

УДК: 911.2+551.435.74

ОБ ЭОЛОВЫХ ФОРМАХ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ НАДЫМСКОГО ПРИБОБЬЯ

Маликова Е. Л.

*Институт геологии и минералогии им В.С. Соболева СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
E-mail: malikovael@igm.nsc.ru*

В исследовании рассматривается территория песчаного раздува, находящаяся в подзоне северной тайги Западной Сибири, в долине р. Надым. Исследование проведено с применением методов дистанционного зондирования. Анализ высокодетальных космических снимков и материалы полевых исследований, показали распространение на территории Надымского Приобья многообразных форм эолового рельефа. Направление и сила ветра являются главными факторами образования дюн, что подтверждается их ориентацией по направлению преобладающих ветров.

Ключевые слова: эоловый рельеф, дюна, Надымское Приобье, космические снимки, ГИС-технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы эоловых образований рассмотрены в разных работах отечественных и зарубежных исследователей: Б. А. Федоровичем, М. Е. Бельгибаевым, А. Г. Гаель, И. А. Волковым, А. А. Земцовым, В. Б. Выркиным, В. П. Чичаговым, А. А. Галаниным, Н. Ланкастером (Lancaster N.), С. А. Вольфом (Wolfe S. A.), Д. Р. Машем (Muhs D. R.), Р. Ф. Блэком (Black R. F.) и др. Эоловые процессы, которые включают денудацию, транспортировку и накопление отложений ветром могут происходить в различных природных зонах, например, пустыни, как в холодных, так и в жарких условиях, прибрежные территории. Несплошной растительный покров, запас мелких отложений, и сильные ветра являются типичными характеристиками таких ландшафтов.

Миграция дюн может сильно влиять на соседние экосистемы. Песчаные отложения существенное влияние на состав и характер почв в районе и за его пределами [1]. Знание особенностей эоловых процессов может значительно помочь в интерпретации событий, связанных с изменением окружающей среды. Вместе с тем, фундаментальной информации об эоловых отложениях недостаточно [2].

В Европе, Азии и Америке распространенным элементом ландшафтов являются песчаные массивы. Одним из таких регионов является север Западной Сибири. Здесь распространены массивы песков с активным проявлением эоловых процессов, которые играют важную роль в современном рельефообразовании. В данном исследовании рассматривается территория песчаного раздува, находящаяся в подзоне северной тайги Западной Сибири, в долине р. Надым, в 30 км от г. Надым (рис. 1).

Указанная территория изучалась разными исследователями. В. С. Зыкиной с соавторами изучено геологическое строение и условия формирования территории [3]. О. С. Сизовым с соавторами проведена оценка морфометрических параметров микрорельефа поверхности песчаного раздува [4].

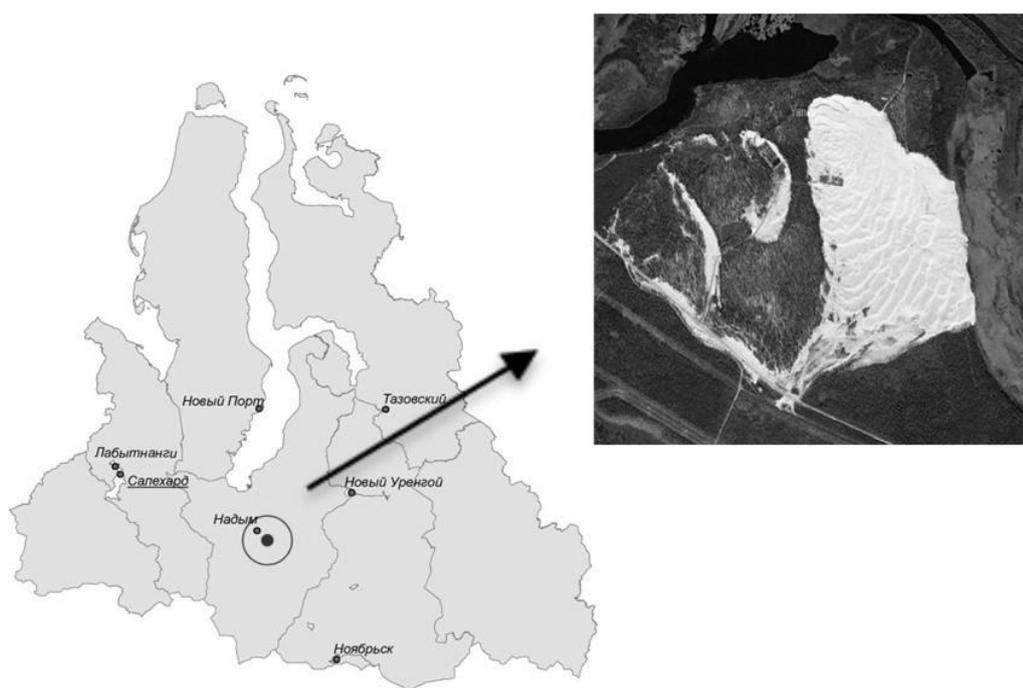


Рис.1. Местоположение песчаного массива.

С. А. Лоботросовой с соавторами были выделены основные формы рельефа описываемого раздува и подтверждена гипотеза о зарастании котловин выдувания [5]. Цель предлагаемой работы — уточнить и детализировать эоловые формы рельефа в Надымском Приобье с помощью методов дистанционного зондирования.

Аналогичная работа проведена А. Г. Рябухой для территории Зауральско-Прикаспийского региона. Ей проведено картирование реликтовых форм эолового рельефа, сформировавшихся в перигляциальных условиях позднего плейстоцена [6]. На этой территории ей описаны эоловые формы, схожие с формами, выделяемыми для Надымского Приобья в этом исследовании. Таким образом, разновозрастные эоловые формы рельефа формировались в схожих аэродинамических условиях, и они могут быть эффективно диагностируемы по средствам дистанционного зондирования. А также в работе А. А. Куть с соавторами был выполнен пространственный анализ распространения тукуланов в Якутии [7]. На основе космических снимков с помощью ГИС-технологий были идентифицированы формы эолового рельефа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для того чтобы изучить особенности распространения песчаных массивов были использованы методы дистанционных исследований:

- снимок, скаченный с ПО SAS Planet;
- тайлы высот — это растровые ячейки, в которые заложены данные высот

ОБ ЭОЛОВЫХ ФОРМАХ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ НАДЫМСКОГО ПРИОБЬЯ

местности. Таким образом, можно наглядно увидеть микропонижения и отметить незаметные на космоснимке формы рельефа и развивающийся процесс. Данные взяты с сайта <https://eos.com> [8]. (Рис.2).

Обработка материалов дистанционного зондирования выполнена в ПО ArcGIS 10.5. Для выделения эоловых форм рельефа за основу были взяты классификации К. К. Маркова [9] и Б. А. Федоровича [10, 11]. Для начала было выполнено объединение всех снимков с тайлами высот, и приведение их в единую систему координат.

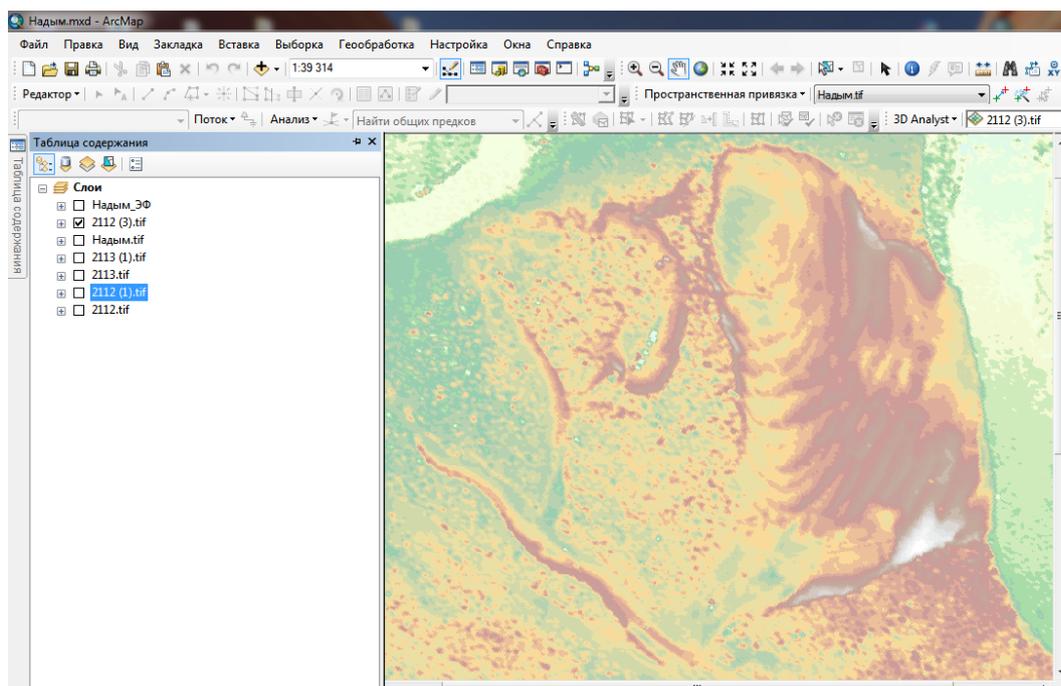


Рис.2. Тайлы высот.

После этого, для лучшего отображения видимости рельефа была подобрана соответствующая шкала, отражающая все особенности рельефа (Рис. 3). Эоловые формы рельефа выделялись на основе визуальных данных, полученных с космоснимка территории, и данных о рельефе, полученных с тайлов высот и оцифровки. Дополнительные обработки данных не применялись.

Чтобы проанализировать температурные показатели была сделана карта изотерм, которая была получена путем геотермического картографирования данных дистанционного зондирования Земли. На сайте Геологической службы США (USGS) [12] были скачаны снимки за третью декаду июля и января 2016–2018 годов, в основном начало 20-х чисел. Для геотермического картографирования использовался ПК ENVI 5, оформление карты было выполнено в ArcGIS Pro.

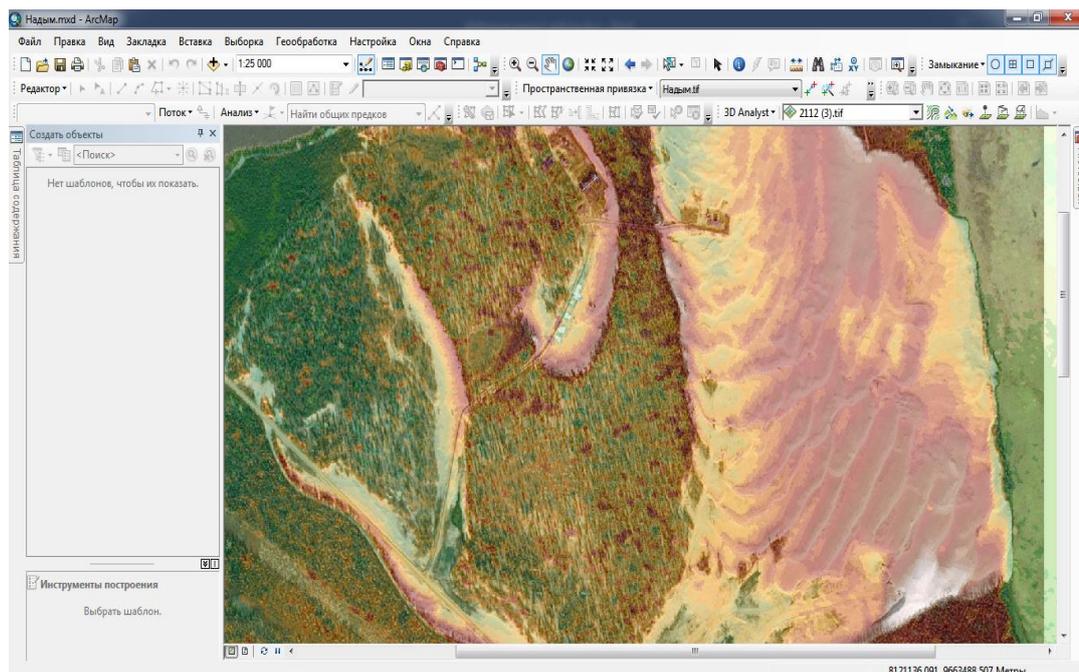


Рис. 3. Космоснимок с наложением тайлов высот.

Для наглядности использованных данных была выполнена 3D-визуализация с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР), а также были построены поперечный и продольный профили дюны. Для этого использовалась ЦМР Arctic DEM в ПО ArcGIS Pro.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Анализ высокодетальных космических снимков и материалы полевых исследований, показали распространение на территории Надымского Приобья многообразных форм эолового рельефа. Были выделены следующие формы рельефа (Рис. 4):

Котловины выдувания — на данной территории располагается несколько типов котловин выдувания — комплексные (Рис. 4Л), заросшие (рис. 4В) и граблевидные (рис. 4З). Все эти котловины выдувания характеризуются разной формой, стадией развития и преобладающих на них процессах.

Межгрядные ложбины выдувания (Рис. 4Б) — отрицательные формы рельефа, в которых активно происходят денудационные процессы. Они распространены вдоль антропогенных форм рельефа.

Комплекс сложных дугообразных дюн (Рис. 4Г) — это сложные дюны находятся на периферии и в центре изучаемой территории.

Комплекс валообразных дюн (Рис 4Д) и одиночная валообразная дюна (рис. 4И) — представляют собой прямолинейные гряды, вытянутые

ОБ ЭОЛОВЫХ ФОРМАХ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ НАДЫМСКОГО ПРИОБЬЯ

перпендикулярно направлению образовавшего их ветра и достигающие в длину от нескольких десятков метров до одного километра.

Граблевидная дюна (Рис. 4А) — дюна, которая имеет граблевидную форму и развивается в западной части открытой территории.

Заросшие продольные ложбинно-грядистые дюны (Рис. 4Е). Большую часть исследуемой территории занимает именно эта форма рельефа. Она образовалась путем закрепления дюн растительностью и постепенного его выравнивания, но все еще можно проследить перепады высот.

Полукруглые крупные дюны с полигонально-жильными трещинами (Рис. 4Ж). Дюны, имеющие форму полукруга, высота этих дюн достигает 3–3,5 метров. Наличие полигональных мерзлотных структур внутри этих дюн, подтверждено материалами полевых исследований [3].

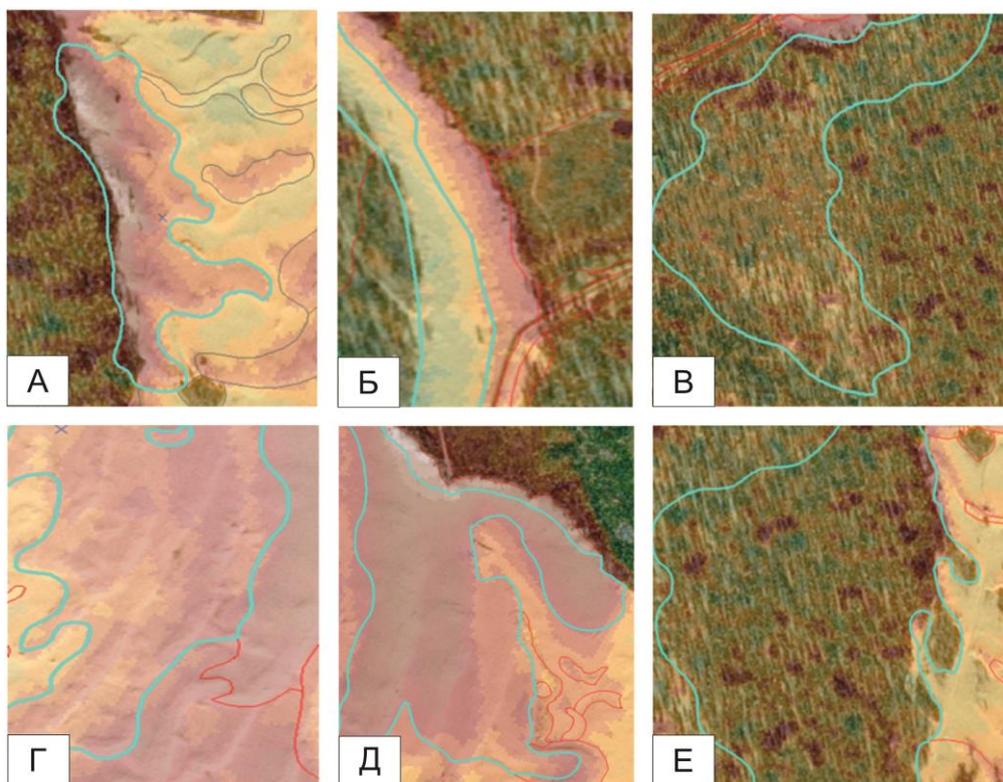


Рис.4. Выделенные формы рельефа: обозначения в тексте.

Периферические валы (Рис. 4М) — представляют из себя валы крупных размеров, расположенные на периферии раздува. Эти валы отделяют окружающие леса от открытой местности.

Дюнные валы (Рис. 4К) — продольные повышения, расположенные в восточной части и направлены перпендикулярно главному направлению ветров.

Крупная кольцевая дюна (Рис. 4Н) — представляет собой округлую

изолированную котловину дефляции. Единичная форма рельефа, располагающаяся на севере данной территории из-за особенностей ветрового режима.

Параболические дюны (Рис. 4Р) — дюна, у которой контуры напоминают параболу или сильно сжатый с боков полумесяц. На изучаемой территории такие дюны образуются на открытой местности, усложняя другие формы рельефа, как например полукруглые крупные дюны или комплекс сложных дугообразных дюн.

Техногено-трансформированная (Рис. 4П) и антропогенная территория (Рис. 4О) — территория, которая подверглась большим изменениям с нарушением естественного покрова.

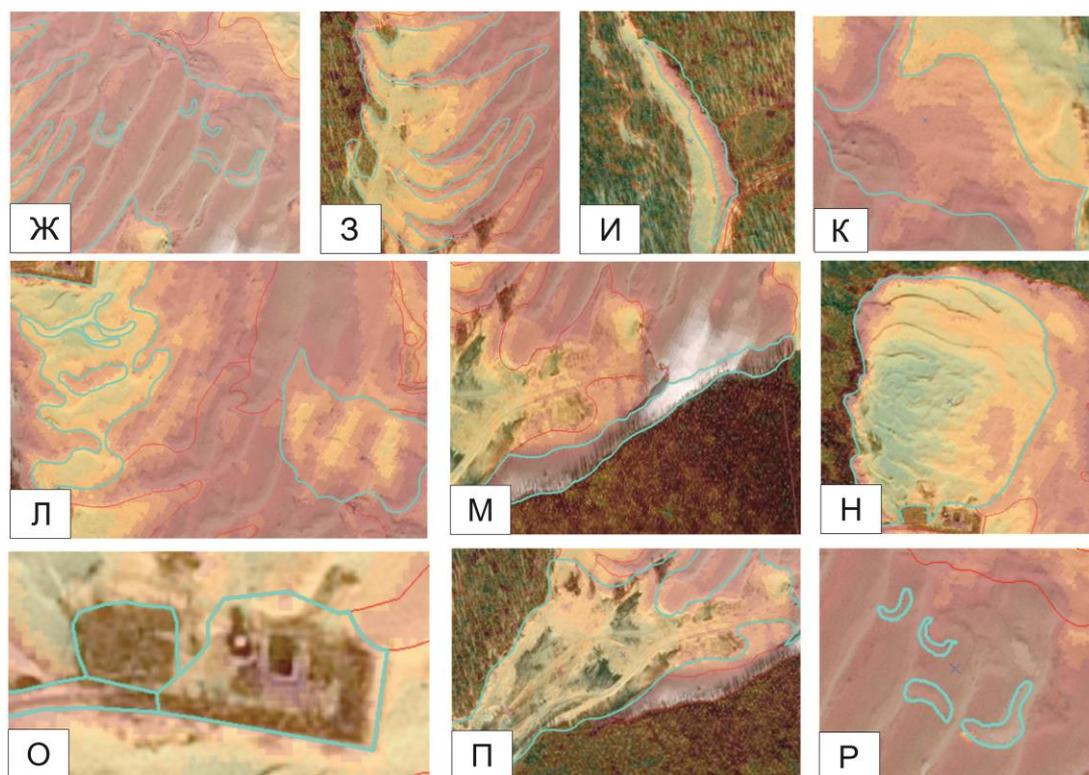
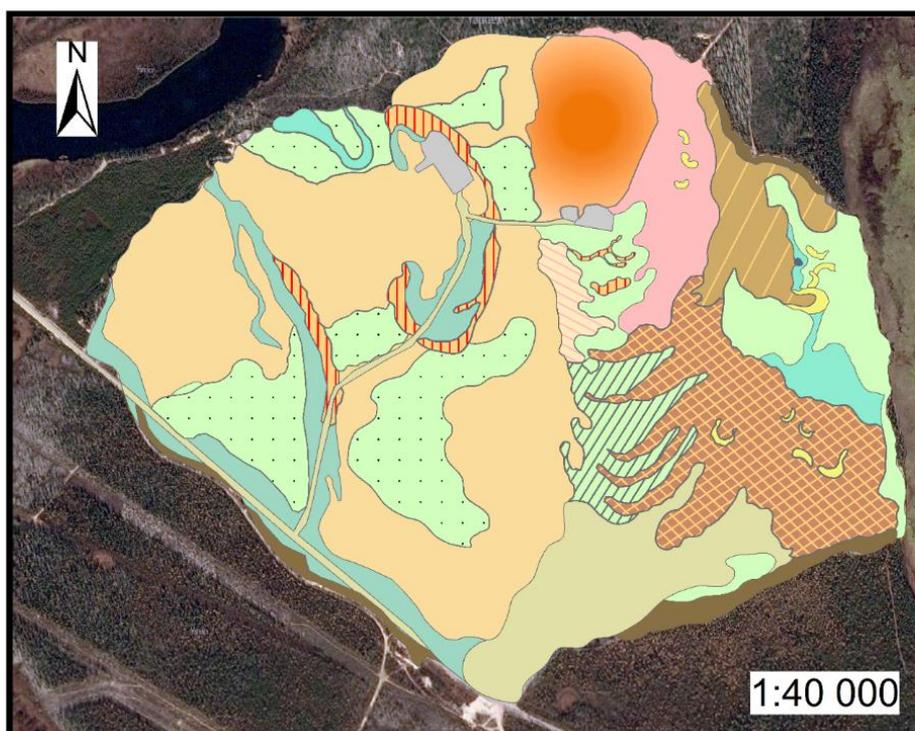


Рис.4. Выделенные формы рельефа: обозначения в тексте (продолжение).

Результатом проведенной работы стала карта распространения эоловых форм рельефа района исследования (Рис. 5).



Условные обозначения

Виды эоловых форм

- Валообразная дюна
- Граблевидная дюна
- Граблевидная котловины выдувания
- Дюнные валы
- Заросшая котловина выдувания
- Заросшие продольные ложбинно-гривистые дюны
- Кольцевая дюна
- Комплекс валообразных дюн
- Комплекс сложных дугообразных дюн
- Полуокруглые крупные дюны с полигональными жильными трещинами

- Комплексные котловины выдувания
- Крупная кольцевая дюна
- Межгривная ложбина выдувания
- Параболическая дюна
- Перефирические валы
- Техногенно-трансформированная территория

Социально-значимые объекты

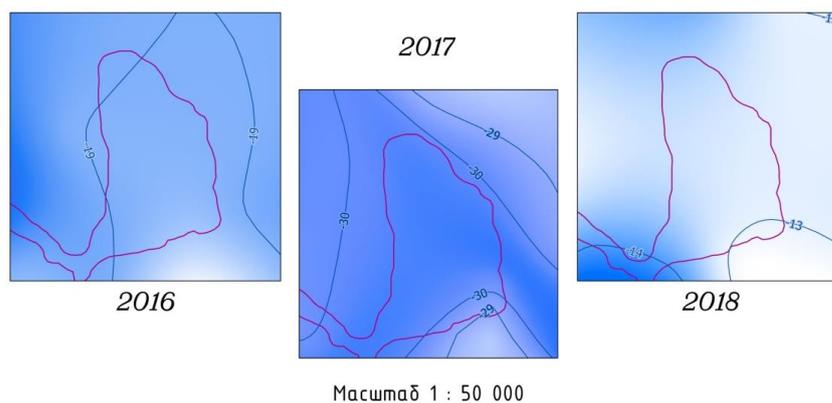
- Антропоген

Рис. 5. Карта эоловых форм рельефа [13].

Чтобы проанализировать климатические показатели, было выполнено геотермическое картографирование и построена роза ветров. На основе изотермической карты, представленной на рисунке 6 можно заметить, что зимой изолинии лишь издалека обходят дюну. Это может говорить о том, что температура

распределяется примерно равномерно по территории дюны зимой. Что, видимо, обусловлено сплошным снежным покровом территории. Летом же ситуация сильно отличается. Можно выделить дюну как остров тепла, поскольку на карте видно, что тепло задерживается на территории дюны, что песок оказывает тепляющий эффект летом. Это может быть связано с его механическим составом, пористостью и другими свойствами.

*Карты изотерм третьей декады января за 2016–2018 гг.
на территории дюны*



*Карты изотерм третьей декады июля за 2016–2018 гг.
на территории дюны*

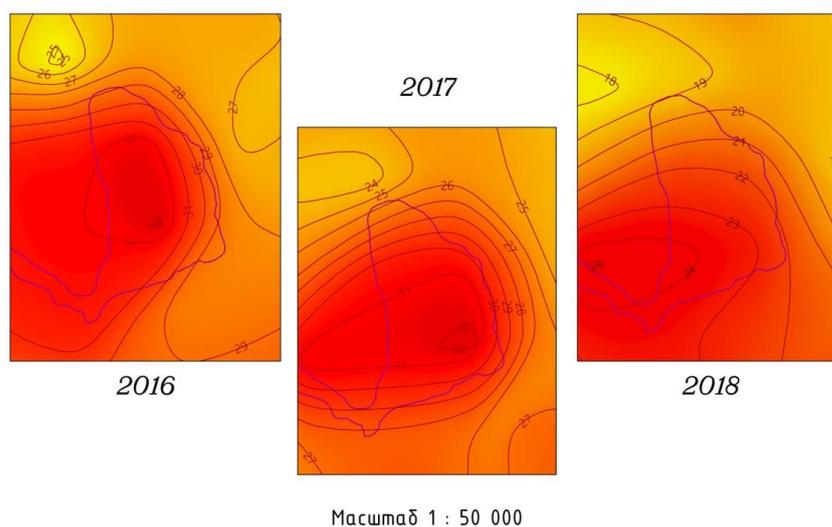


Рис.6. Карта изотерм.

ОБ ЭОЛОВЫХ ФОРМАХ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ НАДЫМСКОГО ПРИОБЬЯ

Доступные данные о скорости и направлении ветра для исследуемой территории охватывают относительно короткий период, но этого достаточно для понимания режима ветра в регионе. Направление и сила ветра являются главными факторами образования дюн, что подтверждается их ориентацией по направлению преобладающих ветров. Полукруглые крупные дюны, которые занимают основную часть территории раздува, располагаются на юго-востоке. В западной и северо-западной частях песчаного массива находятся небольшие дюны, на развитие которых оказывают влияние южные ветра. Все это хорошо согласуется с современными метеорологическими наблюдениями. По розе ветров [14] зимой преобладают южные, а летом — северные и северо-западные ветра (Рис.7).

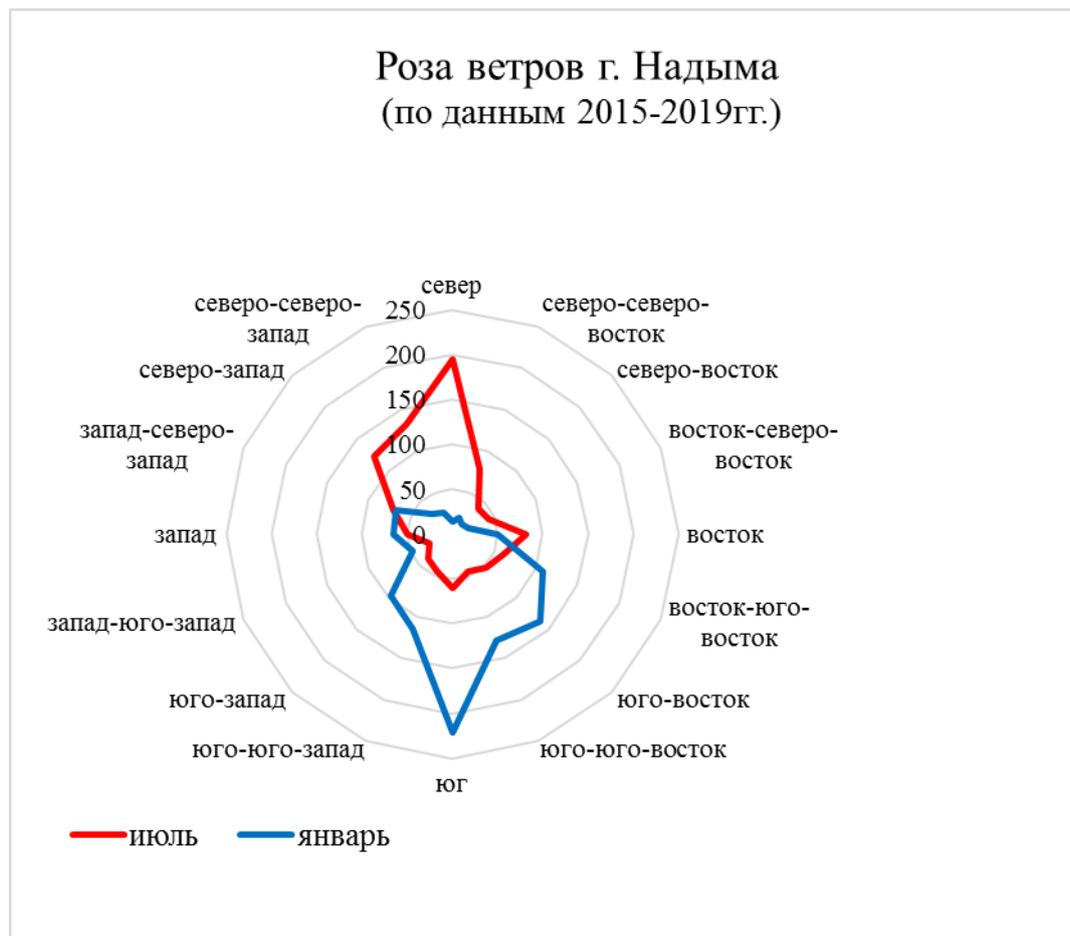


Рис. 7. Роза ветров.

В механическом составе отложений дюны в основном преобладают фракции мелко- и среднезернистого песка, это свидетельствует о силе ветра свыше 3,5 м/с.

Однако, только при больших скоростях ветра (15 м/с) песчаные частицы способны перемещаться на высоте до 2,9 м, тогда как основная масса материала не поднимается выше 50 см [15]. В настоящее время, такая скорость характерна в основном для северных ветров [14].

Пространственное распространение дюн в пределах раздува хорошо согласуется с направлениями и силой преобладающих ветров. Наиболее активное продвижение дюны происходит в летнее время, поэтому почти все эоловые формы сосредоточены в юго-восточной части раздува, куда песок перемещается под действием северных и северо-западных ветров. Несмотря на то, что ветры южного румба близки по силе и интенсивности северным ветрам, основная часть этих ветров приходится на холодное время года (Рис. 7). По этой причине в зимнее время года дюны остаются практически не подвижными. Замёрзший и перекрытый снегом песок не подвержен развеванию, и поэтому в северных частях территории практически не наблюдаются аккумулятивные формы рельефа.

Для наглядности полученных результатов была выполнена 3D-визуализация (Рис. 8А) с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР), и были построены поперечный и продольные профили дюны (Рис.8Б). При просмотре карты видны микроформы рельефа. Заметно понижение на северо-западе дюны, это же подтверждается построенными профилями. Также можно отметить, что повышение абсолютных отметок начинается к югу территории дюны. Амплитуда высот у ЦМР от -4 до 16 метров. Масштаб карты 1:2 000.

Поперечный профиль, построенный с запада на восток, показывает отсутствие резких переходов по высоте, что может быть связано с радиальным рисунком рельефа дюны. А продольный профиль показывает, что происходит постоянный перепад высот, так как волнообразный рельеф распределяется от севера к югу. Также в профилях можно найти ответ, почему дюна задерживает тепло в южной части. Так как там больше песка (абсолютные высоты выше), соответственно большие массы песка поглощают больше тепла.

ВЫВОДЫ

Изучение крупного песчаного раздува в долине р. Надым при помощи методов дистанционного зондирования позволило уточнить и детализировать особенности эоловых форм рельефа исследуемой территории. На основе архивной и современной космической съемки проведен высоко детальный анализ процессов образования эоловых форм рельефа. Применение тайлов высот помогло выделить микропонижения и отметить формы рельефа незаметные на космоснимках, а 3D-визуализация позволила наиболее наглядно показать полученные результаты.

На основе проведенного картографирования с использованием космических снимков и ГИС-технологий, а также их последующего анализа, показано распространение на территории Надымского Приобья многообразных форм эолового рельефа. Основными формами являются: крупные полукруглые дюны с полигональными жильными трещинами, крупная кольцевая дюна, параболические дюны и заросшие продольные ложбинно-гривистые дюны.

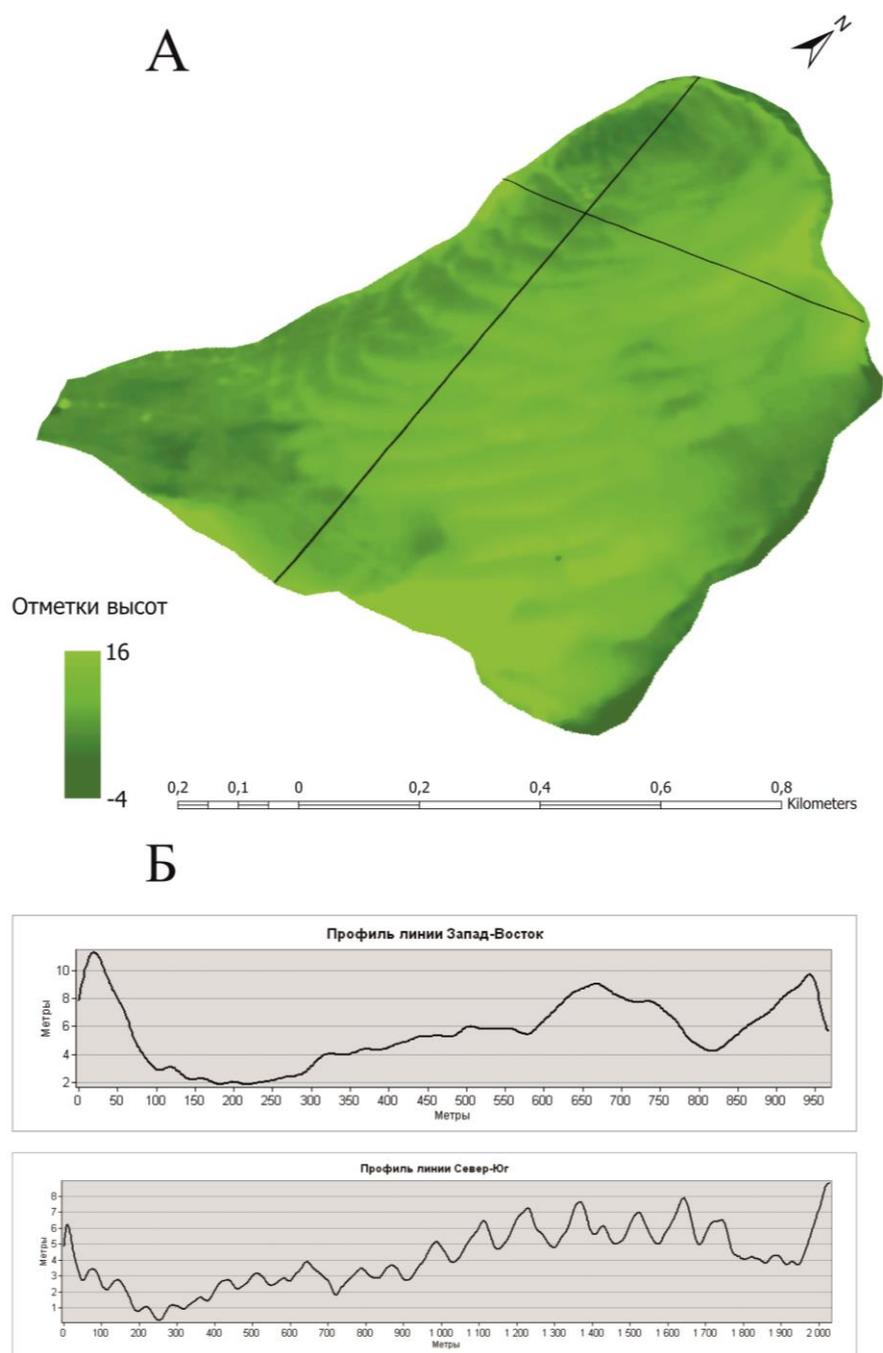


Рис. 8. 3D-визуализация дюны (А), поперечный и продольный профиль дюны (Б).

Эоловые процессы играют важную роль в рельефе территории. Их интенсивность неоднородна во временном промежутке и зависит от климатического фактора и прежде всего, они подвержены влиянию ветровой активности. Главными факторами образования дюн являются направление и сила ветра, что подтверждается их ориентацией по направлению преобладающих ветров. Полукруглые крупные дюны, которые занимают основную часть территории раздува, располагаются на юго-востоке. В западной и северо-западной частях находятся небольшие дюны, на развитие которых оказывают влияние южные ветра. Все это хорошо согласуется с современными метеорологическими наблюдениями. По розе ветров зимой преобладают южные, а летом — северные и северо-западные ветра.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИГМ СО РАН.

Список литературы

1. Lancaster N. Aeolian features and processes / Young R., Norby L., Geological Monitoring: Boulder, Colorado, Geological Society of America. 2009. pp. 1–25. Doi: 10.1130/2009.monitoring (01)
2. Wolfe S., Bond J., Lamothe M. Dune stabilization in central and southern Yukon in relation to early Holocene environmental change, northwestern North America // Quaternary Science Reviews. 2011. Vol. 30. Iss. 3–4. pp. 324–334. Doi: 10.1016/j.quascirev.2010.11.010
3. Зыкина В. С., Зыкин В. С., Вольвах А. О., Овчинников И. Ю., Сизов О. С., Соромотин А. В. Строение, криогенные образования и условия формирования верхнечетвертичных отложений Надымского Приобья // Криосфера Земли. 2017. Т. XXI, № 6. С. 14–25
4. Сизов О. С., Соромотин А. В., Костомаров В. М. Динамика эоловой деятельности на примере модельной котловины выдувания в нижнем течении р. Надым за 2013–2019 гг. // Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке: мат. Всерос. научно-практ. конф. Томск: Изд-во Нац. исслед. Томский гос. ун-т, 2020. С. 56–60.
5. Лоботросова С. А., Сафонов Ю. С., Соромотин А. В., Сизов О. С. Роль мезорельефа в зарастании естественных песчаных дюн в подзоне Северной тайги Западной Сибири // Актуальные вопросы биогеографии: мат. Междунар. конф. СПб: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2018. С. 242–244.
6. Рябуха, А. Г. Особенности морфологии и закономерности распространения позднеплейстоценовых эоловых форм рельефа Зауральско-прикаспийского региона // Бюлл. Оренбургского научн. центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 1–18.
7. Куть А. А., Чжан Т. Р., Гуринова С. А. Пространственный анализ распространения дюнных комплексов (тукуланов) в Центральной Якутии // Разведка и охрана недр. 2015. № 11. С. 13–17.
8. Earth Observing System [Electronic resource]. URL: <https://eos.com/landviewer/?lat=65.35721&lng=72.98372&z=13> (дата обращения: 10.06.2020)
9. Марков К. К. Древние материковые дюны Европы / Очерки по географии четвертичного периода. М.: АН СССР, 1955. С. 1–28.
10. Федорович Б. А. Динамика и закономерности рельефообразования пустынь. М.: Наука, 1983. 236 с.
11. Леонтьев О. К., Рычагов Г. И. Общая геоморфология. М.: Высшая школа, 1988. 320 с.
12. USGS [Electronic resource]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 15.06.2020)
13. Маликова Е. Л. Картографирование эоловых форм рельефа Надымского Приобья // Географические исследования Сибири и сопредельных территорий: мат. Междунар. геогр. конф. Иркутск: Изд-во Инст. геогр. им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2019. С. 510–513.
14. Расписание погоды [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Надыме_\(аэропорт\)](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Надыме_(аэропорт)) (дата обращения: 05.06.2020)
15. Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. Пески и песчаные почвы. М.: ГЕОС, 1999. 255 с.

ABOUT EOLA FORMS OF RELIEF ON THE EXAMPLE OF NADYM OB AREA

Malikova E. L.

V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirs, Russian Federation
E-mail: malikovael@igm.nsc.ru

Sand massifs are a fairly common element of landscapes in many regions of the world. In the research studying the territory of sand blowing, located in the northern taiga subzone of Western Siberia, in the valley of the Nadym. In order to study the features of the distribution of sandy massifs, the methods of remote sensing were used: space photo and tiles heights (raster cells, in which the data of heights of the terrain are embedded). Processing of remote sensing data is made in the ArcGIS 10.5 software. The classification of K. K. Markov and B.A. Fedorovich was used to distinguish aeolian landforms. Analysis of highly detailed satellite images and field research materials showed the spread of various forms of aeolian relief on the territory of the Nadym Ob Area.

The following relief forms were identified: blowout hollows — there are several types of blowout hollows on this territory — complex, overgrown and rake-shaped; blowout hollows between crests; complex of compound curved dunes; a complex of shaft dunes and a single shaft dune; rake dune — shaped dune expanding in the western part of the open area; overgrown longitudinal hollow-ridged dunes most of the study area is occupied by this particular form of relief; semicircular large dunes with polygonal vein cracks; peripheral shafts; dune shafts — longitudinal rises located in the eastern part and directed perpendicular to the main direction of the winds; a large ring dune is a unique form of relief located in the north of this territory due to the peculiarities of the wind regime; parabolic dunes — in the study area, such dunes form in an open area, complicating other forms of relief, such as large semicircular dunes or complex of compound curved dunes; technogenic-transformed and anthropogenic territory — a territory that has undergone major changes with a interruption of the natural cover.

Also were analyzed climatic indicators, for this was performed geothermal mapping and the wind rose was created. According to the data of the isothermal map, it can be seen that in winter the isolines bypass the dune only from afar. This may indicate that the temperature is distributed approximately evenly over the territory of the dune in winter. This is apparently due to the continuous snow cover of the territory. In summer, the dune can be distinguished as an island of heat, since the map shows that heat is retained on the territory of the dune, that the sand has a warming effect. This may be due to its mechanical composition, porosity and other properties.

Wind direction and strength are the main factors in dune formation. The spatial distribution of the dunes within the sand blowing fits well with the directions and strength of the prevailing winds. The most active movement of the dune occurs in summer, therefore, almost all aeolian forms are concentrated in the southeastern part of the sand blowing, where sand moves under the action of northerly and northwestern winds. Despite the fact that the winds of the southern rumba are close in strength and intensity to the northern winds, most of these winds occur during the cold season. For this reason, the dunes remain practically immobile during the winter season. The frozen and snow-

covered sand is not subject to waving, and therefore accumulative relief forms are practically not observed in the northern parts of the territory.

Study of large sand blowing in the Nadym River valley, using remote sensing methods, made it possible to clarify and detail the features of the aeolian landforms of the study area. On the basis of archival and modern satellite imagery, a highly detailed analysis of the formation processes of aeolian landforms has been carried out. Use of terrain heights helped identify microdepressions and mark landforms imperceptible at spaceshots and 3D-visualization allowed to most clearly show the results.

Keywords: aeolian relief, dune, Nadym Ob area, satellite imagery, GIS technology.

References

1. Lancaster N. Aeolian features and processes / Young R., Norby L., Geological Monitoring: Boulder, Colorado, Geological Society of America. 2009. pp. 1–25. doi: 10.1130/2009.monitoring (01)
2. Wolfe S., Bond J., Lamothe M. Dune stabilization in central and southern Yukon in relation to early Holocene environmental change, northwestern North America // *Quaternary Science Reviews*. 2011. Vol. 30. Iss. 3–4. P. 324–334. Doi: 10.1016/j.quascirev.2010.11.010
3. Zykina V. S., Zykin V. S., Vol'vah A. O., Ovchinnikov I. Ju., Sizov O. S., Soromotin A. V. Stroenie, kriogennye obrazovaniya i usloviya formirovaniya verkhnechetvertichnykh otlozhenij Nadym'skogo Priob'ya // *Kriosfera Zemli*. 2017. T. XXI, № 6. pp. 14–25 (in Russian)
4. Sizov O. S., Soromotin A. V., Kostomarov V. M. Dinamika jeolovoj dejatel'nosti na primere model'noj kotlovinny vyduvaniya v nizhnem techenii r. Nadym za 2013–2019 gg. // *Geomorfologija i fizicheskaja geografija Sibiri v XXI veke: mat. Vseros. nauchno-prakt. konf. Tomsk: Izd-vo Nac. issled. Tomskij gos. un-t*, 2020. pp. 56–60. (in Russian)
5. Lobotrosova S. A., Safonov Ju. S., Soromotin A. V., Sizov O. S. Rol' mezorel'efa v zarastanii estestvennykh peschanykh djun v podzone Severnoj tajgi Zapadnoj Sibiri // *Aktual'nye voprosy biogeografii: mat. Mezhdunar. konf. SPb: Sankt-Peterburgskij gos. un-t*, 2018. pp. 242–244. (in Russian)
6. Rjabuha, A. G. Osobennosti morfologii i zakonomernosti rasprostraneniya pozdneplejstocenovykh jeolovykh form rel'efa Zaural'sko-prikaspijskogo regiona // *Bjull. Orenburgskogo nauchn. centra UrO RAN*. 2015. № 4. pp. 1–18. (in Russian)
7. Kut' A. A., Chzhan T. R., Gurinova S. A. Prostranstvennyj analiz rasprostraneniya djunnykh kompleksov (tukulanov) v Central'noj Jakutii // *Razvedka i ohrana neдр*. 2015. № 11. pp. 13–17. (in Russian)
8. Earth Observing System [Electronic resource]. URL: <https://eos.com/landviewer/?lat=65.35721&lng=72.98372&z=13> (data obrashhenija: 10.06.2020)
9. Markov K. K. Drevnie materikovye djuny Evropy / *Ocherki po geografii chetvertichnogo perioda*. M.: AN SSSR, 1955. pp. 1–28. (in Russian)
10. Fedorovich B. A. Dinamika i zakonomernosti rel'efoobrazovaniya pustyn'. M.: Nauka, 1983. 236 p. (in Russian)
11. Leont'ev O. K., Rychagov G. I. Obshhaja geomorfologija. M.: Vysshaja shkola, 1988. 320 s. (in Russian)
12. USGS [Electronic resource]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (data obrashhenija: 15.06.2020)
13. Malikova E.L. Kartografirovanie jeolovykh form rel'efa Nadym'skogo Priob'ya // *Geograficheskie issledovaniya Sibiri i sopredel'nykh territorij: mat. Mezhdunar. geogr. konf. Irkutsk: Izd-vo Inst. geogr. im. V.B. Sochavy SO RAN*, 2019. pp. 510–513. (in Russian)
14. Raspisanie pogody [Electronic resource]. URL: [https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Nadyme_\(ajeroport\)](https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Nadyme_(ajeroport)) (data obrashhenija: 05.06.2020)
15. Gae'l A. G., Smirnova L.F. Peski i peschanye pochvy. M.: GEOS, 1999. 255 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 21.06.2020 г.