

- [11] Kulakov V. V., Steblevskij V. I., Teslya V. G., Xerlitcius J. E'. Opytno-promyshlennaya e'kspluatatsiya pilotnoj ustanovki po podgotovke pit'evyx podzemnyx vod v vodonosnom gorizonte na Tungusskom vodozabore // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2012. N 7. S. 29—35.
- [12] Kulakov V. V., Shtengelov R. S. Ocenka zapasov presnyx podzemnyx vod v rechnyx dolinax Priamur'ya // Sb. Podzemnye vody vostoka Rossii (Materialy po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka). Tyumen', 2009. S. 254—257.
- [13] Maximov A. N., Kim V. I., Voronov B. A. Navodnenie v bassejne Amura 2013 goda: prichiny i posledstviya // Vestnik DVO RAN. 2014. N 2. S. 5—10.
- [14] Fisher N. K., Kulakov V. V. Ocenka e'kologicheskoy bezopasnosti ispol'zovaniya podzemnyx vod Sredneamurskogo artezianskogo bassejna // E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti goroda: problemy i resheniya: materialy 4-j regional'noj nauch.-prakt. konf. 27—28.06.2014 g. Xabarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2014. S. 120—125.
- [15] Fisher N. K., Kulakov V. V. Osobennosti zagryazneniya podzemnyx vod nefteproduktami v period obil'nyx osadkov // Chteniya pamyati V. Ya. Levanidova. Vyp. 6. Vladivostok: Dal'nauka, 2014. S. 719—722.
- [16] Shamov V. V., Onishi T., Kulakov V. V. Stok rastvorennogo zheleza v rekax bassejna Amura v konce XX veka // Vodnye resursy. 2014. T. 41. N 2. S. 206—215.
- [17] Shesterkin V. P., Shesterkina N. M., Forina Yu. A., Ri T. D. Transgranichnoe zagryaznenie Amura v zimnyuyu mezen' 2005—2006 gg. // Geografiya i prirodnye resursy. 2007. N 2. S. 40—44.
- [18] Shtengelov R. S. O vozmozhnosti snizheniya riska zagryazneniya prirechnyx podzemnyx vodozaborov // Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. 2015. N 4. S. 38—44.
- [19] Cao Y., Tang C., Song X., Liu C., Zhang Y. Characteristics of nitrate in major rivers and aquifers of the Sanjiang Plain, China // Journal of Environmental Monitoring. 2012. V. 10, N 14. P. 2624—2633.
- [20] Kulakov V. V., Fisher N. K., Kondratieva L. M., Grischek T. Chapter 17. Riverbank Filtration as an Alternative to Surface Water Abstraction for Safe Drinking Water Supply to the City of Khabarovsk, Russia // C. Ray and M. Shamrukh (eds). Riverbank Filtration for Water Security in Desert Countries/ DOI 10.1007.978-94-007-0026-0_17/ Springer Science + Business Media B. V. 2011. P. 281—298.

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 5

ОТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ К ПРАКТИКЕ МНГОВЕКТОРНОГО ПОЗНАНИЯ РЕЛЬЕФА

© Д. В. ЛОПАТИН,¹ А. И. ЖИРОВ²

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

E-mail: ¹ Lopatin12@yandex.ru,

² zhirov84@mail.ru

Геоморфология — автономная наука в системе знаний о Земле, что определяется особенностями объекта ее исследования — земной поверхностью, разделяющей подвижные и консервативные геосферы. Но индикаторные возможности земной поверхности, запечатлевающей механизм взаимодействия геосфер, объясняют не только автономность геоморфологии, но и ее объединяющую

роль в системе наук о Земле. До середины XX в. геоморфология не развивалась так, как другие науки, но после Второй мировой войны в связи с доступностью аэрофотосъемки, с расширением топографических съемок, развитием геофизических и гидрологических исследований смогла реализовать свой индикационный и интеграционный потенциал. Реализация возможностей геоморфологии происходила с помощью создания геоморфологических моделей разного уровня — от глобальных до региональных и локальных. Многие тектонические и геологические гипотезы были выдвинуты и подтверждены позднее посредством изначального геоморфологического информационного сигнала. Будущее геоморфологии видится в дальнейшем усилении ее интеграционного значения, способности к объединению знаний не только о геосферах Земли, но и об обществе.

Ключевые слова: геоморфология, науки о Земле, геоморфологические модели, гипотезы и теории, системность науки.

Геоморфология — автономная наука в системе знаний о Земле. Ее объект исследования — рельеф земной поверхности, разделяющей подвижные и консервативные геосферы. Одновременно с этим рельеф — связующее звено в предметной сфере между физико-географической средой, земной корой и литосферой в целом. Рельеф земной поверхности отображает разнообразные процессы в этих средах, выполняет индикационную роль и в комплексе с другими данными способствует раскрытию механизмов во взаимодействии данных геосфер. На это свойство рельефа мы обращали внимание в работах [5–7]. Особенно плодотворна роль структуры земной поверхности в рудно-поисковом деле [9], при изучении орогенных образований [11], прогнозировании нефтегазоносных структур и др. А. Н. Ласточкин определил место геоморфологии с фундаментальных позиций как общее основание для наук о Земле [3].

Не все исследователи разделяют эту точку зрения. М. Чёрч считает, что геоморфология задержалась в своем развитии в XIX в. до 1950 г., в отличие от других наук о Земле. И лишь после увеличения доступности аэрофотосъемки, охвата топографическими съемками всего земного шара, благодаря развитию геофизических и гидрологических исследований после Второй мировой войны и переходу к решению насущных задач мирного времени стала наукой практической [18, с. 266].

Рассмотрим системообразующее свойство рельефа на примерах природных объектов разного таксономического ранга, в той или иной предметной сфере.

Известно, что учение о тектонике плит началось с гипотезы А. Вегенера о плавлении материков. Эта идея родилась на основе построения простой геоморфологической модели. При сложении геометрических контуров материков и крупных островов получилось единое целое, наподобие склеенной битой тарелки. Это обстоятельство позволило ученому предположить раскол некогда существовавшего единого материка и дрейф отдельных его плит под воздействием эндогенных сил Земли [13]. В то время А. Вегенер не мог определить, когда это произошло и каков механизм дрейфа. Он создал только геоморфологическую модель предполагаемого явления.

Модель выглядела столь убедительно, что в дальнейшем, осуществляя поиск научных доказательств этого явления без дополняющих сведений по геологии и геофизике, имея лишь биологический вектор развития идеи, возникла *концепция мостов*. Согласно ее положениям, доказательство дрейфа основывалось на фактах хронодинамики расселения представителей биологического мира на разобщающихся континентальных плитах. Считалось, что Австралийская плита откололась раньше других, так как в ее флоре и фауне наблюдается наибольшее количество древних эндемиков, возникших в палеозойскую эпоху, а Африканская — вообще осталась на месте. В геометрическую геоморфологическую модель был привнесен историко-биологи-

ческий элемент аргументации, позволяющий рассматривать первичную модель уже с концептуальных позиций.

При комплексном изучении дна Мирового океана данная модель дополнялась представлением о системе океанических рифтовых зон — осей растяжения земной коры, фиксирующих импульс горизонтального движения. Антиподально были открыты и зоны поглощения плит. Они располагаются на стыке с континентами в виде динамопар — глубоководных желобов, мест поддвига океанических плит под краевую зону континента, и преимущественно вулканических островных дуг, возникающих над областью погружения этих плит. С помощью геолого-геофизических моделей был найден механизм движения плит, объясняющий данное геолого-геоморфологическое явление. На основании таких открытий возникла *теория тектоники плит*. Согласно ее положениям, под действием механизма вертикальной конвекции в мантии Земли происходят расширение главного рифтового желоба и заполнение его мантийным магматическим веществом. Доказательством этого является система палеомагнитных аномалий, симметрично расположенных вдоль осевых зон океанических рифтов и показывающих удвение одновозрастных магматических полос от центра растяжения к берегам континентов. Таким образом, палеомагнитные и другие данные о дрейфе континентов позволили рассматривать данную комплексную модель как *научно обоснованную теорию*.

В ходе дальнейшего изучения этого явления с привлечением результатов геофизических исследований, данных глубокого бурения, геолого-геохимических материалов, геоморфологическая модель тектонического строения литосферы Земли стала *учением*, отрицание которого на настоящем этапе развития науки не представляется конструктивным.

Примером системообразующей роли строения рельефа земной поверхности регионального масштаба является связь геоморфологических моделей разных типов гор с глубинными геодинамическими процессами их образования. Н. А. Флоренсов горный рельеф континентального происхождения группирует в четыре типа: конструктивные линейные орогены гобийского типа, конструктивные сводовые сибиретипные орогены, отличающиеся от первых лишь овоидной формой сводов и нелинейностью внутренних орографических единиц, деструктивные горы и связанные с ними впадины рифтового типа и складчатые орогены краевых зон платформ [12].

В качестве начального опыта геоморфолог видит форму орогена. Затем по морфометрическим, картометрическим параметрам и данным специализированного космоснимков определяет их внутреннее орографическое строение и зону контакта с соседствующими морфотипами. На основе наблюдаемого и аналитического знания он строит *геоморфологическую модель*. Для орогенов *гобийского типа* характерен глыбовый тип гор: высоко вздернутые борты, резко дифференцированный рельеф на узкие пластинообразные горные хребты и гряды, разделенные впадинами с цокольными днищами, перекрытыми маломощными рыхлыми накоплениями. Для этого типа гор характерно отсутствие предгорных прогибов, а вместо них наблюдаются обширнейшие предгорные шлейфы пролювиальных равнин, пронизанных в предгорной части низкими и узкими грядами цокольного основания — форбергами, простирающимися параллельно оси главного хребта. Этот тип гор получил название — *пьедестальные горы*. Кроме того, их поверхность осложнена мощнейшими сейсмодислокациями [12].

Углубленное изучение геолого-геофизического строения этих гор привело к созданию своеобразной геодинамической модели, в основе которой лежат идеи о тангенциальном сжатии жесткой и мощной земной коры, мало способной к изгибовым деформациям, и клинообразном выжимании горстов с дифференцированным внутренним тектоническим строением. Геодинамическая и кинематические модели пьедестальных конструктивных гор гобийского типа были определены геоморфологической составляющей. Родоначальником прочтения таких моделей был создатель новейшей тектоники С. С. Шульц [14]. Геоморфологические модели он использовал как основание для тектонического исследования горно-складчатых регионов в олигоцен-четвертичное время.

Геоморфологическая модель гор деструктивного типа — узкая в масштабах континента горная область, состоящая из центрального желоба и обрамляющего его линейных горных хребтов. Желоб состоит из цепи сменяющих друг друга по простиранию впадин, разделенных сокольными горными перемычками. Горные обрамления представляют собой горстовые плоскогорья или сводово-глыбовые валоподобные поднятия с альпинотипным рельефом и их поверхность осложнена мощными сейсмодислокациями. Этот тип гор также не сопровождается предгорными прогибами.

Геолого-геофизические исследования геоморфологической модели показали ее рифтовую природу — центральный желоб образовался за счет растяжения земной коры, а накопление во впадинах рыхлых отложений и основных вулканитов привело к изостатическому поднятию обрамляющих впадины гор. Расширение впадин происходит из-за вовлечения в опускание крупных блоков горных склонов рифтовых долин и межгорных перемычек, что приводит к сокращению площадей горных хребтов и понижению высот перемычек. Тектонический процесс сопровождается сейсмогенной деятельностью высоких значений магнитуд.

На основании морфологической модели была сформирована концепция рифтовой природы динамотроек, что привело к созданию *теории рифтогенеза*.

Горные хребты, обрамляющие платформенные равнины, Н. А. Флоренсов относит к *складчатому типу* [12]. Геоморфологическая модель этих гор представляется в виде протяженной зоны множественных горно-грядовых образований куэстового типа с обрывистыми склонами, обращенными к жестким платформенным или межгорным равнинам. В водораздельной части горных хребтов наблюдаются малозаметные купольные локальные поднятия, фиксирующиеся с помощью морфометрического, картометрического и дистанционного анализов космоснимков (КС). В геологическом плане этот рельеф индицирует моноклинальный тип залегания пластов платформенных или межгорных впадин с резким и круто падающим разломом, инъецированным интрузивами, а иногда и действующими вулканоструктурами (Сунтар-Хаята). В ряде случаев уступ имеет взбросовую или шарьяже-надвиговую структуру. Типичные образования таких гор — горная цепь, представленная Хараулахским, Верхоянским, Сунтар-Хаятинским и Сетте-Дабанским хребтами. Их внешние крутопадающие разломы, переходящие в надвиги на глубине, сопряжены с псевдо-предгорными прогибами, образовавшимися за счет напорных сил со стороны складчатых поясов и поддвига краев жестких платформ под рыхлые отложения — продукты размыва горных поднятий с образованием косых пролювиально-аллювиальных и подгорных моренных шлейфов. Здесь

наблюдается индикационная роль рельефа, определяющая геодинамический тип геолого-тектонической модели складчатого комплекса.

Локальные геоморфологические модели целесообразно использовать в прикладных геоморфологических исследованиях. Морфологические основы рельефа выступают в качестве системообразующих при инженерно-географическом анализе территорий пионерного градостроительного освоения территорий, промышленного строительства и геоэкологических оценок. При этом важнейшей компонентой выступают современные и новейшие геоморфологические процессы (процессы физической геологии, по И. В. Мушкетову, 1899—1906).

Как отмечает М. Чёрч, самые ранние геоморфологические модели для практики были созданы в середине XX в. и касались широкого круга разнообразных вопросов практики: от гидравлики и механики почв до прибрежной инженерии [19—23]. В философском плане в исследованиях сильно ощущалось позитивистское влияние [18, с. 267].

В комплексе с геолого-геофизическими и геохимическими методами исследования необходимы структурные методы познания рельефа: наземная геоморфологическая съемка, картометрия, дистанционное зондирование ландшафта в целом и его определенных признаков, фиксирующих некие скрытые рудоносные образования, для морфологического основания построения предметных геоморфологических или физико-географических карт, которые используют для составления геоэкологических карт-основ. При этом применяются дистанционные снимки средней и высокой степени разрешения в зависимости от масштаба решаемой задачи: от 30—40 м на местности, обеспечивающих масштаб карт 1:1 000 000, до 4—15 м — для карт масштаба 1:200 000; менее 4 м — для карт экологических оценок в картах масштаба 1:10 000. Для градостроительных планов по стереопарам спектрональных аэрофотоснимков (АФС) строится математическая модель рельефа, совмещенная с цифровой моделью местности в масштабе 1:2000. Для размещения коммуникаций внутри новых кварталов используется контактная геодезическая съемка масштаба 1:500 [8].

Структурно-геоморфологические модели продуктивны для изучения, реанимации старых рудных полей, скрытых в массе материнской породы, и поиска рудоносных тел в районах тектономагматических активизаций, постскладчатых и платформенных областей с малоконтрастным рельефом.

В качестве основной составляется полевая геоморфологическая морфодинамическая карта с элементами морфогенезиса масштаба 1:10 000 или 1:5000 для территорий с более сложным рельефом. При этом картографирование ведется на геодезических полигонах геофизических съемок, размеченных на профили, проведенные через 100 м с севера на юг, и пикетированных через 50 м. Для геоморфологической съемки с разрешением 1 м по длине профиля и 1 м по высоте требуется более дробное деление по длине — через 10 м. Карта используется в качестве индикации зон и полей трещиноватости, обрисовывающих поля напряжения над погребенными рудоносными штоками [9].

Для более четкой прорисовки таких зон и полей используют АФС и КС высокого разрешения, координаты которых совмещены в системе ГИС. Кроме того, структурно-геоморфологические схемы строятся по картометрии и по всем морфометрическим характеристикам и тоже совмещаются в ГИС. На основании математических корреляционных расчетов делается минерагеническое прогнозирование с определением координат точек бурения сква-

жин. Компетентность такого подхода была нами подтверждена на Орловско-Спокойненском рудном поле, полностью покрытом геоморфологической картой и серией структурно-геоморфологических карт общей площадью около 400 км² съемки масштаба 1:10 000 [9].

В зонах *тектономагматических активизаций платформ*, где продуктивные тела кимберлитового магматизма располагаются внутри платформенного чехла и не выходят на поверхность, их поиски осуществляются также по зонам внешней трещиноватости, локализованным по законам центрозоновой симметрии. Кольцевые структуры и конформные им радиальные линейные элементы образуются над изометричными компенсационными микродепрессиями, занятыми гидрофильной растительностью или ледниковыми камами, располагающимися на их днищах. На Золотицком рудном поле авторами совместно с И. Б. Антоновой была отработана методика прогнозирования и поисков продуктивных тел. Она заключается в следующей последовательности технологических операций:

- Поиски компенсационных структур по данным АФС высокого разрешения (рисунок изображения),

- Поиски компенсационных структур по данным РЛС (темные пятна с центрозоновой симметрией),

- Составление индикационных таблиц по каждому из выявленных объектов АФС и РЛС,

- Оценка признаков с эталонами известных месторождений и классификация по перспективной алмазности,

- Полевая биогеохимическая съемка перспективных участков,

- Составление мультипликативных кривых по данным предыдущей съемки,

- Оценка перспективности каждого выявленного поискового участка [7].

Геоморфологические модели и их яркостные отображения лежат в основе поискового анализа месторождений полезных ископаемых.

Иные модели строения рельефа используются в *инженерной геоморфологии*, в основе которой лежит всесторонняя информация о строении рельефа в ситуационном режиме и динамических процессах и явлениях для информационного обеспечения инженерно-геологических и инженерно-экологических проблем. Инженерная геоморфология представляет собой один из четырех аспектов прикладного кластера, одновременно являясь важной базовой основой инженерной геологии, в рамках которой рассматриваются инженерная геодинамика и инженерная геоэкология [2].

В инженерной геоморфологии используются два типа моделей: *статическая* и *динамическая*. Первые предусматривают математическую элементаризацию земной поверхности по вертикали — вертикальное расчленение, и по латерали — горизонтальное расчленение. Важнейшим документом, фиксирующим рельеф в данной ситуации, служит карта морфологии поверхности рельефа, где каждый морфологический элемент математически определен [4]. Динамическая модель предусматривает изучение и фиксацию динамики склоновых процессов на количественной основе. При этом в профиле вертикального расчленения используются расчеты энергии рельефа, определяемой: а) углами наклона склонов; б) их поперечной протяженностью; в) массой движущегося рыхлого материала (медленно, быстро, лавинообразно); г) плотностью и трещиноватостью материнских пород; д) коэффициентом сейсмичности; е) экспозицией и др. Все эти динамические параметры склонов позво-

ляют с помощью количественных измерений делать оценки инженерного риска при проектировании и строительстве техногенных объектов [10].

Геоморфологию как системную науку характеризовал еще Р. Чорли в 1962 г. [16, 17], но можно согласиться с М. Чёрчем, что данное заявление стало соответствовать действительности лишь с первыми попытками цифрового моделирования геоморфологических систем с использованием компьютеров [18, с. 274]. Кроме рассмотренных моделей, нацеленных, в первую очередь, на изучение геологических процессов как в недрах Земли, так и на ее поверхности, существует много геоморфологических моделей, позволяющих оценить экологическое состояние окружающей среды и прогнозировать его изменение в будущем [1]. М. Чёрч называл геоморфологию не только системной, но и экологической наукой [18, с. 273]. В последнюю четверть прошлого века отечественные ученые (Ю. Г. Симонов, Д. А. Тимофеева, Э. А. Лихачева и мн. др.) обратили внимание на развитие социальной геоморфологии и ее отдельных отраслей (экологической, рекреационной, эстетической и пр.). Возможно, отечественная геоморфология несколько уступает зарубежной в технологическом плане, ибо именно на Западе первыми приступили к созданию специального программного обеспечения для ГИС и цифрового картографирования, да и обеспеченность материалами дистанционного зондирования лучше. Но в теоретическом плане российская геоморфология не уступает зарубежной, компенсируя некоторое технологическое отставание глубиной научного анализа и пытливостью мысли. О том, что технологические достижения не снимают необходимости решения многих теоретических вопросов, в частности в области геоморфологического картографирования, пишут в своей статье М. П. Бишоп с соавторами [15].

Список литературы

- [1] *Дмитриев В. В., Жиров А. И., Ласточкин А. Н.* Прикладная экология. М.: Академия, 2008. 608 с.
- [2] *Жиров А. И., Лопатин Д. В., Макаров А. С. и др.* Динамическая и инженерная геоморфология. СПб.: СПбГУ, 2011. 270 с.
- [3] *Ласточкин А. Н.* Системно-морфологическое основание наук о Земле. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. 762 с.
- [4] *Ласточкин А. Н., Зинченко А. Г.* Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации (применительно к задачам Госгеолкарты-1000). М.: Геоинформмарк, 2001. 38 с.
- [5] *Лопатин Д. В.* Анализ структур фундамента Восточно-Европейской платформы дистанционными методами // Исследования Земли из Космоса. 1981. № 6. С. 36—40.
- [6] *Лопатин Д. В.* Геоморфологическая индикация глубинного геологического строения по данным орбитальных наблюдений на примерах Верхоянья и Юга Дальнего Востока // Геоморфология. 2000. № 3. С. 79—87.
- [7] *Лопатин Д. В.* Поиски трубок взрыва на территории Восточно-Европейской платформы с использованием аэро-космической информации // Исследования Земли из Космоса. 2001. №1. С. 62—72.
- [8] *Лопатин Д. В., Жиров А. И., Лазарева Е. О., Шарин В. В., Калыгин М. Н.* Инженерно-географическое проектирование для освоения новых территорий, городских районов и промышленных сооружений // Город как система. Нижневартовск: Изд-во НГУ, 2012. С. 65—70.

- [9] Лопатин Д. В., Томилов Б. В., Шавель Н. И. Комплексное прогнозирование редкометалльных штоков на Орловско-Спокойненском рудном поле (Восточное Забайкалье) с использованием геоморфологических и дистанционных методов // Региональная геология и металлогения. 2011. № 48. С. 98—107.
- [10] Находка. Создание геолого-географических основ землепользования районов Дальнего Востока России на базе математической интеграции дистанционных и природно-экологических данных / Под ред. Д. В. Лопатина и А. А. Зимова. СПб.: Находка, 1995. 450 с.
- [11] Принципы и методика дистанционных исследований при прогнозировании полезных ископаемых. Сб. статей / Под ред. Д. В. Лопатина СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1992. 144 с.
- [12] Флоренсов Н. А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.
- [13] Хэллем Э. Великие геологические споры. М.: Мир, 1985. 216 с.
- [14] Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня // Записки ВГО. Новая серия. М.: ОГИЗ, 1948. 224 с.
- [15] Bishop M. P., James L. A., Shroder Jr. J. F., Walsh S. J. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research // *Geomorphology*. 2012. Vol. 137. P. 5—26.
- [16] Chorley R. J. *Geomorphology and general systems theory*. Professional Paper 500B. Reston, VA: United States Geological Survey, 1962. 10 p.
- [17] Chorley R. J., Kennedy B. A. *Physical geography: A systems approach*. London: Prentice-Hall International, 1971. 370 p.
- [18] Church Michael. The trajectory of geomorphology // *Progress in Physical Geography*. 2010. Vol. 34(3). P. 265—286.
- [19] Horton R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology // *Geological Society of America Bulletin*. 1945. Vol. 56. P. 275—370.
- [20] Leopold L. B., Maddock T. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. Professional Paper 252. Reston, VA: United States Geological Survey, 1953. 57 p.
- [21] Strahler A. N. Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis // *American Journal of Science*. 1950. Vol. 248. P. 673—696, 800—814.
- [22] Strahler A. N. Dynamic basis of geomorphology // *Geological Society of America Bulletin*. 1952. Vol. 63. P. 923—937.
- [23] The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. London: Methuen, 1941. 265 p.

Поступило в редакцию
10 февраля 2017 г.

From geomorphologic model to multi-vector knowledge of relief

© D. V. Lopatin,¹ A. I. Zhirov²

St. Petersburg State University, St. Petersburg

E-mail: ¹ Lopatin12@yandex.ru

² zhirov84@mail.ru

Geomorphology is an autonomous branch among Earth sciences. This independence is based on the research object — Earth's surface, which separates mobile and more static geospheres. On the other side, indicative role of the Earth's surface — its ability to embed and keep the outcomes and mechanisms of interaction of geospheres — could be a proper uniting basis for all Earth sciences. Until the middle of the twentieth century, geomorphology found itself underdeveloped as compared with other Earth scientific disciplines. However, after the Second World War, it could realize a huge indicative and integrating potential owing to wide topographic mapping, advanced geophysical and hydrological research as well as development of air photography. Geomorphologists successfully compiled a range of models — from that of the global level to those of the local one. They also succeeded in geomorphologic confirmation of many tectonic and geological hypotheses. Now, we see the future of geomorphology in further strengthening of its integrating role, potential to develop multi-vector knowledge of geospheres and even society.

Key words: geomorphology, Earth science, geomorphologic models, hypothesis and theory, system character of science.

References

- [1] Dmitriev V. V., Zhirov A. I., Lastochkin A. N. *Prikladnaya ekologiya*. M.: Akademiya, 2008. 608 s.
- [2] Zhirov A. I., Lopatin D. V., Makarov A. S. *i dr.* *Dinamicheskaya i inzhenernaya geomorfologiya*. SPb.: SPbGU, 2011. 270 s.
- [3] Lastochkin A. N. *Sistemno-morfologicheskoe osnovanie nauk o Zemle*. SPb.: Izd-vo SPbGU, 2002. 762 s.
- [4] Lastochkin A. N., Zinchenko A. G. *Metodika geomorfologicheskogo kartografirovaniya shelfa i kontinentalnogo sklona Rossiyskoy federatsii (primenitelno k zadacham Gosgeolkartyi-1000)*. M.: Geoinformmark, 2001. 38 s.
- [5] Lopatin D. V. *Analiz struktur fundamenta Vostochno-Evropeyskoy platformyi distantsionnymi metodami // Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. 1981. N 6. S. 36—40.
- [6] Lopatin D. V. *Geomorfologicheskaya indikatsiya glubinnogo geologicheskogo stroeniya po dannym orbitalnykh nablyudeniy na primerah Verhoyanya i Yuga Dalnego Vostoka // Geomorfologiya*. 2000. N 3. S. 79—87.
- [7] Lopatin D. V. *Poiski trubok vzryiva na territorii Vostochno-Evropeyskoy platformyi s ispolzovaniem aero-kosmicheskoy informatsii // Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. 2001. N 1. S. 62—72.
- [8] Lopatin D. V., Zhirov A. I., Lazareva E. O., Sharin V. V., Kalyigin M. N. *Inzhenerno-geograficheskoe proektirovanie dlya osvoeniya novykh territoriy, gorodskikh rayonov i promyshlennyykh sooruzheniy // Gorod kak sistema*. Nizhnevartovsk: Izd-vo NGU, 2012. S. 65—70.
- [9] Lopatin D. V., Tomilov B. V., Shavel N. I. *Kompleksnoe prognozirovanie redkometal'nykh shtokov na Orlovsko-Spokoyenskoy rudnom pole (Vostochnoe Zabaykale) s ispolzovaniem geomorfologicheskikh i distantsionnykh metodov // Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2011. N 48. S. 98—107.
- [10] Nahodka. *Sozдание geologo-geograficheskikh osnov zemlepolzovaniya rayonov Dalnego Vostoka Rossii na baze matematicheskoy integratsii distantsionnykh i prirodno-ekologicheskikh dannykh / Pod red. D. V. Lopatina i A. A. Zimova*. SPb.; Nahodka, 1995. 450 s.
- [11] *Printsiipy i metodika distantsionnykh issledovaniy pri prognozirovanii poleznykh iskopayemykh. Sbornik statey / Pod red. D. V. Lopatina* SPb.: Izd-vo VSEGEI, 1992. 144 s.

- [12] *Florensov N. A.* Ocherki strukturnoy geomorfologii. M.: Nauka, 1978. 238 s.
- [13] *Hellem E.* Velikie geologicheskie sporyi. M.: Mir, 1985. 216 s.
- [14] *Shults S. S.* Analiz noveyshey tektoniki i relief Tyan-Shanya // *Zapiski VGO. Novaya seriya.* M.: OGIZ, 1948. 224 s.
- [15] *Bishop M. P., James L. A., Shroder Jr. J. F., Walsh S. J.* Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research // *Geomorphology.* 2012. Vol. 137. P. 5—26.
- [16] *Chorley R. J.* Geomorphology and general systems theory. Professional Paper 500B. Reston, VA: United States Geological Survey, 1962. 10 p.
- [17] *Chorley R. J., Kennedy B. A.* Physical geography: A systems approach. London: Prentice-Hall International, 1971. 370 p.
- [18] *Church Michael.* The trajectory of geomorphology // *Progress in Physical Geography.* 2010. Vol. 34(3). R. 265—286.
- [19] *Horton R. E.* Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology // *Geological Society of America Bulletin.* 1945. Vol. 56. P. 275—370.
- [20] *Leopold L. B., Maddock T.* The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. Professional Paper 252. Reston, VA: United States Geological Survey, 1953. 57 p.
- [21] *Strahler A. N.* Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis // *American Journal of Science.* 1950. Vol. 248. P. 673—696, 800—814.
- [22] *Strahler A. N.* Dynamic basis of geomorphology // *Geological Society of America Bulletin.* 1952. Vol. 63. P. 923—937.
- [23] *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes.* London: Methuen, 1941. 265 p.

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 5

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНО-ЛЁССОВОЙ ФОРМАЦИИ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА В БАСЕЙНАХ РЕК СУРЫ, ВЯТКИ, КАМЫ

© *Н. И. ГЛУШАНКОВА*,*¹ *А. К. АГАДЖАНЫН***

* Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,

** Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка, РАН

E-mail: ¹ ni.glushankova@mail.ru

Рассмотрены особенности формирования и распространения отложений перигляциально-лессовой формации в бассейнах рек Суры, Вятки, Камы. На основе обобщения результатов системного палеогеографического анализа представлена комплексная характеристика лёссовых пород — полигенетических по происхождению и полихронных по времени осадконакопления. Установлена региональная специфика в строении и составе лёссовых горизонтов, приуроченных к разновозрастным палеогеографическим областям Русской равнины. Дана детальная характеристика лёссово-почвенной формации, отвечающей климатолитам среднего и позднего неоплейстоцена. Выявлены пространственно-временные закономерности развития, периодичности лёссообразования и педогенеза, имеющие большое значение для реконструкции ритмики палеогеографических событий неоплейстоцена.