

*ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ,
АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ
1978 г.*

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛУНЫ И МАРСА

ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛУНЫ

***К.П.Флоренский, А.Т.Базилевский, Н.Н.Бобина, Г.А.Бурба,
Н.Н.Гребенник, В.П.Полосухин, В.Д.Попович, В.П.Шашкина***

В настоящее время при картографировании Луны преобладающим является топографическое направление. Тематическое картографирование Луны по количеству изданных карт, методикам их составления и другим характеристикам резко отстает от картографирования топографического. Наиболее представительным направлением является геолого-геоморфологическое. Это единственное направление тематического картографирования Луны, в котором проводилось составление серий многолистных карт. Подобная работа была выполнена Геологическим институтом АН СССР и Геологической службой США, результатом которой явились серии геолого-морфологических карт масштаба 1 : 1 000 000 [7, 10, 12], а также сводные карты масштаба 1 : 5 000 000 [3, 13]. Другое направление тематического картографирования Луны — геофизическое — представлено в основном черно-белыми схемами, хотя для составления ряда таких карт на более высоком научном уровне в настоящее время имеется достаточно данных.

Значительные успехи в составлении карт оптических свойств лунной поверхности имеются у отечественных астрономов. Так,

Астрономической обсерваторией Харьковского государственного университета была издана серия из трех карт оптических характеристик лунной поверхности [2, 5, 6, 11], а сейчас проводятся работы по составлению еще ряда карт. Некоторые из них, включая изданную карту цвета, создаются впервые в мировой практике. В частности, составлен Атлас поляриметрических карт Луны, подготавливаемый к изданию Абастуманской астрофизической обсерваторией АН Грузинской ССР [4]. Карты цветовых различий отдельных участков лунной поверхности были составлены в Астрофизическом институте АН Казахской ССР [8]. Перечисленные произведения выполнены на высоком уровне в части их тематического содержания, но имеют недостатки, так как при составлении их не участвовали специалисты-картографы. Правда, как положительное явление следует отметить сотрудничество Абастуманской обсерватории с картографическим отделом Института географии АН Грузинской ССР. Результаты этого сотрудничества не замедлили сказаться — красочные пробы некоторых карт из поляриметрического атласа имеют достаточно высокий уровень их исполнения.

Значение карты для научного исследования общеизвестно. Карты не только отражают накопленные знания, но и открывают путь к выяснению еще неизвестных закономерностей. Особенно возрастает роль картографического метода исследования при изучении труднодоступных объектов, к которым могут быть отнесены и небесные тела, включая Луну [1]. Опыт развития наук о Земле показывает, что наиболее плодотворным для глубокого изучения природных условий является комплексный географический подход, т. е. многостороннее исследование природы с учетом взаимосвязей и развития явлений. Особенно важно, когда результаты такого изучения представлены в виде карт, т. е. в форме, удобной для обозрения, анализа и обработки. Все это определило значение комплексного картографирования как метода

многостороннего и целостного отображения действительности картографическими средствами [9].

Представляется наиболее целесообразным и для Луны проводить комплексное тематическое картографирование с тем, чтобы карты отображали изученные процессы и явления в их взаимосвязи и служили бы источником новых выводов и знаний. В результате комплексного картографирования будет обеспечена сопоставимость, взаимодополняемость и, следовательно, удобство совместного использования данных различных исследований Луны.

Комплексное тематическое картографирование Луны для составления целостной картины природы Луны или ее отдельных районов должно проводиться большим кругом специалистов по координирующей программе и должно завершаться в виде серий различных тематических карт или в виде атласов, дающих полную характеристику целостной группы явлений для того или иного района или для всей Луны. Ряд работ в этом направлении выполнен в лаборатории сравнительной планетологии Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР.

К работам по составлению мелкомасштабного научно-справочного комплексного Атласа Луны можно приступить уже в настоящее время. Для этого имеется достаточное количество материалов, которые необходимо лишь представить в картографической форме. В порядке подготовки к составлению Атласа Луны был проведен ряд работ по составлению мелкомасштабных тематических карт Луны. Подготовлена типовая основа для тематических карт — бланковая карта Луны (в виде двух полушарий), изданная в 1973 г. Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР в масштабах 1 : 10 000 000 и 1 : 25 000 000. На этой единой основе было проведено пересоставление карт альbedo и цвета видимого полушария Луны, выпущенных Астрономической обсерваторией Харьковского университета и

Поляриметрической карты, выпущенной Абастуманской астрофизической обсерваторией, а также ряда карт, составленных по данным специальных орбитальных съемок Луны с космических кораблей «Аполлон» [14].

При пересоставлении карт на единой топографической основе была отражена связь картографируемых явлений с элементами поверхности. При этом были разработаны приемы оформления тематических карт Луны, которые позволили лучше, чем на исходных материалах, отразить суть картируемых явлений. Были выявлены недостатки методики составления тематических карт без привязки тематического содержания к географической основе, т. е. к объектам поверхности. По литературным данным была составлена карта активности пунктов кратковременных явлений на Луне, а по данным дешифрирования фотографий, сделанных спутником «Лунар Орбитер-4», — карта морфологических типов крупных свежих кратеров. В настоящее время ведется составление карт распространенности и других форм рельефа — морских гряд, извилистых и прямолинейных борозд, куполов.

Мелкомасштабные карты, из которых может состоять Атлас Луны, дают представление о наиболее общих особенностях природы Луны. Для более глубокого понимания явлений и процессов развития этого планетного тела требуется также детальное изучение и отображение более мелких по размеру объектов. Однако картографирование малых объектов требует значительно более крупных масштабов, что приводит к резкому увеличению объема работ при картографировании всей лунной поверхности. Это нецелесообразно как с экономической, так и с научной точек зрения. Для детального исследования выбранных явлений достаточно изучить их на отдельных типовых образованиях (по аналогии с широко используемым на Земле методом ключевых участков). При изучении таких районов специалисты различных

отраслей могут составлять атласы отдельных регионов лунной поверхности. Комплексное изучение типовых районов, являющихся ключевыми для понимания процессов развития Луны, должно вестись различными исследователями по согласованной программе. При картографировании был выделен ряд районов, представляющих наибольший интерес (рис. 1), список которых предлагается для обсуждения.

Представляется целесообразным завершать изучение ключевых участков поэтапно, начиная от наиболее изученных, данные по которым уже в настоящее время могут быть представлены в виде комплексного регионального атласа. Подобный атлас должен давать всестороннюю характеристику региона, свод всех научных знаний о его природе. В региональном лунном атласе целесообразно вначале давать мелкомасштабные карты с общими характеристиками области, полученными на основании глобальных телескопических наблюдений. Затем на собственно регион следует составлять карты более крупного масштаба, изображающие характеристики более детально, при этом могут быть использованы и телескопические наземные данные и данные орбитальных фотографических и специальных съемок. Наконец, для отдельных объектов или участков региона, представляющих наибольший интерес, следует давать еще более детальные карты и планы. Карты и планы последнего раздела, очевидно, будут составляться в основном по данным непосредственных исследований на лунной поверхности с привлечением результатов лабораторных исследований лунного грунта и данных крупномасштабных орбитальных съемок.

Таким образом, региональные лунные атласы свяжут воедино результаты разномасштабных исследований, прослеживая связи между локальными, региональными и глобальными характеристиками Луны, а следовательно, и между процессами местного и всеобщего характера. Это, в свою очередь, позволит экстраполировать данные, полученные

при детальном изучении ключевых участков, на более обширные районы, для которых имеются только мелкомасштабные телескопические или орбитальные наблюдения.

Районами для первоочередного составления региональных атласов могут служить в достаточной мере изученные участки, в которых уже проведены к настоящему времени непосредственные исследования. Это прежде всего район кратера Лемонье и гор Тавр, где работал «Луноход-2» (участок №6, рис. 1), и район Моря Изобилия, откуда были доставлены образцы лунного грунта автоматическими станциями «Луна-16» и «Луна-20» (участок №12, рис. 1). На оба эти района был составлен ряд геолого-геоморфологических карт.

На примере района кратера Лемонье покажем некоторые особенности составления тематических карт Луны, которые целесообразно объединить в региональный атлас. Для этого района имеются обзорные тематические карты масштабов 1 : 5 000 000, 1 : 10 000 000 и мельче, охватывающие достаточно широкий круг явлений. Карты в более крупном масштабе с охватом южной части кратера Лемонье были составлены по результатам дешифрирования орбитальных фотоснимков «Аполлон-15». Составление тематических карт проводилось на типовой основе, содержащей изображение основных контуров рельефа. Изображение элементов такой основы должно обязательно присутствовать на тематических картах, что облегчает чтение тематического содержания и сравнение карт между собой.

Основным масштабом для составленных тематических карт этого района был масштаб 1 : 50 000, обеспечивающий обширный охват территории и достаточно подробное изображение характеристик поверхности, полученных путем непосредственных измерений вдоль маршрута «Лунохода-2». В масштабе 1 : 50 000 был составлен ряд геолого-геоморфологических карт.

В качестве примера аналитических карт можно привести карты уклонов поверхности и линеаментов. Карта уклонов показывает крутизну различных поверхностей рельефа, что позволяет делать заключения о некоторых процессах развития рельефа. На основе карты линеаментов была составлена карта их плотности, отражающая характер тектонической напряженности лунной коры в данном районе.

Упомянутые аналитические карты вместе с исходными фотоснимками послужили основой для составления синтетических карт масштаба 1 : 50 000 для того же участка в южной части кратера Лемонье. Составлены общая геоморфологическая карта, характеризующая рельеф по трем признакам: морфологии, генезису и возрасту, и частные геоморфологические карты, отражающие указанные характеристики по отдельности (карта возраста рельефа и карта генезиса рельефа). Составляется геологическая карта того же участка, на которой будет показан возраст горных пород, слагающих поверхность, и некоторые другие характеристики. Предполагается составление еще ряда аналитических карт, основывающихся на результатах магнитных, химических и физико-механических измерений, выполненных на «Луноходе-2», и синтетических карт, характеризующих процессы современного осадкообразования, строение рыхлых отложений (реголита) и др.

Для тематического картографирования Луны характерно то, что оно всегда будет проводиться преимущественно дистанционными средствами изучения с непосредственными исследованиями на поверхности только в отдельных типовых участках. Детальные исследования в типовых участках дают возможность выявить природу изучаемого класса объектов. Изучение областей, неохваченных непосредственными исследованиями, путем составления карт и сравнения с участками детальных исследований даст сведения о свойствах, которые могут быть использованы для интерпретации

природы этих областей. Для составления таких детальных карт нужна информация, получаемая с помощью специальных приборов, установленных на ИСЛ. При анализе тематических карт мелкого масштаба обнаруживается четкая приуроченность тех или иных особенностей физических полей к крупным геологическим структурам (морям, материкам, днищам или валам крупных кратеров и т. д.). Такая же приуроченность должна быть и для геологических структур меньшего размера, поэтому проведение геологического и геоморфологического картографирования в среднем и крупном масштабах требует постановки измерений свойств поверхности отдельных ключевых участков в этих масштабах.

Качество тематических карт зависит не только от материалов специальных наблюдений, но и от топографических и общегеографических карт, служащих основой для картографирования. Создание высокоточных топографических карт Земли привело к бурному развитию картометрических работ, дающих ценный материал для познания природы. Имеющиеся в настоящее время топографические карты Луны в недостаточной мере удовлетворяют требованиям тематического картографирования. Необходимо разработать принципы изображения элементов общегеографической основы на лунных тематических картах. В качестве первых могут быть приведены Бланковая карта Луны и карта с контурами рельефа, послужившая основой для тематических карт района кратера Лемонье. Вероятно, на основе для тематических карт следует давать также ослабленное фотоизображение поверхности в сочетании со штриховыми знаками общегеографической основы и с горизонталями. Высококачественные карты Луны топографического характера необходимы также не только как основа для авторских работ по тематическим картам, но и для изучения по ним некоторых характеристик поверхности.

Несомненно, что детальное изучение ключевых участков и имеющихся мелкомасштабных данных приведут к новым результатам в исследовании нашего естественного спутника. Эти результаты, представленные в картографическом виде, являясь ценным фактическим материалом в удобной для дальнейших исследований форме, послужат основой для последующих работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд А.М. Использование карт для географического прогнозирования. Пятая Всесоюзная конференция по тематической картографии (тезисы докладов). Тбилиси, Изд-во ТГУ, 1973, с. 10–12.
2. Бурба Г.А. Серия карт оптических свойств лунной поверхности. — «Астрономический журнал», 1975, т. 52, №1, с. 210–213.
3. Вулканизм и тектоника Луны. М., «Наука», 1974, 252 с.
4. Джатаишвили В.П. Поляриметрическая карта Луны. — «Астрономический циркуляр», 1973, №788, с. 1–2.
5. Карта альbedo видимого полушария Луны, м-б 1 : 5 000 000. Астрон. обсерв. Харьковского гос. ун-та, Ин-т космических исслед. АН СССР. Сост. Н.Н.Евсюков. Научн. рук. Н.П.Барабашов. Киев, «Наукова думка», 1973.
6. Карта цвета видимого полушария Луны, м-б 1 : 5 000 000. Астрон. обсерв. Харьковского гос. ун-та. Ин-т космических исслед. АН СССР. Сост. Н.Н.Евсюков. Научн. рук. Н.П.Барабашов. Киев, «Наукова Думка», 1973.
7. Проблемы геологии Луны. М., «Наука», 1969, 292 с.
8. Прибоева Н.В. Исследование цветовых различий в избранных областях лунной поверхности. — «Астрономический вестник», 1973, т. 7, №4.
9. Салищев К.А. Картография. 2-е изд. М., «Высшая школа», 1971, 246 с.
10. Современные представления о Луне. М., «Наука», 1972, 128 с.
11. Фотометрическая карта видимого полушария Луны, м-б 1 : 5 000 000. Астрон. обсерв. Харьковского гос. ун-та, Ин-т космических исследований АН СССР. Сост. Н.Н.Евсюков. Научн. рук. Н.П.Барабашов. Киев, «Наукова думка», 1973.
12. Geologic atlas of the Moon. Maps and sections of quadrangles, 1 : 1 000 000. US Geological Survey, 1962–1974.

13. *Wilhelms D.E., McCauley J.F.* Geologic map of the visible hemisphere of the Moon, 1 : 5 000 000. US Geological Survey, 1971.
14. Lunar Orbital Data Maps. Proceedings of the 4th Lunar Science Conference, vol. I. *Geochimica et cosmochimica Acta*, suppl. 4. Pergamon Press, New York et al. 1973, 1080 с.

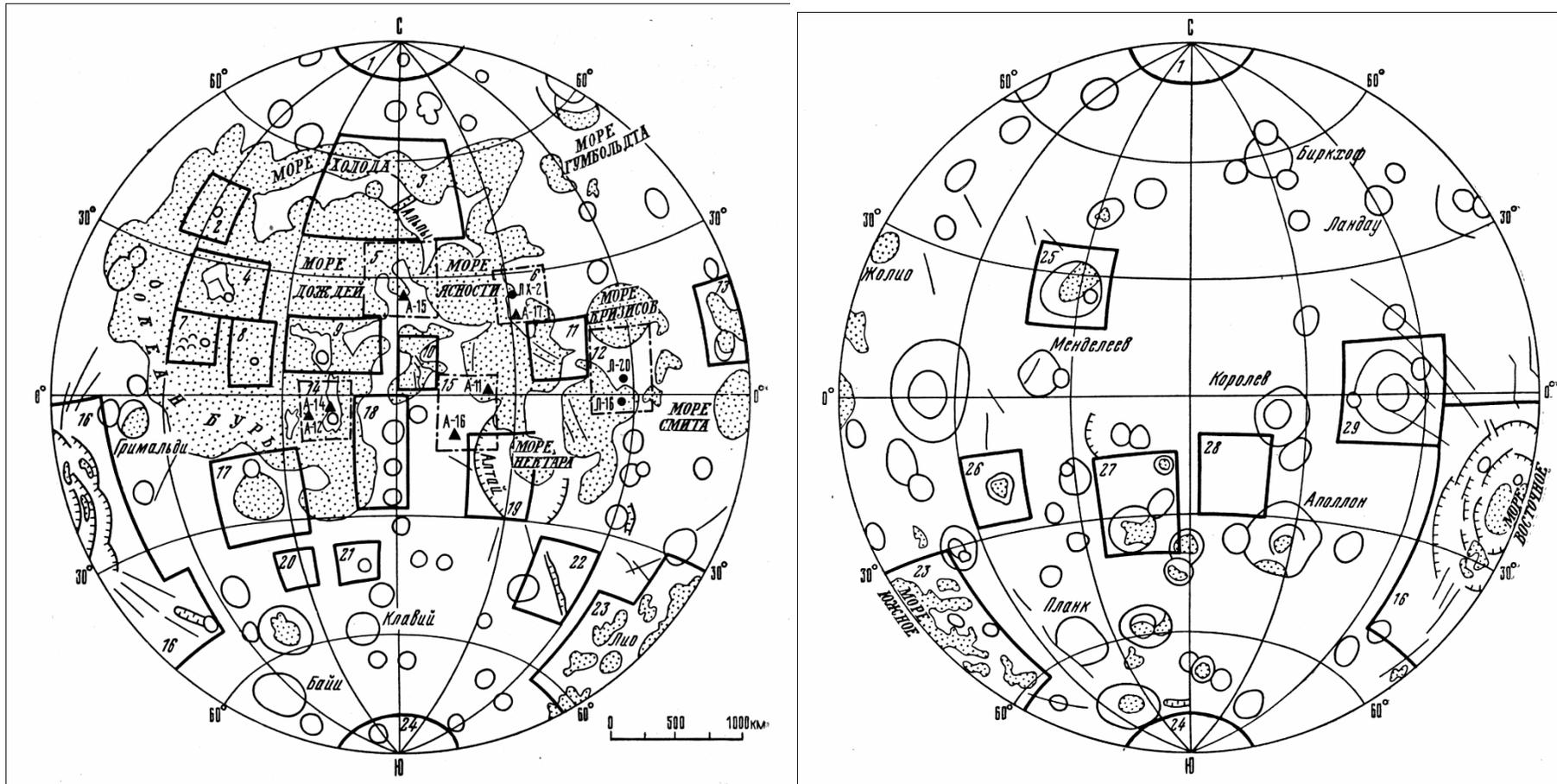


Рис. Возможные районы детального изучения.

Штрих-пунктирной линией показаны районы, для которых имеются данные непосредственных исследований на поверхности (А — экспедиции «Аполлон», Лх, Л — автоматические станции «Луноход» и «Луна»).

1 — северная полярная область; 2 — массив Рюмкер; 3 — Море Холода, Альпийская долина, материк в районе Альп; 4 — плато Аристарх и горы Харбингер; 5 — Апеннины. Архимед; 6 — горы Тавр, кратеры Лемонье, Литтров, Ремер; 7 — холмы Мариуса; 8 — Кеплер и его лучевая система; 9 — Карпаты, Коперник, Эратосфен; 10 — борозда Гигина, Триснекер; 11 — Болото Сна и прилегающая часть Моря Спокойствия; 12 — материк между морями Кризисов и Изобилия и прилегающие участки морей; 13 — Море Краевое; 14 — район кратера Фра Мауро; 15 — северо-восточная часть центрального материка; 16 — бассейн Моря Восточного, долина Ингирами; 17 — Море Влажности, Гассенди; 18 — западная часть центрального материка; 19 — часть бассейна Моря Нектара, горы Алтай; 20 — кратер Хайнцель; 21 — кратер Тихо; 22 — Долина Рейта; 23 — Море Южное; 24 — южная полярная область; 25 — Море Москвы; 26 — кратер Циолковский; 27 — район Моря Мечты; 28 — материк между кратерами Королев и Аполлон; 29 — кратер Герцшпрунг.