

УДК 551.435.7 (571.5)

## **ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ХУДАНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (СЕЛЕНГИНСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ)**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ  
в рамках научного проекта № 16-35-00495 мол\_а

### **© Кобылкин Дмитрий Владимирович**

кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоморфологии,  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутский научный центр СО РАН  
Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
E-mail: agrebrandt@inbox.ru

### **© Выркин Владимир Борисович**

доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник,  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН  
Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
E-mail: vyrkin@irigs.irk.ru

### **© Голубцов Виктор Александрович**

кандидат географических наук, научный сотрудник,  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН  
Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
E-mail: tea\_88@inbox.ru

### **© Холбоева Светлана Александровна**

кандидат биологических наук, доцент,  
Бурятский государственный университет  
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а  
E-mail: kholboeva@mail.ru

В статье приведены результаты комплексного географического обследования Худанской котловины Селенгинского среднегорья, имеющего целью дать развернутую характеристику развития эолового рельефообразования. Дано описание распространения, морфологии и динамики эоловых форм с привлечением геоморфологических, радиоуглеродных, почвенно-ботанических методов исследования, а также дешифрирования космических снимков. Выделены ареалы развития оголенных, полужакрепленных и закрепленных песков ключевого участка. Выявлено преобладание в котловине полужакрепленных песков. Дана краткая характеристика ветрового режима котловины. Проанализирована связь эоловых процессов с характером четвертичных отложений, спецификой ветрового режима котловины в разные периоды года, а также с динамикой развития некоторых озерных котловин. На основании радиоуглеродного анализа выяснено, что эоловые процессы развивались, по меньшей мере, с середины голоцена и носят унаследованный характер. Активизация ветровой эрозии в XX веке была связана с массовой распашкой легких по механическому составу супесчаных почв и перевыпасом. На современном этапе эоловые процессы замедлились, наблюдаются лишь незначительные изменения подвижных форм в плане. Происходит постепенное закрепление подвижных песков и восстановление коренной растительности.

**Ключевые слова:** эоловые процессы, эоловые формы рельефа, подвижные пески, ветровой режим, Худанская котловина.



### Распространение и морфология эолового рельефа

Эоловые формы рельефа широко распространены в Худанской котловине. Наибольшие площади оголенных, полужакрепленных и закрепленных песков расположены в центральной и восточной частях котловины в среднем течении р. Худан. Особенно ярко эоловые формы выражены у сел Усть-Орот, Красный Яр, Иннокентьевка, Улзытэ и Могсохон, а также на правобережье нижнего течения р. Кижинга.

В котловине наибольшее распространение имеют кучевые, бугристые, котловинно-останцовые и дюнные образования, чаще всего осложняющие рельеф первой и третьей надпойменных террас Худана и Кижинги. Встречаются они и на нижних частях предгорных шлейфов Худанского хребта.

Ориентировка линейных форм эолового рельефа (котловины выдувания, ярданги, дюнные цепи и гряды) указывают на перемещение песка с северо-запада на юго-восток, что полностью согласуется с направлением преобладающих ветров в весенний период, когда происходит основное их движение.

Для более детальной характеристики эолового рельефа был выбран ключевой участок в районе сел Иннокентьевка и Улзытэ (рис. 2). Здесь по правому и левому берегам р. Худан расположены очаги развеиваемых песков, находящихся на разных стадиях зарастания. Источником эоловых песков служат аллювиальные отложения, слагающие пойменный комплекс и первую надпойменную террасу.

На основе данных космической съемки Landsat 4-5 TM была построена карта распространения эоловых песков на данном участке. Большую часть территории занимают участки с закрепленными древесной, луговой и лугово-степной растительностью песками. Оголенные пески занимают ограниченные площади.

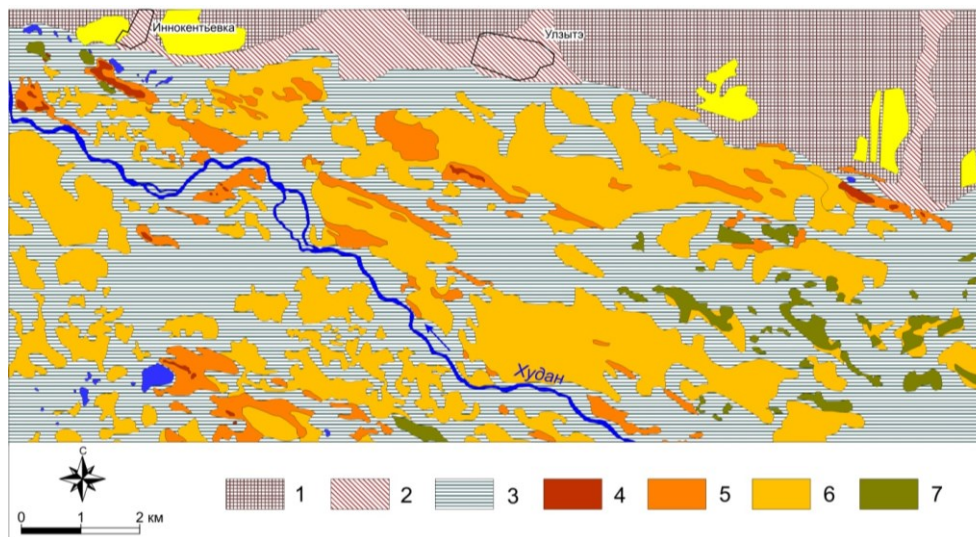


Рис. 2. Карта распространения эоловых песков на ключевом участке  
Геоморфологические элементы: 1 — склоны хребта, 2 — конусы выноса и долины временных водотоков, 3 — пойма и террасы нерасчлененные. Пески: 4 — оголенные (подвижные), 5 — полужакрепленные, 6 — закрепленные лугово-степной растительностью, 6 — закрепленные древесной растительностью.

На первой надпойменной террасе р. Худан была описана растительность основных элементов эолового рельефа — котловин выдувания. В днище котловин выдувания глубиной 4-5 м растительность представлена единичными деревьями *Pinus sylvestris*, *Betula fruticosa*, *Populus tremula*. По периметру днища формируется травянистый ярус с проективным покрытием до 15% с преобладанием *Aconogonon sericeum* и *Festuca dahurica* — облигатных псаммофитов, единично произрастают *Leymus chinensis*, *Chamaerhodos grandiflora*.

На активно развеиваемом наветренном борту котловины единично встречаются единичные экземпляры *Oxytropis lanata*. На наветренном склоне дюны выделяется надутый бугор, частично закрепленный *Oxytropis lanata*, *Bromopsis pavlovii*, *Teloxys aristata*, *Chamaerhodos grandiflora*. На подветренной крутосклонной части дюны произрастают *Aconogonon sericeum*, *Leymus racemosus*, *Corispermum sibiricum*, общее проективное покрытие меньше 1%.

Растительность полужакрепленных песков на описываемом участке представлена в нижней части подветренного склона; общее проективное покрытие до 30%, виды *Carex duriuscula*, *Potentilla bifurca*, *Sanguisorba officinalis*, *Festuca dahurica*, *Stellaria dichotoma*, *Potentilla anserina*, *Koeleria cristata*, *Potentilla tanacetifolia*.

По периметру дюны пески коренного залегания закреплены псаммофитной растительностью, проективное покрытие достигает 30% с доминированием *Aconogonon sericeum*, *Leymus racemosus*, с участием луговостепных видов *Galium verum*, *Agropyron cristatum*, *Rheum rhabarbarum*, *Sanguisorba officinalis* и др.

#### **Динамика эоловых процессов**

Как отмечают исследователи, изучавшие эоловый морфогенез на территории Западного Забайкалья, процесс возникновения данного типа рельефа в некоторых районах носит унаследованный характер [3]. На северном борту Худунской котловины отмечаются озерные котловины, сформированные в результате подпруживания устьевых участков притоков эоловыми массивами. Полевые исследования проводились в маловодный период, когда озера практически полностью высохли. Это позволило изучить осадки озера Тором, расположенного в 6 км восточнее с. Улзытэ и образованного в результате подпруживания пади Турасгай. Разновременные картографические материалы и анализ космических снимков показывают, что площадь водного зеркала озера не была стабильной и изменялась в зависимости от гидроклиматических циклов. На период исследования озеро было полностью высохшим. Озерные отложения представлены следующими горизонтами:

- 0–30 см — современная торфяно-перегнойная почва, по слабоволнистой по степенной границе сменяющаяся горизонтом темногомусовой почвы (30–52 см);
- 30–52 см — гумусовый горизонт погребенной почвы, литологически неоднороден, в средней части прослеживается переход по резкой волнистой границе в опесчаненные гумусированные отложения, при этом кровля горизонта — средний суглинок;
- 52–61 см — озерные отложения, насыщенные раковинами моллюсков, переход к нижележащим отложениям резкий, граница волнистая;
- 61–75 см — гумусовый горизонт темногомусовой почвы;
- 75 см — ниже — мерзлая толща.

Вероятнее всего, строение данного разреза отражает динамику наполнения и пересыхания мелкого водоема, поэтому были отобраны образцы на радиоуглеродный анализ, который дал на глубине 30-35 см возраст (ЛУ-8346)  $810 \pm 50$  лет с календарным пересчетом  $740 \pm 50$  кал. лет. В интервале глубин 61 — 65 см озерных осадков возраст (ЛУ-8346)  $5330 \pm 340$  лет с календарным пересчетом  $6130 \pm 380$  кал. лет. Полученные данные свидетельствуют о длительности процесса эолового рельефообразования, и его активная фаза началась как минимум в среднем голоцене. Скорее всего, основные эоловые массивы с характерными для них формами рельефа являются унаследованными и процесс активизации или замедления этих процессов тесно взаимосвязан с гидроклиматическими циклами в тот или иной отрезок времени.

Разновременная космическая съемка Landsat дает возможность проследить развитие эоловых форм рельефа за последние 40 лет. На современном этапе наблюдается стабилизация эоловых форм, которые не значительно изменяются в плане. Происходит флуктуация растительного покрова с тенденцией закрепления некогда активно перемещавшихся песчаных масс. В целом, несмотря на засухи последних лет, происходит постепенное сокращение площадей не закрепленных и полужакрепленных песков, хотя в середине XX века здесь отмечались значительные площади эродированных земель. Так, по данным Д. Б. Базарова и А. Д. Иванова [3] в районе с. Иннокентьевка распространены песчаные гряды протягивающиеся широкой (до 1,5 км) полосой до с. Михайловки. Всего здесь имелось более 10 песчаных полос с площадями от 10-20 до 150-200 га, причем наиболее крупные из них расположены в районе с. Улзытэ. Ими отмечается также, что песчаные толщи в долине Худана постепенно увеличиваются за счет пастбищ и лугов колхозов Кижингинского района [3]. В связи с экономическим кризисом 90-х годов XX века поголовье скота резко сократилось, и, соответственно, сократились площади эродированных земель.

#### **Результаты и обсуждения**

Ведущими факторами, обуславливающими формирование эолового морфогенеза, являются климатические и геологические. Перевеиваемые пески в первооснове имеют отложения верхнего плейстоцена и голоцена различного генезиса (озерные, аллювиальные, делювиальные и пролювиальные). Они обычно мелко- и среднезернистые серого и светло-серого цвета мощностью от 0,5 до 15-29 м.

В Худанской котловине широко распространены аллювиальные, делювиальные, делювиально-пролювиальные, пролювиальные, озерные и эоловые осадки. В долинах рек распространены террасы и пойменный комплекс, сложенные преимущественно галечниками, песками, илами и супесями. Склоны котловины в восточной и юго-восточной части покрыты чехлом лессовидных отложений. В местах сочленения днища котловины и склонов сформирован пояс подгорных шлейфов, механический состав которых разнообразен.

Климат района исследования резко континентальный с холодной малоснежной зимой, жарким и сухим летом. Количество осадков незначительно, по данным метеостанции Кижинга среднегодовое количество осадков составляет 256 мм [7]. Осадки в течение года распределены неравномерно, с максимумом в июле — августе. Для активизации эоловых процессов важным показателем является температура верхних слоев почвы. Почвенная влага при отрицательных

температурах удерживает слои от разрушения ветровым потоком. Наблюдения за температурным режимом супесчаной почвы на метеостанции Кижинга показали переход к средним положительным температурам в марте, а к средним отрицательным — в октябре [9].

Основным фактором при эоловом рельефообразовании является ветровой режим. Возникновение Сибирского антициклона в холодное время года способствует безветренной морозной погоде. В весеннее время происходит изменение антициклональной погоды, приводящее к усилению северо-западного переноса воздушных масс.

Для метеостанции Михайловка основные направления ветров представлены на рисунке 3. Анализ приведенных роз ветров по среднегодовому значению показывает преобладание ветров западных и юго-западных направлений. В весенний период (рис. 3 Б-1) направления изменяются и превалируют западные и северо-западные направления. В осенний период (рис. 3 Б-3) основные направления соответствуют среднегодовым.

Наиболее наглядным методом, дающим конкретное представление о активности ветров, дает векторная диаграмма — годограф. Наблюдения за ветровым режимом ведутся на метеостанции Хоринск, расположенной в 34 км на северо-запад от района исследований. При обработке данных метеорологических станций принимаются в расчет ветры со скоростями выше 5 м/сек [8]. На основе данных, сайта <https://tr5.ru/> за 2016 г. построен годограф (рис. 3 А), свидетельствующий о непостоянстве ветрового режима и отражающий его зависимость от времени года. Началом данной линии служит начало года, когда была зафиксирована скорость активного ветра в измеренном направлении. В зимний период наблюдаются в основном ветры юго-западных и южных направлений. В это время активного переноса песчаного материала не происходит вследствие отрицательной температуры поверхностного слоя почвы, а также бронирующего эффекта снежного покрова. В начале весны преобладают активные ветры северо-западного и западного направлений. Исчезнувший снежный покров и переход поверхностной температуры почвы, лишенной растительного покрова, в положительные значения, способствует ветровой эрозии.

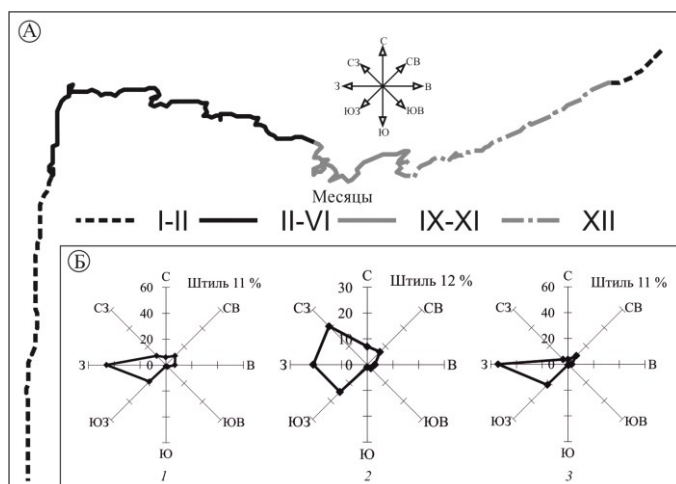


Рис. 3. Ветровой режим: А — годограф метеостанции «Хоринск» за 2016 г.; Б — розы ветров метеостанции Михайловка. Направления ветров: 1 — год; 2 — апрель-май; 3 — сентябрь — ноябрь

Летом ветровой режим отличается непостоянством скоростей и направлений и связан с местной циркуляцией воздушных масс. В осеннее время направление ветров стабилизируется в связи с установлением зоны высокого давления над Центральной Азией. Они не оказывают значительного влияния на эоловые процессы, поскольку температура поверхности почвы становится отрицательной и частицы становятся связанными замерзшей почвенной влагой. Кроме того, сформированный за теплое время года растительный покров замедляет скорости ветров в приземных слоях. Исходя из приведенных данных, основные активные ветры для территории исследования возникают в весеннее время года, в отличие от некоторых других районов Селенгинского среднегорья, где отмечается их круглогодичная активность.

#### **Заключение**

Эоловые процессы в Худанской котловине составляют важное звено общего хода развития ее рельефа, почв и растительности, определяя распространение, морфологию и динамику формирования массивов подвижных, малоподвижных и неподвижных песков. Возникновение толщ эоловых песков обусловлено климатическими условиями голоцена, когда пески различного генезиса в сухие периоды подвергались раздуванию. В XX веке распашка земель и перевыпас активизировали этот процесс, который сейчас сменился этапом зарастания песков, уменьшением интенсивности эолового рельефообразования и восстановлением коренной растительности.

#### **Литература**

1. Антощенко-Оленев И.В. История природных обстановок и тектонических движений в позднем кайнозое Западного Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1982. — 156 с.
2. Базаров Д.Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья. — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1968. — 164 с.
3. Базаров Д.Б., Иванов А.Д. Сыпучие пески Бурят-Монгольской АССР и меры борьбы с ними. — Улан-Удэ, 1957. — 85 с.
4. Иванов А.Д. Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. — Улан-Удэ, 1966. — 230 с.
5. Олюнин В.Н. Происхождение рельефа возрожденных гор. — М.: Наука, 1978. — 270 с.
6. Расписание погоды [электронный ресурс] — Режим доступа. [https://tp5.ru/архив погоды в Хоринске](https://tp5.ru/архив_погоды_в_Хоринске).
7. Справочник по климату СССР. Вып. 23. Бурятская АССР и Читинская область. Часть IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. — Л., 1968. — 329 с.
8. Справочник по климату СССР. Вып. 23. Бурятская АССР и Читинская область. Часть III. Ветер. — Л., 1968. — 188 с.
9. Справочник по климату СССР. Вып. 23. Бурятская АССР и Читинская область. Часть II. Температура воздуха и почвы. — Л., 1968. — 243 с.
10. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР // В.С. Преображенский, Н.В. Фадеева, Л.И. Мухина, Г.М. Томилов. — М.: Изд-во АН СССР, 1959.-215с.
11. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. — М.; Л., 1960. — 273 с.

AEOLIAN PROCESSES OF THE KHUDANSKAYA DEPRESSION  
(SELENGINSKOE UPLANDS)

*Dmitriy V. Kobylkin*

Candidate of Geographic Sciences, head of laboratory of geomorphology,  
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS  
664033, Russia, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1  
E-mail: agrebrandt@inbox.ru

*Vladimir B. Vyrkin*

Chief Research scientist, professor, Doctor of Geographic Sciences,  
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS  
664033, Russia, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1  
E-mail: vyrkin@irigs.irk.ru

*Viktor A. Golubtsov*

Researcher, Candidate of Geographic Sciences,  
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS  
664033, Russia, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1  
E-mail: tea\_88@inbox.ru

*Svetlana A. Kholboeva*

Candidate of Biological Sciences, Docent,  
Buryat State University  
664033, Russia, Ulan-Ude, Smolina str., 24a  
E-mail: kholboeva@mail.ru

The paper presents the results of the complex geographical research of the Khudanskaya depression of the Selenginskoe Uplands, which aims to give a detailed description of the development of aeolian relief formation. The distribution, morphology and dynamics of aeolian forms are described with the use of geomorphological, radiocarbon, and soil-botanical methods of investigation, as well as satellite image interpretation. Development areas of bared, semi-fixed and fixed sands of the key area are identified. The prevalence of semi-fixed sands within the depression is revealed. The wind regime dynamics of the depression is summarized. The relationship of aeolian processes with the character of Quaternary sediments, the specificity of the wind regime of the depression in different periods of the year, as well as the dynamics of several lake beds is analyzed. Based on radiocarbon analysis, it was found that the aeolian processes developed at least from the middle of the Holocene, are of an inherited nature. The activation of wind erosion in the 20<sup>th</sup> century was associated with mass plowing of the light-textured sabulous soils and overgrazings. At the present stage the aeolian processes have slowed down, only slight reconfiguration in drift forms are observed on the plan. There is a gradual consolidation of mobile sands and restoration of native vegetation.

*Keywords:* aeolian processes, aeolian relief forms, drift sands, wind regime, Khudanskaya depression.

*References*

- 1 Антощенко-Оленев И.В. История природных обстановок и тектонических движений в позднем кайнозое Западного Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1982. — 156 с.  
Antoshchenko I. V. Istoriya prirodnykh obstanovok v pozdnem kaynozoe



- Zapadnogo Zabaikalja/ — Novosibirsk: Nauka, 1982. — 156 s.
- 2 Bazarov D.B. Chetvertichnye otlozheniya I osnovnye atapy razvitiya reliefa Selenginskogo srednegorja. — Ulan-Ude: Buryat. kn. Izd-vo, 1968. — 164 s.
  - 3 Bazarov D.B., Ivanov A.D. Sypuchie peski Buryat-Mongolskoy ASSR I mery borby s nimi. — Ulan-Ude, 1957. — 85 s.
  - 4 Ivanov A.D. Aolovye peski Zapadnogo Zabaikalja I Pribaikalja. — Ulan-Ude, 1966. — 230 s.
  - 5 Oljunin V.N. Proischozhdenie reliefa vozrozhdenных gor. — M.: Nauka, 1978. — 270 s.
  - 6 Raspisanije pogody [elektronnyi resurs] — Rezhyn dostypa. [https://rp5.ru/archiv pogody v Khorinske](https://rp5.ru/archiv_pogody_v_Khorinske)
  - 7 Spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 23. Buryatskaja ASSR I Chitinskaja oblast. Chast IV. Vlozhnost vozducha, atmosferynye osadki, snezhnyi pokrov. — L., 1968. — 329 s.
  - 8 Spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 23. Buryatskaja ASSR I Chitinskaja oblast. Chast III. Veter. — L., 1968. — 188 s.
  - 9 Spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 23. Buryatskaja ASSR I Chitinskaja oblast. Chast II. Temperatura vozducha I pochvy. — L., 1968. — 243 s.
  - 10 Tipy mestnosti I prirodnoe raionirovanie Buryatskoy ASSR // V.S. Preobrazhenskiy, N.V. Fadeeva, L.I. Mukhina, G.M. Tomilov. — M.: Izd-vo AN SSSR 1959. — 215 s.
  - 11 Florensov N.A. Mezozoiskije I kajnozoiskije vpadiny Pribaikalja. — M.; L., 1960. — 273 s.