

## История науки

УДК 551.4(092)

© 2019 г. Д.С. АСОЯН

ПЕРВЫЕ ШАГИ В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ  
В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ РАН*Институт географии РАН, Москва, Россия*  
*E-mail: d.asoyan2017@yandex.ru*

Поступила в редакцию 29.06.2018

После доработки 30.08.2018

Принята к печати 09.10.2018

В 1968 г. в отделе геоморфологии и в Институте географии АН СССР были проведены впервые в стране опыты по интерпретации первого отечественного космического глобального фотоснимка Земли, полученного с АМС “Зонд-5”, и американских космических фотоснимков, полученных с пилотируемого космического корабля “Джемини-III-V”. Целью исследований стало изучение возможностей применения космических изображений в геоморфологии и в географии.

Полученные первые результаты показали высокую информативность космических фотоснимков в геоморфологических исследованиях – при изучении морфоструктур и морфоскульптуры разного генезиса, обнаружении протяженного длиной в 2500 км линейамента в Сахаре; впервые были установлены реальные переходные на определенный момент времени границы ландшафтных широтных зон Африки. Благодаря этим исследованиям была организована в институте ИГ АН СССР Лаборатория спутниковой географии. Факт выявления впервые по космическим снимкам протяженных зон линейаментов в отделе геоморфологии ИГ АН СССР дал мощный импульс дальнейшему развитию нового направления в геолого-геоморфологических науках, сформулированного позже И.П. Магидовичем и В.И. Магидовичем в очерках о географических открытиях XX в. как одно из великих географических открытий. В дальнейшем в институте на базе Лаборатории спутниковой географии осуществлялись исследования по выявлению возможностей применения телевизионных многозональных сканерных и фотографических космических снимков в тематических исследованиях и картографировании; по договору с ВНИИМАШ разработаны программы космических съемок, определены технические и природные условия для эксплуатационных ИСЗ серии ИСЗ “Метеор-Природа”. Полученные выводы подтвердились в дальнейших отечественных и зарубежных исследованиях в области аэрокосмического зондирования и нашли достойное воплощение в изданных под эгидой ИГРАН в двух фундаментальных атласах “Природа и ресурсы Земли” (1998 г.) и “Атлас снежно-ледовых ресурсов мира” (1997 г.). К настоящему времени в ИГРАН успешно продолжают исследования по геоморфологическим исследованиям с применением методов аэрокосмического зондирования, а также при решении экологических проблем в физической и социально-экономической географии.

**Ключевые слова:** космические изображения, геоморфологическая интерпретация, аэрокосмическое зондирование, искусственные спутники Земли, зоны линейаментов, географические исследования.

<https://doi.org/10.31857/S0435-428120191103-108>

THE FIRST STEPS IN THE EARTH AEROSPACE REMOTE SENSING IN THE  
INSTITUTE OF GEOGRAPHY RAS

D.S. ASOYAN

*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*  
*E-mail: d.asoyan2017@yandex.ru*

Received 29.06.2018

Revised 30.08.2018

Accepted 09.10.2018

## S u m m a r y

Fifty years ago, in the autumn of 1968, experiments on interpretation of the first Soviet global space image made by 'Zond-5' automatic spacecraft and of American space images from Gemini III, IV, V piloted spacecrafts were carried out for the first time in the USSR. The aim of these experiments was the study of possibilities to use satellite images in geomorphology and geography.

The first results demonstrated high value of space images for geomorphological research for the studies of morphostructures and morphosculptures of various genesis, the discovery of a 2500 km long lineament in Sahara; real time-related transitive borders of latitudinal landscape zones in Africa were indicated for the first time. It was suggested that satellite images could be applied for the studies of various geological structures, seismicity, volcanic activity, global and regional zones of jointing as well as for thematic mapping. Thanks to these studies a new Department of Satellite-related Geography was established at the Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences. Later on, studies were carried out at the Institute's Department of Satellite-related Geography in order to find application possibilities of TV multispectral scanned and photographic satellite images for thematic research and mapping. The first conclusions were confirmed in the course of further studies in the field of aerospace remote sensing in Russia and abroad; their results were summarized in two fundamental atlases published under the auspices of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (IGRAS): "Resources and Environment World Atlas" (1998) and "World Atlas of Snow and Ice Resources" (1997). Up to date, methods of aerospace remote sensing continue to be applied successfully at IGRAS for geomorphological studies and for resolving of environmental problems in physical and human geography.

**Keywords:** space images, geomorphological interpretation, aerospace remote sensing, artificial Earth satellites, zones of lineaments, geographical studies.

2018 г. ознаменовался двумя историческими юбилеями: широко отмечаемый отечественным и зарубежным научным сообществом 100-летний юбилей института географии РАН; второй юбилей — мало кому известный — 50 лет с начала **первых** опытов в мире интерпретаций **первых отечественных космических фотоснимков** и первых шагов в развитии аэрокосмического зондирования в отделе геоморфологии ИГ АН СССР в стране.

Осенью 1968 г. в отделе геоморфологии произошло на первый взгляд скромное событие, однако давшее в последующем начало новому, опережающему самые смелые предположения, научному направлению — спутниковой геоморфологии и спутниковой географии, названных затем аэрокосмическим зондированием. Все началось в сентябре 1968 г., когда был запущен космический корабль "Союз-33", пилотируемый Г.Т. Береговым, и опубликована по этому поводу статья в центральной газете "Правда" 29.09.1968 г. К.Я. Кондратьева и Г. Скуридина "Человек обзревает планету". В ней впервые было высказано предположение о целесообразности использования телевизионных космических изображений с метеорологического спутника "Метеор" причем не только для изучения облачных структур, но и для подстилающей поверхности. Статья вызвала у Ю.А. Мещерякова — заведующего отдела геоморфологии ИГАН — большой интерес. Он сразу же оценил возможные перспективы применения космических снимков в географических исследованиях, распорядился прервать на два дня работу над диссертацией Д.С. Асоян и срочно собрать в библиотеке им. В.И. Ленина литературу по этому вопросу (эти два дня продолжились последующие 50 лет). В библиотеке специальных работ по этой теме найти не удалось. В результате поисков мы смогли найти альбом космических фотоснимков, полученных с американских пилотируемых космических кораблей (ППК) "Джемини-III-V" и глобальный космический фотоснимок, полученный 21 сентября 1968 г. автоматической межпланетной станцией (АМС) "Зонд-5", опубликованный в газете "Комсомольская правда". В 1969 г. под руководством Ю.А. Мещерякова в отделе геоморфологии были организованы и проведены первые эксперименты по геоморфологической интерпретации снимков. Идея об использовании космических снимков была настолько неожиданной, что в отделе геоморфологии ее приняли несколько скептически — как "невероятную фантастику", и это несмотря на непререкаемый авторитет Ю.А. Мещерякова — талантливого ученого, обладающего научной интуицией и даром предвидения на многие годы вперед.

Сотрудники ИГАН – Ю.А. Мещеряков, Д.С. Асоян, Б.П. Миронов и И.Н. Олейников – провели геоморфологическую и ландшафтную интерпретацию глобального фотоснимка Земли с удачным почти плановым изображением Африки в центре кадра, а также полученные фотоснимки с (ПКК) “Джемини”: Аравийского п-ова, Сахары с загадочной тогда кольцевой структурой Ришат и пустыней Эрг-Шеш, плато Эдуардс в Великих равнинах в США и других. В ходе первых экспериментальных исследований были составлены схемы геоморфологического строения и получены следующие выводы по глобальному фотоснимку: И.Н. Олейниковым установлены реальные переходные на определенный момент времени границы ландшафтных широтных зон Африки; Д.С. Асоян впервые обнаружен крупный линеймент в Сахаре протяженностью до 2500 км и, учитывая литературные данные по тектонике региона, выдвинута гипотеза о его соответствии тектоническому нарушению; а также сделаны предварительные выводы о том, что космические снимки можно применять при изучении морфоструктуры, геологических структур различного типа, сейсмичности, вулканической активности, глобальных и региональных зон трещиноватости, морфоскульптуры – ледниковой, эоловой, эрозионной, морфологии побережий морей и в тематическом картографировании. Эти выводы подтвердились в дальнейших отечественных и зарубежных исследованиях в области аэрокосмического зондирования. Полученные результаты были опубликованы в двух работах [1, 2]. Кроме того, нами было высказано пожелание о необходимости использования космических фотоснимков для модернизации и дополнения карт “Физико-географический Атлас мира” (ФГАМ) и о новом издании Атласа на этой качественно новой основе. Забегая вперед, отмечу, что впоследствии в ИГАН был создан новый комплексный фундаментальный атлас “Природа и ресурсы Земли” (1998 г.) [3]. В его подготовке, продолжавшейся более 20 лет, участвовали основные научные, научно-производственные, вузовские учреждения и ведущие специалисты страны. Научное руководство осуществляли директор ИГАН академик В.М. Котляков и заведующий лабораторией картографии А.А. Лютый. В составлении атласа при интерпретации космических изображений (КИ) в блоках аэрокосмического обеспечения геоморфологических карт активное участие приняли сотрудники отделов геоморфологии, картографии и других (С.М. Александров, Д.С. Асоян, А.А. Величко, Т.П. Грязнова, М.П. Жидков, А.Н. Маккаев, Р.П. Нарских).

Полученные обнадеживающие результаты позволили Ю.А. Мещерякову в начале 1970 г. разработать программу пионерных исследований и составить докладную записку о создании лаборатории спутниковой географии. Эту инициативу решительно поддержал директор ИГАН академик И.П. Герасимов. По приказу Президиума АН СССР 12 мая 1970 г. лаборатория была создана, а Ю.А. Мещеряков назначен ее заведующим. При этом он оставался заведующим отделом геоморфологии. В первый состав лаборатории включили известного исследователя эолового рельефа и пустынь СССР, д.г.н. Б.А. Федоровича (еще в 1940-е гг. он стал использовать аэрофотоснимки), м.н.с. отдела геоморфологии Д.С. Асоян и группу по применению фотограмметрических методов из отдела гляциологии. Подготовленная нами статья была передана в журнал “Известия АН СССР. Серия географическая”. Однако к общему большому горю 19 мая 1970 г. ушел из жизни Юрий Александрович Мещеряков. Далее судьба нашей статьи оказалась непростой, т. к. в рецензии была названа “несвоевременной”, причем без каких-либо аргументов. В редакции журнала статью отложили, однако о ней помнил директор института академик И.П. Герасимов; узнав о причине приостановки публикации, он в резкой форме отреагировал на отзыв и принял незамедлительное решение о срочном выпуске в печать. В результате статья вышла в свет на год позже – в 1971 г.

После ухода из жизни Ю.А. Мещерякова началась смена заведующих лабораторией спутниковой географии. До 1972 г. исследования по применению КИ вела на свой страх и риск автор статьи по уже стереоскопическим глобальным фотоснимкам с АМС “Зонд-5” и телевизионным изображениям с метеорологических ИСЗ на территорию Средней Азии. По результатам полевых работ и литературных геолого-геофизических и геоморфологических сведений на Памире проверены полученные впервые данные дешифрирования телевизионных снимков, а также сведения о наличии в регионе крупных зон линейментов. Вместе с тем, приходилось сталкиваться и со скептическим отношением как к проблеме изучения линейментов, так и к другим результатам (некоторые, и даже весьма авторитетные ученые, считали их мало перспективными и надуманными).

Однако время все расставило по своим местам. После первых же публикаций исследования по аэрокосмическому зондированию стали стремительно развиваться как в нашем институте, так и в других академических и научно-производственных учреждениях, и превратились в новое мощное научное направление. Начало 1980-х гг. совпало с бурным развитием новой глобальной теории тектоники плит и аэрокосмического зондирования. К середине 1980-х годов были получены важнейшие выводы о том, что трансконтинентальные и трансплитные зоны линеаментов, обнаруживаемые преимущественно по мелкомасштабным космическим изображениям, близки к глубинным разломам, ограничивают литосферные плиты и мегаблоки, предопределяют или регулируют (как структуры более глубокого заложения) горизонтальные перемещения плит. Обнаружение крупнейших линеаментов Земли и изучение их происхождения было сформулировано И.П. Магидовичем и В.И. Магидовичем, спустя более 40 лет, в очерках о географических открытиях XX в. как **одно из великих географических открытий**; позже В.И. Магидович в 2009 г. при описании открытий российских ученых в Африке отметил факт впервые обнаруженных Д. Асоян и В. Скарятиним протяженных линеаментов по космическим снимкам [4, 5].

Особо знаменателен для ИГАН 5-летний (1972–1977 гг.) этап межотдельских исследований на базе Лаборатории спутниковой географии (впоследствии Лаборатории географического дешифрирования аэрокосмических снимков) по договору 1/24 с ВНИИЭМ (где разрабатывался проект по запуску первого ресурсного экспериментального ИСЗ “Метеор-Природа”) на тему: “Научно-методические исследования по использованию информации с космических систем для географических целей”. В межотдельский коллектив вошли сотрудники разного профиля: геоморфологи – С.М. Александров, М.А. Городецкая, М.П. Жидков, А.С. Кесь, А.Е. Козлова, В.Н. Олюнин, Б.А. Федорович, ландшафтоведы – Н.В. Фадеева, Т.Д. Александрова, гидролог Ю.Н. Куликов, геоботаник В.Д. Утехин, гляциологи – В.Г. Ходаков и тогда еще аспирант Н.И. Осокин. Научным руководителем группы назначали м.н.с. Д.С. Асоян. Коллектив консультировали и оказывали большую помощь директор института академик И.П. Герасимов и заведующие отделами. Финансирование по договору было огромным – мы могли организовывать большие экспедиции в разные регионы СССР и, главное, что было внове для института, проводить аэровизуальные наблюдения с вертолетов, необходимые для проверки результатов дешифрирования КИ.

Основной целью исследований являлась разработка программ космических съемок и определение возможностей научного и практического применения сканерной информации с экспериментальных ИСЗ “Метеор-18, 25”, “Метеор-Природа” для решения глобальных, общих и частных географических задач. В ходе проведенных многолетних камеральных, полевых работ и аэровизуальных наблюдений в разных регионах СССР от Кавказа до Камчатки были получены пионерные результаты, как в институте, Москве, так и в мире (а опытов изучения возможностей применения мелкомасштабных космических телевизионных изображений еще не существовало, этим исследованиям в вузах тогда еще не учили). Поэтому приходилось осваивать новое научное направление, причем на примере наиболее сложных для интерпретации мелкомасштабных изображений. Результаты работы достигались в процессе изнурительных дискуссий и длительных обсуждений. Было трудно всем – и старшим научным сотрудникам и аспирантам.

Ограничимся перечнем основных многогранных проблем исследований и полученных наиболее оригинальных выводов. При географической интерпретации оценены возможности и ограничения применения многозональных телевизионных и фотографических изображений в зависимости от их малого и среднего разрешения на местности, спектрального канала и сезонов съемки; определены оптимальные технические и природные условия многозональной съемки с системы ИСЗ “Метеор-Природа” с соответствующими рекомендациями для эксплуатационных систем. Был выработан весьма важный принцип дешифрирования КИ – от общего к частному, и от космической информации к определению содержания контуров (стадии контурного дешифрирования) к известным наземным данным. Установлено преимущество зимних съемок перед летними в условиях лесной таежной зоны для изучения лесной растительности, а также рельефа и неотектонических локальных структур, и динамики схода снежного покрова в Сибири. В тематических исследованиях проведен сравнительно-географический многоаспектный анализ КИ в

зависимости от характера растительного покрова и степени обводненности на равнинах и в горах, “открытости” рельефа и геологического строения. Геоморфологические исследования подтвердили высокую эффективность использования КИ: впервые выявили неизвестные ранее особенности строения морфоструктур (блоковых, пликативных, локальных типа валов и куполов). Уточнены границы морфоструктур в пределах горных стран, молодых и древних платформенных равнин. В процессе камеральных и полевых работ проведено разделение обнаруженных многочисленных линеаментов на тектонически обусловленные морфоструктурные линеаменты (по определению И.П. Герасимова и Е.Я. Рандман) и зоны трещиноватости. Установлено соответствие многих линеаментов нарушениям кристаллического фундамента и структурных этажей чехла. В результате анализа планового рисунка речной сети обнаружены не известные ранее особенности строения крупных речных долин и их связь с неотектоническими структурами, многочисленные кольцевые структуры, требующие своего дальнейшего изучения.

При геоботанической интерпретации установлено преимущество КИ в детальности выделения контуров растительного покрова на схемах дешифрирования по сравнению с картами, составленными традиционными методами, а также возможность эффективного подсчета площадей с разными типами растительного покрова. В гидрологических исследованиях анализ мелкомасштабных КИ позволил существенно детализировать и уточнить пространственные особенности гидрологических условий в слабоизученных регионах Сибири, вплоть до малых рек. Дальнейшие исследования сосредоточились на проблеме дистанционной индикации (с самолетов и вертолетов) радиационно-тепловых характеристик геосистем по спектральному отражению – излучению. В ландшафтных исследованиях Н.В. Фадеевой впервые был получен весьма интересный и неожиданный результат – установлена по космическим снимкам прямая связь крупных ландшафтных рубежей с тектоническим строением территории. Этот факт также подтвердился впоследствии многочисленными опытами ландшафтного картографирования как равнин, так и горных областей с применением КИ. Вместе с тем в результате проведенного сравнительно-географического анализа влияния технических и природных условий съемок на изучение одних и тех же конкретных объектов, и регионов выяснилось, что эффективность применения КИ в географических исследованиях неоднозначна и обусловлена сложным сочетанием природных условий.

Эффективным оказалось применение метода аэрокосмического зондирования в гляциологических исследованиях при наблюдениях за подвижками ледников Памира, Кавказа, Каракорума, шельфовых ледников Антарктиды и других регионов мира, а затем при обновлении каталога ледников. Накопленный опыт и результаты картографирования ледников, лавин, снежного покрова по аэрокосмическим снимкам нашли достойное воплощение в подготовленном и изданном в 1997 г. под эгидой Института географии РАН фундаментальном “Атласе снежно-ледовых ресурсов мира” [6].

Заслуживают внимания проводившиеся межотдельские исследования на Курском стационаре ИГАН, объединившие усилия специалистов разных профилей ИГАН и др. учреждений АН СССР. Эти исследования стали основой для постоянных стационарных наблюдений и аэрокосмических экспериментов и в дальнейшем имели большое практическое значение для изучения сельскохозяйственных геосистем Центральной России; работы возобновлены и продолжаются в наше время.

В заключение отметим, что благодаря пионерным исследованиям по развитию методов аэрокосмического зондирования и практике комплексных исследований был заложен прочный фундамент, и приобретен бесценный опыт применения космических снимков в ИГРАНе и в других учреждениях страны в географических исследованиях. В настоящее время в институте проводятся автором, совместно с С.А. Булановым, теоретические, методические и региональные исследования горных стран с целью крупномасштабного эколого-геоморфологического картографирования, структурно-геоморфологическое картографирование с привлечением традиционных методов морфоструктурного анализа, изучение динамики проявлений опасных экзогенных процессов по разновременным повторным КИ, изучение и систематизация дешифровочных признаков морфоструктуры и морфоскульптуры на космических снимках для разных областей России. Широко применяются аэрокосмические методы в лаборатории гляциологии института, а также в других лабораториях по

научно-практическим экологическим и физико-географическим проблемам. Следует также подчеркнуть, что применение космических снимков опытными дешифровщиками в сочетании с накопленными собственными и литературными знаниями о разных регионах страны и мира позволяют получать новую объективную информацию, не обеспечиваемую другими методами, и, наконец, при современном ограниченном финансировании во многом заменить или сократить сроки экспедиционных работ.

**Благодарности.** Работа выполнена по теме госзадания № 0120135248 в лаборатории картографии ИГРАН.

**Acknowledgements.** This study contributes to the State Task No. 0120135248 in the laboratory of cartography IGRAS.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Асоян Д.С.* Применение комплексного качественного и измерительного дешифрирования аэрофотоснимков в геоморфологических исследованиях (на примере Южной Якутии). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: ИГАН СССР, 1970. 19 с.
2. *Мещеряков Ю.А., Асоян Д.С., Олейников И.Н., Миронов Б.П.* Спутниковая география. Предпосылки развития и некоторые задачи // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1971. № 3. С. 29–46.
3. Atlas of Nature and resources of the Earth. Moscow: Institute of geography-Vienna, Ed. Hölzel. GmbH. 1998.
4. *Магидович В.И.* Краткий очерк истории географического познания Земли. М.: Ин-т истории естествознания и техники РАН, 2009. 236 с.
5. *Асоян Д.С., Скарятин В.Д.* Геолого-геоморфологическое дешифрирование глобальных космических фотоснимков Земли, полученных АМС “Зонд-5” // Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1973. № 5. С. 65–74.
6. Атлас снежно-ледовых ресурсов. М.: Ин-т географии РАН, 1997. Т. 1–2.

#### REFERENCES

1. *Asoyan D.S.* *Primenenie kompleksnogo kachestvennogo i izmeritelnogo deshifirovaniya aerofotosnimkov v geomorfologicheskikh issledovaniyah (na primere Yuzhnoy Yakutii)* (Application of complex qualitative and measuring interpretation of aerial photographs in geomorphological studies (on the example of South Yakutia)). PhD thesis. Moscow: IGAN SSSR (Publ.), 1970. 19 p.
2. *Meshcheryakov Yu.A., Asoyan D.S., Oleynikov I.N., and Mironov B.P.* Satellite geography. Preconditions for the development and some purposes. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. Geogr.* 1971. No. 3. P. 29–46. (in Russ.)
3. Atlas of Nature and resources of the Earth. Moscow: Institute of geography-Vienna, Ed. Hölzel. GmbH. 1998.
4. *Magidovich V.I.* *Kratkiy ocherk istorii geograficheskogo poznaniya Zemli* (A brief essay on the history of geographical knowledge of the Earth). М.: ИИЕТ РАН, 2009. 236 p.
5. *Asoyan D.S., Skarjatin V.D.* Geological-geomorphological interpretation of global space photos of the Earth, AMC acquired “Zond-5”. *Izv. VUZov. Geodez. Aerofot.* 1973. No. 5. P. 65–74.
6. World atlas of snow and ice resources. Moscow: Institute of Geography RAS (Publ.), 1997. Vol. 1–2.