Карты обзорных свойств местности как основа для четырехмерного изображения рельефа на фотоснимках

Charts of survey terrain characteristics as a basis for 4D-relief presentation on photographs

Ключевые слова: карты обзорных свойств местности – charts of survey terrain characteristics; метод пластики рельефа – method of relief plastic; космический снимок – space photograph; дистанционное зондирование Земли – earth remote sensing; методика составления карт – map composition technique.

Для отображения рельефа на аэрокосмических снимках на них обычно накладывают трудно читаемые горизонтали. В статье дается количественная методика получения по горизонталям рельефа новых карт рельефа. Их наложение на фотоизображения делает последние более информативными, точными и легко читаемыми.

In order to display relief on aerospace photographs, they are usually superposed by the hard-to-interpret horizontals. Quantitative technique of new relief charts acquisition by means of relief horizontals is given in the article. Their superposition to photographic images makes the latter more informative, accurate and easy-to-interpret.

ПРИСЯЖНЮК / PRISYAZHNIUK S.
Сергей Прокофьевич
(office@itain.spb.ru)
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
информационно-энергетических технологий
Балтийского Государственного технического
(Военмех) университета им. Д.Ф. Устинова,
главный редактор журнала «Информация и космос»,
Санкт-Петербург

ВВЕДЕНИЕ

При использовании аэро- и космоснимков остается нерешенной проблема количественного отображения на них форм земной поверхности и почвенного покрова. Единственная возможность – использовать имеющиеся методы количественного изображения крутизны и кривизны рельефа по горизонталям топографических карт (карт рельефа) с тем, чтобы затем полученные данные наложить на аэрокосмические снимки для сверки их с изображениями фототонов рельефа.

Нами на основе анализа фотоснимков разного масштаба проведено несколько экспериментов по выделению количественными методами рельефа по горизонталям. Из имеющихся многочисленных методов нами отобран метод составления карт пластики рельефа, или как их еще называют в системе Военно-топографического управления Генерального штаба ВС РФ – карт обзорных свойств местности. Этот метод разработан учеными Пущинского научного центра Российской академии наук И.Н. Степановым, Н.А. Лошаковой, Н.И. Сабитовой, А.И. Саталкиным, В.И. Степановой, И.П. Барановым, П.А. Шарым и военными специалистами ЗАО «Институт телекоммуникаций» (С.-Петербург). Ими проделана большая работа по автоматизированию метода пластики рельефа и проверке созданных на его основе карт обзорных свойств местности в различных родах войск.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КАРТ ОБЗОРНЫХ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ

В нашу задачу в настоящий момент не входит описание метода пластики рельефа и карт обзорных свойств местности. Лишь кратко отметим, что в отличие от традиционного компьютерного показа трехмерного рельефа, использующего горизонтали как срезы высотных уровней (градиентов высот), на картах обзорных свойств местности рельеф показан как четырехмерное пространство-время с помощью особой, разработанной Пущин-

скими учеными, изолинии нулевой плановой кривизны. Эта изолиния, выполняющая роль «стрелы времени», ориентирует формы земной (почвенной) поверхности, названные «потоками» в поле земного тяготения. На картах обзорных свойств местности впервые в практике мировой картографии формы земной поверхности показаны в вековом движении формообразующих земных масс (горных пород, почв). Формы-потоки имеют четко наблюдаемое на картах направление с повышенных участков местности («репеллеров») к пониженным («аттракторам») через особые точки – бифуркации (расхождения, раздвоения). Карта обзорных свойств местности впервые выявила почвенно-геологическую структуру как системную целостную дискретность, которая по внешней форме напоминает древовидные формы, а по физико-математической сущности – фракталы и диссипативные структуры.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ОБЗОРНЫХ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ МЕТОДОМ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА

Для составления карт обзорных свойств местности необходима любого масштаба и качества карта рельефа с горизонталями. Это может быть топографическая карта, как показано на рис. 1. На ней горизонтали и бергштрихи показывают наличие на территории повышений («наддолины») и понижений («долины»). Но эти формы с трудом выделяются визуально. Пущинские ученые научились выделять повышения и понижения карт рельефа с горизонталями, используя метод пластики рельефа, который приводит к новой карте – карте обзорных свойств местности, или карты потоковых структур (карты потоков).

Ученые Пущинского научного центра совместно с ЗАО «Институт телекоммуникаций» использовали точки нулевой плановой кривизны [1, 2] в качестве количественных критериев, разделяющих выпуклости (относительные повышения) от вогнутостей (относительные понижения). В результате получены на карте геометрические образы – выпуклости и вогнутости, которые характеризуют главные специфические особенности форм земной поверхности (рис. 2). В частности, обнаруживается дискретная древовидная система рельефа, сформированная по законам природы, продиктованными силами земного тяготения.

По космическому снимку (рис. 3) трудно обнаружить даже такие простые элементы рельефа как повышения и понижения, хотя нами совместно с пущинскими и петербургскими специалистами делались попытки отобразить рельеф по фототонам снимков. На снимке рис. 2 видны лесные массивы, поселки, дороги, пашни, речная сеть, но элементы рельефа не видны. Они могут быть обна-

Рис. 1. Топографическая карта с горизонталями. Масштаб 1: 100 000. Северо-Западная часть Пермской области, долина реки Весляна, ее притоки Глубокая, Нижнее Пожее. Участок расположен к востоку от населенного пункта Усть-Черная и к западу от населенного пункта Серебрянка

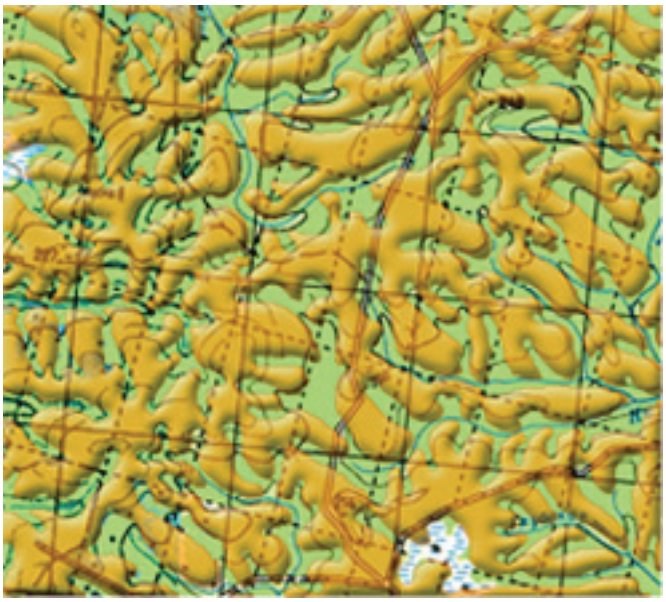

Рис. 2. Составные элементы карт обзорных свойств местности: потоки – выпуклости, относительные повышения (закрашены светло-коричневым) и вогнутости – подложка, относительные понижения (зеленый фон)

Рис. 3. Снимок дистанционного космического зондирования. Масштаб 1:100 000.

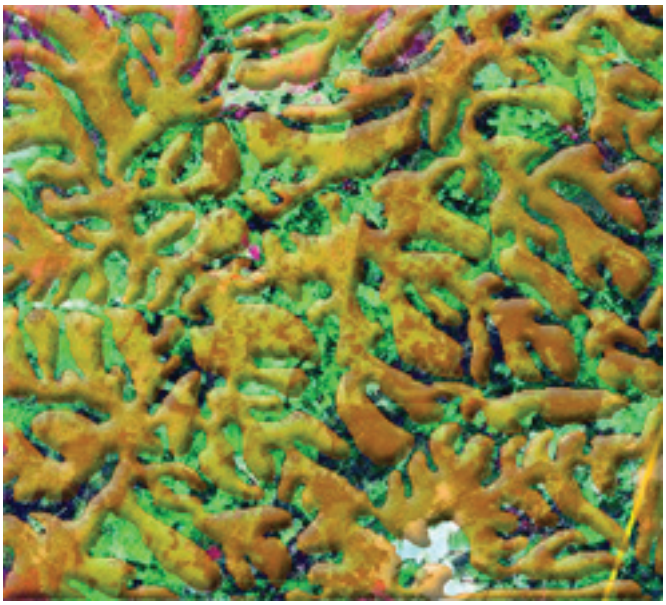

Рис. 4. Наложение на космоснимок форм земной поверхности, полученных на карте обзорных свойств местности

ружены в аридных областях Земли, где отсутствует пышная растительность. Но наш опыт показывает, что и на фотоснимках аридных территорий обнаруживается трехмерный рельеф, который не поддается количественной оценке и не выявляет почвенно-геологических генетических особенностей форм земной поверхности.

Заметим, что изолиния, соединяющая точки нулевой плановой кривизны и названная морфоизографой (изолинией кривизны), вобрала в себя интегрально сведения о рельефе, изображаемые горизонталями (линиями равной высоты). Фактически на карте рис. 2 с помощью морфоизографы даны фундаментальные физико-геометрические показатели, так как с кривизной любой геометрической поверхности связаны многие физико-химические свойства.

На рисунке 4 показано совмещение космоснимка (см. рис. 3) с картой пластики рельефа (см. рис. 2) – конечная цель настоящего исследования. При этом без искажений полностью сохраняется вся прежняя информация о местности, но она дополняется данными о формах земной поверхности. При этом можно сохранить и горизонтали. На рисунке 4 четко обнаруживается приуроченность фототонов космического снимка, часто неизвестной природы, с потоковыми элементами древовидной структуры карт обзорных свойств местности.

Закрытое акционерное общество «Институт телекоммуникаций» активно использует и внедряет в работу муниципальных образований Ленинградской области совместную с Пущинским научным центром Российской Академии наук (ПНЦ РАН) разработку – метод пластики рельефа. С помощью метода пластики рельефа создаются карты обзорных свойств местности. Настоящий метод основан на геометрическом преобразовании горизонталей топографических карт и изогипс структурных карт любого масштаба. Вводится новая картографическая изолиния – плановой и профильной кривизны – морфоизографа. Она структурирует земную поверхность путем разделения на относительные выпуклости и вогнутости, создающие в свою очередь своим сочетанием системную целостность – потоковые структуры.

Карты пластики рельефа позволяют получать уникальную дополнительную информацию о структуре и динамике земной поверхности и геологических слоев. Они дают возможность высокоэффективного природопользования, облегчая выбор зон различного изыскательского назначения и оптимального проведения проектных, строительных, эксплуатационных и природоохранных работ. Для их создания используются уникальные компьютерные технологии: структурно-топографический анализ, распознавание, классификация и идентификация образов. Полученные карты не уступают по своей информативности аэро- и космоснимкам, отличаясь при этом низкой себестоимостью.

Экономическая выгода использования детальных карт пластики рельефа местности – простота, уменьшение затрат на бурение, рациональный расход

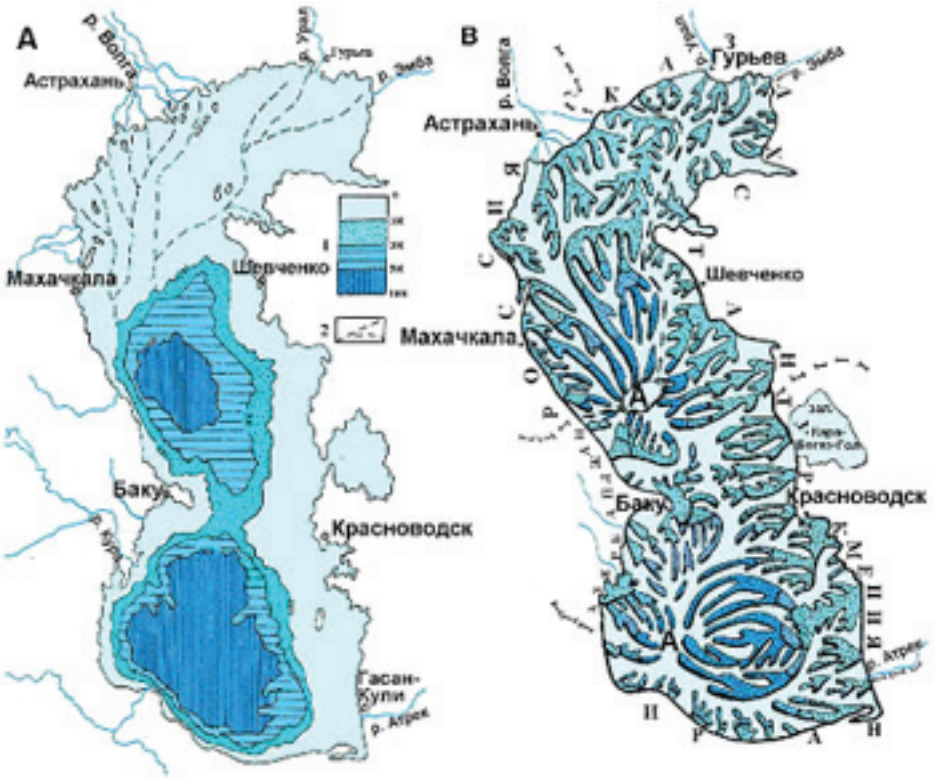

Рис. 5. Рельеф дна Каспийского моря: *а* – геоморфологическая карта, *б* – карта пластики рельефа

стройматериалов, указание мест наибольшего укрепления здания, оценка экологической ситуации, рекомендации по дальнейшему обслуживанию уже построенных объектов, выявление причин их, аварийности.

Используется программа «Adobe Photoshop CS», на входе и на выходе – растровое изображение с расширением TIFF. Обрабатываются карты любого масштаба. Главное условие – присутствие на картах горизонталей. Один из вариантов – предоставление на входе электронной информации о рельефе местности в виде горизонталей в одном из расширений программы «Панорама». Использование сравнительно новой методики картографирования в изучении топографического и геологического пространств прошло апробацию в ряде договоров с такими организациями, как ОАО «Ритек», ОАО «НК «Лукойл»», ОАО «Роснефть», ОАО «Калмнефть», ГУП «ГОРМОСТ» (Москва), Военно-топографическое управление Генерального Штаба МО ВС РФ.

Применение карт обзорных свойств местности в архитектуре и строительстве:

– карты могут стать базовой картой в автоматизированной информационной системе «Контроль и мониторинг строительства объектов инженерии». Здесь карта пластики рельефа может иметь значение планового литолого-стратиграфического каркаса в целях обеспечения объективной оценки условий градостроительства и целевых долгосрочных прогнозов;

– карты позволяют проводить аэровизуальное картографирование территории. Аэрофотоснимки обрабатываются принципиально новым методом – пластики рельефа, что дает возможность видеть территорию не в виде отдельных, не связанных между собой «лоскутов», а как системную целостность, в которой все элементы природы связаны между собой взаимоотношениями и взаимодействиями;

– карту можно использовать для реконструкции и реновации зданий, сооружений и территорий сложившейся застройки, определения концентрации жилищного строительства города, ремонта и модернизации;

– карта пластики рельефа дает обобщенную наглядную картину связи кварталов города с его дорожно-транспортной сетью с общим характером потоков;

– карта выявляет скрытые линейные разрывы земной коры на разных глубинах с указанием, какие части зданий, дорог, мостов, линий метро-

политена, гаражного строительства находятся в их зоне влияния и как это влияние может отразиться на их возможном разрушении, позволяет дать оценку опасных и менее опасных территорий;

– карта пластики рельефа позволяет осуществлять выбор строительных площадок с указанием градаций их качества по положению относительно потоковых структур: «плохие», «средние», «хорошие» или «очень хорошие»;

– карта пластики рельефа позволяет определять места возможного вторичного подтопления территорий и прочности грунтов с указанием мер по предупреждению и ликвидации последствий затопления и разрыхления грунтов для целей развития метрополитена и скоростного внеуличного транспорта, устранения аварии подземных трубопроводов, кабельных проводок и затопления подвальных помещений;

– на полученном материале производится выбор территорий, наиболее удобных для застройки гражданскими и промышленными объектами;

– по порядку расположения ареалов карт пластики легко обнаружить области формирования, транзита, концентрации и рассеяния водного стока (поверхностного и подземного), а также зоны дислокаций в виде прямых полос или линий;

– карта пластики рельефа позволяет устанавливать пути миграции в почвах, грунтах, грунтовых и подземных водах отравляющих веществ и загрязнителей, что позволяет оптимизировать реорганизацию производственных территорий, проводить рационально земельную реформу, восстанавливать малые реки и водоемы;

– карта пластики рельефа позволяет определять участки, наиболее подверженные эрозии, просадкам и оползням.

Применение карт обзорных свойств местности для решения экологических задач:

– моделирование движения загрязняющих веществ – в твердом, жидком и газообразном видах;

– установление геологических и литологических характеристик потоковых структур рельефа, оказывающих влияние на скорость распространения загрязняющего вещества, на создание естественных механических и химических барьеров, бассейн или область распространения загрязняющих веществ и т.д.;

– определение характера действий и порядок выполнения задач по предотвращению очагов загрязнения и последствий экологических катастроф;

– выявление зон потенциального возникновения экологических неблагоприятных ситуаций в зависимости от характера рельефа, горных пород, геологического строения, почв, гидрогеологической обстановки и геохимических потоков;

– детальные карты пластики рельефа позволяют произвести экологическую планировку техногенного ландшафта городов, отдельных их районов и кварталов (рис. 5 и 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье сделана попытка показать возможность совместного показа сведений о местности, полученных путем дистанционных измерений из космоса и традиционной наземной топографической съемкой. Нами выбрано для совмещения четырехмерное изображения рельефа – карта обзорных свойств местности. Очередная наша задача – сравнить изображение рельефа традиционным трехмерным изображением и четырехмерным, полученным методом пластики рельефа на картах обзорных свойств местности. Обычно широко применяемое ныне трехмерное изображение получают путем использования косого отражения лучей, что искажает действительность, не позволяет проводить точные измерения. На картах обзорных свойств местности имеет место ортогональная проекция с центральным освещением, т.е. здесь отсутствует искажение и можно проводить такие же измерения, как и по горизонталям топографических карт.

Литература

1. *Присяжнюк С.П., Степанова В.И., Степанов И.Н., Баранов И.П.* Системный подход при изучении рельефа дна Северного Ледовитого океана. Информация и космос, 2008, №1, с. 5-12

2. *Степанов И.Н.* Пространство и время в науках о почве. М., Наука, 2003. 184 с.

3. *Степанов И.Н.* Теория пластики рельефа и новые тематические карты. М., Наука, 2006.

4. *Баранов И.П., Степанова В.И.* «Москва на семи холмах», «Геодезия и картография»,2007, №8, с. 28-31.