конца XIX в. и до настоящего времени отмечается снижение его максимальной абсолютной высоты более чем на 16 м (с середины XX в. – на 5.7 м) – с 262 до 245.8 м, что связано, по мнению авторов, с естественными природными (прежде всего климатическими) изменениями в регионе – уменьшением суммарного количества умеренных, сильных и очень сильных ветров (с 1966–1986 гг. по 1987–2015 гг. в среднем почти на 41%, особенно в летнее (наиболее сухое и дефляционно опасное) и зимнее время года), и увеличением годового количества осадков (с 1966–1986 гг. по 1987–2015 гг. в среднем почти на 25%). Последнее обстоятельство благоприятствовало широкой экспансии травянисто-кустарниковой растительности на склонах Сарыкума и повышало противодефляционную устойчивость его песков. Дополнительной природной причиной отмеченного снижения могло выступить сильное землетрясение 14 мая 1970 г., эпицентр которого располагался недалеко от Сарыкума. На фоне природных изменений потенциальная роль антропогенного фактора проявилась, в основном, через карьерные разработки песка в начале XX в. и создание заповедного режима в границах Большого (Западного) Сарыкума с конца 1980-х годов.

Ключевые слова: эоловые процессы, эоловые формы рельефа, песок, дюна, высота, климатические изменения, землетрясение, заповедник, Сарыкум, Дагестан.

DOI: 10.7868/S0373244417060081

THE CONTEMPORARY HEIGHT OF AEOLIAN ACCUMULATIVE COMPLEX SARYKUM (REPUBLIC OF DAGESTAN) AND THE CAUSES OF ITS CHANGE

Artem V. Gusarov¹, Aidar G. Sharifullin¹, and Gadzhibek S. Dzhamirzoev^{2,3}

¹Kazan Federal University, Kazan, Russia

²Dagestan State Nature Reserve, Makhachkala, Russia

³Institute of Ecology of Mountain Territories, Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia

e-mail: avgusarov@mail.ru

Received December 27, 2016

Abstract. The aeolian accumulative complex Sarykum is the Russia’s largest and one of the highest in Eurasia sandy massif, which formed away from large deserts. It is located in the Terek-Sulak lowland at the foothill of northeastern mega-slope of the Greater Caucasus. Since the end of the 19th century until the present time the highest dune of the complex has reduced in the height more than by 16 m (since the middle of the 20th century – by 5.7 m) – from 262 to 245.8 m. According to the authors, the reduction was caused mainly by natural (first of all by climate) change in the region. So, the average annual number of moderate, strong and very strong winds had here reduced by 41% (from 1966–1986 to 1987–2015), especially at the summer (in the driest

period with strongest deflation) and the winter seasons, and the average annual precipitation had increased by 25% between the same periods. The latter fact contributed to wide expansion of grass and shrub vegetation on the slopes of Sarykum and increased a deflation resistance of its sands. In addition, the strong earthquake (May 14, 1970) with the epicenter that located nearby the Sarykum could be the reason of the dune height reduction. Against the background of the natural changes, the potential role of human activities is manifested through the sand quarrying in the early 20th century and the creation of protected (reserve) status within of the Great (West) Sarykum since late 1980s.

Keywords: aeolian processes, aeolian landforms, sand, dune, height, climate change, earthquake, natural reserve, Sarykum, Dagestan.

Объект исследования. Эолово-аккумулятивный комплекс “Сарыкум” — крупнейший в России и один из высочайших в Евразии изолированных (т.е. сформированных вдали от пустынь) песчаных массивов, представляющий собой целую систему дюн, грядовых и бугристых песков на Терско-Сулакской низменной равнине у подножия северо-восточного мегасклона Большого Кавказа, в 17–19 км на ЗСЗ от г. Махачкала (Республика Дагестан). Долиной р. Шура-Озень комплекс разбивается на две неравные части — левобережный Большой (Западный) и правобережный Малый (Восточный) Сарыкумы (рис. 1). Об истории изучения, особенностях геологического строения, а также существующих и выдвинутой нами (пролювиально-дельтовая) гипотезах происхождения его песков мы рассказывали ранее [6, 7]. Не так много найдется на континенте Евразия подобных объектов, привлекающих множество туристов своей красотой и абсолютно пустынными ландшафтами. В их ряду российский Сарыкум выглядит почти великаном: дюна Пила (Ladunedu Pilat) на побережье Бискайского залива у входа в бухту Аркашон в Гасконских Ландах Франции, дюна “Поющий бархан” в национальном природном парке “Алтын-Эмель” (Казахстан), дюна Wudma Czolpinska на побережье Балтийского моря (Польша), дюны Corrubedo на атлантическом побережье Испании, крупнейшая в Северной Европе перемещающаяся дюна Råbjerg Mile (Дания), прибрежная дюна Rëra e Hedhur (Албания), песчаные дюны в Муйне (Mui Ne, Вьетнам) и Паоай (Paouay, Филиппины) и т.д.

Постановка проблемы. Одной из актуальных проблем изучения Сарыкума является определение его максимальной высоты и причин ее изменения в современную эпоху (за последние 100–150 лет).

Европейская общественность впервые узнала о существовании песков Сарыкума лишь в начале второй половины XIX в. благодаря французскому романисту Александру Дюма-отцу, который посетил Дагестан в 1858 г., описав и зарисовав (руками своего ассистента-художника Жан-Пьера Муане) этот природный феномен год спустя в литературном произведении “Кавказ”. В главе XIV “Песчаная

гора” книги А. Дюма так писал о Сарыкуме: “... на этой равнине, где нет и песчинки, высится Песчаная гора... Гора имела три или четыре вершины, из которых одна была выше остальных — та самая, что поднимается примерно на *шестьсот-семьсот метров*... Пока она не заслоняет собой Кавказ, она кажется крохотной. Я вышел из экипажа: песок был самым мелким и самым красивым, каким только можно было бы снабдить стол дивизионного командира. После каждой бури гора меняет свою форму, но буря, как бы сильна она не была, не развевает песок по равнине, гора сохраняет свою обычную высоту...” [8, с. 174]. Данная в 1858 г. Александром Дюма визуальная оценка высоты Сарыкума была далека от действительности. Учитывая сохранение естественного гравитационного откоса сухих сыпучих песков (около 35°), можно было ожидать столь же пропорциональное высоте увеличение основания этой песчаной “горы”, которое, в этом случае, полностью перекрывало бы близлежащие молодые террасы и значительную часть (возможно и всю) поймы р. Шура-Озень (см. рис. 1). Однако никаких заметных следов такой переаккумуляции песчаного материала с Большого Сарыкума на них не отмечено. Да и сам Большой Сарыкум был бы сопоставим по высоте с соседним передовым хребтом Нарат-Тюбе (400–700 м), что вряд ли позволяло считать его горой “крохотной”. Даже если теоретически предположить сверхвысокие скорости “распада” вершины Большого Сарыкума — 350–450 м за 56–57 лет (с 1858 г. по 1914–1915 гг. — время постройки железной дороги “Шамхал-Буйнакск” по поверхности песчано-галечного аллювия террас реки, а не эолово-песчаной толщи), то, с учетом вероятного перекрытия им всего пойменно-террасового комплекса речной долины, как тогда успела сформироваться очищенная от песков массива поймы р. Шура-Озень, возраст которой составляет многие сотни лет? Более того, где весь огромный объем переотложенного ниже по течению реки песчаного материала Сарыкума в размерах по А. Дюма?

Наиболее ранняя из заслуживающих доверия оценок высоты Сарыкума дается по 5-верстовой карте Кавказа, согласно которой наивысшая абсолютная высота самой высокой дюны Большого

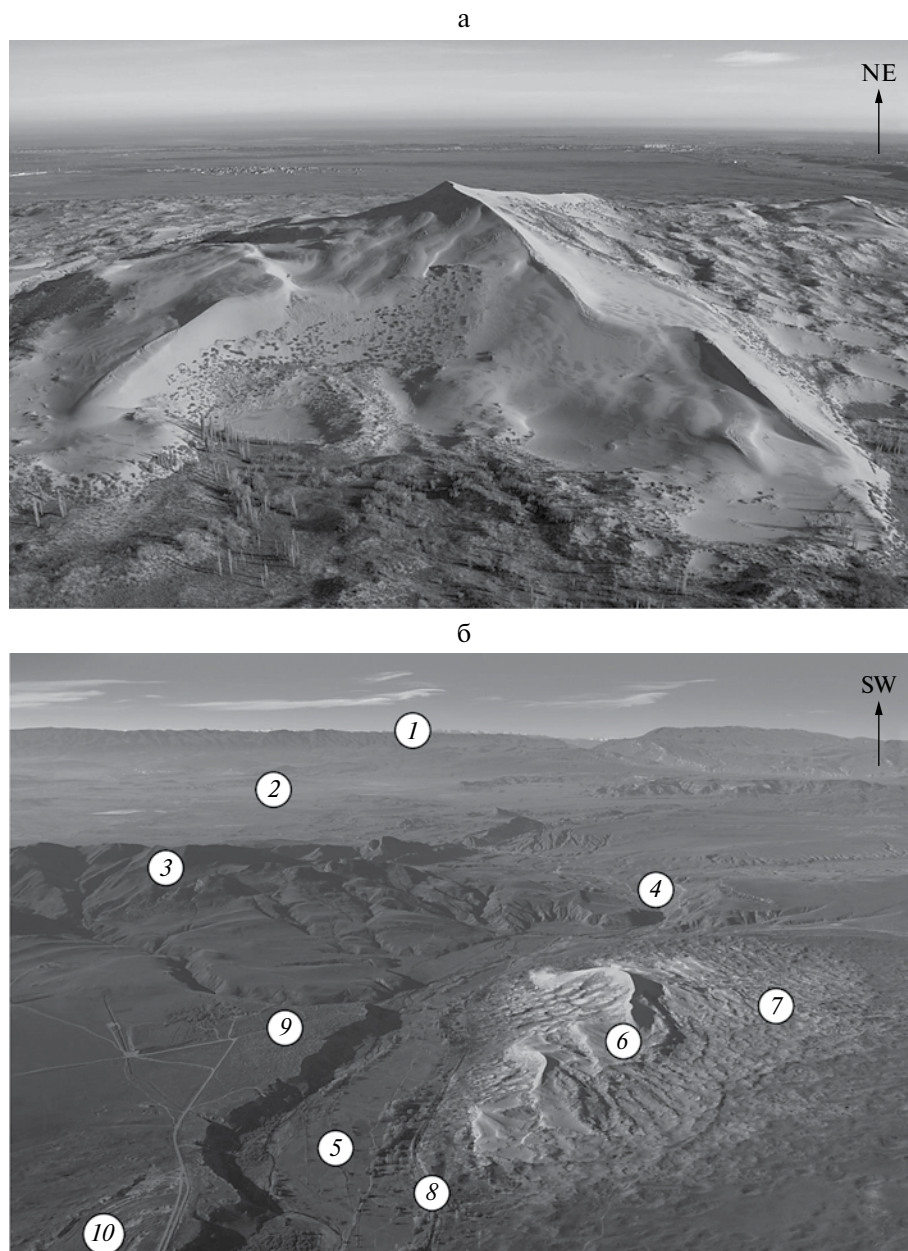


Рис. 1. Вид на Большой (Западный) Сарыкум (а) и его окрестности (б).

1 – Гимринский хребет, 2 – Буйнакская (Ахгельская) котловина, 3 – хребет Нарат-Тюбе, 4 – Капчугайское (Кумторкалинское) ущелье, 5 – днище долины р. Шура-Озень, 6 – дюнно-грядовые пески Большого (Западного) Сарыкума, 7 – бугристые (бугристо-котловинные) пески Большого (Западного) Сарыкума, 8 – железная дорога “Шамхал–Буйнакск”, 9 – руины поселка Кумтор-Кале, разрушенного землетрясением 14 мая 1970 г., 10 – западная оконечность карьерных разработок песков Малого (Восточного) Сарыкума.

(Западного) Сарыкума в конце XIX в. составляла 123 сажени (около 262 м) [4]¹. В 1941 г. была издана карта Генерального штаба Рабоче-Крестьянской

Красной Армии (РККА) масштаба 1:200000, на которой высота Сарыкума составляла 260 м. Следующий по времени информационный “срез” высоты Сарыкума мы получаем по топографической карте масштаба 1:100000 съемки 1954 г., изданной ГУГК при Совете министров СССР. Согласно последней, наивысшая абсолютная высота комплекса составляла тогда 251.5 м. К сожалению, в последующие

¹ Первое издание пятиверстовой карты Кавказа, издававшейся в Тифлисе, увидело свет в 1869 г.; затем карта переиздавалась в 1871 и 1892 г. По всей видимости, именно на последнее издание карты 1892 г. дает свою ссылку о высоте Сарыкума Н.Н. Барбот-де-Марни.

Таблица 1. Изменения усредненных по сезонам года среднемесячных температур воздуха (°C) по метеостанции г. Махачкала в период 1882–2015 гг.

Периоды, гг.	Календарные сезоны года			
	зима	весна	лето	осень
1882–1930 (T_1)	0.58 ± 0.44	9.55 ± 0.29	23.26 ± 0.17	13.18 ± 0.39
1931–1970 (T_2)	0.98 ± 0.51	9.87 ± 0.33	23.58 ± 0.21	13.46 ± 0.40
1971–2015 (T_3)	1.45 ± 0.45	10.41 ± 0.26	23.67 ± 0.29	13.79 ± 0.37
$T_3 - T_2, \pm ^\circ\text{C}$	+0.47	+0.54	+0.09	+0.33

десятилетия эта морфометрическая информация не обновлялась на топографических картах региона, и научное сообщество, равно как и остальное население Республики Дагестан, терялись в догадках о том, что же происходит с высотами дюн уникального песчаного массива. Так, в ходе полевых исследований, нам приходилось нередко слышать от местных жителей о физически необоснованном сценарии почти катастрофического характера, согласно которому Большой Сарыкум снизился за последние десятилетия на многие десятки метров, и одной из причин этого явилась разработка в этот период (и поныне) песчаных ресурсов в карьере правобережного Малого (Восточного) Сарыкума, песок которого перестал, якобы, поступать с ветром на противоположную сторону долины реки. В этих условиях, установление нынешней наивысшей высоты комплекса и ее временной изменчивости имеет не только научное (анализ развития подобных эоловых форм рельефа при современных изменениях природных и антропогенных факторов), но и прикладное (природоохранное (в том числе сохранение биоразнообразия), рекреационное и пр.) и просветительское значения.

Метод изучения и результаты. Летом 2014 г. мы предприняли первую попытку определения высоты Сарыкума с использованием портативного навигатора GPS Garmin (точность вертикального измерения – в пределах первых метров). Согласно нашим замерам, максимальная абсолютная высота комплекса составила (на 12 июня 2014 г.) около 245 м. Позднее, в августе 2016 г., попытка высотного нивелирования Сарыкума была нами повторена с использованием высокоточного (до первых сантиметров) переносного GNSS приемника TrimbleGeoExplorer 6000. Согласно этим замерам (на 19 августа 2016 г.), наивысшая абсолютная высота Большого (Западного) Сарыкума составила 245.8 м ($\phi = 43^\circ 00' 30.76''$ с.ш., $\lambda = 47^\circ 14' 27.39''$ в.д.). Эта высота почти на 16.2 м ниже той, что была зафиксирована по материалам 5-верстовой карты Кавказа конца XIX в., и на 5.7 м ниже той, что

отражена на топографической карте 1954 г. Что же касается относительной наивысшей высоты главной дюны Большого Сарыкума, то она составляет над железнодорожным полотном (77.4 м абс. высоты) у входа в здание вокзала бывшей ж/д станции Кумтор-Кале 168.4 м, а над меженным урезом воды р. Шура-Озень близ станции (67.8 м абс. высоты на 18.08.2016) – 178.0 м.

Обсуждение результатов. Представленные выше цифры, даже с учетом возможных технических погрешностей определения высоты во второй половине XIX в. и некоторой степени пространственно-временной подвижности гребней дюн, указывают на выраженную тенденцию снижения максимальной высоты Сарыкума. Мы полагаем, что главными причинами этого выступают природные (прежде всего климатические) изменения в регионе. Уверенность в этом выводе дает анализ материала, полученного во Всероссийском научно-исследовательском институте гидрометеорологической информации – Мировом центре данных (г. Обнинск), по ближайшей равнинной метеостанции г. Махачкала², расположенной в 25 км на ЮВВ от вершины главной дюны Большого Сарыкума и имеющей относительно близкие мезоклиматические условия. В качестве вспомогательных были использованы метеоданные по станции г. Буйнакск (в 21 км на ЮЮЗ от Сарыкума), расположенного в Буйнакской котловине Предгорного Дагестана и имеющего иные мезоклиматические условия.

Современные изменения климата не обошли стороной предгорно-равнинную часть Республики Дагестан, где на протяжении более чем 130 последних лет наблюдается инструментально зафиксированный тренд роста среднегодовой температуры атмосферного воздуха

² Положение метеорологической станции: Махачкала, порт с 1882 г. по 06.1897 г., координаты: $N = 42^\circ 59'$, $E = 47^\circ 31'$; Махачкала, маяк: с 07.1897 г. по 12.1964 г.; с 01.1965 г. по 11.1991 г. – Махачкала, АЭ, юго-восточная окраина, координаты: $N = 42^\circ 58'$, $E = 47^\circ 32'$; с 12.1991 – $N = 42^\circ 58'$, $E = 47^\circ 33'$.

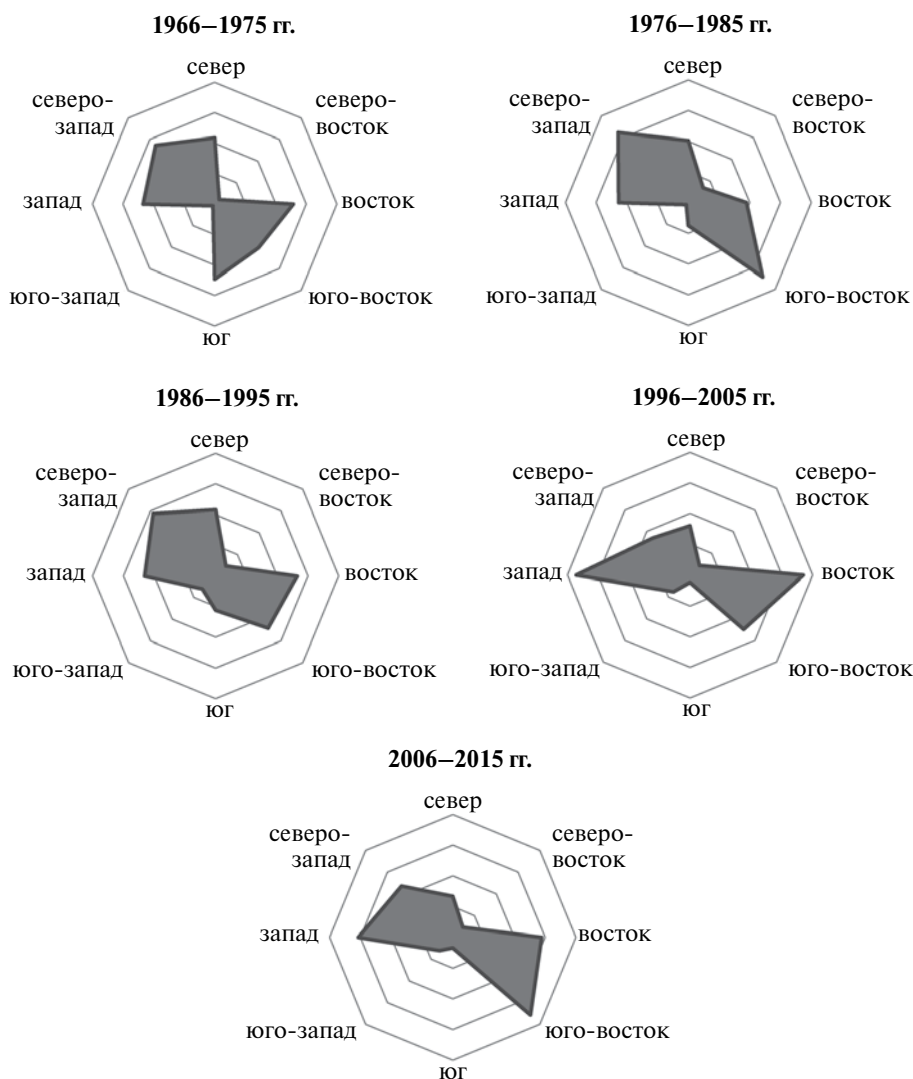


Рис. 2. Многолетняя изменчивость направления ветров (сумма ветров (ед.) по десятилетиям) по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.

Примечание. Линии сетки роз ветров проведены через 2000 единиц.

на фоне ее ритмичных колебаний (1882–1930 гг.: 11.64 ± 0.19 °C/год; 1931–1970 гг.: 1.97 ± 0.2 °C/год; 1971–2015 гг.: 12.35 ± 0.23 °C/год). При этом увеличение температуры воздуха было наиболее выражено в зимнее и весеннее время года, и менее — в летнее (табл. 1). Не вдаваясь в обсуждение физических причин отмеченного (включая анализ вполне очевидного влияния городской среды (увеличение числа предприятий, количества и плотности объектов и систем отопления, городского автотранспорта и пр.) на рост температуры в холодное время года), отметим, что указанная динамика привела к некоторой перестройке атмосферной циркуляции в равнинной части центра Дагестана. Вероятно, одним из следствий отмеченного потепления в регионе явилось изменение розы

ветров — наметившаяся смена преобладающих северо-западных и юго-восточных ветров на ветры западные и восточные, начиная с 1990-х годов (рис. 2). Вместе с этой перестройкой происходило весьма заметное, статистически значимое, сокращение скоростей ветров, зафиксированное как минимум с середины 1960-х годов — с 1966–1986 гг. по 1987–2015 гг. в среднем почти на 25%. Противоположные по румбам северо-западные и юго-восточные ветры, направленные перпендикулярно гребням современных дюн, обеспечивали их поддержание столетиями в динамически сравнительно устойчивом равновесном состоянии, регулярно навевая на пригребневые участки песчаный материал, который естественным образом удаляется оттуда вниз, к их подножию,

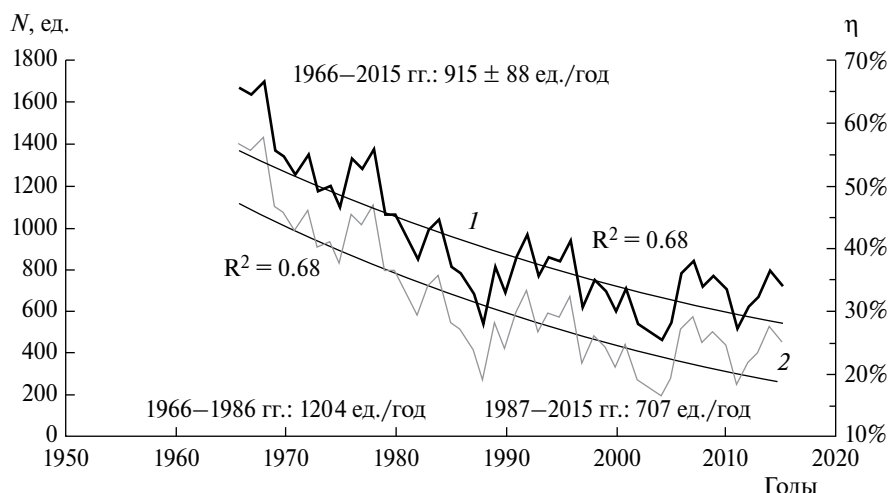


Рис. 3. Многолетняя изменчивость годового суммарного количества ветров со скоростью 5 м/с и более (N) и их доли в общем годовом количестве анализируемых (8 раз в сутки) ветров (η) по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.; 1 – N , 2 – η .

склоново-гравитационными (осыпными) и, частично, флювиальными (плоскостная и микропучечковая эрозия) процессами. Ослабление силы этих ветров и наметившаяся тенденция (возможно временная) преобладания ветров западных и восточных за последние 20 лет привели к тому, что воздушные потоки в большем числе случаев стали обтекать Сарыкум вдоль северного и южного склонов дюн, сокращая, тем самым, подпитку снизу песком пригребневых их участков, и удаляя песчаный материал со склонов дюн в стороны. Это приводит их к постепенному естественному и мало компенсированному снижению, особенно в условиях уменьшения скоростей ветров. Анализируя указанные изменения в ветровом режиме, важно отметить, что сокращение средних годовых скоростей ветров в регионе было связано, прежде всего, с суммарным ослаблением ветров умеренных, сильных и очень сильных. Так, для песков дюн Сарыкума, сложенных с поверхности песками с модальной величиной 0.352 мм [7], критическими, поднимающими в воздух частицы песка этой и близкой им размерности (0.25–0.50 мм)

и приводящими, в том числе, к наращиванию высоты дюн, являются ветры силой 5 м/с и более [5]. Именно для этих ветров с 1960-х годов наблюдается еще более выраженная тенденция уменьшения случаев их проявления за год – с 1966–1986 гг. по 1987–2015 гг. в среднем почти на 41% (рис. 3), особенно в летнее (наиболее сухое и дефляционно опасное) и зимнее время года (табл. 2). Для сравнения, за те же временные интервалы среднемноголетнее годовое количество ветров со скоростью более 5 м/с в Буйнакске сократилось на 57% (в зимнее время года – почти на 70%, в летнее время – на 57%).

Отмеченные изменения ветрового режима не являются единственной причиной снижения высот крупных эоловых форм Сарыкума. За последние полвека в равнинном предгорье центра Дагестана, на фоне глобального потепления, также фиксируется заметное (с 1966–1986 гг. по 1987–2015 гг. в среднем почти на 25%) увеличение количества атмосферных осадков (рис. 4), происходящее, главным образом, за счет роста осадков в осенне-зимнее время года (табл. 3). Рост

Таблица 2. Изменения усредненного по сезонам года количества (ед./год) ветров со скоростью 5 м/с и более по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.

Периоды, гг.	Календарные сезоны года			
	зима	весна	лето	осень
1966–1986 (T_1)	345	324	256	279
1987–2015 (T_2)	182	200	125	200
T_1/T_2 , кол-во раз	1.90	1.62	2.05	1.40

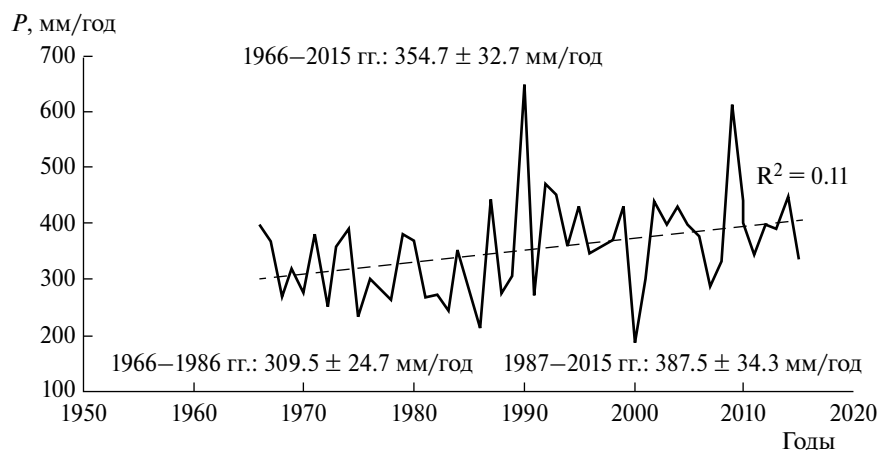


Рис. 4. Многолетняя изменчивость годовой суммы атмосферных осадков (P) по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.

Таблица 3. Изменения усредненных по сезонам года месячных величин атмосферных осадков (мм) по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.

Периоды, гг.	Календарные сезоны года			
	зима	весна	лето	осень
1966–1986 (T_1)	77.9 ± 14.6	67.8 ± 13.2	72.3 ± 12.5	94.5 ± 15.2
1987–2015 (T_2)	100.4 ± 15.4	78.8 ± 13.5	75.6 ± 12.7	138.1 ± 27.7
T_2/T_1 , кол-во раз	1.29	1.16	1.05	1.46

Таблица 4. Экстремальные ливни (со слоем выпадения более 50 мм) по метеостанции г. Махачкала в период 1966–2015 гг.

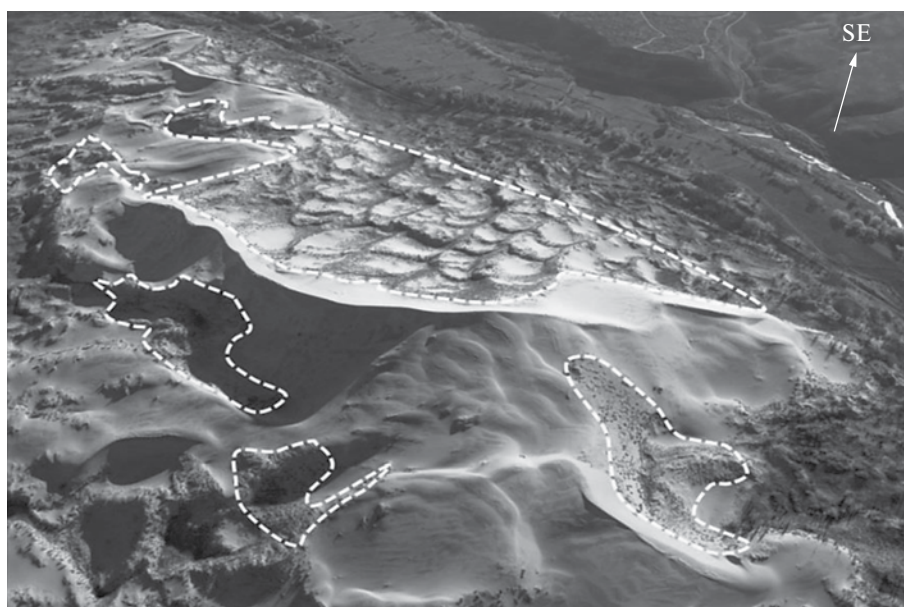
Период наблюдения, гг.	Годы	Даты, время (GMT)	Слой осадков, мм
1966–1986	1979	3 июня, 12:00	67.6
	1990	30 сентября, 03:00	54.2
1987–2015	1995	18 сентября, 03:00	121.8
	2013	17 мая, 15:00	50.9

годового количества атмосферных осадков обусловлен, в том числе, и увеличением числа ливневых событий в последней четверти XX в. (табл. 4). Мы приводим, в качестве сравнения, данные по экстремальным ливням по соседней (в 21 км на ЮЮЗ от Сарыкума) метеостанции в г. Буйнакс, где также зафиксировано увеличение ливневых событий в последние два десятилетия (табл. 5). Вполне вероятно, что отмеченные более частые ливневые события в Буйнакской котловине, по сравнению с г. Махачкала, могли затронуть и Сарыкум, несмотря на сравнительно невысокий орографический барьер (хребет Нарат-Тюбе) между ним и котловиной. Экстремальные осадки слоем выпадения более 50 мм являются потенциально

весьма опасными в плане плоскостной и ручейковой эрозии даже на сыпучих песках, характеризующихся высокой водопроницаемостью, особенно на достаточно крутых склонах дюн песчаного комплекса. Более того, увеличение атмосферных осадков приводит, при прочих равных условиях, к общему повышению влажности песков комплекса Сарыкум, что оказывает благоприятное, в целом, влияние на произрастание закрепляющей пески растительности на склонах дюн и в котловинах выдувания (рис. 5). Последнему обстоятельству не в меньшей мере способствует и заповедный статус Сарыкума, действующий последние десятилетия (с конца 1980-х годов) и защищающий разрастающуюся здесь растительность от поедания

Таблица 5. Экстремальные ливни (со слоем выпадения более 50 мм) по метеостанции г. Буйнакск в период 1966–2015 гг.

Период наблюдения, гг.	Годы	Даты, время (GMT)	Слой осадков, мм
1966–1986	1980	21 сентября, 00:00	51.5
	1983	26 мая, 15:00	50.2
		7 июня, 12:00	64.4
1987–2015	1995	20 мая, 15:00	64.4
	1999	3 сентября, 15:00	51.4
	2003	27 августа, 15:00	53.4
	2007	3 июня, 15:00	69.9
	2011	27 августа, 03:00	53.8
	2013	3 июля, 03:00	54.7

**Рис. 5.** Очаги современного зарастания (показаны пунктиром) склонов дюн и преддюнных котловин выдувания Большого (Западного) Сарыкума травянисто-кустарниковой растительностью.

скотом, пасущимся в буферной зоне заповедника. Отмеченное зарастание, судя по архивным фотоматериалам, началось еще до 1980-х годов. Растительность на Сарыкуме образует достаточно выраженную высотную поясность [1–3], и под воздействием изменяющихся климатических факторов происходит общее смещение поясности вверх. В верхней части склонов фитоценозы Сарыкума по-прежнему складываются из волосница кистистого (*Léymus racemósus*), верблюдки кавказской (*Corispérnum caucasicum*), кумарчика растопыренного (*Agriophyllum squarrosum*), крестовника Шишкина (*Senecio schischkinianus*), полыни Маршалла (*Artemisia marschalliana*), эremosпартон безлистного (*Eremosparton aphyllum*), джугуна безлистного

(*Calligonum aphyllum*) и других типичных псаммофитов, которые и играют основную роль в зарастании открытых песков.

В условиях прямого и косвенного воздействия человека (ограничение выпаса скота, занос чужеродных видов растений и лесопосадки по основанию и нижним склонам песчаного массива) происходит засорение аборигенных фитоценозов и их трансформация. К примеру, по всему юго-восточному основанию Сарыкума, вдоль железнодорожного полотна, в растительных сообществах доминируют или играют существенную роль айлант высочайший (*Ailánthus altíssima*), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos*), тополь черный, или осокорь (*Pópulus nígra*) и многие другие занесенные

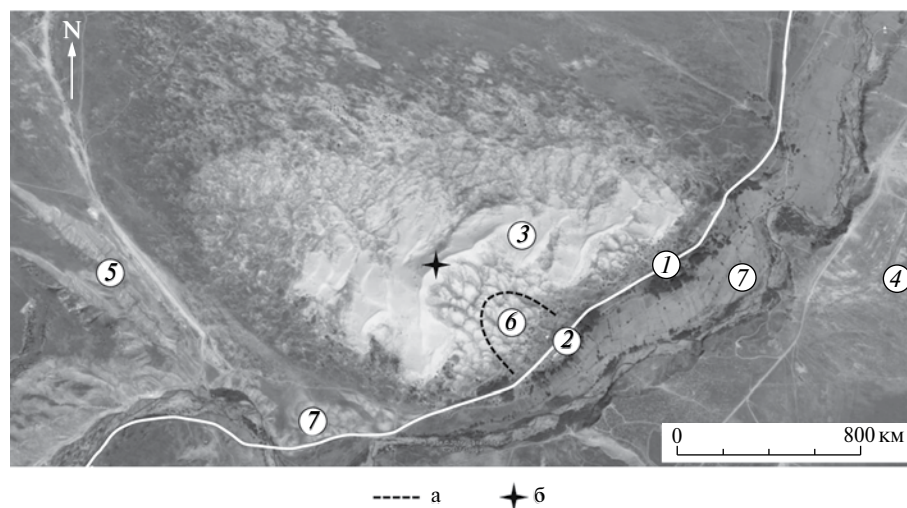


Рис. 6. Местоположение песчаного карьера, функционировавшего в начале XX в. на Большом (Западном) Сарыкуме.

1 — однопутная железная дорога “Шамхал–Буйнакск”, 2 — бывшая железнодорожная станция Кумтор-Кале (ныне — кордон заповедника “Дагестанский”), 3 — дюнно-грядовый сегмент Большого Сарыкума, 4 — действующий карьер Малого (Восточного) Сарыкума, 5 — хребет Нарат-Тюбе, 6 — местоположение бывшего песчаного карьера (а — его предполагаемая граница; б — местоположение наивысшей высотной отметки Большого (Западного) Сарыкума), 7 — днище долины р. Шура-Озень.

человеком сорные, культурные и чужеродные растения. При этом происходит как вытеснение аборигенных видов [3], так и проникновение многих видов вверх по склонам песчаных дюн комплекса.

Дополнительно, более увлажненные атмосферными осадками пески (чему также способствует уменьшение испарения с их поверхности по причине ощутимого снижения скорости ветров в последние десятилетия, особенно в зимнее и летнее время года) лучше противостоят дефляции (главным образом зарастающие подножия и нижние части склонов дюн), в силу чего эта часть Сарыкума оказывается, по сравнению с периодом середины XX в. и ранее, менее активной в плане питания ветровыми песчаными наносами дюнных гребней, что также вносит свой вклад в их постепенное снижение склоново-гравитационной и эрозионной денудацией³.

Что касается первой половины XX в., то, к сожалению, мы не располагаем какой-либо количественной информацией о направленных изменениях здесь в ветровом режиме и режиме атмосферных осадков. Можно лишь предположить, что подобные процессы происходили и в то время,

закономерно снижая высоту Сарыкума. Однако, свою лепту в снижение гребня (первые метры) наивысшей дюны через “подтачивание” ее южного склона и, следовательно, регрессионную активизацию склоново-гравитационных процессов на нем могла внести разработка песков (удаление большой массы песчаного материала) в карьере близ железнодорожной станции Кумтор-Кале в первой четверти прошлого века [9] (рис. 6).

Заключение. Таким образом, направленные изменения климатических условий (прежде всего изменения в ветровом режиме и атмосферных осадках) явились главной причиной снижения наибольшей высоты Сарыкума как минимум за последние полвека. Это снижение в той или иной мере могло быть связано с мощным землетрясением, произошедшим в мае 1970 г. (теория подобного сценария описывается в [10]), а также влиянием деятельности человека — разработка карьера близ бывшей железнодорожной станции Кумтор-Кале в начале и охрана геосистем Сарыкума с конца XX в.

Для понимания закономерностей изменения высот гребней дюн эолово-аккумулятивного комплекса необходимо в дальнейшем организовать на базе Государственного природного заповедника “Дагестанский” как стационарный, так и дистанционный мониторинг межгодовых и сезонных пространственно-временных их колебаний.

³ Мы вполне допускаем, что снижение высоты гребня наивысшей (главной) дюны Большого Сарыкума могло быть связано также с разрушительным (магнитуда 6.7) землетрясением 14 мая 1970 г., эпицентр которого находился сравнительно близко к Сарыкуму. К сожалению, прямых доказательств этому мы не имеем.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00018-а).

Acknowledgments. This study was carried out with financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project no. 14-05-00018-a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абачев К.Ю. Закономерности распространения растительности Сарыкума // Матер.науч. конф. Даг. филиала ГО СССР. Махачкала. 1975. Вып. VI. С. 39–40.
2. Абачев К.Ю. Флора, растительность, эколого-физиологический анализ и охрана локальных популяций растений бархана Сарыкум: Дагестан. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М.: МГУ, 1995. 59 с.
3. Аджиева А.И. Современное состояние структуры растительного покрова бархана Сарыкум (Дагестан). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Махачкала: Ин-т прикладной экологии Республики Дагестан, 1998. 23 с.
4. Барбот-де-Марни Н.Н. Отчет о геологических исследованиях в Темирхан-Шурином округе Дагестанской области: Матер. по геологии Кавказа. Тифлис. 1894. Сер. 2. Кн. 8. С. 228–409.
5. Гудзь В.П., Лисовал А.П., Андриенко В.О., Рибак М.Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії (Підручник). Друге видання, перероблене та доповнене. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
6. Гусаров А.В. Эолово-аккумулятивный комплекс “Сарыкум” как уникальный геоморфологический объект России: история изучения, гипотезы происхождения // Геоморфология. 2015. № 2. С. 54–71.
7. Гусаров А.В. Эолово-аккумулятивный комплекс “Сарыкум” — уникальный геоморфологический объект России: строение, генезис и источники песков // Геоморфология. 2016. № 3. С. 52–78.
8. Дюма А. (отец) Кавказ (перевод с фр.). Тбилиси: Изд. Мерани, 1988. 647 с.
9. Майоров А.А. Эоловая пустыня у подножия Дагестана. Махачкала: Изд. ДагНИИ, 1927. 116 с.
10. Horowitz D.H. Geometry and origin of large-scale deformation structures in some ancient wind-blown sand deposits // *Sedimentology*. 1982. Vol. 29. Issue 2. P. 155–180.

REFERENCES

1. Abachev K.Yu. *Zakonomernosti rasprostraneniya rastitelnosti Sarykuma* [Distribution Patterns of Sarykum's vegetation]. Proceed. of scientific conf. Dagestan branch of Geographical Society of the USSR. Makhachkala, 1975, vol. VI, pp. 39–40. (In Russ.).
2. Abachev K.Yu. Flora, vegetation, ecological and physiological analysis and protection of local plant populations of the dune Sarykum: Dagestan. Extended abstract of Dr. Sci. (Biol.) Dissertation. Moscow: Moscow State Univ., 1995. (In Russ.).
3. Adzhieva A.I. Current state of the vegetation structure of the dune Sarykum (Dagestan). Extended abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. Makhachkala: Institute of Applied Ecology of the Republic of Dagestan, 1998. (In Russ.).
4. Barbot de Marni N.N. *Otchet o geologicheskikh issledovaniyakh v Temirkhan-Shurinskom okruge Dagestanskoi oblasti. Materialy po geologii Kavkaza* [The Report on Geological Research in Temirkhan-Shurinsky district of Dagestan region. Proceed. on geology of Caucasus]. Tiflis, 1894, vol. 2, pp. 228–409. (In Russ.).
5. Gud' V.P., Lisoval A.P., Andrienko V.O., Ribak M.F. *Zemlerobstvo z osnovami gruntoznavstva i agrohimii (Pidruchnik). Druge vidannya, pereroblene ta dopovnene* [Agriculture with the Basics of Soil Science and Agricultural Chemistry (Textbook). The second Edition, Revised and Enlarged]. Kiev: Center of Educational Literature Publ., 2007. (In Ukrain.).
6. Gusarov A.V. Aeolian-accumulative complex Sarykum as a unique geomorphic object of Russia: research history and hypotheses of origin. *Geomorfologiya*, 2015, no. 2, pp. 54–71. (In Russ.). DOI: 10.15356/0435-4281-2015-2-54-71.
7. Gusarov A.V. Aeolian-accumulative complex Sarykum as a unique geomorphic object of Russia: the structure, genesis and sources of its sands. *Geomorfologiya*, 2016, no. 3, pp. 52–78. (In Russ.). doi: 10.15356/0435-4281-2016-3-52-78.
8. Dumas A. (père). *Kavkaz (perevod s frantsuzskogo)* [Caucasus (translated from French)]. Tbilisi: Merani Publ., 1988.
9. Mayorov A.A. *Eolovaya pustynya u podnozhya Dagestana* [Aeolian desert at the foothill of Dagestan]. Makhachkala: DagNII Publ., 1927.
10. Horowitz D.H. Geometry and origin of large-scale deformation structures in some ancient wind-blown sand deposits. *Sedimentology*, 1982, vol. 29, no. 2, pp. 155–180. DOI:10.1111/j.1365-3091.1982.tb01717.x.