

УДК 528.7:551.4.038

**В.И. Кравцова<sup>1</sup>****АНТРОПОГЕННАЯ НАРУШЕННОСТЬ ДЮННЫХ ЛАНДШАФТОВ АНАПСКОЙ ПЕРЕСЫПИ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ<sup>2</sup>**

Анапская пересыпь — песчаная аккумулятивная форма берегового рельефа в северо-восточной части российского побережья Черного моря, которая обладает уникальными рекреационными и бальнеологическими ресурсами, но подвержена сильному антропогенному воздействию. По космическим снимкам высокого разрешения дешифрированы участки, где растительный покров пересыпи уничтожен и разрушаются дюны. В результате картографирования этих участков на примере разных районов пересыпи выявлена зависимость степени антропогенной нарушенности от вида рекреационного использования территории. Результаты необходимо использовать при разработке природоохранных мероприятий.

*Ключевые слова:* пересыпь, рекреация, пески, растительность, антропогенное воздействие, космические снимки.

**Введение.** Анапская пересыпь — песчаная аккумулятивная форма берегового рельефа в северо-восточной части российского побережья Черного моря — после распада СССР осталась одним из немногих в стране уникальных рекреационно-бальнеологических районов песчаных черноморских пляжей. В 1996 г. постановлением Правительства РФ Анапа получила статус курорта федерального значения. Здесь расположено около 200 лечебных и оздоровительных учреждений, включая круглогодичные, десятки пансионатов и гостиниц [8]. Анапа, имеющая историю курортного освоения с конца XIX в., уже к 1940 г. принимала около 100 тыс. человек. В 1950–1960-е гг. плановое освоение под рекреационно-оздоровительное использование охватило территории прилегающих к городу пос. Джемете и Витязево, слившихся теперь в единую зону застройки вдоль берега на протяжении 12 км от мыса Анапский до Витязевского лимана, а также приморские территории в районе станицы Благовещенской. Почти на всем протяжении пересыпь включает зоны пляжа, дюн и бугристых песков. В последние десятилетия экосистемы пересыпи испытывают сильнейшую антропогенную нагрузку со стороны надвигающихся на береговую зону территорий здравниц, а также интенсивного потока неорганизованных отдыхающих. Это приводит к разрушению экосистем пересыпи — пляжа и дюнного пояса, их деградации, неизбежной потере ценнейшего ресурса [9]. В этих условиях назрела острая необходимость оценить современное состояние всех компонентов экосистемы, изучить механизмы формирования и пространственно-временной изменчивости аккумулятивных береговых форм, исследовать основные процессы, определяющие динамику пересыпи.

**Постановка проблемы.** Анапская пересыпь издавна привлекала внимание исследователей. Большую работу по изучению литодинамических процессов Анапской пересыпи вели с 1940-х гг. сотрудники Института океанологии РАН и его Южного отделения В.П. Зенкович, Н.А. Айбулатов, Е.Н. Егоров [1–3] и др. Материалы предыдущих исследований, в том числе в последние десятилетия, значительно расширили представления об эволюции, современном строении основных элементов литодинамической системы пересыпи и подытожены В.В. Крыленко [8]. Однако детальное картографирование пересыпи как необходимая основа для мониторинга происходящих изменений не выполнялось. В рамках проекта РФФИ “Эволюция морфосистем аккумулятивных морских берегов в условиях увеличения экстремальности климата и антропогенных нагрузок” предусматриваются совместные работы специалистов лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ и Южного отделения Института океанологии РАН по картографированию и оценке современного состояния экосистем пересыпи на основе использования материалов дистанционных съемок и полевых исследований, включая дешифрирование снимков и спектрометрирование картографируемых объектов. На основе проведенного в 2012 и 2013 гг. полевого дешифрирования по снимкам субметрового разрешения со спутника WorldView-2 составлены крупномасштабные карты ландшафтно-морфологической структуры нескольких участков пересыпи в районе Благовещенского останца и Витязевского лимана вблизи станицы Благовещенская [5, 6] и пос. Витязево [4].

При дешифрировании современного состояния растительности на пересыпи по космическим снимкам

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, лаборатория аэрокосмических методов, вед. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: valentinamsu@yandex.ru

<sup>2</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00466А) и Программы господдержки ведущих научных школ РФ (НШ-22.48.2014.5).

четко выявляются участки, где растительный покров уничтожен в пределах пояса дюн, бугристых песков, прилиманских понижений. По результатам дешифрирования хорошо дифференцируются районы с разной степенью такого воздействия и в зависимости от характера использования территории. Возможна количественная оценка степени воздействия, которая находит отображение на космических снимках, где четко выделяются площади уничтожения растительного покрова. Картографирование типичных видов нарушений и анализ зависимости степени нарушений от характера использования территории даст ценный материал для разработки рекомендаций по защите растительного покрова дюн, а следовательно, и вообще дюнных ландшафтов.

**Характеристика района исследований.** Район Анапской пересыпи детально охарактеризован В.В. Крыленко [8]. Анапская пересыпь простирается узкой полосой от южной оконечности Таманского п-ова на севере до м. Анапский на юге (рис. 1). Она отделяет от Черного моря систему лиманов (лагун) и озер, некогда бывших морскими заливами, — оз. Соленое, лиманы Бугазский, Кизилташский, Витязевский, оз. Чембурское, Анапские плавни. Район представляет собой плоскую слабонаклонную аккумулятивную равнину дельты Кубани, крупный рукав которой, Старая Кубань, впадал в Кизилташский лиман. Над аккумулятивными равнинами на высоту до 20 м возвышаются останцы высоких террас и коренных берегов — Анапская терраса, Благовещенский останец, южный берег Таманского п-ова, ограниченные активными или отмершими клифами. Таким образом, главная особенность района — наличие лиманов и плавней, отделенных от моря узкой пересыпью. В строении пересыпи, как указывалось, почти повсеместно прослеживаются три основные зоны — пляж, зона дюн и зона бугристых песков. За ними следует либо берег лимана, либо отмерший клиф [8].

Район Анапской пересыпи в климатическом отношении характеризуется чертами климата средиземноморского типа с теплой умеренно влажной зимой и сухим жарким летом, с небольшим среднегодовым количеством осадков (250–700 мм), неравномерно распределенных в течение года. Незначительная влажность климата и сильные ветры способствуют развитию на песчаных отложениях эоловых процессов.

Исследуемый район относится к степной зоне Западного Предкавказья. В его растительности можно выделить несколько типов. Зональная луго-степная растительность практически не сохранилась в связи с интенсивным сельскохозяйственным использованием территории. На участках, переходных к плавням и лиманам, а также на временно затопляемых понижениях формируется луговая и болотная растительность. Отдельные участки прилиманских понижений засолены, имеют солончаковый тип растительности с участием галофитов. В плавнях и по

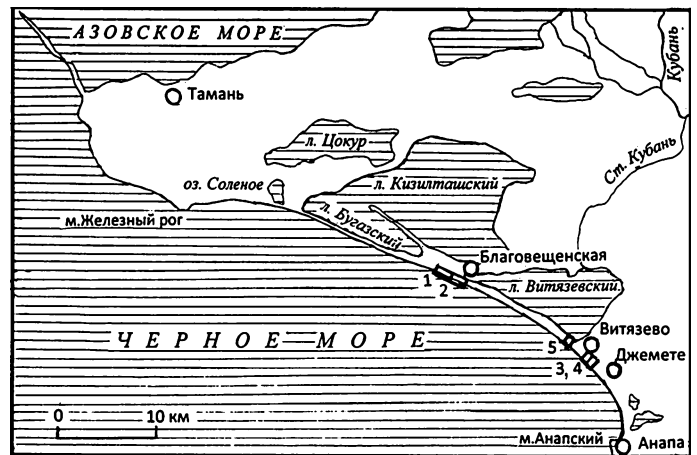


Рис. 1. Район исследований. Цифры — изученные участки Анапской пересыпи

краевым зонам лиманов развит плавневый тип растительности с тростниковыми или рогозными сообществами. Для песков береговой зоны характерна псаммофильная растительность с пионерными видами на зарастающих песках, в числе которых катран понтийский, занесенный в Красную книгу Краснодарского края; на слабозакрепленных песках произрастают однолетние виды травянистых растений — полынь песчаная, колосняк песчаный (злак). На относительно устоявшемся песчаном субстрате появляются горчица морская, полынь полевая, астрагал, подорожник, осока, ситник, злаки — вейник и пырей, а также кустарники и древесные растения — тамарикс, лох серебристый, тополь, ива. Смена типов растительности обуславливает изменение изображения на космических снимках, на чем основано их дешифрирование.

**Материалы и методы исследований.** Основным материалом для детального картографирования наиболее характерных участков пересыпи служили снимки со спутника WorldView-2, полученные 07.10.2011 и имеющие разрешение 0,5 м в панхроматическом канале и 2 м в 8 спектральных каналах (табл. 1). Эти снимки использовались в варианте цветового синтеза RGB 8-4-1, т.е. с участием ближней инфракрасной (860–1040 нм), желтой (585–625 нм) и фиолетовой (400–450 нм) зон, при котором растительность изображается красным, красно-фиолетовым цветом. Включение в синтез панхроматической зоны обеспечило повышение детальности снимков.

Для выявления сезонных изменений береговой линии, положения подводных валов, состояния наземной растительности съемка выполнена несколько раз — 11.08.2011, 13.09.2011 и 17.04.2012. Поскольку съемка выполнялась из разных точек космического пространства и с разным отклонением оптической оси от надира, то оказалось возможным использовать одновременные снимки на одни и те же участки для формирования стереомодели рельефа и стереоскопического дешифрирования, чему не мешали небольшие изменения цвета изображения, связанные с сезонным развитием растительности. Опыт формирования таких

стереопар космических снимков, полученных не в результате специальной стереосъемки и названных нами случайными, охарактеризован в работе [7]. Дешифрирование выполняли по снимкам, увеличенным до масштаба 1:2000, этот масштаб оптимален для снимков субметрового разрешения, в частности WorldView-2, поскольку разрешение 0,5 м в этом масштабе соответствует и разрешающей способности глаза (0,1–0,2 мм), и размеру пикселей на экране компьютера (0,2–0,3 мм) и принятой точности картографического воспроизведения результатов.

Таблица 1  
Сведения о снимках со спутника WorldView-2

Зона съемки	Спектральная чувствительность, нм	Пространственное разрешение, м
Панхроматическая	500–900	0,5
Фиолетовая (Coastal)	400–450	2
Зеленая	510–580	2
Желтая	585–625	2
Красная	630–690	2
Крайняя красная (Red Edge)	705–745	2
Ближняя инфракрасная (NIR1)	770–895	2
Ближняя инфракрасная (NIR2)	860–1040	2

*Полевое дешифрирование.* В полевых маршрутах опознавали и описывали объекты местности — формы рельефа, растительность с характеристикой проективного покрытия, структуры, видового состава. *Камеральное дешифрирование* включало рисовку контуров по стереомодели — под стереоскопом либо при наблюдении модели на стереодисплее. Контуров выделяли в соответствии с предварительно разработанной легендой для карт ландшафтно-морфологической

структуры пересыпи. В расширенной общей легенде этих карт характеризуются как формы эолового рельефа пляжа, дюнного пояса, зоны бугристых песков и прилиманых понижений, так и основные растительные ассоциации с указанием проективного покрытия растительности (табл. 2). По результатам дешифрирования составлены карты ландшафтно-морфологической структуры отдельных участков пересыпи (эти карты представлены в работах [4–6]).

В соответствии с представленной в табл. 2 легендой этих карт на них уже выделены наибольшие участки оголенных песков на местах уничтожения растительного покрова — несанкционированных стоянках автотранспорта, путях проезда автотранспорта и прохода отдыхающих к морю, участках расчистки растительности под спортивные площадки, пикники, на трассах рекреационно-транспортного использования (гонки на мотоциклах и квадроциклах), в местах забора песка под строительные нужды. При работе, специально посвященной антропогенному воздействию, дешифрирование этих участков повторено с большей детальностью. Поскольку для дюнного пояса характерно развитие пятнистого растительного покрова преимущественно с малым проективным покрытием, с чередованием пятен растительности и открытых песков, то при выделении участков антропогенного нарушения растительного покрова особенно большое значение имело стереоскопическое дешифрирование. На стереомодели естественная пятнистость наветренных склонов, на которых пятна развеваемых песков чередуются с участками растительности, закрепляющей пески, надежнее отделялась от участков антропогенного нарушения — автомобильных проездов и пешеходных дорожек, идущих к пляжу; выровненных площадок, расчищенных под спортивные игры, пункты питания и т.п. По результатам такого дешифрирования составлены схемы антропогенного уничтожения растительности для участков с разным характером антропогенного воздействия.

Таблица 2

#### Характеристика объектов картографирования

Индекс объекта	Характеристика объекта
Зона пляжа	
Пл	Пляж летний — приурезовая наклонная песчаная поверхность с постоянными следами заплеска волн
Пз	Пляж зимний — выровненная песчано-ракушечная поверхность на высоте 0,5 м над урезом со следами штормовых заплесков волн
Зона начального формирования дюн на пляже	
НД-0	Участки начального освоения растительностью зимнего пляжа. Ровная или слабовзрыхленная поверхность с амплитудой рельефа <5 см; единичные приземистые растения полыни; проективное покрытие <5%
НД-1	Низкие пляжные дюны формирующиеся. Мелковолнистая поверхность пояса низких дюн, возвышающихся над пляжем на 0,5 м, амплитуда рельефа 0,3–0,5 м; приземистые ветвистые кусты полыни образуют равномерную сетку; проективное покрытие <10%

Индекс объекта	Характеристика объекта
НД-2	Низкие пляжные дюны сформированные. Мелкобугристая поверхность пояса низких дюн, возвышающихся над пляжем на 1 м; амплитуда рельефа 0,5–0,7 м; кусты полыни высотой 0,5 м образуют кочки и бугры; покрытие растительностью неравномерное; общее проективное покрытие 10–20%
НД-3	Повышенные участки в поясе сформированных низких пляжных дюн, возвышающиеся над пляжем на 1,5 м (до 2 м). Бугристая поверхность с амплитудой рельефа 1 м; крупные кусты и кочки полыни и других псаммофитов; покрытие растительностью пятнистое (до 20–30%). Характерно фрагментарное распространение дюн этого типа на участках наиболее сильного антропогенного воздействия в виде остаточных островов пляжных дюн
Зона дюн (дюнный пояс)	
Дф-1	Вдольбереговой передний (фронтальный) вал дюнного пояса с нечетко выраженным плосковершинным гребнем высотой 2 м, склоны крутизной 5–7° с неровной сильнобугристой поверхностью; пятна растительности (полынь, горчица морская) с большим количеством мертвых остатков растений чередуются с участками черного мха и открытого песка; покрытие растительностью и мортмассой 30–50%
Дф-2	Вдольбереговой передний (фронтальный) вал дюнного пояса с четко выраженным гребнем высотой 3 м, склоны крутизной 10–20°, с неровной бугристой поверхностью; пятна растительности (полынь, горчица морская, тамарикс) чередуются с участками открытого песка; покрытие растительностью наветренных склонов около 30%, подветренных — 40–60%
Дс-1	Вдольбереговой передний (фронтальный) склон дюнного пояса высотой до 2–3 м, пологий, крутизна 5°, с волнисто-бугристой поверхностью, с очень слабовыраженными локальными вдольбереговыми микроваловыми повышениями высотой 0,5–0,7 м; покрытие растительностью (полынь, горчица морская, отдельные кусты тамарикса, мортмасса) неровное, пятнистое (до 40%)
Дс-2	Вдольбереговой передний (фронтальный) склон дюнного пояса высотой до 2–3 м, умеренно пологий, крутизна 5–7°, с сильнобугристой поверхностью, амплитуда рельефа до 1 м; покрытие растительностью (полынь, горчица морская, отдельные кусты тамарикса, мортмасса) неровное, пятнистое (20–30%)
Др	Участки расширения дюнного пояса между фронтальным и тыловым валами со сложной системой различно ориентированных коротких дюнных валов и бугров высотой 3–4 м, крутизна склонов 15–20°; покрытие растительностью неровное, пятнистое, с экспозиционными различиями (на наветренных склонах до 30%, на подветренных 40–50%)
Дт	Тыловые валы дюнного пояса высотой 2–4 м, отделяющие его от лиманного понижения, имеют обычно асимметричный профиль с крутыми (20–30°) наветренными и пологими (5–10°) подветренными склонами, обращенными к лиману; наветренные склоны оголены, с открытыми песками и пятнами полынной растительности (покрытие до 20%); подветренные склоны заняты зарослями полыни, горчицы морской, разнотравья, тамарикса (покрытие 40–50%)
Дк	Ровные и слабоогнутые участки межваловых понижений (дефляционных котловин) с зарослями осоки, горчицы морской, злаков, разнотравья (проективное покрытие 100%), с полосами лоха серебристого по краям понижений под крутыми склонами гряд, окружающих понижения
Пояс бугристых песков	
Б-1	Мягковолнистая поверхность с наклоном <5° к прилиманному (или внутриваловому) понижению, поднимающаяся над ним до 1 м, неровно заросшая растительностью, преимущественно пятнами горчицы морской с полынью, злаками, разнотравьем, тамариксом (проективное покрытие 40–50%), чередующимися с пятнами песка на повышениях рельефа
Б-2	Слабобугристая поверхность с наклоном 5–7° к прилиманному (или внутриваловому) понижению, поднимающаяся над ним до 1 м, неровно заросшая растительностью, преимущественно пятнами горчицы морской с полынью, тамариксом (проективное покрытие 30–40%), чередующимися с пятнами песка между буграми
Прилиманные понижения	
Л-1	Ровные и слабоволнистые поверхности прилиманных понижений со сплошными зарослями тростника на наиболее низких участках и зарослями осоки, злаков, разнотравья в их окружении, с участием лоха серебристого (проективное покрытие 90–100%)
Л-2	Слабоволнистые повышенные участки прилиманных понижений с слабозадернованными песчаными всхолмлениями с горчично-осоковыми зарослями (проективное покрытие 40–60%)
Антропогенно преобразованные участки	
А-1	Участки рекреационной застройки, оборудованные транспортные стоянки, рекреационные и спортивные сооружения в пределах пляжа, дюнного пояса, бугристых песков, лиманных понижений
А-2	Песчаные участки, где в результате антропогенной деятельности растительность уничтожена (несанкционированные автостоянки и проезды, проходы к морю, спортивные площадки, площадки расчистки под сооружения, участки забора песка) в пределах дюнного пояса и бугристых песков

*Возможности компьютерного дешифрирования нарушенных участков.* Поскольку открытые, не закрепленные растительностью пески, подвергающиеся развеванию, имеют на космических снимках высокую яркость изображения, при визуальном дешифрировании они выделяются по яркостным признакам. При использовании количественных спектрально-яркостных характеристик — значений яркости изображения исследуемого объекта в разных спектральных зонах — такое выделение открытых песков возможно и с помощью компьютерных средств. Сложности при компьютерном дешифрировании песков, лишенных растительности из-за антропогенного воздействия, связаны с тем, что небольшие открытые участки песка характерны и для многих форм дюнного рельефа в их естественном состоянии, т.е. участки развеваемых песков сочетаются с пятнами закрепляющей пески растительности и образуют сложную пятнистую структуру изображения с чередованием темных пятен растительности и светлых пятен обнаженных песков. Для автоматического отделения таких естественных пятнистых участков от поверхностей, лишенных растительности в результате антропогенного воздействия, необходимо применить предварительную обработку снимков, обеспечивающую их разделение, например фильтрацию изображения, сглаживающую пятнистую структуру. Для этих целей можно использовать программные средства, предназначенные для погашения пятнистости радиолокационных снимков, т.е. фильтрацию так называемых спекл-шумов. После этого по преобразованному изображению открытые пески выделяются по яркостным признакам (что можно сделать с помощью разных методов — кластеризации, классификации либо простейшей бинаризации изображения с разделением его на пески и не пески). Выделенные таким образом участки открытых песков после отделения их пятнистых сочетаний песок—растительность, характерных для естественной поверхности дюн, можно рассматривать как антропогенно нарушенные. Разумеется, такое автоматизированное выделение должно сопровождаться визуальным контролем правильности отнесения выделенных участков к антропогенно нарушенным на основе учета всего комплекса косвенных индикационных признаков. Затем с применением программных средств возможен автоматический подсчет площадей нарушенных участков и определение доли площади, занятой ими (%), которая и может быть количественным показателем степени нарушенности.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Картографирование антропогенных нарушений дюнного пояса и анализ пространственного распределения нарушенных участков и соотношения степени нарушенности с типом использования территории выполнены на примере нескольких районов. Подобраны такие пары районов, в которых — при их территориальной близости — степень антропогенной нарушенности ландшафтов сильно различалась, и именно тип ис-

пользования территории определял сложившуюся ситуацию.

Первую пару составляют два участка в районе станицы Благовещенская, непосредственно примыкающие один к другому (1 и 2 на рис. 1). Первый включает часть дюнного пояса между пляжем на берегу моря и поднимающимся уступом Благовещенского останца (отмершим клифом), от которого дюнный пояс отделен узкой лиманной ложбиной (кутовым продолжением прилиманной ложбины Витязевского лимана). Второй участок берега с пляжем и дюнным поясом ограничен со стороны суши прилиманным понижением Витязевского лимана, занятым рекреационной застройкой баз отдыха, построенных юго-западнее станицы Благовещенская. Фрагменты космических снимков этих участков показаны на рис. 2, а схемы дешифрирования антропогенных нарушений на обоих участках (протяженностью по 600 м) приведены на рис. 3.

Дюнный пояс участка № 1 включает слабовыраженную авандюну и серию дюнных гряд, которые отклоняются от вдольберегового направления и разделены междюнными понижениями — дефляционными котловинами; тыловая, загребневая часть дюнного пояса при переходе к прилиманному понижению включает слабобугристые пески.

Весь участок 1 представляет собой зону интенсивного антропогенного воздействия. На юго-восточном крае участка, у окончания рекреационной застройки станицы Благовещенская, заканчивается шоссе и дорога и обустроен шлагбаум для регулирования проезда автомашин в эту зону. Но поскольку на этом участке даже при наличии шлагбаума возможен относительно доступный подъезд к морю, в то время как въезд на расположенный восточнее главный пляж станицы Благовещенская платный, то именно сюда устремляется поток машин, на территории лиманной ложбины и бугристых песков образуются их временные стоянки. В результате на значительной части площади прилиманного понижения и бугристых песков, а также в дюнном поясе на склонах тыловых дюн растительный покров полностью уничтожен, на его месте остались пятна открытых развеваемых песков. В дополнение к площадкам стоянки автотранспорта и автомобильным проездам сквозь дюнный пояс к пляжу образовалась густая сеть дорожек и троп пешеходных проходов к морю. На схеме хорошо видно, что эти оголенные пески образуют густую сеть со средним расстоянием между проходами и проездами 20–40 м в восточной части участка и 10–20 м в западной. Антропогенно нарушенные участки занимают здесь 30–40% территории. Таким образом, это участок последней стадии рекреационной дигрессии ландшафта [10].

Для участка 2 характерно слабое развитие эоловых форм рельефа дюнного пояса. Зона начального формирования дюн на поверхности пляжа сменяется едва заметным валом авандюны и далее очень поло-



Рис. 2. Фрагменты космических снимков WorldView-2 для двух соседних участков 1 и 2: *а* — дюнный пояс северо-западнее окончания рекреационной застройки станицы Благовещенская; *б* — дюнный пояс у рекреационной застройки станицы Благовещенская

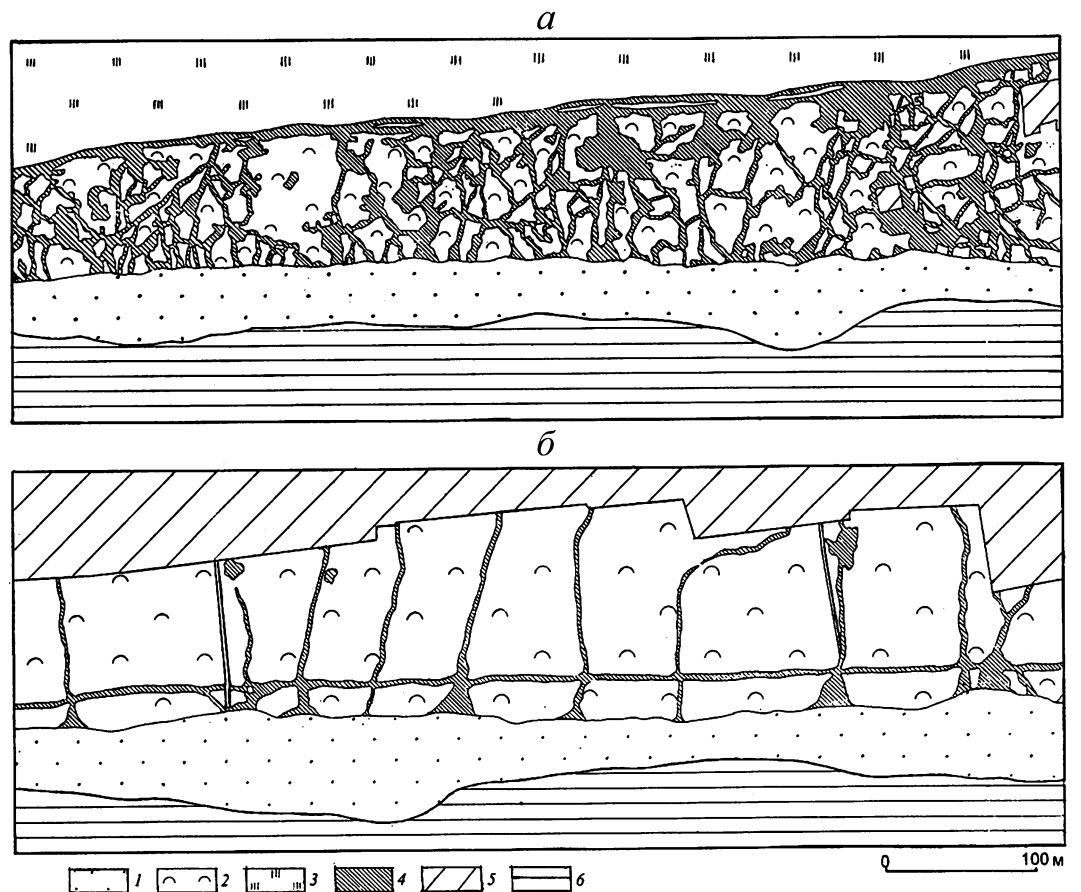


Рис. 3. Схемы дешифрирования антропогенных нарушений в пределах участков 1 (*а*) и 2 (*б*): 1 — песчаный пляж; 2 — дюнный пояс, бугристые пески, прилиманное понижение с псаммофильной растительностью разной степени сомкнутости; 3 — склоны уступа Благовещенского останца со степной растительностью; 4 — участки песков, лишенных растительного покрова в результате рекреационного использования территории; 5 — застройка; 6 — море

гим фронтальным дюнным склоном; все эти формы осложнены бугристым рельефом, обусловленным неровным освоением песков растительностью, покрытие которой в зоне пляжных дюн и авантюны очень слабое (10–20%), но в верхней части фронтального склона увеличивается до 40–60%.

Особенность этого участка заключается в специфике антропогенного воздействия в этой зоне, характеризующейся хотя и интенсивным рекреационным использованием, но со строгим регулированием его режима. Несмотря на постоянное присутствие отдыхающих, разрушающее дюнный пояс воздействие здесь значительно меньше, чем на предыдущем участке свободного доступа к морю. Территории пансионатов и баз отдыха, занимающие прилиманное понижение, огорожены и имеют точечные выходы с пропускным режимом к дюнному поясу. У некоторых пансионатов оборудованы специальные проходы к пляжу по мостовым дорожкам, возвышающимся над дюнами. Другие базы отдыха пользуются фиксированными протоптанными дорожками, на которых установлены предупредительные щиты с указанием о нахождении в зоне особого санитарного режима. Для автотранспорта имеется очень ограниченное число проездных путей в юго-восточной части участка, ближней к общему пляжу. Для перемещения вдоль берега имеется наезженная песчаная дорога, прорезающая зону низких дюн пляжа; она используется специальным транспортом, а также мотоциклами и квадроциклами. Участки образования развеваемых песков на местах уничтожения растительности здесь очень редки. Это небольшие участки для автостоянок вдоль заборов баз отдыха, участки расчистки для спортивных площадок и участки изъятия песка для строительных нужд, которые сосредоточены в юго-восточной части территории, ближней к Благовещенскому пляжу. Густота дорожно-тропиночной сети на участке 2 существенно меньше, чем на предыдущем участке, среднее расстояние между дорожками (проходами к морю) составляет 100–150 м. Антропогенные нарушения растительного покрова охватывают лишь 4–8% территории.

Вторая пара примеров разного проявления антропогенного воздействия на ландшафтно-морфологическую структуру Анапской пересыпи относится к ее участку в районе пос. Витязево, рекреационная застройка которого в последние годы надвигается непосредственно на зону пересыпи. На двух небольших фрагментах протяженностью всего по 200–300 м (рис. 1, участки 3 и 4) также проявляются резкие различия интенсивности антропогенных нарушений в зависимости от характера использования территории, хорошо выявляемые по космическим снимкам.

На рис. 4 приведены фрагменты снимка, где цифрами отмечены основные дешифрируемые объекты. Для береговой зоны этого района в пределах зоны пляжа (1) характерно отсутствие форм начального освоения песков растительностью — низких пляжных дюн. Дюнный пояс представлен сильнобугристым

рельефом кучугуров — крутосклонных песчаных бугров высотой 1–2 м с кустами, кочками, куртинами полыни на вершинах бугров и их наветренных склонах (2); формирование этих бугров обусловлено закреплением песка растительностью. Понижения — ложбины между буграми лишены растительности, в них и на подветренных склонах бугров песок свободно перевевается. Высота бугров по мере удаления от моря увеличивается, достигая 4–5 м в гребневой части, к которой приурочены заросли лоха серебристого и тамарикса со значительным зарастанием полынью подстилающей поверхности (3). Пологобугристые пески в загребневой части пояса задернованы на 30–40%, к полыни здесь добавляются злаки, осока, разнотравье (4). В прилиманных понижениях появляется тростник, задернованность тростниково-осоковых влажных лугов и тростниковых зарослей увеличивается до 60–80% (5).

Первый фрагмент (рис. 4, а) охватывает участок полного налегания рекреационной застройки на береговую зону, когда застройка занимает не только прилиманные понижения, но и полосу бугристых песков, доходя до гребня дюн. Выход в зону дюн и пляжа по сходящему к пляжу проходу-проезду между заборами свободный. Ширина оставшейся незастроенной части береговой зоны уменьшилась до 250 м, из них 100–120 м составляет пляж. Здесь нет чередования полос песка и детрита, наблюдавшегося на более западных участках пляжа. Беспорядочное пятнистое изображение пляжа (6) соответствует полному нарушению поверхности песка в результате вытаптывания отдыхающими. В нижней части дюнного пояса его сильнобугристый рельеф разрушен. Куртины полыни, закреплявшие бугры, уничтожены на отдельных участках полностью (7). Там, где куртины полыни сохранились, их площадь невелика и они редки (8), большую часть поверхности занимают развеваемые пески. Гребень дюнного пояса с кустами и деревьями лоха серебристого здесь пока сохраняется, но задернованности поверхности, травянистой растительности между деревьями нет, деревья стоят на оголенных развеваемых песках (9). Таким образом, и этот участок, как и участок юго-западнее зоны рекреационной застройки станицы Благовещенская, испытывает крайнюю стадию рекреационной дигрессии ландшафтов [10]. Отмечено, что на этом участке за заборами баз отдыха использование территории в определенной мере связано с природной основой — на месте бугристых песков за поясом дюн устроены искусственные бассейны и около них оборудованы песчаные пляжи (10), а на месте зоны прилиманного понижения между зданиями обустроены лужайки и скверы (11).

Небольшой по протяженности, но важный для понимания ситуации фрагмент, примыкающий к предыдущему (рис. 4, б), относится к участку пос. Витязево, огороженному и отведенному под городское использование, но пока занятому двумя новыми санаторными





Рис. 4. Фрагменты космических снимков WorldView-2 для двух соседних участков пересыпи южнее пос. Витязево: *а* — участок полного налегания рекреационной застройки на прилиманное понижение и бугристые пески; *б* — участок, на котором огороженная рекреационная зона подходит к прилиманному понижению и бугристым пескам. Пояснения см. в тексте

комплексами с хорошими парками (12) и крупными резервными (пока не занятыми застройкой) территориями (13). Обрамление территории санаториев каналами и лесопосадками, упорядоченные выходы к морю по специальным дорожкам обусловили иную ситуацию с дюнным рельефом на этом участке. Здесь хорошо выражен пояс закрепленных польней песчаных бугров, сначала средних, а затем и высоких, где доля закрепленной польней поверхности увеличивается до 40–50%. В гребневой зоне дюн лох серебристый образует сплошные заросли с частично задернованной поверхностью в нижнем ярусе. За гребнем дюн наблюдается полоса частично задернованных бугристых песков, а вблизи окружающего санатории канала видна узкая выровненная полоса с травянистой растительностью, соответствующая прилиманному понижению, причем этот тип поверхности продолжается и на отделенной каналом территории санаториев. Таким образом, упорядоченные выходы в береговую зону и регламентированные пути прохода через дюнный пояс надежно способствуют сохранению уникальных дюнных ландшафтов.

Для района Анапской пересыпи характерны некоторые специфические виды рекреационного использования территории — рекреационно-транспортного

и кайтсерфингового. Запуск кайтеров на парашютах, движущихся в свободном полете и управляемых с водной доски (для чего здесь благоприятен ветровой режим, а также наличие водной глади лиманов и моря), на состоянии дюнных ландшафтов не сказывается. Риск связан с большим наплывом рекреантов такого типа и транспортировкой оборудования на автомобилях к участкам, благоприятным для этих видов спорта, например к южному берегу Бугазского лимана, где транспортное воздействие на Бугазскую пересыпь становится уже весьма ощутимым. Обширные же площади бугристых песков на широкой Витязевской пересыпи стали объектом другого вида специфического рекреационно-транспортного использования — гонок на мотоциклах и квадроциклах по пескам, особенно на участке в юго-восточной части Витязевской пересыпи, вблизи пос. Витязево (рис. 1, участок 5).

Витязевская пересыпь, отделяющая от моря Витязевский лиман, — самый широкий участок Анапской пересыпи шириной от 300 м до 1 км, на большей части ее ширина 700 м. На этом участке пересыпь включает не только пляж, дюнный пояс, пояс бугристых песков, но и обширное прилиманное понижение. От южного окончания пос. Витязево в сторону



прилиманного понижения и бугристых песков отходит множество дорог. По прилиманному понижению проложен канал, соединяющий лиман с морем. Канал выходит в сооруженную здесь прорезь, пересекающую бугристые пески и дюнный пояс; борта прорези обвалованы, валы регулярно поддерживаются, чтобы при движении воды (которое в зависимости от сезона возможно как из лимана в море, так и из моря в лиман) не заливались прилегающие территории. Летом сухая широкая (40–50 м) прорезь активно используется для движения транспорта через дюнный пояс. Из-за наличия столь удобного пути к пляжу этот участок побережья интенсивно используется рекреантами на автомобилях, а обширные пространства слабобугристых песков вблизи поселка обусловили специфический вид использования территории — гонки на квадроциклах.

Узкие ложбины в дюнном поясе — продольные понижения между сериями крупных бугров, закрепленных с наветренной стороны куртинами полыни (так называемые кучугуры), — привлекают любителей мотоциклетного спорта. Потоки автомашин, свободно достигающие пляжа по прорези, либо перемещаются дальше у подножия пояса дюн, в тыловом понижении пляжа, которое используется практически как постоянная дорога, либо движутся вдоль низких пляжных дюн — участков освоения пляжа раститель-

ностью, пересекая эти низкие дюны таким образом, что колеи разрезают пояс низких дюн на фрагменты. Здесь, как и в дюнном поясе, колеи движения транспорта не только не дают появляться задерживающей развевание песков растительности, но и разрушают детритовый слой, защищающий песок от перевевания.

Все эти специфические виды антропогенного воздействия на ландшафты Анапской пересыпи ярко отображаются как на космических снимках, так и на составленных по ним схемах (рис. 5). На таких схемах в обобщенном виде выделены основные ландшафтно-морфологические зоны пересыпи, более детально картографированные нами ранее [4]. На схеме дешифрирования выделена зона пляжа (летнего и частично зимнего, со склоном в сторону моря), пока не освоенная растительностью и не имеющая форм эолового рельефа. В ее тылу, на обратном склоне зимнего пляжа, выделена зона начального освоения пляжа растительностью (единичные псаммофиты — катран, полынь песчаная, осока, злак колосняк) и аккумуляции песка в ветровой тени растений с образованием так называемых низких пляжных дюн. Рассеченная колеями перемещающихся по пляжу машин полоса низких пляжных дюн фрагментирована на широкие слабовыпуклые холмики. Дюнный пояс на этом участке представлен рельефом кучугуров, разделенных узкими (ширина 2–3 м), глубокими (до 2 м) ложби-

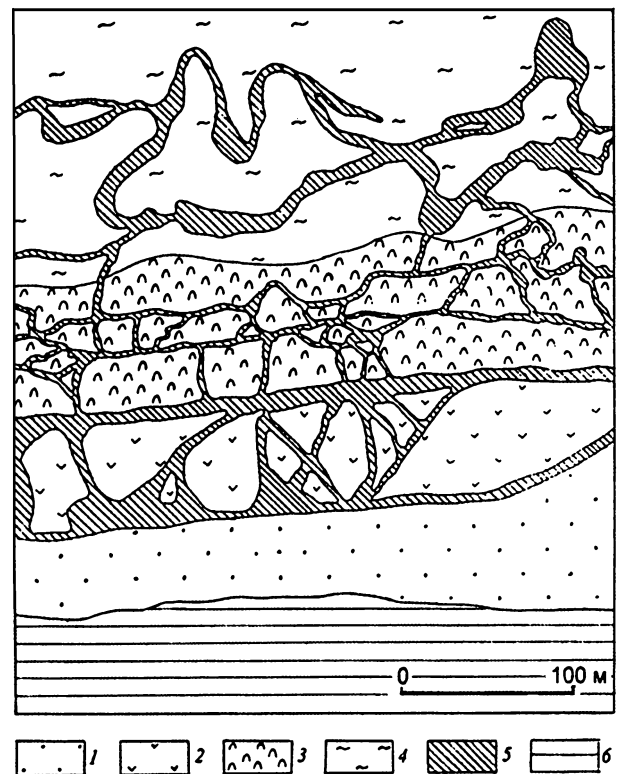


Рис. 5. Фрагмент космического снимка WorldView-2 на участок интенсивного транспортно-рекреационного использования юго-западнее пос. Витязево (а) и схема его дешифрирования (б): 1 — песчаный пляж; 2 — участки начального освоения пляжа растительностью, формирования низких пляжных дюн; 3 — дюнный пояс с крупнобугристым рельефом кучугуров, закрепленных куртинами полыни, с зарослями лоха серебристого и тамарикса по гребню дюн; 4 — пояс бугристых песков с мягкобугристым рельефом и полынно-злаково-разнотравной растительностью с кустами тамарикса и лоха серебристого; 5 — участки песков, обнаженных в результате рекреационно-транспортного использования территории — разрушения растительного покрова и защитной детритной корки; 6 — море

нами. Ложбины, особенно продольные, разделяющие группы бугров разной высоты, привлекают мотоциклистов. Пути их движения образуют довольно густую сеть, и хотя они движутся по не занятым растительностью днищам ложбин и, казалось бы, не наносят вреда, колеса мотоциклов уничтожают остатки детритовой корки, что способствует дальнейшему развеванию песка. Но наиболее отрицательное воздействие транспорта проявляется в зоне бугристых песков, которые в районе пос. Витязево используются как место для гонок на квадроциклах. Обладающий уже достаточной сомкнутостью (40–50%) растительный покров на путях быстродвигающихся и закладывающих виражи квадроциклов полностью уничтожается, остается широкая (до 10 м, а на разворотах до 20 м) колея — свидетельство безразличия рекреантов-гонщиков к сохранению уникальных дюнных ландшафтов пересыпи.

#### Выводы:

— Космические снимки высокого разрешения представляют действенное средство контроля за состоянием дюнных ландшафтов пересыпи, мониторинга их антропогенных нарушений;

— Анапская пересыпь подвергается сильнейшему антропогенному воздействию, особенно осязательному

в местах свободного доступа к морю вблизи рекреационных зон. Нарушения растительности в зонах дюн, бугристых песков, прилиманских понижений охватывают до 40% территории, в результате чего, как показано на примерах участков пересыпи северо-западной рекреационной застройки станицы Благовещенская и южнее пос. Витязево, дюнному поясу на этих участках грозит полное разрушение;

— в рекреационных зонах с постоянной застройкой и ограждением территорий, где действуют фиксированные точечные выходы в зону дюн, предпринимается обустройство переходов к пляжу (навесных эстакад, фиксированных дорожек), ситуация кардинально улучшается, что способствует сохранению дюнных ландшафтов;

— недопустимо использование пояса дюн и бугристых песков для рекреационно-транспортных целей, движения мотоциклов и гонок на мотоциклах и квадроциклах, что практикуется на Витязевском участке пересыпи в неконтролируемом режиме. Эти виды рекреационной деятельности должны быть строго регламентированы;

— результаты анализа снимков необходимо использовать при разработке мероприятий по охране и защите дюнных ландшафтов Анапской пересыпи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айбулатов Н.А. Исследование вдольберегового перемещения песчаных наносов в море. М.: Наука, 1966. 149 с.

2. Егоров Е.Н. Роль эоловых процессов в динамике отмелого аккумулятивного берега // Тр. Института океанологии АН СССР. 1953. Т. 7. С. 126–134.

3. Зенкович В.П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. 1, 2. М.: Изд-во АН СССР, 1958, 1960.

4. Кравцова В.И. Изучение и картографирование ландшафтно-морфологической структуры Анапской пересыпи по космическим снимкам высокого разрешения // Геодезия и картография. 2013. № 12. С. 11–20.

5. Кравцова В.И., Фалалеева А.А., Чалова Е.Р. Картографирование морфологически контрастных районов Благовещенского участка Анапской пересыпи по космическим снимкам высокого разрешения // Геодезия и картография. 2014. (В печати).

6. Кравцова В.И., Чалова Е.Р. Картографирование ландшафтно-морфологической структуры Витязевской пересыпи по космическим снимкам высокого разрешения // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2014. (В печати).

7. Кравцова В.И., Чалова Е.Р. Возможности дешифрирования “случайных” стереопар космических снимков сверхвысокого разрешения (на примере дюнного рельефа Анапской пересыпи) // Геодезия и картография. 2014. № 9. С. 34–40.

8. Крыленко В.В. Природные и антропогенные факторы, определяющие эволюцию Анапской пересыпи: Автореф. канд. дисс. Геленджик, 2012. 24 с.

9. Крыленко В.В., Крыленко М.В. Проблемы оценки воздействия на окружающую среду при проектировании гидротехнических объектов // Современные проблемы морской инженерной экологии. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2008. С. 128–131.

10. Николаев В.А., Авессаломова И.А., Чижова В.П. Природно-антропогенные ландшафты: городские, рекреационные, садово-парковые. М., 2011. 112 с.

Поступила в редакцию  
26.05.2014

V.I. Kravtsova

#### ANTHROPOGENIC DISTURBANCE OF DUNE LANDSCAPES OF THE ANAPA SAND BAR FOLLOWING THE HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY

The Anapa sand bar is an accumulative sand form of coastal relief in the north-eastern part of the Black Sea coastal zone of Russia. It has unique recreational and therapeutic resources and undergoes strong anthropogenic impact. Areas of vegetation cover degradation and dune destruction can be found by using high resolution satellite imagery. Mapping of such areas within different parts of the sand bar has shown that the degree of anthropogenic impact directly depends on the type of recreation activities. It is necessary to use the results of the study in nature protection.

*Key words:* sand bar, recreation, sands, vegetation, anthropogenic impact, satellite images.