

Геоморфология как одна из базовых дисциплин для геолого-съемочных и прогнозно-поисковых работ

Гаврилов А.А.

*Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток,
e-mail:gavrilov@poi.dvo.ru*

Существующие в настоящее время достижения в исследованиях Земли из космоса (геодезия с программами SLR, DORIS, GPS, методики космической геологии, спутниковая альтиметрия и др.), разработки, связанные с созданием глобальных баз гипсометрических, батиметрических данных и соответствующих цифровых моделей рельефа в рамках программ ETOPO1, ETOPO2, GEBCO 2014, Google Earth, очевидные успехи в морфоструктурном и морфотектоническом изучении рудоносных территорий [1, 2, 7; и др.], а также совершенствование геоинформационных технологий (ГИС) существенно повышают возможности и статус геоморфологии, выводя ее на качественно иной уровень. Это определяет необходимость пересмотра роли и возможностей использования геоморфологической информации в комплексе с материалами дистанционного зондирования из космоса при проведении геолого-съемочных работ разного масштаба, при прогнозе, поиске месторождений различных полезных ископаемых и при решении широкого круга задач геологических исследований. Важное экономическое значение имеет преимущественно камеральный характер проводимых изысканий, что имеет особое значение для огромных и слабо освоенных территорий Сибири и Дальнего Востока;

Традиционно в качестве объектов геоморфологических исследований рассматриваются формы (рельеф) поверхности Земли (ПЗ) или, в более точном определении, поверхности литосферы (ПЛ). На локальном и региональном уровнях в соответствии с методическими установками, руководствами, разработанными еще в 1970-е гг. [8] и уточненными в последующие годы [6], картографируются и изучаются формы поверхности геологических тел и дислокаций, т.е. отражается двумерное пространство.

Между тем современные исследования показывают, что в рельефе Земли и планет земного типа прямо или опосредованно отражаются: 1 – параметры, морфология, генотип, иерархия, возраст, глубины формирования геологических дислокаций и тел; 2 – механизмы образования структурной основы неровностей и ровных участков ПЗ, или ПЛ; 3 – масштабы и структурно-вещественные особенности магматизма, метаморфизма, дегазации и дефлюидизации мантии, явления плюмовой тектоники, мантийного диапиризма; 4 – эндогенные и экзогенные геодинамические процессы (тектогенез, вулканизм, сейсмические явления, сели, оползни и др.); 5 – влияние гравитационного и космогенных факторов морфогенеза (метеоритная бомбардировка, приливные гравитационные взаимодействия Земли с Луной, Солнцем и др.); 6 – физико-механические и химические свойства пород, обуславливающие морфолитодинамический эффект; 7 – климатические, ландшафтные условия морфогенеза; 8 – общие закономерности рельефообразования, связанные с планетарной и региональными тенденциями планации рельефа и отражающие баланс эндогенного и экзогенного энергомассопереноса; 9 – явления геоморфологической конвергенции, гомологии, цикличности тектогенеза, литогенеза и морфогенеза [3]. Все это подчеркивает высокую геологическую информативность рельефа.

Если при изучении процессов горообразования принять за основу существующие тектонические карты, структурные схемы и господствующие на данный исторический момент геологические модели, то содержание геоморфологических исследований в рамках традиционного подхода будет сведено к выявлению морфометрических, морфографических характеристик рельефа выделяемых дислокаций, например террейнов, оценке их денудационного среза, решению ряда других вспомогательных задач. О независимой роли геоморфологических методов в расшифровке особенностей геологического строения

территории, в оценке геодинамики и механизмов структуро- и рельефообразования говорить не приходится. И наоборот, проведение исследований с приоритетным использованием данных о морфологии, строении объемного рельефа и результатов дешифрирования космических снимков позволяет определять распространение и типизацию морфоструктур, экспонированных дислокаций геологических тел, выявлять неустановленные в ходе геологосъемочных и тематических работ глубинные элементы структурного плана орогенных областей, поясов и др. Дает возможность установить особое рельефообразующее значение очаговых систем и зон разломов, играющих роль главных энергонесущих элементов литосферы и опосредующих связь глубинных и поверхностных факторов морфогенеза. Формулировать геоморфологические критерии верификации существующих региональных моделей горообразования, а также решать ряд других теоретических и прикладных задач. Все это возможно, если, в отличие от традиционной геоморфологии, нацеленной на изучение лишь морфологических черт и рельефообразующих процессов на ПЗ или ПЛ, рассматривать в качестве объекта исследований сферу морфогенеза, формы рельефа как важнейшие индикаторы структурных элементов, динамики литосферы и осуществлять синтез геолого-геоморфологической информации на уровне трехмерных моделей [2, 3, 13].

К сожалению, представленные ранее теоретические аспекты трехмерного картографирования (Смирнов, 1982) не получили дальнейшего развития и практического применения. Намечаемый подход к синтезу геоморфологической, аэрокосмической и геолого-геофизической информации на уровне пространственно-генетических соотношений (блок-диаграммы, более сложные 3D модели разломных, очаговых систем разного ранга, орогенных сооружений и др.) показывает необходимость создания комплексных картографических материалов, отражающих глубинную природу явлений морфотектогенеза, динамические, историко-генетические и другие аспекты объемного рельефообразования. Это предполагает создание в перспективе на основе цифровых моделей рельефа и геологических карт соответствующих компьютерных программ 3D картографирования разных уровней детальности. На начальном этапе продуктивно простое совмещение информационных слоев (Photoshop CS6). Например, вынос на гипсометрическую основу основных структурных элементов территорий, в частности, магматических образований и разломов, представляющих главные энергонесущие структуры литосферы

Возникновению стереотипов об относительно невысокой значимости геоморфологических методов и информации о рельефе в расшифровке особенностей геологического строения и развития территорий способствовал ряд факторов. Среди них можно отметить: определение объектом исследований форм поверхности (т.е. плоскостных, двумерных пространственных моделей); превалирование представлений о неотектонической природе явлений тектоморфогенеза, слабо связанных с геологическим субстратом; исторически сложившее отнесение геоморфологии к кругу географических дисциплин и др.

В своих построениях автор в качестве ключевых объектов геолого-геоморфологических исследований горных территорий и областей денудации в целом предлагает рассматривать водораздельные узлы-морфоструктуры (ВУМ), определяя их как центры длительного и устойчивого роста положительных деформаций земной коры. Крупные ВУМ орогенных областей, поясов соотносятся с горообразующими центрами, имеющими, как правило, очаговую природу [3]. Геоморфологическое и глубинное строение таких ВУМ, морфология, генезис и параметры сопряженных с ними конформных дислокаций, а также состав и возраст пород несут главную информацию о механизмах, факторах формирования и развития поднятий. Паспортизация ВУМ на основе комплекса геоморфологических геологических, геофизических и космогеологических материалов позволяет осуществлять верификацию тектонических гипотез, моделей горообразования, решать многие другие вопросы. Если на территории Юга ДВ до 80% ВУМ сложено магматическими образованиями и связано с инъективными дислокациями [3], то о каких коллизионных или коллизионно-аккреционных механизмах регионального орогенеза, которые предлагает террейновый анализ, может идти речь?

Геоморфологические исследования абсолютно необходимая составляющая работ по геологическому картографированию не только суши, но и дна морей и океанов. Данные о строении и развитии подводного рельефа – основа индикации структурных элементов, характера и масштаба рельефообразующих явлений экзогенного и эндогенного энергомассопереноса, определения структурной позиции проявлений магматизма, рудной минерализации и т.д. Все это находит применение при решении проблем тектогенеза, литогенеза, геодинамики, прогнозе, поиске месторождений полезных ископаемых, общей оценке ресурсного потенциала отдельных участков дна морских и океанических акваторий. Особенно важна роль геоморфологических методов при выделении и идентификации зон разломов и очаговых систем, выраженных, как правило, морфоструктурами центрального типа. Визуализация цифровых моделей рельефа, создаваемых на основе глобальной базы батиметрических данных GEBCO 2014 (<http://Ocean3dprojects...>), альтиметрии и материалов дистанционного зондирования Земли из космоса в рамках программы Google Earth открывает принципиально новые возможности для изучения планетарного и регионального рельефа, геологии дна морей и океанов. В ходе предварительных исследований, например, в пределах дна Тихого океана при проведении предварительных исследований было выделено более 150 кольцевых аномалий, соотносимых с очаговыми системами разных размеров и глубин заложения [14]. Можно констатировать, что широкое применение геоморфологических и космогеологических данных для индикации инъективных дислокаций различных глубин заложения во многом способствовало развитию учения о кольцевых структурах, формированию концепции очагового тектоморфогенеза и более широкому распространению идей плюмовой тектоники. Не менее велика значимость геоморфологических и космогеологических методов при выделении и идентификации транрегиональных, региональных и локальных систем линеаментов, соотносимых с сетями разрывных нарушений исследуемых территорий [4].

Хорошо известно, что изучение рельефа важнейшая составляющая ландшафтных, палеогеографических исследований. При этом многие методы палеогеографии по своему содержанию геологические (стратиграфический, минералогический и др.). Сложно переоценить роль геоморфологии и материалов дистанционного зондирования из космоса в сравнительном изучении геологии планет солнечной системы земного типа. Геоморфологическая информация востребована при изучении явлений эндогенной и экзогенной геодинамики, решении вопросов четвертичной, динамической, инженерной геологии, сейсмологии, экологии. Она широко используется при проведении валунных, шлиховых, литохимических поисков рудных объектов. Морфометрические, морфографические, морфоструктурные, морфотектонические, историко-генетические методы анализа рельефа находят применение при прогнозировании и поиске россыпных, элювиальных, осадочных и вулканогенно-осадочных и других генотипов месторождений.

Появление материалов дистанционного зондирования из космоса способствовало совершенствованию известных и разработке новых методик морфоструктурных и морфотектонических исследований рудных районов, поясов и областей. Были выдвинуты концепции морфоструктурно-металлогенического анализа, ринговой металлогении, рудоконцентрирующих структур, [1, 2, 5, 7; и др.]. Разработаны схемы соотношения морфоструктурных и металлогенических таксонов районирования, обоснованы положения о паспортизации рудно-магматических очаговых систем установлено явление металлогенической асимметрии очаговых рудоносных морфоструктур, структур и т.д. Успешно применяется комплекс геоморфологических и космогеологических методов для поиска и выделения структур, потенциально перспективных на алмазы [9], залежи углеводородов [11] и т.д., и т.п.

Парадоксально, но в геологических исследованиях и в практической геологии, за редким исключением, все это почему-то не находит применения. Имеет место явная недооценка информативности рельефа и эффективности геоморфологических методов при решении многих геологических задач. Например, согласно существующим инструкциям

ВСЕГЕИ в комплекте госгеолкарты-200 должна быть представлена лишь геоморфологическая схема М 1:500 000. Она составляется на основе морфогенетической легенды, которая была разработана еще в 1970 гг. [8] в рамках плоскостной концепции геоморфологических исследований. Как уже отмечалось, такие картографические модели несут минимум информации о геологических структурах территорий, не позволяют выявлять скрытые элементы геологического строения, оценивать морфоструктурную позицию рудных объектов и их денудационный срез, решать многие другие задачи на стыке геологии и геоморфологии. Необходим и принципиально важен переход к изучению форм рельефа и геологических структур в их единстве – как трехмерных, объемных образований. Это дает возможность на новом уровне оценить связи морфоструктурного плана с глубинным строением территорий, установить особое рельефообразующее значение очаговых систем и зон разломов, определить рельефообразующую роль явлений энергомассопереноса на различных уровнях организации геологических сред и т.д.

Современную геоморфологию в комплексе с методами дистанционного зондирования из космоса и компьютеризации необходимо рассматривать как одну из базовых дисциплин для геологического картографирования суши, дна морей океанов, сравнительно планетологических исследований и проведения работ, нацеленных на решения задач прогноза и поиска месторождений различных полезных ископаемых.

Литература

1. *Волчанская И.К.* Морфоструктурные закономерности размещения эндогенной минерализации. М.: Наука, 1981. 240 с.
2. *Гаврилов А.А.* Проблемы морфоструктурно-металлогенического анализа. Ч. II. Владивосток: Дальнаука, 1993. 141-328 с.
3. *Гаврилов А.А.* Морфотектоника окраинно-континентальных орогенных областей (юг Дальнего Востока и прилегающие территории). Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2017. 312 с.
4. *Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Д.* Основы линеаментной тектоники. М.: Наука, 1986. 140 с.
5. Кольцевые структуры континентов Земли // В.Н. Брюханов, В.А. Буш, М.З. Глуховский, Зверев А.Т., Кац Я.Г., Макарова Н.В., Сулиди-Кондратьев Е.Д. М.: Недра, 1987. 184 с.
6. *Ласточкин А.Н.* Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.
7. Металлогения орогенов / И.Н. Томсон, В.С. Кравцов, Н.Т. Кочнева, А.М., Курчавов В.В. Середин, В.А. Селиверстов, Г.А. Танаева. М.: Недра, 1992. 272 с.
8. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям / М.Н. Бойцов, Г.С. Ганешин, М.И. Плотникова, Ю.П. Селиверстов, В.В. Соловьев, Ю.Ф. Чемеков. Ред. Ю.Ф. Чемеков. Л.: Недра, 1972. 384 с.
9. *Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Громцев К.В.* Дистанционная оценка алмазоносного потенциала северо-западного региона России // Отечественная геология. 2009. № 1. С. 48–52.
10. *Смирнов Л.Е.* Трехмерное картографирование. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982, 104 с.
11. *Смирнова М.Н.* Нефтегазоносные кольцевые структуры и научно-методические аспекты их изучения // Геология нефти и газа. 1997. № 9. С. 1-6.
12. *Соловьев В.В.* Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа. Объяснительная записка к карте морфоструктур центрального типа территории СССР. М 1:10 000 Л.: ВСЕГЕИ, 1978.
13. *Худяков Г.И.* Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
14. *Gavrilov A.A.* Ring structures of the Pacific Ocean bottom and some problems with their investigations // NCGT Journal. 2018. Vol. 6. N 2. P. 172–202.