

39853



NCC of USSR

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОСКВА, СССР 3-10 АВГУСТА 1976

EIGHTH INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE
MOSCOW, USSR, AUGUST 3-10 1976

HUITIEME CONFERENCE CARTOGRAPHIQUE
INTERNATIONALE
MOSCOU, URSS 3-10 AOUT 1976

Н.М.ВОЛКОВ, В.Д.БОЛЬШАКОВ

ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ
ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Москва 1976

Доклад посвящен вопросам технологии составления обзорных карт поверхности Луны по материалам фотографирования ее в процессе облета космическими летательными аппаратами. Доклад построен на основании материалов, полученных при помощи автоматической межпланетной станции (АМС) "Зонд-6", облетевшей Луну по эллиптической орбите и возвратившейся на Землю.

Для составления карты была выбрана прямая цилиндрическая конформная проекция, в которой и были построены два смежных прямоугольных листа в масштабе 1:1000 000 с размерами рамок в 8° по широте и 12° по долготе каждый. На увеличенных космических снимках были построены опознанные точки, вычислены координаты их и построены сами сетки.

Таким образом, явилась возможность привязать к картографической сетке фотоснимки Луны, покрывающие поверхность, соответствующую листам карты. Эти два листа, содержащие картографические сетки и все фотоизображение, привязанное к ним, и явились основой для составления по ним карт. С этой целью они были сфотографированы, и с негативов были изготовлены синие копии для проведения картосоставительских работ.

Качество фотографического изображения на этих синих копиях оказалось достаточно высоким, что позволило приступить к составлению по ним карты рельефа Луны в масштабе 1:1000000. Такой масштаб, во много раз более крупный, чем на имеющихся картах, позволил обогатить содержание карты против имеющихся к этому времени карт и разработать специальную легенду, включающую ряд объектов, не показываемых до сего времени на кар-

тах; и применить новые приемы для показа этого содержания.

Основным способом изображения содержания остался прежний способ - отмывка, построенная по обычному приему - чем круче склоны, тем темнее цвет отмывки. Однако эту отмывку оказалось возможным дополнить штриховым рисунком, при помощи которого удастся показать резкие перемены в пересечении поверхностей, бровки, оси долин, линии хребтов, т.е. все элементы рельефа, имеющие линейный характер. Штриховым рисунком удалось показать замкнутые очертания резких переломов местности - береговую линию замкнутых понижений (котловин), очертания резко выраженных вершин и т.д. Прилагаемая к карте легенда позволяет видеть разнообразие элементов рельефа, показываемых условными знаками, рисунком орденитных форм рельефа и различными штриховками для характеристики строения поверхности дна.

Для передачи линейных характеристик местности применены три различных цвета: красный для характеристики молодых форм рельефа, зеленый - для более старых, и черный - для старых - древних.

Помимо описанного варианта, представлены еще по два варианта на каждый лист карты. На листе вариант А представлен при помощи отмывки рельеф поверхности Луны без каких-либо дополнительных характеристик; на листе - вариант Б, - дана попытка охарактеризовать при помощи серой отмывки рельеф поверхности, а при помощи цветной отмывки возраст данного участка поверхности Луны и ее образований: синим цветом - формы среднего возраста, а красным - более молодые. На этом варианте никаких дополнительных характеристик не дано. Составленную карту можно использовать в качестве основы для специальных карт.

Технология составления карт Луны по материалам "Зонд-6" и "Зонд-8"

АМС "Зонд-6", "Зонд-7" и "Зонд-8" впервые доставили снятые фотоматериалы Луны непосредственно на Землю. Несмотря на сравнительно мелкие масштабы фотографирования фотоснимки отличаются высоким качеством и допускают значительные увеличения. Это дало возможность составить по ним карты таких срав-

нительно с масштабом фотографирования крупных масштабов, как 1:2000000 и 1:1000000.

Большие перекрытия снимков в маршрутах позволяют стереоскопическое их изучение, что обеспечивает высокое качество дешифрирования их содержания. Эти обстоятельства позволяют значительно обогатить содержание карт и применить такие картографические приемы, которые в отношении карт поверхности Луны используются впервые. Основным способом изображения рельефа поверхности отмывкой дополняется штриховым рисунком (условными обозначениями), характеризующим степень разрушенности форм рельефа, крутизну и ступенчатость склонов, строение поверхности и т.д. Кроме того, штриховые условные значки позволяют изобразить на карте небольшие формы рельефа, не выражающиеся отмывкой, а также выделить участки поверхности (контура) с большим количеством однородных объектов, не выражающихся в отдельности условными знаками, как, например, бугристость поверхности и т.п.

Изучение поверхности по снимкам позволило сделать ряд заключений о возрасте форм рельефа по таким признакам, как степень их разрушенности, последовательность формообразования и т.п., в результате чего представилась возможность косвенно характеризовать возраст рельефа поверхности Луны.

Большой объем информации, полученный с фотоснимков, затрудняет передачу его на одной карте, вследствие чего оказалось необходимым составить несколько карт на каждый из картографируемых участков. С этой целью рассмотрим каждый из маршрутов и полученные на них фотоматериалы.

"Зонд-6" произвел фотографирование Луны в двух сеансах. В первом из них фотографирование производилось со значительного расстояния, и снимки захватывают почти полный диск Луны. В пределах этих снимков вошла почти половина видимого полушария Луны (западной ее части) и восточная половина невидимого ее полушария. Это дает возможность передать координаты точек с видимого полушария на невидимое.

Снимки второго сеанса покрывают часть экваториальной полосы невидимого полушария Луны и дают возможность передать координаты с видимой стороны на обратную и построить на снимках 2-го сеанса картографические сетки и по ним смонтировать фотоплан на часть экваториальной полосы невидимого

полушария Луны.

"Зонд-7" доставил несколько фотографий полосы лунной поверхности, вытянутую вдоль 90-го меридиана, к которому на момент съемки был близок терминатор. Полоса эта вытянута в пределах от -20° до $+60^{\circ}$ по широте, а по ширине занимает несколько сотен километров. Материал этот может быть использован для картографирования Луны до получения для этого района других материалов.

"Зонд-8" получил снимки Луны при подходе к ней с расстояния около 11000 км. Серия этих снимков включает диск Луны в пределах примерно от 30° до 157° западной долготы, обнимая, таким образом, как часть видимой стороны Луны, так и значительную часть невидимой. "Зонд-8" доставил также фотоснимки Луны на восточную половину части южного полушария невидимой стороны. Этот маршрут, начинающийся на краю невидимой стороны Луны, протянулся до меридиана с долготой в 166° в.д. в виде полосы, проходящей к югу от экватора и постепенно приближающийся к нему.

Рассмотрим несколько подробнее карту масштаба 1:2000000, созданную по материалам "Зонд-6".

В первом сеансе фотографирования Луны с "Зонда-6" с расстояния около 9000 км были получены фотографии мелкого масштаба, охватывающие наряду с невидимой с Земли частью Луны также почти половину видимой ее поверхности, во втором сеансе были получены фотографии частей обратной стороны Луны в более крупных масштабах. По фотографиям второго сеанса составлялся лист карты масштаба 1:2000000. Для связи снимков второго сеанса был использован снимок № 12 первого сеанса. По координатам точек (точка надира и точка главная) и высоте фотографирования Н была вычислена картографическая сетка снимка № 12 во внешней перспективной проекции с позитивным изображением. Для ориентирования картографической сетки на снимке № 12 были опознаны 12 точек, координаты которых и были известны по каталогу ГАУССР. Эти координаты были вычислены в ту же картографическую проекцию снимка № 12.

В качестве основного снимка для составляемой карты был выбран снимок № 106 второго сеанса, поскольку в проекции именно этого снимка отобразилась большая часть составляемого

го листа карты. Пользуясь координатами точки надира и главной точки этого снимка, была вычислена в общем масштабе 1:2000000 космическая проекция фотоснимка № 106 на все пространство в пределах $\pm 20^{\circ}$ по широте и от 200° до 270° по долготе, т.е. на все пространство, покрываемое снимками второго сеанса.

Дальнейшая работа заключалась в трансформировании в эту сетку снимков второго сеанса при помощи ФТБ с негативов по контрольным точкам. Общий масштаб карты 1:2000000 сохраняется в точке надира с координатами $\varphi = +8^{\circ}39'02''$ и $\lambda = -200^{\circ}21'19''$.

Основные установки при составлении карты свелись к следующему. Отмывкой изображаются крупные формы рельефа: цирки, кратеры, центральные горки, горные хребты, горы, долины и т.д. Отмывкой должны быть переданы такие характерные особенности строения рельефа лунной поверхности: ступенчатость склонов гор, кратеров, цирков, береговых склонов морей, разрушенность гребней и их склонов, различия в крутизне склонов, раздробленность их, расчлененность валов и пересекающие их трещины. Отмывка должна выявить грядовое расположение кратеров, сбросы у морей, вали, форму горных уделий и трещин и т.д.

Штриховые условные знаки предназначаются для выделения участков с различной структурой поверхности, с наличием большого количества форм рельефа небольших размеров, показ которых отдельными знаками затруднителен на карте данного масштаба и сопряжен с ее перегрузкой и снижением читаемости. С другой стороны, штриховые условные обозначения предназначаются для показа однородных по устройству поверхности участков, значительных по площади, внутри которых могут встречаться объекты, требующие изображения или отмывки, но без выделения по контурным пунктам, который применяется для отдаления друг от друга контуров с различным содержанием.

Всего составлено четыре различных варианта карты масштаба 1:2000000 на часть экваториальной полосы невидимого полушария Луны.

Вариант А - основной, содержит характеристику рельефа Луны, переданную отмывкой. Характер отмывки передает строение склонов, степень их крутизны, раздробленность их, наи-

более отчетливо выраженные пересекающие их трещины и т.п. Характером отмывки выражается степень разрушенности форм рельефа и в некоторой степени последовательность формообразования.

Вариант Б. На варианте Б представлена структурно-морфологическая карта Луны, исполненная в системе штриховых условных обозначений. При выделении форм и элементов лунной поверхности принято подразделение их по возрастному признаку. Приняты три возрастные ступени нижняя (самая древняя), средняя, верхняя.

Вариант В. На варианте В представлена возрастная характеристика рельефа поверхности Луны при помощи цветной отмывки. По возрасту формы и элементы подразделяются на три системы, как это было принято и в варианте Б. Нижняя система передается отмывкой в серо-коричневых тонах, являющейся общей подложкой, перекрываемой местами отмывкой в тех тонах, которые соответствуют формам рельефа средней или верхней систем. Для всех элементов нижней системы характерна сильная разрушенность и перекрытие их формами более молодых систем.

Показ форм и структур средней системы осуществлен дополнительно наложенной отмывкой в синих тонах. Для всех элементов этой системы характерна меньшая разрушенность и оглаженность. Они часто расположены на разрушенных элементах нижней системы, но и бывают перекрыты формами верхней системы.

Общим для структур и форм верхней системы является хорошая сохранность и четкая выраженность в рельефе лунной поверхности, возрастающая от древнего комплекса к новейшему. Для показа элементов верхней системы применен фиолетовый цвет отмывки.

Вариант Г имеет характер топографической карты, содержащей помимо рельефа, изображенного отмывкой, также характеристику поверхности Луны, передаваемую штриховыми условными знаками.

Объектами, характеризующими поверхность, являются как отдельные формы рельефа, так и отдельные объекты, имеющие значительные размеры, но требующие для изображения не отмывки, а штрихового рисунка или скопления многочисленных однородных, по малым размерам объектов на значительных площадях,

требующих общей контурной характеристики.

Все объекты, подлежащие изображению на этой карте штриховыми обозначениями, разделены на три группы: площадные объекты, линейные объекты и точечные объекты.

Карта масштаба 1:1000000, созданная по материалам "Зонда-8"

Масштаб фотоснимков и качество их позволяют принять для листов этой карты масштаб 1:1000000. В этом случае является возможным дальнейшее развитие применяемого на карте масштаба 1:2000000 изображения не только рельефа, но и топографической возрастной характеристики поверхности - ее морфоструктуры.

Для листов этой карты принята прямая конформная цилиндрическая проекция шара (проекция Меркатора), сохраняющая общий масштаб 1:1000000 на экваторе.

Для каждого из двух миров карты этого масштаба составлено по три варианта.

Вариант А содержит характеристику рельефа поверхности, переданную при помощи отмывки. Отмывка произведена при точном освещении и при небольших высотах Солнца над горизонтом. На западной стороне листа № 1 высота Солнца в момент фотографирования равна примерно 6° и, постепенно увеличиваясь, достигает на крайнем меридиане листа № 2 - 30° . Небольшие высоты Солнца ведут к образованию глубоких и длинных теней, которые в западных частях листа № 1 закрывают большую часть днщк кратеров, создавая непроницаемые падающие и собственные тени. Это обстоятельство лишает возможности дешифровать эти поверхности, поэтому они даны общей отмывкой без выделения каких-либо форм рельефа и при печати перекрыты литографической сеткой.

По своему содержанию вариант А отображает рельеф района карты. Способ его изображения - отмывка, усиленная в отдельных местах "ударками". Характер отмывки передает строение (ступенчатость строснии) склонов, степень их крутизны, раздробленность их, отчетливо выраженные пересекающие их трещины и т.п. Характером отмывки выражается степень разрушенности

форм рельефа и до некоторой степени последовательность формообразования.

Вариант Б дает также изображение рельефа поверхности Луны отмывкой и дополнительно-штриховым рисунком для характеристики поверхности. В основном, этот рисунок имеет своим назначением характеризовать объекты поверхности как со стороны их качественных характеристик, так и в отношении их возраста. С другой стороны, штриховой рисунок имеет целью передать строение поверхности, образуемой многочисленными однородными объектами и требующей общей контурной характеристики. Такие однородные участки поверхности оконтуриваются точечными пунктирами. Подобные участки могут располагаться как между кратерами, так и включать в себя кратеры, выраженные отмывкой, размещаться внутри кратеров и т.д. По сравнению с картой масштаба 1:2000000 такой прием значительно обогащен.

Штриховой рисунок содержания карты, в зависимости от возраста объектов, передан тремя различными красками; черный цвет применен для показа морфоструктур и морфоскульптур нижней системы, зеленым цветом показаны менее переработанные морфоструктуры и морфоскульптуры средней системы, а красным цветом даны на карте формы и элементы верхней системы.

На карте масштаба 1:1000000 широко применены контурные условные обозначения, где число их доходит до девяти (на карте масштаба 1:2000000 их всего три).

Рисунок штрихового изображения морфоструктур и морфоскульптур на всех листах одинаков, что же касается различий внутри систем, то для более ранних подсистем применен точечный рисунок линий, для средней подсистемы - линейный пунктир, а для поздней подсистемы - сплошные линии. Возрастные различия передаются соответственно цветом этих линий.

Значительные трудности возникают при попытках выделения участков по какому-либо комплексу признаков; большое значение имеет качество снимков, масштаб их, качество фотобумаги, возможность применения стереоприборов и т.д. Очень велико значение освещенности поверхности Луны в момент съемки (угол падения солнечных лучей).

Вернемся к технологии составления этих карт. Технология эта сводилась к следующему, хотя и с некоторыми различиями в

деталях в отношении разных листов:

Фотографирование с каждого АМС производилось в нескольких сеансах с различных расстояний до Луны. Снимки первого сеанса, более мелкого масштаба, охватывали значительные доли лунной поверхности, включающие одновременно части и видимого, и невидимого полушарий. Это давало возможность построить на таких снимках единую картографическую сеть линий меридианов и параллелей на весь район съемки, и по ней определять селенографические координаты точек лунной поверхности.

Для привязки снимков второго сеанса достаточно было определить по этим сеткам координаты точек надира и главных точек этих снимков и вычислить по ним картографические сетки для каждого из снимков, и эти сетки на них построить.

Дальнейшая работа заключалась в трансформировании и в монтировании снимков в проекции составляемой карты, пользуясь имеющимися и на снимках, и на основе идентичными картографическими сетками.