

СЕРИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ
КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА

ТОМ 5

ВЫПУСКИ И ТОМА СЕРИИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАНЕЕ:

1. Исследование космического пространства 1969, М., 1971
2. Исследование космического пространства 1970, М., 1972
3. Исследование космического пространства 1971, М., 1972

СЕРИИ «ИТОГОВ НАУКИ И ТЕХНИКИ» ПО АСТРОНОМИИ И ГЕОДЕЗИИ,
ВЫХОДЯЩИЕ В 1972 Г.

1. Астрономия т. 7
2. Астрономия т. 8
3. Геодезия т. 8

МОСКВА 1973

ИССЛЕДОВАНИЕ
КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА

ТОМ 5

ЛУНА

Часть I

Научный редактор
канд. физ.-мат. наук *А. А. Гурштейн*

МОСКВА 1973

V. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

К. Б. Шингарева

Решение широкого круга прикладных задач, связанных с картографическим обеспечением космических исследований, в связи с нарастанием темпов освоения космического пространства приобрело большую актуальность. Для успешного осуществления космических полетов и для дальнейшего изучения физической природы Луны потребовались не только отдельные карты, но и целые серии карт как различного назначения, так и различных масштабов.

В качестве одного из примеров картографического обеспечения космического эксперимента можно привести подготовку полетов к Луне КК серии Apollo [155]. Поскольку запуски к Луне имеют, как известно, гораздо больше баллистических и энергетических ограничений, чем запуски на околоземную орбиту, предварительные программы полетов должны предусматривать различные варианты достижения научных целей и допускать изменения даже в ходе самого полета. С учетом этих обстоятельств для обеспечения полета КК Apollo 8 было специально создано около 100 различных листов карт [127]. Для полета КК Apollo 11 было изготовлено 150 отдельных карт и карт-диаграмм. В комплект входили, в частности, навигационные карты, топографические карты с лунными опознаками, специальные посадочно-взлетные карты, карты для запасных районов и т. д.

Помимо их неоспоримого значения при решении прикладных задач, лунные карты тематического характера могут служить теми хранителями информации, на которых наиболее наглядно отображаются научные данные, получаемые методами геолого-морфологических, геофизических, геохимических и геодезических исследований. Изучение пространственного распространения того или иного явления на поверхности Луны помогает обнаружить корреляции между группировками явлений и особенностями отдельных областей Луны, а

также между группировками явлений, относящихся к различным категориям. В результате анализа особенностей распространения отдельных явлений обнаруживаются закономерности поверхностного и внутреннего строения небесного тела.

Сообщения обзорного характера о работах, проводимых по картографированию Луны, стали публиковаться, начиная с 1965 года. Среди них прежде всего следует упомянуть обзоры Meine К. Н. (ФРГ) [128, 129, 130, 131, 132]. Содержание этих обзоров в основном сводится к перечислению картографических материалов, опубликованных за определенный период времени, с указанием масштабов, дат издания и места публикации. При этом, однако, автор, как правило, не приводит характеристик перечисляемых материалов, почти не останавливается на их особенностях. Заслуженой является широкий подбор библиографии и стремление упомянуть по возможности все картографические издания, включая популярные, выходящие в свет во всем мире. Следует отметить, что в обзорах Meine встречается ряд неточностей, которые, очевидно, объясняются погрешностями использованных источников. Так, например, автор упоминает об издании в США 54 листов карты LAC масштаба 1:1 000 000, хотя в действительности к настоящему времени составлены и изданы лишь 44 листа этой карты [129].

Обзоры, появляющиеся в американской печати, как правило, освещают деятельность двух ведущих в области лунной картографии учреждений, а именно Центра аэронавигационных карт и информации Военно-воздушных сил США (ACIC USAF) и Картографической службы Армии США (AMS, позднее Topocom). Так, обзоры [155, 172, 195] охватывают работы, проводившиеся AMS для создания первых мелкомасштабных топографических карт Луны, экспериментальное картографирование по данным KA Ranger, обработку материалов с КА серии Lunar Orbiter и Surveyor с целью проведения крупномасштабного картографирования. Вопросы, связанные с организацией ACIC наземных наблюдений на ведущих обсерваториях мира, организацией работ по созданию фотографических атласов и карт, а также по обработке материалов КА серий Ranger и Lunar Orbiter и составлению по ним мелкомасштабных карт, рассмотрены в обзорах [155, 157, 165, 202].

Кроме того, в США опубликовано большое количество обзорных работ популярного характера, где содержится еще более скудная информация о картографических изданиях, чем это имеет место у Meine [80, 91, 139, 161, 169, 232]. В основном эта информация сводится к простому перечислению изданных материалов.

Следует отметить, что все упомянутые обзоры касаются лишь картографических материалов общеселенографического

характера. В отношении же тематического картографирования можно сослаться только на обзоры [124, 169], в которых содержится краткий перечень некоторых материалов геолого-морфологического характера. Сводки по прочим направлениям тематического картографирования в настоящее время отсутствуют.

В связи с изложенным, целью настоящего обзора являлось по возможности более полное освещение современной картографической изученности Луны. При составлении обзора казалось целесообразным разбить его на две части таким образом, чтобы первая часть содержала основные характеристики картографических материалов, созданных за период 1960—1972 гг., а вторая часть — предварительный анализ этих материалов. В первую часть обзора включены характеристики лунных атласов, глобусов, карт общеселенографического и тематического направлений, а также топографических планов и схем. Во второй части основное внимание уделено изложению особенностей методов получения исходных материалов и использования их для картографических изданий. Кроме того, в ней обобщены сведения о проекциях современных лунных карт, их плановой и высотной основе, нагрузке, условных знаках, номенклатурной разграфке и по некоторым другим вопросам.

Ва. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛУННЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, СОЗДАНЫХ ЗА 1960—1972 гг.

1. АТЛАСЫ ЛУНЫ

В 1964 г. вышел из печати атлас Луны Fauth F. [229]. Видимое полушарие в нем было представлено на 25 листах (секциях) в масштабе 1:1 000 000. Тем самым, диаметр Луны в отображении этого атласа составляет 3477 мм. По оценке Stein W. [168] подробность и четкость изображения деталей лунной поверхности в атласе таковы, что эти материалы, полученные посредством лишь визуальных наблюдений, можно считать вершиной такого рода метода.

Однако созданный на базе визуальных наблюдений атлас Fauth является заслуживающим внимания специалистов исключением среди многих атласов Луны последнего десятилетия, целиком построенных на фотографических материалах. При этом в одной группе атласов используются данные только наземных наблюдений (фотографирований), ведущихся на различных обсерваториях, в другой же группе (пока меньшей) используются исключительно материалы космических съемок.

К первой группе относятся:

1) Атлас Firsoff V. A. [77], содержащий 30 фотографий Луны масштаба ~1:30 000 000, карту-схему из 4-х квадрантов, цветную карту лунного рельефа масштаба 1:6 000 000, тектоническую карту (схему разломов) и классификацию форм рельефа.

2) Атлас Korál Zd. [108], включающий 197 фотографий Луны масштаба 1:12 500 000, полученных при различных высотах Солнца (первая серия состоит из 20 фотографий при разных фазах, вторая содержит фотографии вблизи терминатора), сводку данных о природе Луны, статью с описанием процесса фотографирования, карту-схему Луны, выполненную Rühl A. [148] и в качестве приложения фрагменты снимков, переданных КА Ranger 7.

3) Серия атласов, составленных под руководством Kuiper GP в Лунно-планетной лаборатории Аризонского университета (LPL). В планы лаборатории [112] входило последовательное издание четырех фотографических атласов Луны [202], содержание которых предполагалось постепенно уточнять и расширять.

Для атласа Firsoff исходными материалами послужили отдельные телескопические фотографии обсерваторий Парижской, Гринвичской, Маунт Вильсон, Маунт Паломар и Ликской; для атласа Korál — фотографии, полученные обсерваторией Пик-дю-Миди за период 1961—1964 гг. на рефракторе Кассегрена ($D=107$ см, $f=1605$ см) и рефракторе Кудэ ($D=60$ см, $f=1822$ см).

Наибольший интерес в этой группе атласов представляют атласы LPL. Первый атлас этой серии — Photographic lunar atlas — содержит 220 фотографий Луны масштаба 1:1 370 000 и 11 листов карт-схем с нумерацией объектов и показом деления на секции [113, 181]. Изображение каждой секции давалось при 4—5 различных высотах Солнца. Пояснительный текст включал сведения об оригинальных пластинках, списки лунной номенклатуры и необходимые уточнения к ней. Исходными материалами служили телескопические фотографии обсерваторий Ликской, Йерксской, Маунт Вильсон, Мак Дональд, Пик-дю-Миди. Для второго атласа этой серии — Orthographic lunar atlas — были использованы фотографии первого атласа, на которые в варианте «А» была нанесена стандартная ортографическая координатная сетка через 0,1 лунного радиуса, а в варианте «В» — сетка селенографических координат через 2° [56, 181]. В создании следующего атласа серии — Rectified lunar atlas — использовались фотографии, отобранные из коллекции первого атласа с добавлением материалов наземных наблюдений, полученных на обсерваториях Йерксской и Мак Дональд [182]. Принцип ректификации, состоящий в трансформировании снимков путем проектирова-

ния на сферический экран и последующем повторном фотографировании кратко описан во введении к атласу. Атлас содержит 118 фотографий в масштабе 1:3 500 000 и 30 листов с сеткой селенографических координат (частота сетки — 2°). Вместе все это составляет 30 секций, каждая из которых содержит одну фотографию с координатной сеткой и 3—4 фотографии без сетки, полученные при низком и при высоком Солнце. Авторы внесли также некоторые поправки и дополнения в лунную номенклатуру. Описываемая серия завершилась изданием в 1967 г. Consolidated lunar atlas [114]. В этот атлас вошли 227 фотографий в масштабе 1:2 400 000, из которых первая серия из 34 фотографий получена на обсерватории во Флагстаффе в условиях полнолуния, а вторая, состоящая из фотографий при различных фазах, отобрана из 8000 негативов Морской обсерватории (гора Каталина). Последние фотографии были получены на 61-дюймовом телескопе за период наблюдений 1965—1967 гг. Как отмечается в [96] в описываемом атласе разрешение фотографий примерно в 2 раза выше, чем в первом атласе этой серии. В качестве приложения в атлас помещены карты-схемы, детализирующие фотографическое покрытие лунной поверхности при съемках КА серий Lunar Orbiter.

К этой же группе атласов, базирующихся на материалах наземных наблюдений, относится изданный в 1969 г. научно-популярный атлас The Times atlas of the Moon, составленный под руководством Lewis H. A. [117], который содержит 110 листов карт, представляющих собой уменьшенные до масштаба 1:1 500 000 копии листов карты масштаба 1:1 000 000 [200]. При этом листы карты даны в иной разграфке и с изменением оформления. Кроме карт, в атласе помещены некоторые сведения о Луне и исследованиях ее космическими средствами, список названий и большое количество красочных иллюстраций.

Вторая группа атласов, базирующихся на материалах космических съемок, представлена Атласом обратной стороны Луны (I и II часть), составленным по данным АМС Луна 3 и Зонд 3, и атласом видимой стороны Луны, в основу которого легли материалы КА Lunar Orbiter 4.

Первая часть Атласа обратной стороны Луны [40] содержит 30 снимков обратной стороны в масштабе 1:10 000 000 при фазе близкой к полнолунию, полученных с АМС Луна 3, каталог лунных образований и пояснительный текст. Вторая часть этого атласа [41] включает 25 снимков Луны, полученных с АМС Зонд 3 в режиме обычной передачи, и 15 снимков, сделанных в режиме так называемого быстрого просмотра. Кроме того, в этой части приведены 7 снимков АМС Луна 3, переработанных с целью устранения помех. В атлас входит

также каталог форм рельефа восточного сектора обратной стороны Луны, содержащий 3500 деталей [2], изложение методики распространения единой системы селенографических координат на область восточного сектора обратной стороны Луны, фотокарта масштаба 1:5 000 000 на отснятую АМС Зонд 3 территорию, а также фотометрические характеристики отдельных образований.

В Atlas and gazetteer of the near side of the Moon, изданный Gutschewski G. L. et al. в 1971 г., вошли 404 фотографии, масштаб которых колеблется в пределах от 1:1 000 000 до 1:3 000 000 [84]. Они представляют подборку фрагментов из наиболее удачных фотографий КА Lunar Orbiter 4, которые обладают высоким разрешением. Координатная сетка на них отсутствует. На фотографиях впечатаны названия деталей рельефа, причем за основу принята система номенклатуры, разработанная LPL. В атласе помещен краткий исторический очерк развития лунной номенклатуры. Алфавитный список названий объектов включает номера по каталогу Blagg M. и Müller K. [61] и каталогу LPL [55]. В примечаниях рассмотрены изменения, произошедшие в номенклатуре за последние годы.

2. ГЛОБУСЫ ЛУНЫ

Фотографирование космическими аппаратами недоступной ранее обратной стороны Луны послужило толчком для создания целой серии лунных глобусов, издававшихся массовыми тиражами. В настоящее время уже насчитывается более 10 подобных изданий.

В 1961 г. в СССР появился первый глобус Луны, выполненный в масштабе 1:13 600 000, на котором обратная сторона Луны была изображена по материалам съемок АМС Луна 3. В 1962—1964 гг. на основе советского издания были выпущены глобусы в Англии и в США [100]. Более поздние издания лунных глобусов в СССР были выполнены в масштабе 1:10 000 000 с учетом результатов космических съемок АМС Зонд 3 и КА серии Lunar Orbiter [226].

На лунные глобусы фирм Rand McNally 1:11 000 000, диаметр 12 дюймов (30 см) и 1:1 900 000, диаметр 72 дюйма (180 см); Maruzen (1:10 000 000) и Scan (1:22 000 000) рельеф наносился по материалам съемок КА Lunar Orbiter [71]. При этом глобусы Rand McNally-72", Maruzen и Scan были изготовлены из пластика, а глобус Rand McNally-12" — из стеклопластика. Глобус Maruzen гравировался изнутри и стыковка полушарий оказалась недостаточно удачной. Кроме того, на нем, к сожалению, не читаются различия альбедо между морями и материком.

Глобус Rand McNally-72" имеет объемное изображение рельефа. Для наглядности масштаб рельефа по вертикали увеличен в 6 раз. Изменяя освещение, на нем можно проследить изменение теней рельефа в течение всего лунного дня. На глобусе Rand McNally-12" неровности, заданные стеклопластиком, подчеркнуты отмывкой. На этом глобусе обеспечено опознавание 2300 объектов.

3. ОБЩЕСЕЛЕНОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Как известно, появление первых лунных карт относится к эпохе Галилея. В 1971 г. Корал опубликовал исторический обзор, посвященный лунным картам раннего периода [107]. В СССР разработкой истории создания лунных карт вплоть до начала освоения космического пространства детально занимался Е. К. Страут [28].

На современном этапе работ при классификации лунных карт выделяется [78] два основных направления лунной картографии: создание лунных карт общеселенографического характера и тематическое картографирование. При этом подчеркивается, что в связи с требованиями комплексных исследований Луны, удельный вес тематических лунных карт по сравнению с подобными картами в условиях Земли должен в будущем резко увеличиться.

Большая часть картографических документов, создававшихся в первые годы освоения космического пространства, являлась результатом обобщения данных наземных телескопических наблюдений, охватывавших лишь видимое полушарие Луны. В дальнейшем обработка данных первых фотографирований Луны из космоса привела прежде всего к созданию серии карт, отображавших поверхность обратного полушария Луны. С развитием космического фотографирования, с увеличением масштабов съемок и охвата снимаемой территории стало возможным составление карт, охватывающих всю лунную поверхность.

Учитывая сказанное выше, при характеристике картографических материалов общеселенографического направления мы разбиваем их на три группы, рассматривая отдельно карты, отображающие видимое полушарие Луны, обратное полушарие и Луну в целом. При этом последовательно рассматриваются карты обзорные (масштаб мельче 1:1 000 000), обзорно-топографические (масштабы от 1:1 000 000 до 1:100 000) и топографические (масштаб 1:100 000 и крупнее) [78].

Видимое полушарие. *Обзорные карты* видимого полушария можно подразделить следующим образом: фотокарты и рисованные карты, составленные на основе оригинальных

фотографий; мелкомасштабные карты, условно называемые «топографическими», которые содержат метрическую информацию о рельефе; карты, выступающие в качестве приложений к лунным атласам и каталогам; наконец, карты, являющиеся результатом переработки картографических изданий, базирующихся на оригинальных материалах.

Среди фотокарт наибольшее распространение получили фотокарты серии USAF Lunar Reference Mozaic — LEM-1A, LEM-1, LEM-1B [181]; к настоящему времени они выдержали по 2—3 издания.

Первое издание фотокарты LEM-1A масштаба 1:10 000 000 [238] относится к 1961 г. Фотокарта была составлена на основе фотографий, полученных на обсерваториях Мак Дональд, Маунт Вильсон и Йеркской. Селенодезической основой служили измерения Franz J. и Saunder A. Фотокарта была выполнена в ортографической проекции под условием нулевых либраций по широте и по долготе. Третье издание этой карты заметно отличается от первых двух, поскольку является уменьшенной копией с фотокарты LEM-1 масштаба 1:5 000 000 [237]. Последняя была составлена и издана двумя годами позже первого издания LEM-1A. В основном она базировалась на фотографиях обсерватории Пик-дю-Миди. Однако, при ее создании использовался также ранее полученный наблюдательный материал обсерваторий Маунт Вильсон и Мак Дональд. В качестве селенодезической основы были приняты измерения Franz и Saunder в обработке Whitaker E., выполненной им при подготовке *Ortographic lunar atlas*. Для фотокарты LEM-1 была сохранена проекция карты LEM-1A. Названия лунных морей впервые на этой карте были даны по-латыни и по-английски. Легенда карты содержала некоторые справочные данные о Луне. Наконец, в том же 1962 г. вышла из печати LEM-1B (USAF Lunar Wall Mozaic) масштаба 1:2 500 000 [239]. Диаметр Луны на ней составляет 138,6 см. Эта демонстрационная настенная карта представляла собой увеличенную копию LEM-1. В 1969 г. было выпущено ее третье издание.

На базе описанных оригинальных фотокарт был позднее издан ряд карт, которые отличаются от последних лишь компоновкой, цветовой гаммой, зарамочным оформлением. К числу таких карт относятся *Official map of the Moon* масштаба 1:2 300 000 [220] и *Der Mond, la Lune, the Moon, la Luna* масштаба 1:5 000 000 [193]. В качестве дополнительной информации на этих картах отмечены места посадок КА и КК и в легендах приводится обширный справочный материал по Луне, включая списки названий лунных объектов.

Фотокарта видимого полушария Луны масштаба 1:5 000 000, составленная методом мозаичного монтажа, была выпущена под руководством Липского Ю. Н. Государст-

венным астрономическим институтом им. П. К. Штернберга совместно с Топогеодезической службой СССР [49]. Фотокарта опиралась на фотографии различных обсерваторий и на материалы современных фотографических атласов Луны. В качестве селенодезической основы для нее использовался Сводный каталог ГАО АН УССР (160 точек, 1965 г.). Карта выполнена в косой позитивной внешней перспективной проекции при максимальных положительных либрациях [38]. Особенностью карты является подбор фотографий с различными условиями освещения для западной и восточной областей, что несколько усилило наглядность изображения деталей рельефа. Легенда карты также содержит справочные данные о Луне и сведения о наиболее важных этапах ее освоения.

Клепештой И. и Лукешом Л. на базе двух фотографий Ликской обсерватории (в первой и последней четвертях) при либрациях, несколько отличных от нуля, была составлена и издана в 1959 г. рисованная карта Луны масштаба 1 : 5 000 000 [10]. Изображение деталей рельефа на ней дано в проекции снимков, а освещенность деталей соответствует фазам, при которых были сделаны фотографии. На самой карте названия отсутствуют. Они помещены на отдельной карте-схеме. К карте приложена брошюра на русском языке, содержащая справочные данные о Луне.

«Карта Луны. Видимая сторона в телескопическом изображении» масштаба 1 : 5 000 000 была составлена Катяевым И. И. под редакцией Бронштэна В. А. [9]. Карта эта, предназначавшаяся в качестве пособия для астрономов-любителей, опиралась на Photographic lunar atlas и на каталог Blagg и Müller [61]. Она была выполнена в ортографической проекции под условием нулевых либраций. Рисовка кратеров производилась при освещенности с востока, прочие детали рельефа были даны условными знаками. Карта сопровождается брошюрой, в которой приведены некоторые справочные данные о Луне. Следует отметить, что в последние годы в Англии для астрономов-любителей стали издавать контурные карты Луны на отдельных наиболее интересные области [79].

Карта «Skeleton map of the Moon» масштаба 1 : 6 000 000 [148], составленная Rühl, была задумана как приложение к фотографическому атласу Луны Korál. Данные о рельефе для нее уточнялись по фотографиям обсерватории Пик-дю-Миди. Детали рельефа даны контурами и условными знаками. Селенодезической основой в этом случае служили каталог Blagg и Müller, Ortographic lunar atlas, а также каталог Arthur D. W. G. 1962 г. Карта выполнена в ортографической проекции.

Lunar quadrant maps масштаба 1 : 3 500 000 является приложением к каталогу Arthur et al. «The system of lunar cra-

ters» [55]. Упомянутая карта-схема выполнена на 44 листах и представляет собой синтез информации о деталях рельефа видимой стороны Луны, базирующийся на материалах серии фотографических атласов, выпущенных LPL. Карта-схема содержит более 17 000 лунных кратеров диаметром от 3,5 км и более. Кратеры показаны на ней контурами, прочие детали рельефа даны условными знаками. Карта-схема составлена в ортографической проекции; радиус сферы относимости принят равным 1738,1 км.

Особое место в группе обзорных карт видимого полушария занимают мелкомасштабные карты Луны, условно называемые «топографическими», на которых рельеф изображается горизонталями с сечением 1 км.

Первая карта такого рода создавалась в течение 1960—1961 гг. Это была Topographic lunar map (TLM) масштаба 1 : 5 000 000 [233]. Работа над ней подробно освещается Nowinski A. в [137, 138, 177]. За начало плановых и высотных координат для TLM были приняты координаты кратера Mösting A, утвержденные Международным астрономическим союзом (МАС) в 1960 г. ($\lambda = 354^{\circ}50'13''$, $\beta = 3^{\circ}10'47''$, $H_{abc} = 1739,4$ км) [137]. Чтобы избежать отрицательных значений высот отметке начала координат было придано значение 7000 м. Карта выполнена в модифицированной стереографической проекции. Как следует из [138] цель модификации состояла в расширении охвата территории краевых зон путем отнесения центра проектирования на некоторое конечное расстояние от поверхности лунной сферы. При первом издании этой карты (1961 г.) рельеф изображался горизонталями с сечением 1000 м (полугоризонталями — через 500 м) и условными знаками до 80° по долготе. При втором издании карты (1963—1964 гг.) было добавлено планиметрическое изображение рельефа в зоне от 80° до 90° . Второе издание этой карты выполнялось в трех вариантах, различавшихся сочетанием способов изображения рельефа: 1 вариант — горизонтали, 2 вариант — горизонтали в сочетании с послойной окраской, 3 вариант — горизонтали, послойная окраска и отмывка [195]. Результатом этого эксперимента явился вывод о том, что наиболее удачно лунный рельеф отображается горизонталями в сочетании с отмывкой. В дальнейшем на топографических картах более крупных масштабов рельеф давался именно указанным способом [67]. Другой отличительной чертой второго издания было использование в качестве селенодезической основы каталога Franz (150 точек) в обработке Schrutka-Rechtenstamm G. Кроме того, исходный составительский материал был существенно расширен за счет привлечения фотографий не только Парижской, но Ликской и Йеркской обсерваторий, а также обсерваторий Мак Дональд, Маунт Вильсон и Пик-дю-Миди. На обороте карты напечатаны списки названий де-

талей поверхности с координатами по каталогу Blagg и Müller. Одновременно со вторым изданием TLM была составлена также в аналогичных трех вариантах Lunar topographic center section масштаба 1 : 2 500 000 [212]. Карта отображала центральную область лунного диска в пределах $\pm 40^\circ$ по широте и по долготе. Это была первая попытка укрупнения масштаба топографической карты Луны.

Несколько позже была издана карта серии TLM в масштабе 1 : 2 000 000 на 6 листах [234]. Она также была выполнена в трех вариантах изображения рельефа. Что касается исходных материалов селенодезической основы и проекции, то эта карта полностью опиралась на TLM масштаба 1 : 5 000 000. Самым существенным ее отличием, вызванным укрупнением масштаба, являлась некоторая, хотя и недостаточная для указанного масштаба, детализация рельефа [195].

Следует отметить, что для всех карт серии TLM информация, необходимая для отображения рельефа в горизонтали, была получена путем стереофотограмметрической обработки наземных фотографий, полученных при различных либрациях.

Обзорная фотокарта, захватывающая частично как видимое, так и обратное полушария Луны, масштаба 1 : 20 000 000 была получена путем фотограмметрической обработки снимков Зонда 6 [25]. На снимках представлено изображение этой области в фазе близкой к полнолунию. В качестве опорных использовались точки каталога ГАО АН УССР, 1967 г., Полной карты Луны (2-е изд.) и карты LFC (1-е изд.). На карте опорные точки отмечены номерами.

В группе обзорно-топографических карт видимого полушария Луны наиболее широкую известность получила Lunar astronomical chart (LAC) масштаба 1 : 1 000 000 [67, 200]. Предложенная для этой карты номенклатурная разграфка состояла из 144 листов [8]. В настоящее время издано 44 листа, покрывающие видимую сторону Луны в пределах $\pm 70^\circ$ по долготе и $\pm 64^\circ$ по широте. При составлении этой карты был использован обширный фотографический материал, полученный на крупнейших обсерваториях мира (Ликской, Мак Дональд, Маунт Вильсон, Йеркской, Кваланской, Стоун Ридж, Хелуанской, Пик-дю-Миди), на которых по контракту с NASA велись систематические телескопические наблюдения Луны. Кроме того, для составления этой карты были привлечены материалы новейших фотографических атласов и результаты визуальных наблюдений, проводившихся специальным подразделением ACIC на Ловелловской обсерватории. В качестве поверхности относимости для карты LAC была принята сфера радиусом 1738,0 км. Селенодезической основой для листов 39—41, 56—62, 74—80, 93—94 служили измерения

Franz и Saunder в обработке Arthur и Whitaker E. A.; листы 38, 42—43, 95—97 опирались на каталоги Schrutka-Rechtenstamm, Arthur и Baldwin R., а листы 11, 13, 23—27, 44, 92, 98, 110—114, 125—127 — на каталог ACIC, 1965 г. Информация об относительных высотах для этой карты была получена методом теней. Рельеф на карте LAC изображался отмывкой при освещении с запада. Многочисленные отметки абсолютных и относительных высот приводятся на всех листах. При этом отметки абсолютных высот увеличены на 2,6 км, чтобы избежать отрицательных значений. На листах, расположенных в зоне $\pm 32^\circ$ по широте и $+56^\circ$ — -53° по долготе, наряду с отмывкой рельеф показан горизонталями с сечением 300 м (полугоризонтали через 150 м); на листах 60 и 78 горизонтали даны через 600 м. Точность карты в плановом отношении существенно зависит от местонахождения района. В зоне 30° — 50° по долготе ошибки не превышают $\pm 0,5$ — $1,0$ км, в зоне 0° — 30° л они составляют $\pm 1,5$ — $3,5$ км, наконец, в зоне 50° — 70° л — ± 5 — $7,5$ км. Ошибки проведения одной горизонтали, по мнению составителей карты, не превышают ± 200 м, ошибки абсолютных высот лежат в пределах ± 1 км. Ошибки относительных высот составляют ± 100 м вблизи данной точки и увеличиваются до ± 1 км при удалении от нее на 1000 км.

Проекция листов карты LAC различаются в зависимости от широтных поясов: для листов экваториального пояса ($\pm 16^\circ$ по широте) принята проекция Меркатора, для пояса более высоких широт — равноугольная коническая проекция Ламберта, для полярных областей — полярная стереографическая. Названия лунных образований соответствуют решениям съездов МАС 1935, 1961, 1964 гг. Для кратеров, не имеющих собственных названий, были использованы буквы латинского алфавита, для возвышенностей — греческого, в соответствии с [55].

Следует отметить, что карта LAC до настоящего времени не потеряла своего значения. Отдельные листы ее переиздавались. Она оказалась полезной при создании картографического обеспечения полетов КК серии Apollo, неоднократно использовалась при сравнении различных селенодезических каталогов, при решении прикладных и картометрических задач.

В СССР в масштабе 1 : 1 000 000 была выпущена «Карта Луны. Экваториальная зона видимого полушария» [44]. Карта состоит из 7 листов и охватывает зону $\pm 70^\circ$ по долготе и $\pm 8^\circ$ по широте. Основой для составления карты послужили современные фотографические атласы и материалы различных обсерваторий. В качестве селенодезической основы использовался каталог ГАО АН УССР, 1965 г. Карта выполнена в проекции Меркатора. Рельеф дан отмывкой. На карте при-

входятся отметки абсолютных высот в системе указанного каталога.

Особое место среди лунных картографических материалов обзорно-топографического и топографического характера занимают карты серии Ranger lunar charts (RLC) [147, 222, 223], составленные по материалам, переданным КА Ranger 7, 8, 9. Эта серия содержит 17 листов, из которых на долю средних масштабов приходится 6. В частности, в серию входят 3 листа масштаба 1:1 000 000, 1 лист масштаба 1:500 000, 2 листа масштаба 1:250 000. При составлении карт RLC в качестве селенодезической основы использовались листы карты LAC (60, 76—78). Рельеф на картах этой серии дан отмывкой. Кроме того, на каждом листе указаны значения относительных высот, однако, горизонталы не проводились. Детальность листов масштаба 1:1 000 000, обновленных с привлечением данных КА Ranger увеличилась в 1,5—2 раза по сравнению с соответствующими листами карты LAC.

Из-за специфики условий съемки в процессе падения КА Ranger на лунную поверхность фотограмметрическая обработка материалов не могла быть строгой [147, 198, 223]. С этой точки зрения серию карт RLC следует рассматривать как экспериментальную. Ее важной особенностью является впервые полученный широкий спектр масштабов с постепенным переходом от масштаба 1:1 000 000 до масштаба 1:5000.

Apollo intermediate chart (AIC) масштаба 1:500 000 [188] была создана в целях картографического обеспечения проекта Apollo [217]. Карта состоит из 20 листов и отображает в проекции Меркатора экваториальную область протяженностью $\pm 50^\circ$ по долготе и $\pm 8^\circ$ по широте. Карта базируется на каталоге ACIC, 1965 г. Она составлена по материалам обсерваторий Пик-дю-Миди, Мак Дональд, Ликской, Йеркской, Квазанской, Маунт Вильсон, Стоун Ридж. Кроме того, авторы привлекали материалы КА Ranger 8 и 9, а также результаты визуальных наблюдений на Ловелловской обсерватории. Рельеф на карте дан отмывкой. Приводятся многочисленные значения абсолютных высот. Каждый лист сопровождается картограммой, на которой показано распределение ошибок планового положения. Согласно картограммам в среднем плановая точность лежит в пределах $\pm 0,3 \div \pm 2,3$ км. Ошибки относительных высот составляют ± 100 м для центра диска и увеличиваются к краям до ± 300 м (на долготе 70°). Эту карту на современном этапе можно считать выполненной на пределе возможностей наземных наблюдений.

Первые попытки создания карт масштаба 1:250 000 на лунную поверхность относятся еще к 1963—1964 гг., когда AMS провела в этом масштабе экспериментальное картогра-

фирование окрестностей кратеров Kepler и Eratosthenes по данным наземных наблюдений [235, 195]. Однако, дальнейшее развитие картографирование в этом масштабе получило значительно позднее (в конце 1960-х годов) в результате обработки материалов КА Lunar Orbiter. В частности, к 1972 г. было издано 14 листов серии Lunar topographic photomap (LTP) и Lunar photomap (LP) указанного масштаба, составленных на перспективные районы исследований Луны, которые были сняты Lunar Orbiter 5 [214]. Плановая и высотная основа для карт этой серии устанавливалась методом фотограмметрической триангуляции с использованием орбитальных и эфемеридных данных, полученных для Lunar Orbiter 5 на 15 октября 1968 г. Рельеф на картах LTP дан на фоне ослабленного фотоизображения красными горизонтальными с сечением 400 м (полугоризонталы через 200 м). Отметки высот отнесены к значению радиуса-вектора, определенному из траекторных измерений. На каждом листе серии имеется схема стереоскопического покрытия и соответствующего ей распределения точностей в плане и по высоте. Точность плановой привязки деталей рельефа, по оценкам составителей, с вероятностью 90% колеблется в пределах от $\pm 0,5$ км до ± 2 км. Что касается ошибок высотного положения, то они могут меняться в пределах от ± 100 м до ± 1000 м. В настоящее время издание карт серий LTP и LP на перспективные районы продолжается.

Совершенно естественно, что группа топографических карт Луны пока является самой малочисленной. Если придерживаться хронологии, то первыми лунными картами крупных масштабов стали карты упомянутой выше серии RLC. По материалам КА Ranger ACIC было составлено 2 листа масштаба 1:100 000, 2 листа масштаба 1:50 000, 1 лист масштаба 1:15 000, 2 листа масштаба 1:10 000 и 1 лист масштаба 1:5000 [222]. Эти листы входили в серию RLC. Кроме того, AMS провела по материалам Ranger экспериментальное картографирование в масштабах 1:100 000 (1 лист) и 1:50 000 (2 листа), выполнив на этих листах рисовку рельефа в горизонталях. Следует отметить, что, поскольку с уменьшением высоты съемки резко сокращался обзор передающей камеры, удалось составить в перечисленных масштабах не полные листы карт, а лишь отдельные фрагменты, охватывающие весьма ограниченную территорию.

Следующий шаг на пути создания крупномасштабных лунных карт связан с обработкой материалов КА Lunar Orbiter 1, 2, 3. В [226] перечисляются картографические материалы в такой последовательности, в которой их предполагалось получить в результате обработки для обеспечения выбора посадочных площадок по программе Apollo. Приводимые све-

дения иллюстрируются картами-схемами. Согласно упомянутому плану [226] были созданы следующие серии карт: Lunar topographic photomap (LTP) [209] и Lunar topographic map (LTM) [213] в масштабах 1:100 000 и 1:25 000. Плановая и высотная основа для этих карт устанавливалась методом фототриангуляции с использованием орбитальных и эфемеридных данных КА Lunar Orbiter. При этом на листах карт серии LTP рельеф давался горизонталями, нанесенными на ослабленное фотоизображение, на листах же серии LTM рельеф воспроизводился отмывкой и горизонталями. Точность отдельных карт этих серий в плане составляла ± 100 м, по высоте — $\pm 250 \div \pm 300$ м. На данном этапе отсутствуют публикации, которые бы освещали текущее состояние этой работы.

Фотографирование Луны с КК серии Apollo позволило вести составление крупномасштабных карт на районы посадки, отснятые экипажами предшествующих КК. В качестве примера карт такого рода можно привести карту масштаба 1:25 000 на район посадки Apollo 15 [236]. В результате обработки всей картографической информации с КК Apollo предполагается создать серии карт масштабов 1:100 000 и 1:25 000, которые в общей сложности отобразят около 250% лунной поверхности.

Осуществление мягкой посадки на лунную поверхность сделало возможным проведение панорамной съемки с последующим составлением *топографических схем и планов* местности. В результате фотограмметрической обработки панорамных снимков АЛС Луна 9 и Луна 13 были составлены первые планы и схемы лунной поверхности в масштабах 1:20 и 1:40 [24, 46, 47]. Рельеф в межкратерном пространстве изображался горизонталями с сечением 5 см. Детали рельефа давались условными знаками, в качестве которых использовались контуры, стилизованные изображения теней и др. Ср. кв. ошибка положения точек для места посадки Луны 9 составляла в плане 10%, по высоте $\pm 2 \div 5$ см; для Луны 13 — $\pm 10\%$ и ± 5 мм.

Краткий обзор крупномасштабного картографирования Луны по американским источникам опубликовал Schöler Н. [158, 159]. Четыре топографических плана в масштабах 1:400, 1:1000, 1:2000 [222] были составлены на базе фотографий, переданных КА Ranger. В связи со спецификой исходных материалов, показать рельеф горизонталями не удалось, и была применена отмывка. Следует отметить, что подробность деталей рельефа соответствует масштабу лишь на отдельных участках планов.

Более 10 топопланов и схем было построено по данным КА Surveyor. По своему содержанию они заметно переключи-

каются с топопланами, составленными по данным АЛС серии Луна. Однако, их масштабы колеблются в пределах от 1:100 до 1:2000 [58, 192]. Рельеф в межкратерном пространстве на них изображается горизонталями, а для отдельных деталей рельефа используются близкие по характеру условные знаки. Сечение горизонталей на планах масштаба 1:100—1:200 составляет 10 см; на планах более мелких масштабов — 1 м \div +5 м.

Определенный интерес представляет топоплан района посадки КК Apollo 11 — Базы Спокойствия (Statio Tranquillitatis) — так как он составлен на основе комбинированных материалов, а именно снимков Lunar Orbiter, снимков, сделанных из лунного отсека после посадки на поверхность и снимков, сделанных космонавтами непосредственно на лунной поверхности [50]. На топоплане показаны кратеры, камни, расположение лунного отсека и научных приборов, а также границы покрытия территории различными снимками.

Топографическая схема первых трех лунных дней движения советской передвижной лунной лаборатории Луноход 1 приведена в [45]. На схеме нанесены трасса движения Лунохода и предварительные результаты топосъемки полосы местности шириной до 150 м, наблюдавшейся в процессе движения. На схеме показаны кратеры, отдельные камни, россыпи камней. Интервал координатной сетки составляет 100 м.

Обратное полушарие. Начало созданию *обзорных карт* обратной стороны Луны было положено обработкой материалов АМС Луна 3. В результате этой обработки к 1961 г. были составлены одновременно в ГАИШ и ГАО АН СССР (Пулково) карты-схемы обратной стороны Луны масштаба 1:10 000 000 в косо́й внешней перспективной проекции (проекция снимков). Плановая привязка фотоизображений осуществлялась по деталям видимой стороны, расположенным в краевой зоне и по координатам подаппаратных точек. Рельеф на карте-схеме ГАИШ [40] давался условными знаками с установлением трех категорий достоверности в зависимости от степени опознаваемости объекта; на карте-схеме ГАО АН СССР [4] давалась фоновая закраска областей с различной отражательной способностью. По материалам АМС Зонд 3 в ГАИШ была составлена к 1967 г. фотокарта восточного сектора обратной стороны Луны в масштабе 1:5 000 000 на 9 листах [41]. На ней номерами отмечены точки опорного каталога. Фотокарта выполнена в косо́й внешней перспективной проекции.

Lunar farside chart (LFC) масштабов 1:5 000 000 и 1:10 000 000 для первого издания 1967 г. составлялись АСИС по материалам АМС Зонд 3 и КА Lunar Orbiter 1, 2, 3, 4. Последующие издания опирались на данные Lunar Orbiter 1, 2,

3, 4, 5. [71, 160, 196, 205, 206, 230]. Переиздание этих карт было вызвано необходимостью устранения ошибок, выявленных в результате более тщательного дешифрирования, а также отсутствием в первом издании названий деталей рельефа, которые к тому времени еще не были утверждены МАС. При отображении экваториальной зоны $\pm 48^\circ$ по широте на картах АСИС использовалась проекция Меркатора, для полярных областей — полярная гномоническая проекция. Рельеф на картах LFC дан отмывкой.

Кроме упомянутых выше карт, составленных на основе оригинальных материалов, в последние годы появился ряд мелкомасштабных карт обратной стороны, которые явились результатом пересоставления уже имевшихся карт с применением иных проекций и в других масштабах [71]. Таковы, например, карты Cross C. [72] и Rühl [146], составленные в эквивалентной азимутальной проекции Ламберта в масштабах 1 : 25 000 000 и 1 : 10 000 000 соответственно; сюда же следует отнести карту Schwartzbach H. [162], выполненную в ортографической проекции в масштабе 1 : 15 000 000.

По материалам съемок Зонда 6 в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК) к 1972 г. было проведено экспериментальное картографирование участка экваториальной области обратного полушария Луны в масштабе 1 : 2 000 000 [43]. При создании карты использовалась косая внешняя перспективная проекция с позитивным изображением (координаты центра проектирования $\lambda = -200^\circ 21'$, $\beta = -8^\circ 39'$). Рельеф изображался отмывкой в сочетании со штриховыми условными знаками (площадными, линейными и точечными).

Крупномасштабная съемка, выполненная Зондом 8, позволила провести экспериментальное *обзорно-топографическое* картографирование участка обратной стороны Луны в масштабе 1 : 1 000 000 [42]. При этом в МИИГАиК были составлены 2 листа карты в проекции Меркатора. Рельеф давался отмывкой и условными знаками.

Луна в целом. По охвату территории *обзорные карты*, отображающие в той или иной мере большую часть поверхности видимой и обратной стороны Луны, можно подразделить на три группы:

- 1) карты, на которых Луна представлена двумя полушариями;
- 2) карты, на которых дается изображение экваториальной зоны различной протяженности по широте и отдельно полярных областей;
- 3) карты только экваториальной зоны.

В настоящее время насчитывается более 10 различных обзорных карт Луны такого рода.

Среди карт, на которых Луна представлена двумя полушариями, наибольший интерес вызывает The Earth's Moon [228]. Эта карта масштаба 1 : 11 620 000 была издана в 1969 г. по инициативе и при непосредственном участии National Geographic Society (NGS) США по материалам КА Lunar Orbiter 1, 2, 3, 4, 5 [70]. Использование при составлении карты эквивалентной азимутальной проекции Ламберта способствовало наглядному отображению деталей рельефа в крайних зонах. Рельеф на этой карте дан отмывкой. Для деталей рельефа видимого полушария под названиями объектов приведены значения относительных высот. На карте отмечены места посадок КА и КК. Легенда содержит большое количество справочных данных о Луне. Компонировка и оформление карты представляется весьма удачной.

В ГДР Wolf H. предполагает в 1973 г. издать карту Erdmond [183]. Эта карта полушарий Луны масштаба 1 : 12 000 000, также выполненная в эквивалентной азимутальной проекции Ламберта, составлена на основе картографических материалов, изданных в СССР, ЧССР, Франции, Швейцарии, а также телескопических снимков и снимков, полученных с КА. Рельеф на ней дан отмывкой. Карта будет сопровождаться брошюрой с пояснительным текстом, списком названий, справочными данными о Луне, описанием мест прилунений КА и КК.

Carte de la Lune масштаба 1 : 10 000 000, составлена во Франции в 1968 г. Institut Géographique National (IGN) в поперечной азимутальной равнопромежуточной проекции Постеля [191]. Она базируется на американских картах Topographic lunar map и Lunar farside chart масштаба 1 : 5 000 000. Рельеф дан отмывкой. Отметки абсолютных высот, как и на вышеупомянутых картах, отнесены к высоте кратера Mösting A ($H_{абс} = 1739,4$ км), которая принята равной 7000 м. На карте отмечены места посадок КА. Легенда содержит справочные данные о Луне.

Ко второй группе обзорных карт относятся Полная карта Луны [48] и Lunar charts серий LPC [201] и LMP [203]. Полная карта Луны масштаба 1 : 5 000 000, изданная в СССР в 1967 г., явилась первой картой, отобразившей всю лунную поверхность [38, 39а, 96]. При составлении 6 листов этой карты, охватывающих экваториальную зону, была применена произвольная цилиндрическая проекция, подобранная таким образом, чтобы ограничить искажения площадей в высоких широтах (границы широтного пояса проходят по $\pm 60^\circ$). Для полярных областей использовалась равноугольная азимутальная проекция. Первое издание карты опиралось на материа-

лы современных фотографических атласов Луны и снимки АМС Луна 3 и Зонд 3, для второго издания (1969 г.) привлекались также материалы КА Lunar Orbiter. В качестве селенодезической основы в первом случае использовался каталог ГАО АН УССР, 1965 г., во втором — каталог ГАО АН УССР, в 1967 г. По оценкам авторов, во втором издании ошибки положения деталей видимой стороны не превышают $0^{\circ},5$, обратной стороны — 1° . Карта состоит из 9 листов, при этом на двух листах помещены списки названий деталей лунного рельефа. Легенда карты содержит справочные данные о Луне.

Карты серий LPC масштаба 1 : 10 000 000 на 1 листе и LMP масштаба 1 : 5 000 000 на 3 листах составлены на основе материалов КА Lunar Orbiter. Экваториальная зона выполнена в проекции Меркатора, полярные области — в полярной стереографической проекции. В качестве опорного каталога в легендах этих карт указан каталог АСИС, 1965 г. Для зоны $\pm 70^{\circ}$ по долготе ошибки положения по данным точностных диаграмм не превышают 5 км, на остальной площади они могут достигать до 10—15 км. Второе издание карты LMP отличается от первого добавлением на обратной стороне Луны названий объектов, утвержденных в 1970 г. на XIV Генеральной ассамблее МАС, проходившей в Брайтоне (Англия). Следует отметить, что карта была издана к началу ассамблеи, поэтому в нескольких случаях имеется несоответствие названий с окончательно утвержденным списком.

Карты серий Lunar equatorial zone mosaic (LEMС) на 4 листах [204], Lunar planning chart (LOC) на 4 листах [210, 211] и Lunar orbital science contingency flight chart (LSC) на 2 листах [208], появившиеся в 1968—1969 гг., отображают в проекции Меркатора только экваториальную зону Луны в различных масштабах и с различной протяженностью по широте. Для всех перечисленных карт исходными материалами при составлении служили снимки КА Lunar Orbiter. В качестве опорного каталога для карт LOC и LSC использовался каталог АСИС, 1965 г. Для фотокарты LEMС плановая основа была подготовлена Центром пилотируемых полетов NASA методом фототриангуляции с учетом орбитальных и эфемеридных данных КА Lunar Orbiter 4 на 15 октября 1968 г., а также каталога АСИС, 1965 г.

Для фотокарты LEMС масштаба 1 : 2 500 000 охват территории по широте составлял $\pm 20^{\circ}$, для карты LOC того же масштаба — $\pm 25^{\circ}$, для карты LOC масштаба 1 : 2 750 000 — $\pm 40^{\circ}$, наконец, для карты LSC масштаба 1 : 5 500 000 — $\pm 50^{\circ}$. Карты серии LOC, изданные в двух близких масштабах, отличаются практически лишь протяженностью охвата по широте. Эта особенность объясняется тем, что в процессе развития американской космической программы исследований Луны

были расширены границы зоны возможных посадок КК серии Apollo.

Согласно точностным диаграммам, приведенным на полях карт, плановая точность составляет для LEMС в зоне $\lambda \pm 45^{\circ}$ — ± 9 км, для LOC (2,5 млн.) и LOC (2,75 млн.) в зоне $\lambda \pm 70^{\circ}$ — ± 3 км, на остальной площади для всех трех карт — ± 10 —15 км. Рельеф на картах LOC и LSC дан отмывкой. Карта LSC, будучи по своему назначению навигационной, обладает той особенностью, что надписи на ней расположены по меридиану (для чтения «с востока»). Последнее объясняется принятым положением орбиты КК Apollo. На этой карте утолщены линии сетки, кратные 15° .

4. ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Руководствуясь требованиями комплексных исследований поверхности Луны уже сейчас можно сделать вывод, что по сравнению с Землей удельный вес тематических карт для Луны должен существенно увеличиться.

Липский Ю. Н. и Шевченко В. В. [19] формулируют основные принципы физического картирования Луны, под которым понимают процесс создания картографических изображений лунной поверхности, содержащих сведения о наличии и распределении различных физических характеристик лунного покрова и комплексный их анализ. В качестве примера обобщения упомянутой информации о лунном покрове на базе астрофизических данных для района Mare Tranquillitatis анализируются измерения яркости при малых фазовых углах, изображения, полученные в различных участках спектра, данные о термических особенностях района. В результате получается предварительная модель строения района, структурных особенностей отдельных его участков и их генезиса [36]. Другой пример обобщения информации, отображенной на тематической карте, содержит интерпретацию фотометрических данных [37]. В обоих описанных примерах основой для тематического картирования служила Полная карта Луны масштаба 1 : 5 000 000 [48].

Липский и Шевченко [19] представляют структуру физического картирования следующим образом. На основу, в качестве которой используются карты общеселенографического характера, наносится тематическая нагрузка, полученная, например, астрофизическими методами и дополненная геофизическим и геологическим анализом местности. Затем физические карты, дифференцированные по различным видам информации, сводятся вместе, в процессе чего выделяются комплексы свойств. Поскольку на этом этапе привлекаются лишь косвенные данные о природе лунной поверхности, то прове-

денное районирование можно рассматривать как типологическое. Для дальнейшей расшифровки выделенных типов в местности необходимо привлекать данные прямых исследований. На этом этапе происходит установление взаимосвязей физико-механических, структурных и минералогических особенностей лунного покрова с характеристиками собственного и отраженного излучения Луны, полученными астрофизическими методами.

Поскольку, в отличие от астрофизических методов, информация которых относится к обширным территориям, прямые исследования в перспективе ближайших десятилетий будут иметь радиус действия, ограниченный возможностями КА и КК, то поставляемая ими информация позволит проводить индивидуальное районирование локально по данным отдельных, как бы ключевых участков. В результате придется довольствоваться экстраполяцией физико-механических, структурных и минералогических характеристик на территорию всего выделенного комплекса.

Предлагаемая в качестве основы для обсуждения предварительная классификация тематических карт Луны, которая учитывая основные направления исследований выделяет карты физических свойств поверхности, геофизические, геолого-морфологические и технические карты, приведена в [78].

Карты физических свойств поверхности. Этот тип тематических карт своим возникновением обязан особенностям изучения Луны астрофизическими методами. Данные астрофизики еще сравнительно недавно были практически единственным источником информации о физических свойствах лунной поверхности. При этом они, как правило, являлись весьма обобщенными и соответствовали некоторым средним значениям, отнесенным к значительным площадям. Тем не менее, в начальной стадии исследований эти данные являлись важным отправным пунктом. Выявление распределения тех или иных физических параметров по поверхности Луны и дальнейшее сопоставление их для различных районов вело к обнаружению корреляции между ними. При указанной постановке задачи наиболее простым и наглядным представлялось отображение информации на картах с последующим сопоставлением полученных результатов.

В настоящее время для этих целей в качестве основы в большинстве случаев достаточно иметь мелкомасштабные карты. В будущем проведение астрофизических наблюдений с ИСЛ возможно потребует привлечения топографических карт средних и особенно крупных масштабов.

Остановимся подробнее на картах, отображающих имеющуюся информацию о фотометрических, колориметрических,

тепловых, радиолокационных и поляриметрических свойствах лунной поверхности.

В 1970 г. была издана Photoelectric-photographic map of the normal albedo of the Moon масштаба 1 : 5 000 000 [140]. Основой для этой карты послужил снимок Луны при угле фазы $1^{\circ},5$ с разрешением $3''$. Фотоэлектрические наблюдения 182 точек лунной поверхности были коррелированы с плотностью изображения соответствующих точек на фотопластинке. Шкала нормального альbedo содержит 20 интервалов от 7% до 23%. Окраска шкалы в интервале от 23% до 9,6% повторяет тона спектра. Для значений от 9,6% до 7% использована серая гамма. На полях карты помещено изображение снимка Луны, положенного в основу при ее составлении. На карте имеется сетка селенографических координат во внешней перспективной проекции.

Фотометрическая карта видимого полушария Луны, характеризующая распределение нормального альbedo и абсолютной яркости по поверхности в области спектра $\lambda=0,62 \mu$, подготовлена в Астрономической обсерватории Харьковского университета [7a]. Основой для нее также служил снимок Луны при угле фазы $1^{\circ},5$ с разрешением $3''$.

Обширная информация о фотометрических свойствах лунной поверхности содержится в Isothermal and isophotic atlas of the Moon 1967 года издания, авторами которого являются Shorthill R. и Saari J. [150]. Изображение Луны в атласе имеет масштаб 1 : 20 000 000. На 60 листах построены карты изофот для различных фаз. Наблюдения для получения исходных материалов велись в течение нескольких лунаций на $\lambda=0,45 \mu$. Сканирование диска производилось при фазах, близких к полнолунию.

Наряду с картами, отображающими фотометрические свойства в глобальном масштабе, можно назвать ряд карт, на которых охарактеризованы отдельные участки. Так, Hackman R. составил A lunar isotonal map на район кратера Lansberg [85]. В качестве основы использовалась карта TLM масштаба 1 : 2 000 000. Автор отмечает слабую корреляцию количества топографических деталей с нормальным альbedo. Различия яркости, по его мнению, не связаны с топографией местности, а отражают различия в структуре поверхности. В [37] приводится карта изофот на район Mare Orientale, составленная по снимкам Зонда 3. Топоосновой для этой карты, как уже упоминалось выше, послужила Полная карта Луны масштаба 1 : 5 000 000. Анализ расположения изофот позволил выделить 6 типов фотометрического рельефа.

Липский и Шевченко изложили опыт построения спектральной карты участка лунной поверхности в районе Mare Imbrium [18]. Поскольку в видимой части спектра лунная поверхность не обладает заметной избирательной способностью

при отражении света, то есть для приемников света со спектральной чувствительностью, близкой к чувствительности глаза, цвет лунного покрова остается нейтральным, авторы провели спектральные наблюдения в более широкой области длин волн, где были обнаружены различия отражательной способности. По результатам спектрозонального фотографирования Луны в участках $\lambda_{эфф}$ 380 и 640 нм была построена карта изолиний «коэффициентов покраснения» на район Mare Imbrium. В качестве топоосновы использовалась Полная карта Луны. Анализ расположения изолиний выявил корреляции между контурами участков различной «цветности» и некоторыми формами рельефа.

Для изучения тепловых свойств лунной поверхности проводились работы по составлению термических карт Луны при различных фазах. В [163] описывается аппаратура (разрешающая способность составляла 8") и методика составления подобных карт. Анализ картографического изображения выявил участки с повышенной температурой в ряде областей.

Упомянутый выше в связи с фотометрическим картированием *Isothermal and isophotic atlas of the Moon* [150], содержит обширную информацию, касающуюся тепловых свойств поверхности. Как и карты с изофотами, карты с изотермами построены по наблюдениям в течение нескольких лунаций.

По инициативе фирмы Boeing была составлена карта распределения температур на поверхности Луны на основании данных наблюдений, проводившихся в течение двух лет на 2,5-метровом телескопе обсерватории Маунт Вильсон [189].

Картографирования проявлений лунной активности до настоящего времени, строго говоря, не проводилось. Однако, Middlehurst В. и Moore Р. была составлена схема распределения явлений лунной активности, основой для которой послужил снимок Луны в фазе, близкой к полнолуннию. Координатная сетка на снимке отсутствовала [65, 134].

Радиолокационные карты Луны существуют лишь на некоторые локальные участки лунной поверхности. Так Přihoda Р. составил карту такого рода на район кратера Tучо [144]. Thompson Т. опубликовал радиолокационные карты района Mons Caucasus и кратера Aristillus [173]. Методом радарного сканирования удалось выделить окрестности молодых кратеров и горные районы, что интерпретировалось как локальное увеличение шероховатости поверхности. Был сделан вывод, что по полученным результатам можно вести картографирование с разрешением деталей до 1 км. Thompson [174] предлагает проект картографирования Луны с помощью радиолокационной установки.

В работах [142, 154, 175, 185] делаются попытки интерпретации радиолокационного картографирования в связи со

стратиграфией Mare Imbrium и геологическим строением области Apeninus—Rima Hadley.

Геофизические карты Луны. Это направление тематического картографирования находится еще в самой начальной стадии, поскольку имеющаяся геофизическая информация о лунной поверхности либо весьма ограничена, либо носит предварительный характер. Собственно говоря, геофизических карт Луны в строгом понимании этого термина в настоящее время еще не существует.

Действительно, информация глобального характера о гравитационном поле Луны отображается на мелкомасштабных картах-схемах, на которых, как правило, имеется лишь редкая сетка селенографических координат [32]. В 1969 г. появилось сообщение Sjogren W. L. и Muller P. M. о создании качественной гравиметрической карты Луны [164]. Однако, сама карта при этом не публиковалась. Как следует из [164] при создании карты были использованы материалы траекторного слежения за ИСЛ Lunar Orbiter, а именно 9000 доплеровских измерений на 80 витках. В результате анализа расположения изолиний была обнаружена связь масконов с круговыми лунными морями.

Для отображения глобальных особенностей рельефа Луны и для изучения ее геометрической фигуры использовалась система абсолютных высот. При этом осредненные тем или иным способом по определенной площади абсолютные высоты либо непосредственно наносились на сетку селенографических координат, либо они служили основой для разложения рельефа Луны в ряды, например, по сферическим функциям [7].

В результате подобных работ возникла целая серия так называемых гипсометрических лунных карт (точнее карт-схем), различающихся в основном принятыми системами абсолютных высот (исходными каталогами) и методами построения изолиний. Характеристики большинства гипсометрических карт-схем приведены Гавриловым И. В. [6]. Кроме того, можно указать ряд отдельных работ, описывающих карты этого рода [1, 7, 5, 35, 63].

В 1970 г. Липским Ю. Н. и Никоновым В. А. была составлена гипсометрическая карта Луны с учетом локального рельефа, охватывающая $\pm 70^\circ$ по широте и по долготе [15]. Топоосновой для карты послужила Фотокарта видимого полушария Луны масштаба 1:5 000 000. Изогипсы проводились через 1 км. Карта базировалась на каталоге Нортманн J. (1052 точек) и карте TLM масштаба 1:2 000 000. За нулевую изогипсу на карте взята абсолютная отметка 1738,0 км. При составлении карты поверхность видимого полушария Луны была разбита на площадки размером $6^\circ \times 6^\circ$, которым придавались значения абсолютных высот, полученные путем осред-

нения отметок 5—6 каталожных точек. При повторном осреднении с учетом локального рельефа нехарактерные точки исключались. Карта позволяет в указанных выше пределах определять взаимное высотное положение площадных объектов диаметром свыше 150 км.

Гаврилов при составлении гипсометрической карты [5] разбивает видимое с Земли полушарие Луны на 11 кольцевых зон, концентрических относительно направления на Землю. Затем зоны делятся на участки, каждый из которых обеспечен в той или иной мере каталожными точками (от 1 до 15 точек). Чтобы ослабить влияние ошибок в средних высотах участков проводилось сглаживание методом скользящего среднего. При этом морские и материковые участки осреднялись отдельно. Описываемая гипсометрическая карта-схема использует для экваториальной зоны проекцию Меркатора в пределах $\pm 30^\circ$ по широте, а для зон от 20° до 70° по широте — равноугольную коническую проекцию Ламберта. Высоты на карте отсчитываются от сферы $R=1738,0$ км, центр которой совпадает с началом селеноцентрической системы координат.

Хабибуллин Ш. Т. и Чиканов Ю. А. [35], воспользовавшись сводным каталогом ГАО АН УССР, 1967 г., провели гармонический анализ рельефа Луны (по абсолютным высотам каталога) и по вычисленным значениям гармоник также составили гипсометрическую карту Луны. Полученная карта существенно расходится с картой Гаврилова [5] в районах Mare Nectaris, Mare Serenitatis и Mare Vaporum. Расхождение объясняется тем, что Гаврилов для построения изолиний использовал метод скользящего среднего, в то время как Хабибуллин и Чиканов вели усреднение по способу наименьших квадратов, что и дало более сглаженную картину.

Brau T. A. и Goudas C. L. [63] описана гипсометрическая карта, которая опирается на систему ACIC с добавлением к ней 100 новых определений абсолютных высот, обработанных методом гармонического анализа. На этой карте возвышенности сосредоточены в центре диска, изогипсы не совпадают с границами морей и материков. Maria Humorum, Tranquillitatis, Nubium, Vaporum являются возвышенностями. На карте Baldwin [1], напротив, моря представляют собой низменности, материка — возвышенности.

Геолого-морфологические карты Луны. В этом направлении тематического картографирования можно выделить следующие группы карт:

- 1) карты чисто морфологического содержания, на которых выделяются формы рельефа того или иного типа;
- 2) тектонические карты и карты-схемы, выделяющие глобальные разломы;

3) собственно геологические карты, которые, однако, также опираются на морфологию поверхности.

Filder G. в [76, 80] описывает составление каталогов и карт распространения лунных куполов и кратеров-фантомов. В LPL была составлена серия карт масштаба 1:5 700 000 на 7 листах, отображающая различные семейства линеаментов, а именно радиальные системы, системы NW—SE, NE—SW, N—S, NNE—SSW, отдельные линеаменты, не связанные с крупными системами, а также сводную систему [170, 206].

Еще в первые годы освоения Луны космическими средствами была выпущена серия карт Engineering special study of the surface of the Moon. Эта серия состоит из 4 карт масштаба 1:3 800 000 с ортографической сеткой, не связанной с координатами. Их содержание должно было отражать уровень геолого-морфологической изученности Луны на основе данных телескопических наблюдений периода 1958—1960 гг. В серию входила карта лучевых систем [87], карта орографического деления [88], тектоническая карта [227] и обобщенная фотогеологическая карта [86].

Структурно-геологическая карта-схема видимой стороны Луны, составленная Ходаком Ю. А. [33, 34] в масштабе 1:2 500 000, представляет собой первичную сводку рельефа лунной поверхности.

На тектонической карте Луны масштаба 1:7 500 000 [11], составленной Козловым В. В. и Сулиди-Кондратьевым Е. Д., выделены основные тектонические области, кольцевые и линейные формы, разрывные нарушения. Топоосновой для этой карты послужила Полная карта Луны масштаба 1:5 000 000.

В ближайшее время должна быть опубликована Tectonic map of the Moon, подготовленная US Geological Survey (USGS) по данным космических съемок [124].

В [66] рассмотрена возможность минералогического картирования лунной поверхности с ИСЛ путем спектрального анализа излучения в ИК-области.

Геологический институт АН СССР выпустил серию геологических карт Луны масштаба 1:1 500 000 (19 листов) на отдельные районы видимого полушария [21, 48a]. В качестве топоосновы были использованы листы карты LAC. Для составления карт авторы привлекали материалы современных фотографических атласов и космических съемок. Методика, применявшаяся при создании карт этой серии, их легенды и стратиграфические схемы подробно описаны в ряде статей [20, 30, 31, 48a], а также в сборнике «Проблемы геологии Луны» [21].

Программа составления геологических карт Луны, принятая в США, изложена в [90]. В ней подчеркивается, что в основу геологического картографирования Луны положены те

же принципы, которые были выработаны для Земли, и обосновывается необходимость создания геологического атласа Луны.

Состояние геологического картографирования в США на 1970 г. подробно излагают Masursky H. и Stephens H. [124]. В частности, сообщается об издании 18 листов масштаба 1:1 000 000, входящих в первую серию Геологического атласа Луны, а также о составлении предварительных 26 листов того же масштаба. Топоосновой карт, вошедших в атлас, являются листы карты LAC. При составлении этих карт авторы опирались на наземные телескопические наблюдения и фотографии Lunar Orbiter.

На базе карт серии RLC масштаба 1:250 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:10 000 и 1:5000 также составлены геологические карты, охватывающие отдельные районы Луны.

Кроме карт масштаба 1:1 000 000, в атлас входят геологические карты серии Apollo site map масштабов 1:250 000, 1:100 000, 1:25 000, подготовленные по материалам Lunar Orbiter с целью обеспечения программы Apollo.

В настоящее время находятся в печати Geologic map of the near side of the Moon и Map of geologic provinces масштаба 1:5 000 000.

Помимо указанных серий геологических карт издаются карты на локальные области Луны, отображающие порой спорные научные концепции их авторов [81, 176, 219]. Например, первая из перечисленных работ описывает геологическую карту кратера Tsiolkovsky и его окрестностей. В основу этой карты были положены фотографии Lunar Orbiter 3 масштаба 1:330 000 и 1:2 700 000. Автор выделяет 6 площадных градаций и, кроме того, использует условные знаки для показа отдельных деталей рельефа. В результате анализа полученной картины высказывается гипотеза о двух стадиях формирования поверхности: первичной — метеоритной и вторичной — вулканической, сопровождавшейся лавовым затоплением кратера.

Следует специально отметить, что большинство современных лунных карт геолого-морфологического характера отражают в большей или меньшей степени достаточно спорные в настоящее время концепции. Например, в основу геолого-морфологического картографирования, проводимого ГИН АН СССР, положена гипотеза об эндогенном происхождении форм рельефа, а USGS выделяет и эндогенные и экзогенные формы рельефа, хотя подобное выделение также является гипотетичным. Подобный характер карт объясняется прежде всего отсутствием достаточной информации о внутреннем строении Луны, из-за чего многие выводы основываются на внешних морфологических признаках, в частности, на сохранности

форм рельефа. При этом карты ГИН АН СССР, например, построены по единой методике, в то время как у карт USGS такого единства не наблюдается, и листы, составленные различными авторами, как правило, не стыкуются по содержанию.

Для уточнения геолого-морфологического содержания карт целесообразно совместное рассмотрение информации о рельефе и о физических свойствах лунной поверхности, в частности, использование данных фотометрии, колориметрии, поляриметрии, то есть сведение воедино результатов тематического картографирования различных направлений.

В работе McCauley J. E., посвященной возможностям выявления природы лунной поверхности по данным систематического геологического картографирования [125] подчеркивается, что USGS проводит геологическое картографирование и анализ природы лунной поверхности на основе фотографических и визуальных наблюдений, а также фотометрических, ИК, поляриметрических, колориметрических измерений в зоне $\pm 32^\circ$ по широте и $\pm 72^\circ$ по долготе.

В [92, 124, 143] описываются карты Луны, на которых проведено разделение поверхности по степени шероховатости. В частности, в [143] указывается, что карты такого рода составлены в масштабах 1:1 000 000 и 1:2 000 000 на зону протяженностью $\pm 70^\circ$ по долготе и $\pm 10^\circ$ по широте.

Технические карты. В [152] описывается эксперимент по составлению, так называемых, карт «опасностей» по материалам Apollo 8. Позднее комплекты такого рода составлялись на предполагаемые районы высадки космонавтов с КК Apollo. В комплекты входили карты масштабов 1:100 000, 1:25 000, 1:5000 [124]. На этих картах давалось сильно ослабленное фотографическое изображение рельефа, на которое накладывалось показанное цветом деление на зоны. При этом цветовая гамма соответствовала различным степеням опасности (риска), сопровождающим посадку КК, и опиралась на результаты обработки морфологического дешифрирования снимков, при которой учитывались скопления камней, трещин и пр. К этой же группе карт относятся Orbital photo chart (ОПС), служащие для навигационных целей во время полета КК Apollo по лунной орбите [128, 139].

5. ВЫВОДЫ

Рассмотренные выше обзорные карты отображают либо всю Луну, либо отдельные ее полушария. И в том, и в другом случае охват территории носит глобальный характер, что весьма удобно для использования данных карт в справочных, демонстрационных и учебных целях. Кроме того, карты этого

типа широко применяются в качестве основы для тематических карт, показывающих распространение тех или иных свойств и особенностей лунной поверхности.

Обзорно-топографические карты широко используются как основа для тематических карт геолого-морфологического характера. Основным масштабом в настоящее время в этой группе карт является масштаб 1:1 000 000. Он служит сводным масштабом в земной геологии и уже начинает играть аналогичную роль в геологии Луны. Это тем более удобно, что для будущих сравнительно-планетологических исследований целесообразно иметь наборы тематических карт планет и спутников, составленные в идентичных масштабах. Кроме того, в лунной картографии этот масштаб служит как бы связующим звеном между картами крупных масштабов, на которых отображаются детали, не наблюдаемые с Земли, и мелкомасштабными обзорными картами, которые для видимого полушария создаются по материалам наземных наблюдений. Обзорно-топографические карты этого масштаба применяются в навигационных целях, а также при некоторых картометрических работах, например, при сравнении опорных каталогов, при определении плотности нагрузки карты и т. д.

Топографические карты Луны в большинстве своем пока представляют собой комплекты, обеспечивающие посадки на Луну КК Apollo. Однако, кроме обеспечения прикладных задач космических исследований, эти карты уже сейчас необходимы как основа для составления тематических карт. Они удобны, например, для показа таких характеристик как плотность мелких кратеров, каменность, мощность реголита.

Рассмотренные лунные карты, что особенно касается мелкомасштабных карт, отличаются большим разнообразием масштабов, которое не является оправданным. Так, например, одновременно существуют карты масштаба 1:5 000 000 (серия LMP) и 1:5 500 000 (серия LSC); карты масштаба 1:2 500 000 (серия LOC) и 1:2 750 000 (та же серия) и т. д. Имея в виду, что лунный рельеф отличается редкостной монотонностью и что в нагрузке лунных карт будет еще долгое время преобладать тематическая направленность, представляется на современном этапе исследований весьма целесообразным сократить число рабочих масштабов. Анализ особенностей нагрузки лунных карт позволяет утверждать, что на данном этапе исследований Луны достаточно ограничиться масштабным рядом с уменьшением каждого последующего масштаба в 4—5 раз. Такой ряд может содержать, например, следующие масштабы [78]: 1:5 000 000, 1:1 000 000, 1:250 000, 1:50 000, 1:10 000.

Тематическое картографирование, которое должно играть важную роль в изучении Луны, развито в настоящее время недостаточно. Практически отсутствует комплексное карто-

графирование. Подавляющее большинство тематических карт создано на территорию видимого полушария, вследствие того, что исходными данными служат, в основном, результаты наземных наблюдений. Развитие космических съемок привело к появлению отдельных карт на небольшие участки обратного полушария, а также дало для видимого полушария материал, который невозможно получить наземными методами. В дальнейшем тематические карты, очевидно, будут создаваться путем комплексного картографирования, зачатки которого уже имеются [19, 36, 125, 143, 154, 185].

У6. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Основные характеристики лунных картографических материалов свидетельствуют о том, что традиционные принципы картографирования, выработавшиеся для Земли, в применении к Луне требуют извесгных корректив, вызванных своеобразием физической поверхности последней и методов ее изучения.

Картографированию всякой физической поверхности, как правило, предшествует определенный подготовительный этап, в процессе которого (хотя бы в первом приближении) решаются вопросы, связанные с установлением поверхности относимости и единой системы координат. Кроме того, в тот же период анализируется имеющаяся информация о состоянии и особенностях данной физической поверхности. При реализации следующего этапа — собственно создания карты — решаются вопросы выбора проекции, компоновки, системы условных знаков, названий и цветовой гаммы. Ниже в рамках описанной схемы рассмотрено решение перечисленных вопросов применительно к картографированию лунной поверхности.

1. ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЛУННЫХ КАРТ И АТЛАСОВ

Удаленность Луны от Земли и некоторые специфические черты лунной среды являются серьезными препятствиями для получения необходимой топографической информации. На современном этапе исследований для получения такого рода информации применяются два метода: классический — телескопическое фотографирование с Земли и появившийся лишь в последние годы — фотографирование с КА и КК.

Возможности телескопического фотографирования на современном этапе рассмотрены Мак А. и Тубург Ф. [122]. Они проводят сравнение методов наблюдений на рефракторах и рефлекторах, а также обсуждают различные фотографические материалы и способы их обработки. В заключение делается

вывод, что лучших результатов можно добиться на рефракторе с симметричным ахроматическим объективом при фотографировании на контрастную высокочувствительную пленку. Корал [111] также останавливается на вопросах фотографического разрешения, достижимого при наблюдениях с наземной аппаратурой. При этом он приходит к выводу, что теоретически возможное максимальное разрешение при фотографировании лунной поверхности с Земли составляет $0,23$ (~430 м). В 1958—60 гг. AMS была собрана и подробно проанализирована вся имевшаяся к тому времени телескопическая информация о лунной поверхности, которая и легла в основу карт серии TLM [155, 195, 207]. Одновременно силами ACIC при научной поддержке LPL было начато систематическое фотографирование Луны, по результатам которого была составлена и опубликована серия лунных атласов и фотокарт. Однако, указанная информация, обработанная AMS и ACIC USAF, в то время не исчерпывала возможностей наземных наблюдений. Поэтому ACIC была разработана рассчитанная на десятилетие (1960—1970 гг.) программа по созданию подробной и как можно более полной коллекции наземных лунных фотографий. Для выполнения этой программы были заключены контракты с целым рядом ведущих обсерваторий мира [102, 152].

В США работы велись на обсерваториях Мак Дональд, Маунт Вильсон, Маунт Паломар, а также на Ликской и Йеркской [102]. Кроме того, фотографирование Луны по упомянутой программе осуществлялось в Японии на Кванзанской обсерватории, в Индии в Хайдарабаде, в Египте на Хелуанской обсерватории. На последней для наблюдений использовался рефлексор с $f=33,3$ м и относительным отверстием $f/18$. Около 1000 негативов было получено на нем при хороших атмосферных условиях с угловым масштабом $6''/мм$ [152].

Однако, основным центром фотографических наблюдений стала обсерватория Пик-дю-Миди, где они велись в тесном контакте с Манчестерским университетом под руководством Корал [109, 110]. До 1964 г. на $24''$ рефракторе там было получено более 60 000 пластинок. В 1964 г. был введен в действие $43''$ рефлексор с $F/3,5$ для главного зеркала и двумя зеркалами Кассегрена с $F/15$ и $F/30$ [105]. Новый телескоп с теоретическим разрешением порядка $0,15$ использовался, в частности, для разработки методики фотографирования малых участков лунной поверхности с целью уточнения рельефа фотометрическим методом [167]. Практически на фотографиях Пик-дю-Миди максимальное разрешение достигает 900 м. Систематическое фотографирование проводилось на Пик-дю-Миди при различных фазах и либрациях.

При использовании фотографий для уточнения системы

плановых селенографических координат по положению лунных формаций применялись различные методики наблюдений. Так, например, для устранения случайных помех, вызванных турбулентностью атмосферы, либо делалось подряд 5 снимков и затем выводилось некоторое среднее положение объектов, либо экспозиция при фотографировании увеличивалась до 20 сек.

С той же целью одновременно Arthur [53] и группой сотрудников Манчестерского университета [136] была разработана методика фотографирования Луны на фоне звезд. При этом на Пик-дю-Миди работы велись на 600 мм рефракторе с фокусным расстоянием 18,22 м. Звезды до 14 величины включительно фотографировались на пленку Eastman Kodak 103-E с экспозицией 6 мин. Экспозиция при съемке Луны составляла 0,2 сек. Пластинки затем измерялись на координатометре 3030 фирмы Карл Цейсс Йена. Arthur использовал 25 пластинок, полученных на Йеркской обсерватории.

Что касается получения информации об относительных высотах, то, например, Корал [111] подчеркивает, что по теням могут определяться неровности рельефа вплоть до 10 м. Для выявления топографических особенностей лунной поверхности на Пик-дю-Миди проводилась также кинематографическая съемка Луны вблизи терминатора [106]. При этом время экспозиции уменьшалось в 10—100 раз по сравнению с фотографированием.

Sudbury P. V. [166] разработал принципы оценки качества изображения, каталогизации и дальнейшего использования фотографий, получаемых на Пик-дю-Миди, в Хелуане и Хайдарабаде. По оценкам Sudbury хорошим разрешением обладает около 2% фотографий, наилучшим — 0,1%. В настоящее время коллекция фотографий Пик-дю-Миди насчитывает более 100 000 снимков.

Корал [104] формулирует цели фотографирования Луны наземными средствами на современном этапе как определение точной геометрической фигуры Луны и постоянных физической либрации, а также изучение слаборасчлененного рельефа на лунных равнинах.

Изучение данных современных фотографических наблюдений Луны позволило существенно уточнить отдельные детали лунного рельефа. Было открыто и отмечено множество малых кратеров, куполов, линейментов и других форм рельефа. Эти данные были учтены при рисовке серий карт LAC и AIC.

Что касается использования наземных картографических материалов при составлении будущих карт Луны, то оно представляется весьма ограниченным, поскольку материалы, поступающие с КА и КК, гораздо более информативны.

Фотографирование лунной поверхности с космических объектов, начиная с 1959 г., неоднократно осуществлялось в

различных вариантах и различными способами [97, 135]. При этом информация каждого нового космического эксперимента являлась ощутимым вкладом в развитие лунной картографии.

В 1959 г. было проведено первое фотографирование Луны в пролетном варианте. Станция Луна 3, пройдя на расстоянии порядка 65 000 км от Луны, передала серию изображений ее обратной стороны, позволивших вынести суждение о глобальных особенностях строения лунной поверхности. Результатом обработки, переданных изображений, явились первые карты-схемы обратной стороны Луны. Полет в 1965 г. АМС Зонд 3, выполненный в том же варианте, существенно дополнил и уточнил материалы Луны 3. Лишь после полета Зонда 3 стало возможным составление первой полной карты Луны [48].

Развитием пролетного варианта съемки можно считать облет вокруг Луны с последующим возвращением КА и КК на Землю. В подобном эксперименте фотопленка доставляется на Землю, где и подвергается дальнейшей обработке. Ценность подобных снимков заключается в том, что они свободны от погрешностей космического телевидения, различные методы которого используются при всех других вариантах съемки [23].

Изображения Луны на фотопленке впервые были доставлены на Землю КА серии Зонд (Зонд 5, 6, 7, 8) [2]. При полете Зонда 6 съемка выполнялась серийным аэрофотоаппаратом (f объектива — 400 мм, размер кадра — 13×18 см, разрешающая способность системы — 50 линий/мм), подвергшимся определенной модификации. Последняя заключалась в придании аппарату высоких измерительных свойств благодаря впечатыванию на снимок контрольных координатных меток, а также регистрации на магнитофоне режима работы затвора и марок времени [25]. Снимки, полученные с этого КА, обладают хорошим качеством, но поскольку большая часть их была сделана на расстояниях порядка нескольких тысяч километров от Луны, они использовались лишь для мелкомасштабного картографирования.

Первые КК серии Apollo (Apollo 8, 10, 11, 12, 13, 14), также доставившие на Землю фотопленку, вели съемку лунной поверхности с орбиты ИСЛ камерами Hasselblad [90]. Основные модификации камеры сводились к использованию новых широкоугольных объективов фирмы Цейсс, прозрачных пластинок с сеткой для вычисления поправок за дисторсию изображения и введения серебряного покрытия для уменьшения температурных влияний. Главное отличие применявшейся пленки Kodak состояло в уменьшении до 25 м толщины подложки, что позволило заметно увеличить длину пленки при той же кассете. В качестве эмульсионного слоя использовался полиэфир, инертный в атмосфере кабины КК.

Вариантом съемки, позволившим выполнить экспериментальное картографирование в средних и крупных масштабах, явилось свободное падение ориентированного КА на лунную поверхность с непрерывной передачей телеизображения вплоть до момента удара. Этот вариант впервые был осуществлен в 1964—65 гг. КА Ranger 7, 8, 9 [179, 215, 221]. Передача изображений велась в интервале высот от 2100 м до 300 м с разрешением на местности на последних кадрах до 0,3 м. Всего КА этой серии передали около 20 000 кадров, содержащих информацию о мезорельефе Луны, которая до того времени полностью отсутствовала.

Вариант мягкой посадки на поверхность Луны КА серий Луна и Surveyor (1966—1970 гг.), сопровождавшийся передачей круговых панорам, позволил получить, в частности, данные о микрорельефе Луны. Картографической продукцией этих экспериментов явилась серия топографических планов и схем, выполненных в разных масштабах и отнесенных к различным точкам лунной поверхности.

Однако, для всех перечисленных выше вариантов съемки, задачи, связанные с созданием картографической продукции, являлись лишь сопутствующими. Полученные материалы давали возможность выполнять методические проработки, получать фрагменты карт разных масштабов, разрабатывать технологию составления этих карт, но не больше. С другой стороны, подготовка в США высадки человека на Луну требовала подробных карт вплоть до самых крупных масштабов. Очевидно, что все необходимые для этого материалы мог доставить лишь фотографический спутник Луны. Эту задачу решила серия ИСЛ Lunar Orbiter. В период с августа 1966 по август 1967 гг. было запущено 5 спутников, передавших на Землю богатую информацию о лунном рельефе [115]. Эту информацию, в частности, можно было использовать для создания разнообразной картографической продукции [144].

Фотографирование лунной поверхности с КА Lunar Orbiter выполнялось одновременно широкоугольной ($f=80$ мм) и узкоугольной ($f=610$ мм) фотокамерами на одну и ту же фотопленку шириной 70 мм [155]. Фотографирование первыми тремя КА велось в основном в периселении с высоты 46 км над поверхностью на приэкваториальных орбитах. При оптимальных высотах съемки разрешение телефотоснимка на местности составляло для первой камеры — 8 м, для второй — 1 м. Масштабы реконструированных на Земле фототелевизионных снимков соответствовали (примерно 1 : 100 000 (широкоугольная камера) и 1 : 10 000 (узкоугольная камера)). Одновременное фотографирование участка поверхности с высоким и средним разрешением при соответствующем подборе масштабов сделало возможным последовательную координатную привязку снимков различных масштабов вплоть до самых круп-

ных [101]. Два последних КА этой серии использовались для съемок в научных целях с больших высот на полярных орбитах.

Всего в результате полетов пяти КА Lunar Orbiter было получено около 6000 кадров с изображением лунной поверхности. Следует отметить, однако, что полученные материалы были неоднородны по качеству. Среди них имелись фотографии высокого и среднего разрешения, плановые и перспективные, сделанные с больших и малых высот [82]. Кроме погрешностей, вносимых аппаратурой космического телевидения, существенное влияние на результаты оказали такие источники ошибок, как ошибки определения положения КА в пространстве, определения высоты КА над поверхностью Луны, ошибки в определении времени экспозиции и т. д. В результате анализа перечисленных выше источников ошибок Министерством обороны США (DOD) был сделан вывод, что практически окажется невозможным добиться запланированной геометрической достоверности, точности и правильности при воспроизведении изображений лунного рельефа и его картографировании [152].

Davies M. и Murray V. [73] дают количественную оценку результатов фотографирования Луны, выполненных с помощью КА и КК за период 1959—1969 гг. (от Луны 3 до Apollo 11). Ими подробно рассматриваются условия и технология съемок. Сравнение качества фототелевизионных изображений проводится на примере отождествления одноименных деталей рельефа. Отмечаются преимущества возврата пленки на Землю. Некоторые количественные характеристики систем передачи изображения с космических объектов на Землю имеются в [199].

Родионов Б. Н. [23] подробно останавливается на особенностях различных методов космического телевидения. Он рассматривает следующие варианты:

- 1) мгновенное запоминание изображения на мишени передающей телевизионной трубки и медленное его считывание;
- 2) медленное сканирование объекта съемки электронно-механическим устройством;
- 3) запоминание изображения фотографическим путем (экспонирование и проявление снимков на борту КА) и последующее медленное считывание его «бегущим лучом» или другим методом.

Первый принцип был положен в основу телевизионной системы КА Ranger. При этом параметры телекамеры, представляющие наибольший интерес для картографирования, были таковы: $f=25$ мм, угол зрения — 25° , светосила 1:0,95, время экспозиции 1/200, число строк разложения в телекадре — 300, суммарное время передачи одного кадра, включая время подготовки, — 5,12 сек. Достоинство метода состоит в

сравнительно быстрой передаче информации, что необходимо в случае падающего аппарата, а основной недостаток — небольшое разрешение передающих трубок.

Примером механической телевизионной системы является аппаратура, установленная на АЛС Луна 9 для получения круговых панорам. Основные параметры ее: угол обзора $30^\circ \times 360^\circ$, число элементов в строке — 500, число строк на 360° — 6000, время обзора одной панорамы — 100 мин. Преимущества этой системы — высокая четкость изображения, малый вес, габариты и энергопотребление; самый существенный недостаток — невозможность применения с быстро движущихся КА.

Наиболее перспективными с точки зрения съемок для картографирования планет являются фототелевизионные системы. Системы такого рода были первоначально применены на АМС Луна 3, а впоследствии на ИСЛ Lunar Orbiter. Преимуществом подобных систем является высокое разрешение фотоснимков, малые потери информации благодаря считыванию снимков по частям, большой захват местности, возможность выбора времени передачи сеансов изображений.

Для улучшения измерительных свойств космических снимков, получаемых при помощи короткофокусных объективов, (Biogen, $f=60$ мм и Planar, $f=100$ мм) NASA использует специальные стеклянные пластинки с координатными метками, установленные перед фотопленкой на расстоянии 0,1 мм [187]. Координатные метки выполняются в виде сетки крестов. Защита от влияния статического электричества обеспечивается покрытием пластинки тонкой прозрачной электропроводящей пленкой, соединенной с корпусом камеры.

Большой интерес в настоящее время представляют материалы фотосъемок Луны с КК Apollo 15 и 16. На этих КК впервые был установлен картографический комплекс аппаратуры [59, 217], включающий:

- 1) Картографическую камеру с фокусным расстоянием 76 мм и форматом кадра 114×114 мм. При высотах фотографирования порядка 100 км обеспечивалось разрешение на местности около 25—60 м. Для учета деформации фотоматериала на прижимное стекло через 10 мм наносилась сетка крестов. Дисторсия объектива по полю кадра составляла $\pm 0,050$ мм. Камера перед полетом калибровалась по снимкам звезд. Точность определения фокусного расстояния составляла 0,002 мм.

- 2) Панорамную камеру с фокусным расстоянием 610 мм для получения снимков высокого разрешения (в картографических целях). Формат кадра 114×1140 мм. Угол конвергенции $12^\circ,5$.

- 3) Звездную камеру с фокусным расстоянием 76 мм. Формат кадра 32×25 мм. Сетка крестов на прижимном стекле

наносилась через 5 мм. Выдержка составляла 1,5сек. На снимках получаются изображения в среднем около 30 звезд до 6 звездной величины включительно.

4) Лазерный высотомер, с точностью измерений ± 2 м.

Фотосъемка лунной поверхности картографической камерой выполнялась синхронно со съемкой звезд и измерениями высоты фотографирования. Момент экспозиции с точностью до $\pm 0,001$ сек и высота фотографирования фиксировались на пленке обеих камер. Предусматривалась компенсация сдвига изображения с точностью до 3%.

Съемка с КК Apollo 15 выполнялась на 18 витках: из них на 14 витках велась плановая съемка, на 4 витках — перспективная съемка. Общий захват территории составлял около 10% лунной поверхности ($4\,000\,000\text{ км}^2$). Продольное перекрытие плановых снимков колебалось от 40% до 75%. Перекрытие между маршрутами составляло около 56%. Число плановых снимков — 1740, перспективных — 495, снимков звезд — 3272, из них снимков хорошего качества — 2343. Количество лазерных измерений — 1100. Число лазерных измерений, выполненных синхронно с фотографированием звезд — 1000.

Аналогичным картографическим комплексом предполагается вести съемку Луны с КК Apollo 17. В результате полетов Apollo 15, 16, 17 американские специалисты надеются покрыть высококачественными фотоснимками около 20% поверхности Луны.

2. ПЛАНОВАЯ ОСНОВА

Из первой части обзора следует, что все мелкомасштабные карты Луны, издававшиеся в США в последние годы, опираются на системы координат, реализуемые каталогами AMS, 1964 г., (256 точек) и ACIC, 1965 г. (196 точек). Листы карты LAC, издание которых началось в 1961 г. и продолжалось несколько лет, в различные периоды базировались на различных источниках. Так, для первых 19 листов (1961—1964 гг.) были использованы опорные точки Franz, Saunder и Orthographic lunar atlas; последующие 6 листов опирались на точки сводного каталога Arthur и каталога Baldwin. Наконец, начиная с декабря 1965 г. в качестве основы для карты была введена система ACIC (196 точек). Что касается карт средних и особенно крупных масштабов, то для них большей частью использовались в качестве опоры местные системы координат, задаваемые орбитальными данными.

Создание по наземным материалам каталога DOD, 1966 г. не привело к заметному улучшению системы и в связи с этим он так и не нашел применения при составлении карт. По заданию NASA Arthur продолжает работу над каталогом се-

ленографических координат, используя фотографии Луны на фоне звезд [51, 54, 56].

Карты Луны, издаваемые в СССР, базируются на системе координат, задаваемой каталогами ГАО АН УССР (160 точек, 500 точек). Последний по времени издания, сводный каталог ГАО АН УССР (2580 точек), который является переработкой большинства существующих каталогов, при составлении карт до настоящего времени еще не использовался.

При задании основы мелкомасштабных лунных карт и фотокарт в последние годы стал применяться метод ректификации лунных фотографий [27, 178], уже давно успешно использовавшийся при создании лунных атласов для развертывания изображений краевых и либрационных зон. Так, на базе материалов Зонда 3 этим способом была осуществлена координатная привязка 14 снимков обратного полушария Луны и затем составлен каталог опорных точек западной либрационной зоны и восточного сектора обратной стороны [16]. Составление карты The Earth's Moon по материалам Lunar Orbiter также велось методом ректификации. Дальнейшему применению метода способствует разработка Липским Ю. Н. и Чикмачевым В. И. унифицированного мультиплекса, конструкция которого делает возможным оптическое проектирование фотоизображений на специальные экраны [17]. Применение экранов в виде поверхностей близких к физической поверхности планет, позволяет учитывать кривизну и сразу переходить на соответствующие математические поверхности относимости. В наборе экранов унифицированного мультиплекса имеются плоский экран, заимствованный из аэромультipleкса; несколько сферических экранов (максимальный радиус 281 мм), сферический сегмент (радиус 1738 мм, хорда — 1 м). Полые внутри сферические экраны изготавливаются из алюминиевого сплава. Отклонение радиуса сферы от номинала не превосходит 0,1 мм. Часть экрана покрывается сеткой меридианов и параллелей. Для прибора предусмотрены горизонтальные и вертикальные оси вращения. Осуществляя ректификацию снимков с помощью унифицированного мультиплекса, можно получать фотокарты, развивать опорную сеть, составлять карты различного назначения.

Фотограмметрические методы широко применялись для сгущения опорной сети при составлении региональных и локальных карт по материалам КА серий Ranger и Lunar Orbiter. Wolf P. [184], излагая методы обработки снимков КА Ranger подчеркивал, что применение обычных фотограмметрических методов было затруднено из-за мелких масштабов съемки, отсутствия точной координатной сети, использования нестандартной камеры, больших изменений масштабов при переходе от снимка к снимку и отсутствия ориентиров-опозна-

ков, а также малых величин отношений B/H ($\ll 0,1$), то есть из-за низких геометрических качеств снимков. Для реализации исходных данных был разработан специальный метод аналитической фотограмметрии с использованием координат КА. Каждая опорная точка опознавалась на 4 снимках. Полученные уравнения решались по способу наименьших квадратов. В [224] сообщается о попытке совместной обработки снимков Ranger 8 и 4 ликских пластинок с целью привязки к селенодезической основе, полученной наземными методами.

Методы аналитической фотограмметрии были также применены при сгущении селенодезической опорной сети по данным Lunar Orbiter 4. При этом для определения элементов внешнего ориентирования использовались эфемериды движения КА. В результате была получена свободная сеть, которая затем могла быть привязана к наземной селенодезической основе [186].

Вопросы создания фотограмметрическим путем основы на участки предполагаемой посадки КК серии Apollo по материалам Lunar Orbiter 1, 2, 3 подробно изложены Light D. [119]. King R. [101] проводит сравнение результатов обработки данных Lunar Orbiter 1, 2 и 3. При этом подчеркивается, что благодаря введению сетки крестов на снимки Lunar Orbiter 3 точность обработки повысилась примерно на 50% по сравнению с результатами Lunar Orbiter 1 и 2.

Первоначально АСИС планировало в целях обеспечения мелкомасштабного картографирования обратной стороны Луны создать каталог опорных точек по материалам съемок Lunar Orbiter 4 и 5. В процессе работы выяснилось, что эти материалы не обладают метрическими свойствами, достаточными для проведения указанной работы. Более того, каталог АСИС positional reference system, 1969 г. следует считать неудачным термином, поскольку такого каталога реально не существует [60, 149].

Материалы съемок Луны с КК Apollo 15 и 16, а в последующем и с Apollo 17, предполагается использовать для создания весьма точной локальной селенодезической системы координат. Для этой цели будут также применены методы аналитической фототриангуляции. В качестве первого этапа обработки материалов съемок уже выполнено экспериментальное фототриангулирование по семи снимкам лунной поверхности совместно со снимками звезд, полученными с трех различных витков. Измеренные на снимках координаты точек были исправлены за деформацию фотоматериалов, за дисторсию фотообъектива и за сдвиг изображения.

Угловые элементы внешнего ориентирования (из обработки звездных снимков) и координаты центров проектирования (из орбитальных данных) включались в совместную обработ-

ку со своими дисперсиями. Предварительный анализ показал, что ожидаемая относительная точность фототриангулирования с использованием снимков звезд и орбитальных данных составит около 60 м. Абсолютная погрешность составит при этом около 1 км. Общее число снимков Apollo 15, отобранных для построения сети равно 850. Весь блок делится на 17 участков и в качестве начального этапа будет проведена раздельная обработка каждого участка, а затем планируется совместная обработка всех 14 маршрутов. Предполагаемая плотность сети — 1 точка на 900 км². Ориентировочный срок окончания работ по уравниванию фототриангуляционной сети по данным Apollo 15 — конец 1973 — начало 1974 гг.

По материалам съемок КК Apollo 15, 16, 17 планируется в будущем составление карт масштабов 1 : 100 000 и 1 : 20 000.

3. ВЫСОТНАЯ ОСНОВА

Впервые информация о лунном рельефе посредством горизонталей была представлена на картах AMS, составленных в начале 1960-х годов. Анализ имевшихся в то время фотографий Луны показал, что стереофотограмметрическая обработка определенным образом подобранных пар снимков, полученных при различных либрациях, делает возможным составление топографической карты Луны масштаба 1 : 5 000 000. Анализ коллекции снимков Луны Парижской обсерватории (1896—1907 гг.) позволил отобрать 8 пар снимков, по которым была проведена стереофотограмметрическая обработка и рисовка рельефа топокарты этого масштаба (серия TLM) [137]. Позднее на более обширном фотоматериале тем же методом в AMS были составлены и другие карты этой серии. На всех картах серии TLM сечение рельефа составляло 1 км, полугоризонталю проводились через 0,5 км.

Данные об относительных высотах рельефа для карт серий LAC, AIC, RLC были получены АСИС USAF методом измерения теней [8, 188, 200, 222]. При этом использовались одиночные микроденситометрические разрезы, серии разрезов той же тени на последовательных негативах и серии разрезов многих теней на одном негативе. На листах карты LAC, отображающих центральную часть диска, сечение горизонталей составляло 300 м, полугоризонталей — 150 м, на картах AIC и RLC имелись лишь отметки абсолютных и относительных высот.

Одновременно в AMS Light D. L. провел эксперимент по построению рельефа аналитическими методами на базе снимков Ranger [119, 120].

При картографировании перспективных районов исследований Луны по материалам Lunar Orbiter 5 и при создании комплектов карт на районы предполагаемой высадки КК

Apollo рисовка горизонталей через 400 м и полугоризонталей через 200 м проводилась на основе стереофотограмметрической обработки снятых стереопар.

4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Batson R. M. критически рассмотрел вопросы фотограмметрии изображений, передаваемых космическими станциями с поверхности планеты [57]. Он сформулировал условия, необходимые для достижения желаемого стереоэффекта. Он отмечает преимущества вертикального базиса, имеющего место в случае использования зеркал, поскольку при этом увеличивается охват территории. Автор рекомендует для обработки метод «Phototrig» — моноскопическую фотограмметрию с измерением теней деталей рельефа.

В [103] для построения лунных карт предлагается использовать стереомат с выходом на вычислительную машину. Описывается программа, составленная для обработки снимков Луны, сделанных с орбиты ИСЛ. Специальная подпрограмма делает возможным построение высотной части карты в горизонталах.

Haralick R. M. и Kelly G. L. [89] рассматривают возможности автоматизации дешифрирования и составления карт по изображению одного и того же участка местности, полученного одновременно в радио-, ИК и видимом диапазоне. При этом возникают две проблемы: деление изображения на элементы, отличающиеся друг от друга, и последующая группировка этих элементов по одинаковым признакам. Изображение рассматривается в многомерном пространстве (две координаты на плоскости, яркость и участок спектра). В работе приводится математическая теория и алгоритм, объединяющий элементы в группы. Указывается, что надежность отождествления элементов зависит от разрешения, количества уровней яркости при квантовании изображения и количества распознаваемых объектов. Пример совместной обработки системы из трех изображений одного и того же участка просчитан в диапазоне 400—500, 520—550 и 810—900 м μ . Для кодирования передаваемых на Землю изображений планет, получаемых с КА и КК, предполагается использовать принцип объединения элементов изображения в группы. При этом можно передавать только код группы, в которой находится элемент разрешения, что значительно уменьшает полосу частот, необходимую для передачи.

5. ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ЛУННЫХ КАРТ

Carder R. W. в 1963 г. рассмотрел точности изображений карт, составленных ACIC USAF по данным наземных наблюдений [67]. По его мнению, точность этих карт в основном

зависит от точности опорных каталогов и, кроме того, от ошибок, хотя и существенно меньших, которые вносит сам процесс составления карты.

Координатная привязка фотографий обратной стороны Луны велась советскими и американскими учеными различными методами. Советские специалисты использовали для привязки опорные точки видимой стороны и затем, после передачи координат через всю обратную сторону для замыкания вновь прибегали к опорным точкам видимой стороны. Американские специалисты опирались на координаты проекции подаппаратной точки в момент фотографирования, которые получались из траекторных измерений с точностью, с которой велись эти измерения. В результате в данных американских и советских ученых обнаружилось заметное расхождение, особенно в плановом положении деталей рельефа. Сравнением американских и советских картографических материалов занимался Rühl [145]. Он пришел к выводу, что максимальные расхождения в плановом положении деталей обратной стороны на советских и американских картах достигают по долготе 7°, по широте 3°. В среднем ошибки составляют 1°,5. В настоящее время эти величины при повторной обработке данных удалось несколько уменьшить. Сравнение карт обратной стороны с точки зрения плотности нагрузки было проведено Madlow E. [121].

Наиболее интересной работой по оценке точности лунных карт в настоящее время является публикация Bizzell R. и Joostel R. E. [60]. Эксперименты, проведенные во время полетов КК Apollo 8, 10, 12 позволили выполнить некоторую оценку точности отдельных лунных карт. В поясе, протяженностью примерно 230° по долготе были выбраны 16 опорных точек (кратеры диаметром от 100 до 1500 м), селеноцентрические координаты которых были определены при помощи бортового навигационного устройства. Координаты одних и тех же точек определялись на различных витках и в различных полетах. Точность определения координат составляла ~300 м. Затем эти опорные точки опознавались на различных лунных картах. Точность опознавания составляла ~100—250 м. Координаты точек с карт были сопоставлены с координатами, полученными из наблюдений с КК. Для карты масштаба 1 : 2 500 000 максимальные расхождения (обратная сторона) достигали по широте и по долготе ~26 км, для карт масштаба 1 : 1 000 000 и крупнее — 2,6 км. Наибольшие расхождения приходились на краевые зоны и обратную сторону Луны. Это объясняется тем, что при сравнении в основном использовались карты, составленные по материалам Lunar Orbiter, а также привязкой к орбитальным данным, которые получают со значительными погрешностями из-за неточного знания па-

раметров лунного гравитационного поля. Автор выражает надежду, что материалы полетов Apollo 15, 16, 17 позволят уточнить координаты опорных точек и выполнить более детальную оценку точностей лунных карт.

6. ПОВЕРХНОСТЬ ОТНОСИМОСТИ

В качестве поверхности относимости для всех без исключения выполнявшихся до последнего времени картографических работ использовалась сфера, центр которой, вообще говоря, не совпадал с центром масс Луны. При этом встречались лишь небольшие отклонения от широко распространенного значения радиуса сферы $R=1738,0$ км. Например, для топографических мелкомасштабных карт серии TLM [233, 234] $R=1737,988$ км, в каталоге Arthur [55] и на его карте-схеме $R=1738,1$ км.

Однако сферу в качестве поверхности относимости в лунной картографии следует рассматривать как первое приближение. Изучение характера эквипотенциальных поверхностей у поверхности Луны (фигуры селеноида) выдвинуло некоторые аргументы в пользу трехосного эллипсоида в качестве следующего приближения для лунной поверхности относимости. В частности, было выявлено некоторое уменьшение перепадов высот селеноида по отношению к эллипсоиду по сравнению с перепадами высот относительно сферы. В то же время средние отклонения высот селеноида от лунного эллипсоида примерно в 5 раз больше, чем отклонения геоида от земного эллипсоида [35]. Очевидно, что вопрос о замене в качестве поверхности относимости сферы эллипсоидом нуждается в дальнейшем изучении и, по общему мнению, в ближайшем будущем отказ от сферы как основы для картографирования был бы преждевременным. Требуется решения также вопрос о совмещении центра поверхности относимости с центром масс Луны. Более подробно состояние этой проблемы освещено в главе «Фигура и гравитационное поле Луны» настоящего сборника.

Что касается принятой величины радиуса сферы, то появившиеся в последние годы крупномасштабные карты серий LTP, LP, LTM, составленные по материалам Lunar Orbiter, являются своего рода исключением. Для них в качестве значения радиуса принималась величина радиуса-вектора, определенного из траекторных измерений для данного участка орбиты. При этом локальная координатная система автоматически относилась к центру масс Луны с точностью знания элементов орбиты.

7. ПРОЕКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЛУННЫХ КАРТ

Как следует из первой части обзора, уже издано более 20 различных карт полушарий Луны. Однако диапазон про-

екций, применявшихся при их составлении, достаточно узок. При этом до недавнего времени видимое полушарие Луны, как правило, отображалось лишь в перспективных проекциях, хотя Maling D. [123] уже в 1965 г. рекомендовал обращаться к равновеликим и равноугольным проекциям.

Перспективная поперечная ортографическая проекция была, например, применена при составлении фотокарт серии LEM [237, 239]. На этих картах при удачном отображении центральной материковой области, восточной части Oceanus Procellarum, Mare Serenitatis, Mare Tranquillitatis, Mare Nubium теряется западная часть Oceanus Procellarum, с большими искажениями передаются Mare Crisium, Mare Humorum, северо-западная область Mare Imbrium, Mare Frigoris. Кроме того, полностью пропадают краевые области, включающие Mare Smythii, западную оконечность Mare Orientale, а также серию крупных кратеров.

В косой позитивной внешней перспективной проекции составлена Фотокарта видимого полушария Луны [49]. Поскольку полюс проекции смещен в северо-восточном направлении, то на данной карте наиболее полно отображена восточная краевая зона видимого полушария Луны. При этом получено развернутое изображение Mare Frigoris, Mare Crisium, Mare Fecunditatis; хорошо различимы Mare Smythii, Mare Marginus и крупные кратеры восточной либрационной зоны. Следует отметить, что в указанной проекции нагляднее, чем в ортографической передается сферичность изображения, так как и меридианы и параллели являются в этом случае кривыми линиями.

Поперечная модифицированная стереографическая проекция использовалась при составлении карты серии TLM [233]. Целью модификации было увеличение захвата отображаемой лунной поверхности [137]. Как сообщает Nowinski [138] модификация проекции заключалась в том, что ее центр проектирования был помещен не на поверхности сферы (как это должно быть согласно определению стереографической проекции), а был удален от поверхности сферы на некоторое конечное расстояние, равное 7 355,33 дюйма (~ 184 м). В то же время Maling [123] указывает на неточность, допущенную Nowinski при определении проекции, утверждая, что ее скорее следует считать перспективной азимутальной. В отличие от описанных выше проекций, в стереографической проекции происходит быстрое расширение площадей в направлении от центра изображаемой территории. В применении к Луне это означает, что лишь участок материка в центре диска будет иметь допустимые искажения.

Широкое применение для карт видимого полушария Луны перспективных проекций объясняется прежде всего характером составительских материалов (наземных фотографий).

Кроме того, в этих проекциях привлекает то обстоятельство, что Луна в них выглядит именно так, как она наблюдается с Земли.

Появление фотографий Луны, переданных КА, которые позволили перейти к составлению карт обоих полушарий Луны, привело к некоторому расширению диапазона проекций. В частности, появились карты полушарий, составленные в перспективных азимутальных проекциях. Westfall J. еще в 1960 г. обратил внимание на то, что этот тип проекций со временем найдет широкое применение в селенографии [180]. Несколькими лет спустя эту же мысль в [74] подчеркивает Dumitrescu V.

Поперечная азимутальная равновеликая проекция Ламберта была применена при составлении карты The Earth's Moon [228]. Следует отметить, что применение этой проекции заметно повысило читаемость и наглядность изображения периферийных и краевых областей полушарий Луны.

В поперечной азимутальной равнопромежуточной проекции Постеля составлена Carte de la Lune [191]. То, что проекция Постеля является наиболее изящной в отношении комбинации искажений углов и площадей, выгодно отличает ее от описанных выше проекций. В результате в проекции Постеля, как и в проекции Ламберта, изображение не только периферийных, но и краевых, либрационных зон достаточно наглядно и хорошо читается. Однако в отличие от проекции Ламберта, в проекции Постеля менее заметны искажения формы отображаемых деталей лунной поверхности. В этом смысле Carte de la Lune представляется наиболее удачным вариантом обзорных карт полушарий Луны, имеющих справочное назначение (однако, эта карта имеет ряд существенных недостатков в своем содержании).

Что касается проекций, применявшихся при создании лунных карт экваториальных зон различной протяженности, то их составители большей частью прибегали к проекции Меркатора. В этой проекции составлены карты серий LMP, LFC, LOC, LEMC, LSC, AIC и т. д. Кроме того, для Полной карты Луны использовалась произвольная цилиндрическая проекция [48] и для листов карты LAC, отображающих средние широты, — конформная коническая проекция Ламберта [200]. При этом, например, постоянные произвольной цилиндрической проекции были подобраны таким образом, чтобы показать как можно более широкую экваториальную зону без больших искажений.

В настоящее время и советские, и американские специалисты высказываются за составление карт средних масштабов в поперечных цилиндрических проекциях.

Листы с изображением полярных областей Луны, как правило, входят как составная часть в компоновку полных карт

Луны, в которых отдельно изображаются экваториальные зоны. На советской Полной карте Луны полярные области даны в азимутальной равноугольной проекции [48], на картах серий LFC, LMP в полярной гномонической [205, 206].

Краткий обзор принятых проекций лунных карт показывает, что, например, на картах полушарий наиболее удачно отображается центральная часть диска, в отдельных случаях также хорошо читаются периферийные и краевые области. Однако при этом сильно возрастают искажения углов и площадей.

Составление лунных карт различных масштабов вплоть до самых крупных является в настоящее время безусловным основанием для всестороннего анализа используемых проекций и подготовки рекомендаций по их выбору в зависимости от назначения карты и конфигурации охватываемой ею территории.

8. НОМЕНКЛАТУРНАЯ РАЗГРАФКА

Лунные карты средних и крупных, а в отдельных случаях и мелких масштабов, так же как и земные, многolistны и для каждого из масштабов должны представлять собой связную серию листов, границы которых совпадали бы с меридианами и параллелями. Связь листов осуществляется, как правило, посредством соответствующей номенклатурной разграфки. Для Земли в основе разграфки лежит лист карты масштаба 1:1 000 000, причем обозначения листов являются международными. Для Луны в настоящее время существует номенклатурная разграфка карты LAC масштаба 1:1 000 000, издаваемой в США [8, 200], и деление листа этого масштаба на листы масштаба 1:500 000 [188]. Согласно принятой разграфке карта LAC должна состоять из 144 листов, при этом листы, расположенные в экваториальной зоне имеют размеры 16° по широте и 20° по долготу. Лист масштаба 1:500 000 представляет собой 1/4 листа масштаба 1:1 000 000. Кроме того, в СССР предложена полная система разграфки вплоть до масштаба 1:10 000 [78]. В этом варианте разграфки сохраняются те же размеры для листа карты масштаба 1:1 000 000. Однако нулевой меридиан располагается в середине первой колонны, что позволяет покрыть целым числом листов экваториальную зону как видимого так и обратного полушарий Луны без перекрытий. В номенклатуру листа масштаба 1:1 000 000 предлагается добавить букву, отмечающую его принадлежность к тому или другому полушарию. В отличие от земных карт средних и крупных масштабов, для Луны кажется целесообразным использовать латинский алфавит, так как желательно иметь номенклатуру, единую в международном понимании. Это облегчило бы как научное, так и кос-

монавтическое сотрудничество. В предлагаемой разграфке размеры рамок в градусной мере для средних масштабов выражаются целым числом градусов, для крупных масштабов — круглыми десятками минут, что упрощает запоминание и работу с различными листами карт.

Очевидно, что для окончательного решения вопроса о номенклатурной разграфке необходимо обсуждение на международном уровне, результатом которого должно быть утверждение единой общепринятой номенклатурной разграфки для карт Луны.

9. МЕТОДЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ НАГРУЗКИ

Как показала практика составления лунных карт, главным элементом их нагрузки является рельеф и результаты изучения физических свойств поверхности. Существует несколько методов изображения лунного рельефа, причем основными из них являются:

1. Монтаж оригинальных фотографий или телевизионных кадров.

2. Рисовка рельефа на основе фотографий или телеинформации.

Кроме того, возможно изображение рельефа в условных знаках, например, при составлении масштабных карт-схем.

За последние годы была издана целая серия фотокарт Луны различных масштабов. Изображение рельефа на них сохраняет все достоинства и недостатки, характерные для фотографических и телевизионных изображений. С одной стороны, соблюдается подобие изображения в пределах разрешения системы, четкость и однозначность. С другой стороны, неизбежно присутствие помех, вносящих некоторую дезинформацию, отсутствует генерализация. У лунных фотографий имеется также существенный с картографической точки зрения недостаток, присущий только им, причиной которого является специфика лунной поверхности. В зависимости от угла падения солнечных лучей вид изображения снимаемой территории меняется до неузнаваемости. Исключение составляют лишь фотографии, сделанные в полнолуние, но на них очертания деталей рельефа становятся расплывчатыми и плохо опознаваемыми. Выходом из положения является использование мелкомасштабных фотографий, охватывающих большие территории. В качестве примера можно привести Фотокарту видимого полушария Луны масштаба 1 : 5 000 000, изданную в СССР. Она опирается на фотографии восточной и западной части видимого полушария, имеющие диаметрально противоположное освещение. Расхождения в освещении сказываются лишь на стыке фотографий. Создание же карт средних и крупных масштабов возможно лишь на ограничен-

ные участки, где сохраняется однообразие в освещении. Однако, при всех условиях практическое использование фотокарт этих масштабов всегда будет лимитироваться условиями освещения.

Обзор существующих карт показывает, что на практике больший смысл приобретают рисованные карты с единым условно заданным освещением, которое, однако, не является доминирующим фактором в изображении рельефа. Уже имеется некоторый опыт создания подобных лунных карт масштаба 1 : 5 000 000, 1 : 1 000 000, 1 : 500 000 и существуют отдельные пробы крупных масштабов на ограниченные участки.

Картографическая служба Армии США (AMS) провела ряд экспериментов по отработке методики изображения рельефа на лунных картах [195]. Первые топографические карты составлялись AMS в нескольких вариантах в зависимости от способа изображения рельефа. При этом были опробованы следующие способы представления рельефа:

- 1) горизонтали;
- 2) послойная окраска;
- 3) сочетание горизонталей с послойной окраской;
- 4) сочетание горизонталей с отмывкой;
- 5) сочетание горизонталей с отмывкой и с послойной окраской.

Следует отметить, что во всех случаях отмывка производилась механическим способом.

В результате эксперимента AMS предпочтение было отдано сочетанию отмывки с горизонталями, что и является до настоящего времени основным способом изображения рельефа на американских лунных картах.

Однако, вопрос об изображении лунного рельефа нуждается в дальнейшей проработке, так как проведение горизонталей оправдывает себя лишь при характеристике рельефа на обширных территориях. Рисовка же всех без исключения кратеров в горизонталях необоснованно увеличивает нагрузку карты, тем более, что на ней, как правило, есть данные о глубине кратера, его диаметре, высотах вала. Никакой дополнительной информации к этим цифрам для кратеров правильной формы горизонтали не добавляют. В то же время, послойная информация о рельефе является для лунных топографических карт практически основной информацией, не лишним было бы присутствие на них наиболее общих морфологических характеристик. Примером таких общих характеристик может служить классификация кратеров по уклонам, выделение присутствия полей каменных выбросов и т. д. При этом подробный морфологический анализ по-прежнему давался бы лишь на специальных тематических картах. К сожалению, пока нет работ, которые бы в достаточной мере анализировали затронутые вопросы.

10. ЦВЕТОВАЯ ГАММА

Этот частный вопрос тесно примыкает к рассмотренному выше, так как выбор цветов и их распределение может либо снижать, либо повышать информативность карты. Для земной картографии цвет давно стал условным знаком. На физикогеографических картах однозначно воспринимается голубая гамма гидрографии, зеленая гамма низменностей и коричневая — возвышенностей. Это — прочные ассоциации, возникшие на реальной основе окружающей природы. Для земного наблюдателя тона Луны воспринимаются как желтовато-сероватые. С другой стороны, в настоящее время мы уже имеем непосредственные цветовые характеристики лунной поверхности, которые говорят о коричневатобурой, сероватой окраске. Можно назвать ряд карт, которые используют цвета, характерные для восприятия Луны с Земли [200, 206]. Есть карты, которые в цвете опираются на земное представление гористого рельефа [48]. Есть, наконец, карты и карты-схемы, для которых выбирается фон, не связанный с каким-либо реальным представлением [234]. Анализ вопросов, касающихся выбора цветовой гаммы в полной мере пока не проводился.

11. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Единой системы условных знаков для лунных карт в настоящее время не существует. Как уже подчеркивалось, основным элементом их нагрузки является рельеф. Поэтому система условных знаков должна прежде всего наиболее полно отражать разнообразие форм рельефа. При этом необходимо иметь подробную и по возможности полную морфологическую классификацию. Кроме того, желательно, чтобы эта классификация была общепринятой. Пока такой универсальной классификацией картографы не располагают.

Условные знаки, которые встречаются на современных лунных картах — это прежде всего знаки, используемые для изображения элементов рельефа на картах-схемах. Кроме того, отдельные знаки такого рода приводятся в легендах некоторых рисованных карт. Однако, знаки эти весьма индивидуальны и присущи той или иной карте.

Отсутствие однозначности в определении элементов лунного рельефа особенно заметно в терминологии. В легендах различных карт и атласов встречаются термины трещина, борозда, гряда и т. д. Но поскольку точные определения этих понятий отсутствуют, то одни и те же образования в различных изданиях как в русских, так и зарубежных, относятся к различным классам. Например, в *Photographic lunar atlas* [113] есть трещины Ariadeus и Cauchy, а на соответствующих

листах карты LAC [200] те же образования именуется бороздами. Делалось предложение, построить терминологию лунных образований на чисто геометрическом принципе [64]. Это предложение сопровождалось детальной классификацией. В ней для кратеров, например, вводились такие понятия, как кольцевые и полигональные структуры. Очевидно, эту работу следует рассматривать, как начало дискуссии назревшего вопроса.

Следует, однако, заметить, что система условных знаков для лунных карт должна отражать не только морфологические особенности рельефа. Вероятно, понадобятся знаки, характеризующие такие данные, как генезис элементов рельефа; знаки, подчеркивающие те или иные локальные физические свойства поверхности; знаки, показывающие плотность распределения малых форм; наконец, знаки, характеризующие реголит.

С другой стороны, желательно, чтобы эта система условных знаков была достаточно логична, содержала обоснованные переходы от одной группы форм рельефа к другой, а также внутри одной и той же группы, как это, например, имеет место в системе условных знаков для земной растительности, предложенной Бочаровым М. К.*

12. НОМЕНКЛАТУРА ЛУННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Вопросы терминологии, о которых упоминалось выше, это в то же время и вопросы номенклатуры лунных образований. Однако, для Луны согласно установившейся традиции понятие номенклатуры является более широким, чем это принято в земной картографии. Понятие лунной номенклатуры включает классификацию форм лунного рельефа в совокупности с принятым перечнем названий некоторых крупных объектов и единообразной системой обозначений для всех остальных форм.

Легенды большинства современных лунных карт, как правило, содержат ссылки на те или иные решения МАС, которым соответствуют наименования лунных формаций. При этом для карт, отображающих видимое полушарие Луны, обычно ссылаются на решение V Генеральной ассамблеи МАС (Париж, 1935 г.), где в качестве официального международного документа по вопросам лунной номенклатуры был утвержден каталог Blagg и Müller [61]. В последующие годы неоднократно появлялись работы, указывавшие на неточности опознавания деталей и разночтения в названиях лунных формаций, имевшиеся в этом каталоге [69, 99, 113, 151, 182, 225].

* Бочаров М. К. Основы теории проектирования систем картографических знаков, М., «Недра», 1966

Однако, официальная ревизия его состоялась лишь в 1964 г. на XII Генеральной ассамблее МАС в Гамбурге, на которой Arthur была предложена расширенная схема лунной номенклатуры Blagg и Müller [55]. Основные изменения относились к районам лимба. В частности, было предложено снять имена-дублиеры, исправить написание ряда названий, их латинизацию и т. д. На той же ассамблее был утвержден составленный Arthur дополнительный список наименований (около 60) для образований, расположенных в краевой и вибрационной зонах. отождествление этих объектов производилось Arthur по результатам наземных фотографирований. Наконец, последней по времени публикацией (1971 г.) списков наименований образований видимой стороны Луны являются приложения к атласу видимой стороны, составленному по материалам КА Lunar Orbiter 4 [84].

В легендах карт, отображающих обратную сторону Луны, а также Луну в целом, содержатся ссылки на решения XI, XII и XIV Генеральных ассамблей МАС. Впервые предпосылки для распространения лунной номенклатуры на обратную сторону Луны создало дешифрирование материалов АМС Луна 3 [40]. В 1961 г. на XI Генеральной ассамблее МАС в Беркли были утверждены названия для 18 объектов обратной стороны. Одновременно на этой ассамблее были сформулированы традиционно сложившиеся ранее принципы наименования лунных формаций и была принята соответствующая резолюция [39, 116, 231]. Фотографии восточного сектора обратной стороны Луны, переданные в 1965 г. АМС Зонд 3, послужили основой для подготовки новых предложений по наименованию объектов на обратной стороне Луны [13, 14, 26]. Списки наименований, составленные под руководством Липского, были позднее опубликованы в [41]. В то же время в LPL под руководством Kuiper также были подготовлены предложения по наименованиям для обратной стороны. На XIII Генеральной ассамблее МАС (Прага, 1967 г.) была сформирована специальная Рабочая группа по лунной номенклатуре, которой было поручено составление окончательного списка наименований. Этот список после детального обсуждения был рассмотрен и утвержден на XIV Генеральной ассамблее МАС (Брайтон, 1970 г.) [95] и затем опубликован в качестве приложения к отчету Рабочей группы [133, 197]. Более подробно вопросы распространения лунной номенклатуры на обратную сторону Луны рассмотрены Шингаревой К. Б. [39]. Следует отметить, что впервые в интересах будущего картографирования Луны учитывалось требование равномерности распределения их по поверхности обратного полушария. В результате проделанной работы 513 кратеров обратной стороны Луны получили собственные названия.

Однако, этого числа достаточно лишь при составлении мелкомасштабных карт Луны. Карты средних и крупных масштабов нуждаются в существенном расширении системы наименований. До настоящего времени топографические объекты, не имевшие собственных названий, обозначались путем добавления одной или нескольких букв латинского алфавита к названию ближайшего наименованного кратера. Эта система уже использовалась при составлении ряда современных карт LAC, AIC и подробно описана в [149]. В 1970 г. в 17 Комиссию МАС были внесены предложения о замене для образований обратной стороны Луны буквенных обозначений цифровыми [83]. При этом предлагалось вводить зависимость между числом разрядов номера и размером образований. Подчеркивалось, что подобная нумерация более информативна, так как позволяет судить о плотности образований тех или иных размеров на площади, ограниченной листом карты данного масштаба. Одновременно Borkowski С. была предложена система обозначений топографических объектов, опирающаяся на машинный язык, так называемый «Луниз-1» [62].

В отношении наименования крупных формаций еще в 1965 г. было внесено предложение о введении для них сокращений из 4 букв, подобно тому как это имеет место в звездных каталогах [22]. Однако это предложение широко не обсуждалось.

Перечисленные выше предложения следует, очевидно, оценить путем экспериментального картографирования и затем обсудить полученные результаты на международном уровне.

Обзор картографической изученности лунной поверхности показывает, что целый ряд вопросов, связанных как с подготовительным этапом, так и с процессом непосредственно составления лунных карт, еще остро нуждается в анализе и подробной проработке. Сюда относятся прежде всего проблемы получения оптимальных исходных материалов и совершенствование методов их обработки, а также вопросы выбора математической основы, плотности нагрузки лунных карт, системы условных знаков.

Разработка принципов тематического картографирования также находится в стадии, очень далекой от завершения. Указанные направления картографирования необходимо интенсивно развивать, так как подобного рода информация весьма важна в процессе комплексного изучения Луны.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Болдуин Р. Фигура Луны и новая гипсометрическая карта. Сб. «Фигура Луны и проблемы лунной топографии», М., «Наука», 1968.

2. Большаков В. Д., Лаврова Н. П. Цветная съемка Луны и Земли из космоса. «Природа», 1970, № 1, 66—69 (1970, 4.62.120)
3. Бондаренко Л. Н., Липский Ю. Н., Чикмачев В. И., Шингарева К. Б. Составление каталога дешифрованных объектов восточного сектора обратной стороны Луны. «Астрон. вестн.», 1967, 1, № 1, 28—33 (1967, 8.62.229)
4. Брейдо И. И., Шеголев Д. Е. Карта-схема обратной стороны Луны. Сб. «Новое о Луне», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963, 19—27 (1964, 1.51.561—562)
5. Гаврилов И. В. Некоторые гипсометрические особенности фигуры Луны. «Астрон. ж.», 45, № 3 (1968, 12.51.671)
6. Гаврилов И. В. Фигура и размеры Луны по астрономическим наблюдениям. Киев, «Наукова думка», 1969.
7. Гудас К. Гипсометрическая карта Луны. Сб. «Фигура Луны и проблемы лунной топографии», М., «Наука», 1968.
- 7а. Евсюков Н. Н. Статистическое распределение альбедо по лунному диску. «Астрон. ж.», в печати.
8. Кардер Р. Картография Луны в масштабе 1 : 1 000 000. Сб. «Новое о Луне», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963, 90—96 (1964, 6.51.498—499)
9. Катяев И. И. Карта Луны. Видимая сторона в телескопическом изображении. ВАГО, ред. Бронштэн В. А., М., «Наука», 1967.
10. Клепешта И., Лукеш Л. И. Карта Луны. Центр. упр. Геод. и карт., Прага, 1959 (на русском языке)
11. Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Тектоническая карта Луны. М., Научно-исслед. лаб. Зарубежгеология, 1969.
12. Копал З.д. Топография Луны. Сб. «Фигура Луны и проблемы лунной топографии», М., «Наука», 1968.
13. Липский Ю. Н. Глобальная система координат и наименований на Луне. «Вестн. АН СССР», 1967, № 1, 18—20 (1967, 6.62.160)
14. Липский Ю. Н. Наименование образований, выявленных на обратной стороне Луны. «Астрон. ж.», 1966, 43, № 5, 1111—1118 (1967, 1.62.161)
15. Липский Ю. Н., Никонов В. А. Построение гипсометрической карты видимого полушария Луны с учетом рельефа. «Астрон. ж.», 1970, 47, № 2, (1970, 11.51.304)
16. Липский Ю. Н., Чикмачев В. И. Каталог опорных точек западной либрационной зоны и восточного сектора обратной стороны Луны. «Астрон. ж.», 1970, 47, № 6, 1282—1285.
17. Липский Ю. Н., Чикмачев В. И. Унифицированный мультиплекс. «Косм. исслед.», 1972, X, вып. 1 (1972, 6.51.259)
18. Липский Ю. Н., Шевченко В. В. Опыт построения спектральной карты участка лунной поверхности. «Астрон. ж.», 1972, 49, № 1 (1972, 7.52.98)
19. Липский Ю. Н., Шевченко В. В. Основы физического картирования лунной поверхности. «Астрон. ж.», 1970, 49, № 3 (1970, 12.51.378)
20. Марков М. С., Суханов А. Л., Трифионов В. Г., Флоренский П. В. Геолого-морфологическое картирование Луны и особенности строения ее поверхности. Сб. «Проблемы геохимии и космологии», М., «Наука», 1968, 227—233 (1969, 3.51.681)
21. Марков М. С., Суханов А. Л., Трифионов В. Г., Флоренский П. В., Шкерин Л. М. Сб. «Проблемы геологии Луны», ГИН АН СССР, М., 1969.
22. Псковский Ю. П., Страут Е. К. О сокращенных наименованиях лунных объектов. «Изв. Комис. по физ. планет», 1965, вып. 5, 87—94 (1967, 4.62.190).
23. Родионов Б. Н. О картографировании Луны. «Геодез. и карт.», 1967, № 7, 39—47, (1968, 2.62.224).
24. Родионов Б. Н. Топоплан места посадки «Луны-9». «Земля и Вселенная», 1967, № 6, 64—65 (1968, 6.62.195)
25. Родионов Б. Н., Исавина И. В., Авдеев Ю. Ф., Благгов В. Д., Дорофеев А. С., Дунаев Б. С., Зиман Я. Л., Киселев В. В., Красиков В. А., Лебедев О. Н., Михайловский А. Б., Тищенко А. П., Непоклонов Б. В., Самойлов В. К., Трусов Ф. М., Чесноков Ю. М., Фивенский Ю. И. Новые данные о фигуре и рельефе Луны по результатам обработки фотографий, доставленных «Зондом-6». «Космич. исслед.», 1971, IX, вып. 3, 450—458 (1971, 11.62.195)
26. Родионова Ж. Ф., Шингарева К. Б. Еще 150 названий на обратной стороне Луны. «Природа», 1967, № 1, 73—75 (1967, 7.62.162)
27. Спрэдли Л. Фотография Луны на шаре. Сб. «Фигура Луны и проблемы лунной топографии», М., «Наука», 1968.
28. Страут Е. К. История исследований Луны. Ин-т истории естествозн. и техники АН СССР, диссерт., 1966.
29. Страут Е. К. Карта Луны (реж.). «Земля и Вселенная», 1968, № 5.
30. Суханов А. Л., Трифионов В. Г. Геолого-морфологическое картирование Луны (методика и результаты исследований). «Астрон. вестн.», 1967, 1, № 4 (1968, 4.51.566)
31. Суханов А. Л., Трифионов В. Г., Флоренский П. В. Геолого-морфологическое картирование Луны и особенности строения лунной поверхности. «Геотектоника», 1967, № 5, 121—132 (1968, 6.51.600)
32. Фролов А. И. Гравитационное поле, рельеф и некоторые вопросы внутреннего строения Луны. «Астрон. вестн.», 1971, V, № 4, 201—216.
33. Ходак Ю. А. Селенология и вопросы тектонического строения Луны. «Сов. геология», 1967, № 7, 111—125 (1968, 2.51.556)
34. Ходак Ю. А. Структурно-геологическая карта Луны. «Природа», 1967, № 12, 97—98 (1968, 6.51.605)
35. Хабибуллин Ш. Т., Чиканов Ю. А. Лунный эллипсоид по измерениям абсолютных высот. «Тр. Казан. гор. астрон. обсерв.», 1970, № 37, 25—39 (1970, 7.51.127)
36. Шевченко В. В. Физическая селенография. «Природа», 1971, № 1, 37—45 (1971, 8.51.263)
37. Шевченко В. В. Физическое картирование по фотометрическим данным. «Астрон. ж.», 1970, 47, № 3 (1970, 12.51.379)
38. Шевченко В. В., Шингарева К. Б. Новая фотокарта видимого полушария Луны. «Земля и Вселенная», 1967, № 3 (1967, 10.51.505)
39. Шингарева К. Б. Распространение лунной номенклатуры на обратную сторону Луны. «Космич. исслед.», 1972, X, вып. 3.
- 39а. Шингарева К. Б., Чикмачев В. И. Новые карты Луны на XIII съезде Международного астрономического союза. «Земля и Вселенная», 1968, № 1, 63—66.
40. Атлас обратной стороны Луны, ч. I. М., «Наука», 1960 (1961, 7А419К)
41. Атлас обратной стороны Луны, ч. II. М., «Наука», 1967 (1968, 1.62.236К)
42. Карта Луны. Часть невидимого полушария. М., МИИГАНК, 1972.
43. Карта Луны. Часть экваториальной полосы невидимого полушария. М., МИИГАНК, 1971.
44. Карта Луны. Экваториальная зона видимого полушария. ГАИШ, ЦНИИГАиК, научн. рук. Ю. Н. Липский, М., «Наука», 1968.
45. Передвижная лаборатория на Луне — «Луноход-1». М., «Наука», 1971 (1971, 12.62.254К)
46. Первые панорамы лунной поверхности, т. I, М., «Наука», 1966 (1966, 10.51.505К)
47. Первые панорамы лунной поверхности, т. II, М., «Наука», 1969.
48. Полная карта Луны. ГАИШ, Топогеод. служба СССР, научн. рук. Ю. Н. Липский, М., «Наука», I изд., 1967, II изд., 1969.
- 48а. Современные представления о Луне. Сб., ред. Флоренский К. П., М., «Наука», 1972.
49. Фотокарта видимого полушария Луны. ГАИШ, Топогеод. служба СССР, научн. рук. Ю. Н. Липский, М., «Наука», 1967.

50. Arant W. H. Tranquillity base map. «Photogramm. Eng.», 1971, 37, № 11, 1131—1137 (1972, 3.52.156).
51. Arthur D. W. G. A new secondary selenodetic triangulation. «Comm. LPL», 1968, 7, № 5, 303—312, (1969, 12.51.666).
52. Arthur D. W. G. A photographic map of the Moon. «Comm. LPL», 1962, 1, № 1—6, (1964, 4.51.450—455, 458—459).
53. Arthur D. W. G. Selenodetic measures on 25 star-trailed photo. «Comm. LPL», 1968, 7, № 5, 269—302, (1969, 10.51.676).
54. Arthur D. W. G. The initial reductions of measures on star-trailed lunar photographs. «Comm. LPL», 1966, 5, № 72—78, (1968, 2.51.551).
55. Arthur D. W. G. et al. The system of lunar craters. «Comm. LPL», 1963, 2, № 30; 1964, 3, № 40; № 50; 1966, 5, № 70 (1964, 9.51.460; 1965, 3.51.606; 1965, 7.51.514; 1967, 5.51.511)
56. Arthur D. W. G., Whitaker E. A. Ortophographic lunar atlas. Suppl. no. 1 to the Photographic lunar atlas. ed. G. P. Kuiper, Univ. of Arizona Press, Tucson, 1960, produced with the techn. assist. of the ACIC USAF.
57. Batson R. M. Photogrammetry with surface-based images. «Appl. Optic.», 1969, 8, № 7, 1315—1322 (1970, 4.52.118).
58. Batson R. M., Larson K. B. Compilation of Surveyor television mosaics. «Photogr. Eng.», 1967, 33, № 2, 163—173.
59. Beccasio A. D. Stellar calibration of the lunar mapping camera subsystem. «SPIE Journal», 1971, 9, № 3, 77—82, (1972, 1.52.92).
60. Bizzell R. M., Joosten R. E. Lunar mapping—a position evaluation. «Surv. and Mapp.», 1971, 31, № 3, 411—425, (1972, 4.52.142)
61. Blagg M. A., Müller K. Named lunar formations. London, 1935.
62. Borkowski C. Syntax and semantics of Lunese I, a microlanguage for labeling topographical features of the lunar surface. Univ. of Pittsburgh, Proceedings of 10th Intern. Congress of Onomastic Scien., Vienna, 1969, IX, 8—13.
63. Bray T. A., Goudas C. L. A contour map based on the selenodetic control system of ACIC. «Icarus», 1966, 5, 526—535 (1967, 8.62.230)
64. Bülow K. von, Green J., Amstutz G. Ch. A geometrical terminology of the structural features of the Moon. «Eclogae geol. helv.», 1963, 56, № 2, 853—859 (1965, 6.51.508)
65. Burley J., Middlehurst B. Apparent lunar activity: historical review. «Proc. Nat. Acad. Sci. USA», 1966, 55, 1007—1011 (1967, 4.51.560)
66. Burns E. A., Lyon R. J. P. Feasibility of remote compositional mapping of the lunar surface. «Lunar surface layer», New York—London, «Acad. Press», 1964, 469—490 (1966, 4.51.630)
67. Carder R. W. US Air Force cartographic support of lunar missions. «Technol. Lunar Explorat.», New York Press, 1963, 83—86 (1964, 11.62.277)
68. Carter L. J. Map of the Moon. «Spaceflight», 1963, 5, № 4.
69. Cattermole P. J. A. Chart of the lunar region south and south-east of Bailly. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1964, 74, № 3, 104—108 (1964, 10.51.482)
70. Cook D. W. How we mapped the Moon. «Nat. Geogr. Mag.», 1969, 135, № 2, 240—245 (1969, 8.62.178)
71. Cross C. A. A guide to the Moon's farside. «Spaceflight», 1970, 12, № 2, 50—55.
72. Cross C. A. Chart of the lunar farside. USA, 1970.
73. Davies M. E., Murray B. C. Closer and closer to the Moon, in «View from space», New York—London, 1971, 35—51.
74. Dumitrescu V. Perspectives cosmographiques—un système utile de projections azimutales. «Internat. Jahrb. f. Kartographie», 1966, VI, 25—32.
75. Fielder G. A master chart of ghost craters. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1962, 72, № 5, 223 (1963, 4.51.528)
76. Fielder G. A master chart of lunar domes. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1962, 72, № 3, 119—121 (1963, 4.51.527)
77. Firsoff V. A. Moon atlas. «Hutchison of London», 1961.
78. Florensky K. P., Gurshtein A. A., Korablev V. I., Bougarevsky L. M., Shingareva K. B. Classification, scales sequence and nomenclature of lunar maps. «The Moon», 1971, 3, № 3, 79—89.
79. Good A. Outline lunar charts for observers. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1965, 76, № 1, 41—42 (1966, 7.51.508)
80. Goodyear J. Trail blazes for moon explorers. «Popul. Mech.», 1963, 119, № 2, 128—131 (1964, 1.51.567)
81. Guest J. E., Murray J. B. Nature and origin of Tsiolkovsky crater, lunar farside. «Planet and Space Sci.», 1969, 17, № 1, 121—141 (1969, 7.62.212)
82. Gumtau M. Hinweise zur Orbiter Bildauswertung. «Bildmess. und Luftbildw.», 1970, 38, № 3, 171—174.
83. Gurshtein A. A., Shingareva K. B. To the problem concerning the lunar crater designation system. Paper represented to Commission 17 IAU, 1970.
84. Gutschewski G. L., Kinsler D. C., Whitaker E. A. Atlas and gazetteer of the near side of the Moon. «US Government Printing Office», Washington, 1971.
85. Hackman R. J. A lunar isotonal map. «Photogr. Eng.», 1964, 30, № 6, 1011—1016 (1965, 8.51.563)
86. Hackman R. J. Generalised photogeologic map of the Moon. «Eng. Spec. Study of the Surface of the Moon», USGS, 1960.
87. Hackman R. J. Lunar rays map. «Eng. Spec. Study of the Surface of the Moon», USGS, 1960.
88. Hackman R. J., Mason A. C. Physiographic divisions of the Moon. «Eng. Spec. Study of the Surface of the Moon», USGS, 1960.
89. Haralick R. M., Kelly G. L. Pattern recognition with measurement space and spatial clustering for multiple images. «Proc. IEEE», 1969, 57, № 4, 654—665 (1970, 3.52.140)
90. Harbour J. Geologic mapping of the Moon. «Allgem. Verm.-Nachr.», 1969, 76, № 5, 211—219 (1969, 11.51.586)
91. Heacock R. L. Lunar photography: techniques and results. «Space Sci. Revs.», 1968, 8, № 2, 214—257 (1969, 1.51.707)
92. Holin E. A., Rowan L. C., McCauley J. E. Preliminary terrain atlas of the lunar equatorial belt (in press).
93. Holmes H. C. Maps for America's moon men. «Airman», 1969, 13, № 7, 567 (1970, 3.62.475)
94. Hopmann J. Mondvermessung und Mondkarten. «Allgem. Verm.-Nachr.», 1971, 78, № 5, 172—187 (1972, 3.51.350)
95. J. A. Names on the back of the Moon. «Sky and Tel.», 1970, 40, № 5.
96. J. A. Some recent lunar atlases and maps. «Sky and Tel.», 1968, 36, № 3, 147—151 (1969, 4.51.586)
97. Jaffe L. D. Recent observations of the Moon by spacecraft. «Space Sci. Revs.», 1969, 9, № 4, 491—616 (1969, 12.51.663)
98. Jones M. T. Isodensitometric aids to lunar charting. «Astron. Contribs. Univ. Manchester», s. a., ser. 3, № 165—172 (1968, 11.51.620)
99. Kenny H. Place-names on the Moon, a report. «Names», 1964, 12, № 2, 73—81 (1965, 5.51.453)
100. King H. C. A moon globe. «Nature», 1964, 203, № 4951 (1965, 3.51.442)
101. King R. J. Comparison of mission III to mission I and mission II. Prepared for NASA, April, 1968.
102. Klepešta J. Současný stav v zobrazování Měsíce. «Říše hvězd», 1963, 44, № 12 (1964, 7.51.480)
103. Konecny G., Refoy D. H. Maps from digitized stereomat data. «Photogr. Eng.», 1968, 34, № 1, 83—90 (1968, 7.52.98)

104. Kopal Z d. La photographie de la Lune a l'observatoire du Pic du Midi. «Astronomie», 1969, 83, 115—129 (1969, 11.51.581)
105. Kopal Z d. Lunar photography at Pic du Midi observatory. «Sky and Tel.», 1967, 33, № 4, 216—219 (1967, 12.51.515)
106. Kopal Z d. Terminator photography in oblique illumination for lunar topographic work. «Astron. Contribs. Univ. Manchester», s. a., ser. 3, № 165—172 (1968, 11.51.619)
107. Kopal Z d. The earliest maps of the Moon. «The Moon», 1971, 1, № 1, 59—66 (1971, 5.51.4)
108. Kopal Z d., Klepešta J., Rackham T. W. Photographic atlas of the Moon. New York—London, Acad. Press., 1965 (1966, 6.51.554)
109. Kopal Z d., Moutsoulas M. Mapping the Moon. «Sci. and Austral. Technol.», 1971, 8, № 5, 17—19.
110. Kopal Z d., Moutsoulas M. Mapping the Moon. «Indian and East Eng.», 1971, 113, № 3, 117—119.
111. Kopal Z d., Rackham T. W. Photographic resolution on the lunar surface from ground-based facilities. «Icarus», 1963, 2, № 4 (1964, 9.62.106)
112. Kuiper G. P. Lunar and planetary laboratory, II. «Sky and Tel.», 1964, 27, № 2, 88—92 (1964, 8.51.445)
- + (113. Kuiper G. P. with the collab. of Arthur D. W. G., Moore E., Tapsott J. W., Whitaker E. A. Photographic lunar atlas. Univ. of Arizona, Univ. of Chicago Press, 1960.
- + (114. Kuiper G. P., Whitaker E. A., Strom R. G., Fountain J. W., Larson S. Consolidated lunar atlas. Suppl. number 3 and 4 to the USAF Photographic lunar atlas. LPL, Univ. of Arizona, 1967.
115. Levin E., Viele D. D., Eldrenkamp L. B. The Lunar Orbiter missions to the Moon. «Scient. Amer.», 1968, 218, № 5, 58—66.
116. Levitt I. M. What's in a name on the Moon? «Air Force and Space Digest.», 1968, 51, № 1 (1968, 11.51.616)
- + (117. Lewis H. A. (ed.) The Times atlas of the Moon. «Times Newspapers», London, 1969.
118. Light D. Altimeter observations as orbital constraints. «Photogr. Eng.», 38, № 4, 339—347.
119. Light D. Extraterrestrial photogrammetry at Topocom. «Photogr. Eng.», 1970, № 3.
120. Light D. L. Ranger mapping by analytics. «Photogr. Eng.», 1966, 32, № 5, 792—800 (1967, 4.62.399)
121. Mädlow E. Noch einmal: Kartographie der Mondrückseite. «Nachrichtenbl. Verein. Internfreunde», 1969, 18, № 3 (1969, 10.62.388)
122. Mak A., Tyburg F. Maanfotografie. «Hemel en dampkring», 1968, 66, № 12, 265—273 (1969, 7.51.548)
123. Maling D. H. Suitable projections for maps of the visible surface of the Moon. «Cartograf. J.», 1965, 2, № 2, 95—99 (1966, 7.51.505)
124. Masursky H., Stephens H. Interagency report: Astrogeology. Published and preliminary geologic maps of the Moon and special purpose lunar maps. USGS, 1971.
125. McCauley J. E. The nature of the lunar surface as determined by systematic geologic mapping. «Mantles Earth and Terrest. Planets», Interscience, London—New York—Sydney, 1967, 431—460 (1969, 1.62.193)
126. McNally D. The Moon. «Sci. Progr.», 1963, 51, № 204, 579—586 (1964, 3.51.491)
127. Meine K. H. Apollo-8—Arbeitskarte. «Allg. Verm. Nachr.», 1969, 76, № 5, 185.
128. Meine K. H. Apollo lunar orbit chart (ALO). «Allg. Verm. Nachr.», 1969, 76, № 5, 204—205, 222.
- + (129. Meine K. H. Die kartographischen Aspekte der Weltraumfahrt der USA und der UdSSR. Bibliographie, III Teil. «Allg. Verm. Nachr.», 1970, 77, № 5.
- + (130. Meine K. H. Kartographische Aspekte der Weltraumforschung und ihre Bibliographie, I. «Allg. Verm. Nachr.», 1967, 74, № 4, 154—167.
131. Meine K. H. Kartographische Aspekte der Weltraumforschung und ihre Bibliographie, II Teil. «Allg. Verm. Nachr.», 1968, 75, № 2, 68—77 (1968, 9.62.223)
132. Meine K. H. Luftfahrt-Kartographie und Weltraum-Kartographie—Parallelen und Gegensätze. «Allg. Verm. Nachr.», 1966, 73, № 2, 43—50.
133. Menzel D., Minnaert M., Levin B., Bell B. Report on lunar nomenclature by the working group of Commission 17 of the IAU. «Space Sci. Revs.», 1971, 12, № 2.
- + (134. Middlehurst B., Moor P. Lunar transient phenomena: topographical distribution. «Science», 1967, 55, № 3761 (1967, 10.51.511)
135. Moore P. Lunar probes: a historical survey. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1964, 74, № 7, 284—289 (1965, 4.62.233)
136. Moutsoulas M. Die Vermessung des Mondes. «Jen. Rdsch.», 1971, 16, № 6, 338—341 (1971, 9.51.188)
137. Nowinski A. L. Herstellung topographischen Mondkarten im Army Map Service. «Nachr. Karte und Vermessungswes.», 1965, Reihe I, № 29 (1966, 9.51.522)
138. Nowinski A. L. Topographic lunar mapping at the Army Map Service. AMS Technical Report № 37, 1961.
139. Podufaly E. T. Mapmakers to the astronauts. «Army», 1970, 20, № 4, 44—49 (1972, 3.52.152)
140. Pohn H. A., Wildey R. L. A photoelectric-photographic study of the normal albedo of the Moon. «Contr. to Astrogeol.», US Geol. Survey, Profess. Paper № 599-E, Washington, 1970.
141. Ridpath J. Photographing the Moon. «Flight. Internat.», 1968, 94, № 3095, 32—33 (1968, 11.62.190)
142. Rogers A. E. F., Zisk S. H. Planetary imaging and topographic mapping by radar interferometry. «IEEE Int. Convent. Dig.», New York, 1971 (1972, 3.52.157)
143. Rowan L. C., McCauley J. F., Holm E. A. Lunar terrain mapping and relative-roughness analysis. «Geol. Surv. Profess. Pap.», 1971, № 599 (1972, 3.52.155)
144. Přihoda P. Radarové mapy kráteru Tycho. «Říše hvězd», 1968, 49, № 12, 228—231 (1969, 12.51.673)
145. Rühl A. A comparison of the American and Soviet coordinate systems for the lunar far side. «Icarus», 1968, 9, № 2, 395—397 (1969, 5.51.537).
146. Rühl A. Chart of the lunar farside. Cartographic Publ. House, Prague, I ed., 1969.
147. Rühl A. Kartografické zpracování výsledků letu sondy Ranger-7. «Říše hvězd», 1965, 46, № 4, 65—70 (1965, 10.51.397)
- + (148. Rühl A. Skeleton map of the Moon. Central Office of Geod. and Cartogr., Prague, 1965.
149. Ruffin B. A positional reference system of lunar features determined from Lunar Orbiter photography. ACIC, 1969.
- + (150. Saari J. M., Shorthill R. W. Isothermal and isophotic atlas of the Moon. Contours through a lunation. NASA, Langley, 1967.
151. Salzner R. Randbemerkungen zur selenographischen Nomenklatur. «Sterne und Weltraum», 1964, 3, № 12, 283 (1965, 8.51.561)
152. Samaha A. H., Kopal Z d. Lunar photography with the 74-inch reflector of the Helwan observatory at Kottamia. «Icarus», 1966, 5, № 3, 309—312 (1967, 3.51.590)
153. Sasser J. H. Selenodesy for the Apollo project. «Measure of the Moon», ed. Kopal Z d. and Goudas C. L., Dordrecht-Holland, 1967.
154. Schaber G. G., Eggleton R. E., Thompson T. W. Lunar radar

- mapping correlation between radar reflectivity and stratigraphy in northwestern Mare Imbrium. «Nature» (Gr. Brit.), 1970, 266, № 5252.
155. Schlager Ch. W. Interpretation of lunar photography. «Bul. of Geoph. Union ARR», 1970, № 1 (1970, 8.62.449)
156. Schlager Ch. W., Penney R. A., Higgins J. R. Extraterrestrial mapping and charting. «Surv. and Mapp.», 1968, 28, № 4, 601—611 (1970, 1.52.95)
157. Schmeidler F. Hohenmessungen auf dem Mond. «Sterne und Weltraum», 1971, 10, № 11, 292—294 (1972, 3.52.153)
158. Schöler H. Bildpläne von der Mondoberfläche. «Vermess. technik», 1968, 16, № 5, 200.
159. Schöler H. Grossmassstäbliche Kartierung der Mondoberfläche. «Vermess. technik», 1968, 16, № 9, 354.
160. Schöler H. Karten der Mondrückseite. «Vermess. technik», 1968, 16, № 7, 276.
161. Schöler H. Zur Kartierung des Mondes. «Vermess. technik», 1968, 16, № 7, 276—277.
162. Schwarzenbach H. Chart of the lunar farside. Hallweg, Berne, 1970.
163. Shorthill R. W., Saari J. M. Radiometric and photometric mapping of the Moon through a lunation. «Ann. N. Y. Acad. Sci.», 1965, 123, № 2, 722—739 (1966, 4.51.608)
164. Sjogren W. L., Muller P. M. A qualitative gravimetric map of the lunar nearside. «Astron. J.», 1968, 73, № 10 (1969, 8.51.566)
165. Spradley L. H. Cartographic support for the exploration of space. «Allg. Verm. Nachr.», 1968, 75, № 2, 55—61.
166. Sudbury P. V. High resolution lunar photographic programme. «Astron. Contribs. Univ. Manchester», s. a. Ser. 3, № 137 (1967, 3.51.589)
167. Sudbury P. V. High-resolution lunar photography. «Astron. Contribs. Univ. Manchester», s. a. Ser. 3, № 165—172 (1968, 9.51.481)
168. Stein W. Der Fauth-Mondatlas und seine Bedeutung. «Allg. Verm. Nachr.», 1968, 75, № 2, 62—67.
169. Strain P. M. Moon mapping in progress. «Bull. Geogr. and Map Div. Spec. Libr. Assoc.», 1963, № 52, 10—11 (1964, 6.51.501)
170. Strom R. G. Analysis of lunar lineaments, I: tectonic maps of the Moon. «Comm. LPL», Univ. of the Arizona, 1964, 2, № 39, 205—221.
171. Strom R. G. Radial lineament systems of the Moon. LPL, 1964.
172. Taylor W. B. Maps for lunar exploration. «Military Eng.», 1963, 55, № 364, 86—88 (1965, 3.62.412)
173. Thompson T. W. Lunar delay-Doppler mapping. «NEREM Rec.», 1967, Boston, 1967, 9, 178—179 (1970, 4.51.258)
174. Thompson T. W. Lunar mapping by coherent impulse analysis. «J. Res. Nat. Bur. Standard», 1965, D69, № 12, 1662—1667 (1966, 10.51.492)
175. Thompson T. W., Dyce R. B. Mapping of lunar radar reflectivity at 70 cm. «J. Geophys. Res.», 1966, 71, 4843—4853.
176. Trask N. J. Preliminary geologic map of a small area in Mare Tranquillitatis in Ranger VIII and IX, part II. JPL. NASA Techn. Report № 32—800, 319—326.
177. Traversi C. La fotogrammetria al servizio della cartografia lunare. «Boll. Soc. ital. fotogr. e topograf.», 1964, № 1, 31—34, (1965, 1.51.596).
178. Vries T. E. De Globefotografie van de Maan. «Hemel en dampkring», 1963, 61, № 9 (1964, 6.51.502)
179. Watts R. N. The best lunar photographs yet. «Sky and Tel.», 1964, 28, № 3 (1965, 1.51.585, 586)
180. Westfall J. E. Azimuthal projections in selenography. «J. Internat. Lunar Soc.», 1960, 1, № 7, 188—190 (1964, 1.51.565)
181. Whitaker E. A. Lunar maps. «Trans. Amer. Geophys. Union», 1963, 44, № 2, 456—457 (1964, 3.51.489)
- +v 182. Whitaker E. A., Kuiper G. P., Hartmann W. K., Spradley L. H. Rectified lunar atlas. Suppl. number 2 to the Photographic lunar atlas. Univ. of Arizona Press, Tucson, 1963.
- + 183. Wolf H. Erdmond. Kartenfabrik Gotha, in press.
184. Wolf P. R. Lunar control from Ranger photos. «Photogr. Eng.», 1968, 34, № 10, 1032—1038, (1969, 6.62.213).
185. Zisk S. H., Carr M. H., Masursky H., Shorthill R. W., Thompson T. Lunar Apennine-Hadley region: geological implications of earth-based radar and infrared measurements. «Sci.», 1971, 173, № 3999, 808—812, (1972, 3.52.154).
186. Aeronautical Chart and Information Center lunar control. «Milit. Eng.», 1968, 60, № 398, 448, (1969, 7.62.203).
187. A new aid in aerial map-making — the reseau plate. «Industr. and Commer. Photogr.», 1969, 9, № 10, 116—117, (1970, 4.62.122).
- + 188. Apollo Intermediate Chart (AIC), 1:500 000. ACIC and LPL, 1965—1967.
189. Boeing expedition to pursue lunar surface studies. «Missile/Space Daily», 1964, 10, № 32, 254 (1965, 10.62.195)
190. Bringing back the view. «Engineering», 1969, 208, № 5386 (1970, 2.62.136)
- + 191. Carte de la Lune. France, Inst. Geogr. Nat., 1969.
192. Contour maps of Surveyor landing sites. Surveyor I, II, III, V, VI, VII Missions Reports. JPL Calif. Inst. of Technol., Pasadena, 1966, 1967, 1968.
- + 193. Der Mond, la Lune, the Moon, la Luna (map). Hallweg, Berne, 1967.
194. East and west on the Moon. «Sky and Tel.», 1966, 32, № 4, (1967, 3.51.607).
195. Extraterrestrial mapping by the Army Map Service. «Allgem. Verm. Nachr.», 1967, 74, № 4.
196. Far side Moon chart. «Spaceflight», 1967, 9, № 12, 411 (1968, 5.62.429)
197. 513 Mondkrater erhielten Namen. «Astron. und Raumfahrt», 1971, № 2, 36—42.
198. La reduction cartografica de la mission del Ranger VII. «Rev. cartogr.», 1966 (1967), 15, № 15, 255—268 (1968, 7.62.246)
199. Les transmissions d'images J.-C. «Espace», 1969, № 56, 10 (1970, 3.62.165)
- + 200. Lunar astronomical chart (LAC), 1:1 000 000, ACIC USAF, 1960—1966.
- + 201. Lunar chart (LPC), 1:10 000 000. ACIC, 1 ed., 1970.
202. Lunar charting. «Allgem. Verm.-Nachr.», 1966, 73, № 2, 61—72, (1966, 9.51.521).
- + 203. Lunar Earthside chart (LMP-1), Lunar Farside chart (LMP-2), Lunar Polar chart (LMP-3), 1:5 000 000. ACIC, 1 ed. Jan. 1970, 2 ed. Oct. 1970.
204. Lunar equatorial zone mozaic (LEMC), 1:2 500 000. US Army Topocom, 1 ed., Aug. 1967.
205. Lunar farside chart (LFC), 1:10 000 000. ACIC, 1 ed., Aug. 1967, 2 ed., Oct. 1967. (LFC-1).
206. Lunar farside chart (LFC-2), 1:5 000 000. ACIC, 1 ed. (preliminary) Aug. 1967, 2 ed. Oct. 1967.
207. Lunar mapping for NASA completed by C. of E. «Missile/Space Daily», 1964, 7, № 38, 235 (1965, 3.62.413).
208. Lunar orbital science contingency flight chart (LSC), 1:5 500 000. ACIC, 1 ed. 1971.
- + 209. Lunar photomap, 1:100 000, 1:25 000, LO-I—1, 2, 3, 4, 5, 7, 8; LO-II—2, 6, 8, 11, 13; LO-III—9, 11, 12 sites: Censorinus N, Maskelyne A, Sabine C, Delambre, Oppolzer A, Fra Mauro B, Lansberg Db, Flamsteed Fa, Maskelyne D, Sabine C, Oppolzer A, Gambart J, Encke B, Fra Mauro B, Lansberg Db, Flamsteed Fa. AMS, Corps of Eng., 1967—1968.

210. Lunar planning chart (LOC), 1:2 500 000. ACIC, 1 ed. 1969.
211. Lunar planning chart (LOC), 1:2 750 000. ACIC, 1 ed. May 1971.
212. Lunar topographic center section, 1:2 500 000, sheet «Mare Nectaris — Mare Imbrium», AMS, compiled 1962, publ. in 3 versions.
213. Lunar topographic map, 1:100 000, LO-I—1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 2; LO-II—2, 6, 8, 11, 13; LO-III—9, 11, 13 sites: Censorinus N, Maskelyne A, Sabine C, Delambre, Oppolzer A, Fra Mauro B, Lansberg Db, Flamsteed Fa. AMS, Corps of Eng., 1967—1968.
214. Lunar topographic photomaps, 1:250 000, LO-V—14, 18, 23, 23.1, 24, 26.1, 29, 30, 37, 43.2, 46, 51 sites. US. Army Topocom under DOD direction. Washington, 1971.
215. Mondesonde Ranger IX. «Flugwelt-Internat.», 1965, 17, № 6, 518—519 (1965, 10.51.400)
216. Moon-charting photography. «Industr. Photogr.», 1967, 16, № 11, 60—62, 64 (1968, 5.62.428)
217. Moon map to aid Apollo astronauts. «Missl. and Rocket», 1964, 14, № 26, 18 (1965, 7.62.417)
218. Moon's surface photographed through special glass lenses. «Amer. Glass Rev.», 1971, 92, № 3, 12 (1972, 6.62.145)
219. New geologic map of the Moon. «GeoTimes», 1962, 7, № 2, 26 (1963, 1.51.486)
220. Official map of the Moon. Chicago, Rand McNally, 1 ed. 1965, Spec. 3 ed. № 4, 1966.
221. Ranger VIII observes the Sea of Tranquillity. «Spaceflight», 1965, 7, № 3, 83—84 (1965, 12.51.501)
222. Ranger lunar charts (RLC), 17 sheets, ACIC and LPL, 1964—1966.
223. Ranger VII lunar charts available. «Sky and Tel.», 1965, 29, № 4, (1967, 1.51.523)
224. Selenodetic control from Ranger photos. «Photogr. Eng.», 1968, 34, № 3, 274—282 (1968, 9.62.225)
225. Selenography at the Fischer observatory, Prague-Podoli, Czechoslovakia. «Internat. Lunar Soc.», 1966, 3, № 1, 9—12 (1967, 1.51.481)
226. 1967 summer study of lunar science and exploration. Directed by Hess W. H., Manned spacecraft center NASA, 1967.
227. Tectonic map of the Moon. LPL, 1964.
228. The Earth's Moon. «Nat. Geogr. Mag.», 1969, 135, № 2.
229. The Fauth Moon atlas. «Sky and Tel.», 1965, 30, № 4, 202—210 (1966, 5.51.526)
230. The lunar farside chart. «Allgem. Verm.-Nachr.», 1968, 75, № 2, 46 (1968, 7.62.241)
231. The Moon — a hall of fame. «Skylights», 1968, Febr. (1968, 11.51.617)
232. Those little old mapmakers. «Aerospace Safety», 1969, 25, № 6, 9—12 (1970, 2.52.79)
233. Topographic lunar map (TLM), 1:5 000 000. AMS, Corps of Eng. Washington, 1 ed. 1961, 2 ed. (3 versions) 1963—1964.
234. Topographic lunar map (TLM), 1:2 000 000. AMS, 1 ed. 1965, 2 ed. 1967.
235. Topographic lunar maps, Eratosthenes and Kepler, 1:250 000. AMS, Corps of Eng., 1963—1964.
236. Topographic lunar map, Rima Hadley, 1:25 000. US Army Topocom under DOD direction, Washington, 1971.
237. USAF lunar reference mozaic, (LEM-1), 1:5 000 000. ACIC, 1963—1964.
238. USAF lunar reference mozaic (LEM-1A), 1:10 000 000. ACIC, 1 ed, 1961, 3 ed. 1967.
239. USAF lunar wall mozaic (LEM-1B), 1:2 500 000. ACIC, 1 ed., 2 ed. 1966, 3 ed. 1969.