

ДИСКУССИИ

УДК 551.4

Н. А. ФЛОРЕНСОВ**О РАЦИОНАЛЬНЫХ ГРАНИЦАХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА И НЕКОТОРЫХ ВРЕМЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЯХ**

Наблюдающееся в последние годы расширение содержания геоморфологии за ее традиционные рамки приводит, с одной стороны, к полезному углублению контактов со смежными науками, особенно с геологией, а с другой — отвлекает геоморфологию от ее основной задачи — изучения современного рельефа и современных внешних геодинамических процессов. Взаимодействуя со смежными науками, геоморфология должна сохранять присущее ей место, предмет и метод. Реконструкция рельефа прошлых геологических эпох — задача исторической геологии и особенно палеогеоморфологии, которую следует рассматривать, как ветвь геологии.

Время в геоморфологическом процессе, как и в других природных процессах макромира, не является самостоятельным фактором, а проявляется в опосредственном виде через непрерывную направленную связь прерывистых (конечных) геодинамических явлений.

Геоморфология в экстенсивной фазе развития

Задача, которую ставит перед собой автор настоящей статьи, возникла из размышлений по поводу существующей тенденции к расширению интересов геоморфологии на соседние области знания, а также по поводу современной теоретической базы геоморфологии. Историческая преемница геологии в познании поверхностных процессов и динамики рельефа, эта наука, продолжая и углубляя теоретический поиск, стала, как известно, также и на почву прикладной науки. С каждым годом растут успехи морской геоморфологии. Науку о рельефе очень занимают проблемы геофизики, особенно гравиметрии, изостазии вообще и гляциоизостазии в частности, проблема физического механизма горообразования (включая и тафрогенез). Появилось понятие о геохимии ландшафта, и начались конкретные исследования в этом направлении. Замечательно, что изучение рельефа в настоящее время производится не только геоморфологическими методами, включающими весь арсенал географических аспектов, а преимущественно, если не всегда, методами геолого-геоморфологическими. Мы были свидетелями появления нового ростка науки о Земле — палеогеоморфологии. За последние десятилетия геоморфология сделала первые шаги к изучению (конечно, косвенными методами) морфологических особенностей и соотношений границ глобальных оболочек Земли, в особенности рельефа границы Мохо. Появились интересные работы по глобальной геоморфологии и (благодаря успе-

хам космонавтики) новые возможности сравнения земного рельефа с рельефом Луны и Марса. Все это указывает на происходящее на наших глазах расширение интересов, а вместе с тем и претензий геоморфологии, выходящих за ее традиционные рамки. Возникает вопрос: насколько правомерны названные тенденции, действительно ли они служат углублению в суть предмета геоморфологии, развитию комплексного подхода к его познанию? Этому вопросу, а также некоторым смежным вопросам будут посвящены нижеследующие строки.

Более двадцати лет назад К. К. Марков поставил острый вопрос о ненормальной изолированности геоморфологии от смежных естественных наук, о том, что «...принципиально важные достижения смежных дисциплин систематически проходят мимо геоморфологии, застывшей в рамках канонов — Дэвиса или В. Пенка» (Марков, 1948, стр. 313). Таким образом, в наши дни произошел, по-видимому, положительный сдвиг в этом направлении и нужно радоваться тому, что контакты геоморфологии с другими науками в дальнейшем будут углубляться и расширяться. Вместе с тем, констатируя факт несомненного подъема геоморфологии, расширения ее базы и ее функций, нельзя не отметить некоторых неясностей в ее будущем.

Естественно-исторические науки, относящиеся как к живой, так и к мертвой природе, составляют, как известно, фундамент научного мировоззрения, а их собственный рост был и остается обязанным их историчности, стремлению познать прошлое природных явлений и тем самым глубже и шире объяснить современные природные явления. При этом научное мышление, основанное на опыте, всегда отталкивается от современности и именно таким путем проникает в прошлое. Опираясь на методологию диалектического материализма, естественно-исторические науки воссоздают с помощью научного воображения обратный порядок событий, соответствующий направленности и необратимости времени. Исторический подход, как мы знаем, обеспечил громадные успехи наук о Земле.

Уже очень давно появились отрасли знания, специально и, на первый взгляд, оторванно от современности изучающие прошлое тех или иных особенностей природы. Одной из самых старых «палеонаук» является палеогеография, выросшая из потребностей и возможностей исторической геологии. Ее задача — восстановление лика Земли для различных геологических эпох — сблизила палеогеографию с физической географией. Тем не менее палеогеография не стала и не могла стать собственно географической наукой: место ее рождения, внешние связи и методы остались в геологии. Совсем недавно появились подобные же словосочетания и выражаемые ими системы понятий и предметов исследования, такие как палеогеоморфология, палеолимнология. Эти последние, как показывает их предмет и метод, теснейшим образом связаны больше всего с геологией: для первой непосредственным предметом исследования служит палеорельеф, т. е. «ископаемый рельеф», для второй — древние озерные отложения, т. е. «ископаемые озера». В той и другой отрасли знания применяются почти исключительно геологические методы, но это не только не мешает, но в огромной степени способствует их вкладу в собственно лимнологию и геоморфологию. Все сказанное приводит к выводу: несмотря на свое геоморфологическое «звучание», палеогеоморфология по своему существу должна быть причислена к наукам геологическим. Она имеет такое же отношение к общей геоморфологии, как палеогеография — к физической географии. Таким образом, отличительная черта существующих и вообще мыслимых «палеонаук» о твердой оболочке Земли — естественная и прямая связь с геологией.

Недавно И. П. Герасимов и Ю. А. Мещеряков (1964) ввели в науку понятие о геоморфологическом этапе в истории Земли, ограничивая пос-

ледный мезозойской и кайнозойской эрами. Обоснование этого понятия, выдвинутое его авторами, настолько широко известно, что здесь нет необходимости его повторять. При этом оказалось возможным выделить в составе геоморфологического этапа три геоморфологических мегацикла (Герасимов, 1970). Можно подумать, что этим рамки геоморфологии расширяются минимум на 200 млн. лет в прошлое и что тем самым геоморфология внедряется в область исторической геологии, но это совсем не так. Названные авторы отлично сознают, что развитие рельефа Земли началось одновременно с образованием ее твердой наружной оболочки, что оно имело место уже в раннем докембрии, т. е. 3—4 млрд. лет тому назад, что крупные геоморфологические события, их существо и место мы можем указать и в позднем докембрии и тем более в палеозое. В современном рельефе во многих случаях действительно сохранились в реликтовом виде геоморфологические поверхности, образовавшиеся в мезозое и раннем кайнозое (отсюда важность выделения геоморфологического этапа), тогда как поверхности, созданные в докембрии или палеозое, как правило, не сохраняются. Здесь важно сохранение, т. е. факт наличия элементов древнего рельефа в рельефе современном, который и предстает перед исследователем в большой не только внешней, морфологической сложности, но и сложно слагается из разновозрастных поверхностей, в иных случаях вплоть до раннемезозойских. Таким образом, понятие о геоморфологическом этапе, очень важное само по себе, играет еще и важную служебную роль: геоморфологию интересует не выявление стадий и типов развития рельефа в течение мезозойской и кайнозойской эр (задача исторической геологии и палеогеографии, решаемая, как известно, в очень общей и грубой схеме), а выявление в современном рельефе реальных следов и влияний древних поверхностей, позволяющее осмыслить всю как морфологическую, так и генетическую и историческую сложность современного рельефа.

Итак, возможно, как кажется, сделать второй вывод: понятие о геоморфологическом этапе в истории Земли отнюдь не подменяет собой историко-геологическое понятие о сумме двух последних эр и соответствующей им смене палеогеографических обстановок: оно не является вторжением в область геологии. Геоморфологический этап — отрезок времени, от которого могли быть и были сохранены реликтовые поверхности в современном рельефе. Продолжительность этого отрезка приблизительно совпадает с рамками мезозоя и кайнозоя только потому, что более древние поверхности в современном рельефе обычно не сохраняются.

Два сформулированных выше вывода ведут, как мне кажется, к третьему, более общему и важному: при существующих внешних тенденциях к расширению предмета своего внимания на соседние предметы и области знания геоморфология остается (и должна оставаться) сама собой — наукой о современном рельефе твердой земной поверхности, о многообразной и полигенной форме контакта «литосфера — атмосфера — гидросфера». При этом она полностью сохраняет генетический и, следовательно, исторический подход, но древние, созданные в другое время и в другой обстановке элементы анализируемого современного рельефа для геоморфологии важны не оторванно от последнего, а как его составляющие, которые позволяют путем палеогеоморфологических реконструкций сравнивать современный рельеф с рельефом прошлого. Для таких построений у общей геоморфологии не хватит собственных средств.

Известная неясность при такой постановке вопроса заключается в том, что геоморфологию интересует не только настоящее, но и прошлое рельефа, и разделы, озаглавленные «История рельефа» или «История развития рельефа», прочно и совершенно законно вошли в геоморфологические труды. Достаточно указать, например, на серию выпусков

«История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока», часть которых уже вышла в свет и в подготовке которых сотрудничают и геологи, и геоморфологи. Можно ли ставить для геоморфологии «повелительные грани» в геологическом прошлом, не обеднит ли это ее содержание? Решение заключается, на мой взгляд, все в том же определении: геоморфология изучает настоящее и прошлое *современного* рельефа. Так отнеслись к предмету геоморфологии ее основоположники. Для описания и понимания всех особенностей современного рельефа геоморфология нуждается не только во взаимодействии со смежными науками, но и в экскурсиях в геологическое прошлое, настолько близкое, что оно в какой-то мере остается еще запечатленным в современном рельефе, и настолько далекое, насколько вероятно и возможно почерпнуть из него объективные данные для понимания современного рельефа. Именно эти моменты представляют мне оправданные для понимания и изложения «истории развития рельефа», причем опыт показал, что временными границами геоморфологического анализа является практически начало мезозоя или ранний мезозой и что ценность палеогеоморфологических схем (и карт), очень грубых и только внешне иллюстративных, составленных для ранних эпох, возрастает по мере приближения к современности, поскольку геоморфологический материал черпается в значительной мере (а для раннего мезозоя почти полностью) из фациального анализа отложений, сохранность и информативность которых, как хорошо известно, в общем случае убывает с углублением в геологическое прошлое.

Из наблюдений над современным рельефом (или «на» этом рельефе) складывается и та область геоморфологии, которая занимается так называемыми «рельефообразующими процессами». Надо сказать, что столь узкое, специализированное обозначение экзодинамических процессов не может быть оправдано по той простой причине, что с некоторых пор геоморфология взяла на себя всю полноту ответственности за изучение поверхностных процессов, в чем легко убедиться из потока геоморфологических работ, как отечественных, так и зарубежных. Хорошим примером является американская энциклопедия по геоморфологии, изданная под редакцией Р. Фэйбриджа (1968). Это обстоятельство отражает, несомненно, объективный ход развития геолого-геоморфологических наук. Процессы внешней динамики, прежде составлявшие раздел динамической геологии, рассматриваются теперь главным образом геоморфологами, и нужно вполне согласиться с правом на существование динамической геоморфологии. Весь основной материал она черпает из наблюдения и объяснения современных явлений, имеющих, очевидно, не меньшее отношение к будущему, нежели к современному рельефу. Вытекающие отсюда обобщения и закономерности, используемые с помощью актуалистического метода, обогащают соседние области знания и в первую очередь геологию.

Здесь уместно подчеркнуть, что один из главных прикладных аспектов геоморфологии — ее роль в инженерной геологии — вполне согласуется с основными (в нашем понимании) задачами науки о рельефе. То, что вклад геоморфологии в инженерную геологию особенно велик и непосредствен, объясняется именно ее эрудицией в области современных внешнединамических явлений, так сказать, верностью геоморфологии самой себе. Это и позволило А. В. Сидоренко поставить вопрос о выделении из общей геоморфологии особой прикладной науки — инженерной геоморфологии (Сидоренко, 1970).

Можно возразить, что разграничение предметов и методов геоморфологии и геологии в настоящее время и бесцельно, и невозможно, и настолько тесно они переплелись. Но такое замечание, во-первых, касается всех естественных наук о Земле, а во-вторых, сердцевина всякой науки, ее предмет и метод не могут не быть ясно очерчены и в большой

степени независимы, иначе теряются всякие рамки и всякая полезная специализация научных исследований и самих наук.

Мы полагаем, что дальнейшее ускоренное стирание границ между геологией, географией, геоморфологией не будет полезным. Не говоря уже об особой ответственности за предмет своего изучения той или иной из смежных наук, это было бы неправильно в силу самого хода вещей — быстрой и все более дробной специализации естественных наук. Геоморфология же представляется ответственной именно за изучение современного рельефа и, конечно, никто не может ограничить ее стремление и право использовать в своих целях данные смежных наук. С другой стороны, ограничение геоморфологии изучением современного рельефа вовсе не обедняет ее содержания и отнюдь не суживает возможности исторического подхода. Современный рельеф и в этом свете представляется временным, существующим сейчас итогом развития земной поверхности, но в нем для геоморфолога важны реальные формы, и прошлые события учитываются постольку, поскольку они оставили свои следы — реликтовые поверхности, причем не погребенные, а развивающиеся, а также откопанные, следовательно, также продолжающие «жить».

Всем вышесказанным я ходу подчеркнуть, что единственный и сам по себе очень сложный предмет — рельеф земной поверхности и изменяющие его внешние силы — должен исчерпывать содержание геоморфологии. Поэтому, с моей точки зрения, не следует искусственно расширять ее рамки, утрачивая при этом роль, особую «индивидуальность» и особое место геоморфологии в семье наук о Земле.

О факторе времени и возрасте рельефа

В языке наук о Земле стали глубоко привычными, повседневными различные временные определения: древний, современный, син- и асинхронный, стадиальный, периодический и т. д., без них невозможно выразить целый ряд понятий и научных положений. Поэтому не безынтересно еще раз вернуться к пониманию роли так называемого «фактора времени», не раз обсуждавшейся классиками геоморфологии. Время как форма существования материи, как «число движения», как «пространство — время» современной физики, в естественно-исторических науках всё еще воспринимается с позиций классической механики как поддающаяся измерению продолжительность процессов, обладающая внутренними присущими ей свойствами направленности и необратимости. В современной геоморфологии нет, конечно, необходимости искать для понятия времени какие-то новые, в том числе релятивистские аспекты. В связи с тем, что рельеф — длительно развивающееся явление и его корни уходят в геологическое прошлое, в геоморфологии с самого начала вошли в обиход геологические возрастные подразделения и, кажется, само «чувство» времени и количественные оценки (масштабы) времени имеют в геоморфологии тот же источник — геологию. Если очень условно говорить о геоморфологическом времени, то оно, по Н. Н. Николаеву и С. С. Шульцу (1961), обнимает неотектонический период в условных же рамках «неоген — современность», а при формальном понимании абсолютной продолжительности геоморфологического этапа (по И. П. Герасимову и Ю. А. Мещерякову) соответствует мезозою и кайнозою. При конкретном геоморфологическом анализе важнее другой аспект времени, а именно тот, что был принят в свое время чуть ли не за самостоятельное начало в развитии рельефа (например, стадия в циклах В. Дэвиса). Впрочем, уже давно стало ясно, что в этом смысле время — лишь условие, возможность (иногда превращающаяся в необходимость) действия всех этих прочих факторов и что, следовательно, время как независимый «фактор», сам по себе влияющий на процесс, в том числе

и геоморфологический, — чистая и бесполезная абстракция. При всей очевидности сказанного всё же хочется проиллюстрировать это положение. Так, время очень долго если не рассматривалось, то допускалось в геологии в виде универсального и медленно, но постоянно действующего фактора преобразования горных пород, особенно осадочных, в конечном счете — как причина метаморфизма последних. Повсеместный глубокий метаморфизм древнейших («состарившихся»), несомненно первично осадочных пород докембрия казался неопровержимым доказательством прямого воздействия времени. В дальнейшем, с одной стороны, были открыты слабо или почти совсем нематаморфизованные, но заведомо очень древние отложения (такими, в частности, оказались местами в Восточной Сибири нижнепротерозойские отложения удоканской серии, распространенные в некоторых районах Удоканского нагорья (Салоп, 1964, 1967), а с другой — обнаружены (например, на Памире, в Забайкалье) высокометаморфизованные (до амфиболитовой ступени) породы мезозойского возраста. Ясно, что время, так сказать, само по себе в метаморфизме не может играть никакой роли, но за длительный промежуток вероятность существенных изменений под влиянием тех или иных агентов метаморфизма более велика, чем за малый промежуток времени. Подобным же образом длительность времени в общем случае (т. е. статистически) увеличивает вероятность изменений в земном рельефе, но ни в каком случае и смысле не приводит к его старению. С такой точки зрения сохранение в неизменном виде поверхности очень древнего рельефа, вообще говоря, невозможно, так как рельефоизменяющие силы действуют на Земле непрерывно. Тем не менее, хотя и при маловероятном длительном сохранении особо благоприятных условий, древние поверхности всё же доходят до нас и в непогребенном и малоизмененном виде. Однако, как ни мало они изменены, это уже не те поверхности, что составляли в своей совокупности целостный рельеф какого-то момента в геологическом прошлом. В других, более вероятных прошлых ситуациях сложные и величественные сооружения на земной поверхности были стерты теми же «рельефообразующими процессами». И можно ли всегда уверенно рассчитывать на то, что изучение фаций соответствующих коррелятных отложений и терригенных минеральных компонентов в них, доставленных из «питающих провинций», позволят восстановить не только факт былого существования гор, но и морфологический их облик? Из этих примеров, как кажется, с достаточной ясностью выступает относительное, опосредственное значение «фактора времени» в геоморфологии.

Выше мы приводили в качестве примера новых «палеонаук» о Земле палеогеоморфологию и палеолимнологию. Эти отрасли знания, как и палеогеография, расширили представление о возрасте рельефа до геологических масштабов. Но что же такое конкретный палеорельеф? Такой вопрос неизбежно возникает при попытке уяснить смысл временных определений в геоморфологии.

Поставим перед собой другой простой вопрос: является ли обычным озером «ископаемое озеро», т. е. палеолимнологический объект? Ответ может быть только отрицательным. Соответственно на вопрос: является ли древний погребенный рельеф рельефом в геоморфологическом понимании? последует также отрицательный ответ. Вместе с тем и древние озера, и древний рельеф — бесспорные исторические реальности, воспроизводимые в нашем сознании при обязательной помощи научного воображения. Последнее как бы дополняет, возможно не всегда верно, то, что не дано в опыте, хотя и само воображение основано на опыте. Как известно, погребенная под осадками, в том числе и под собственной корой выветривания поверхность неизбежно становится внутренней структурной поверхностью, выявляемой в геологическом разрезе, а не непосредственно во внешнем облике рельефа. То, что такая поверхность

(а точнее, ее подобие) когда-то соприкасалась непосредственно с атмосферой и только позже была захоронена, ~~не~~ означает, что она сохранила свойства первичной (в прямом геоморфологическом смысле) внешней рельефной поверхности. При захоронении она приобрела не только иное положение по отношению к внешнему рельефу и перешла в геологический разрез, но и существенно преобразовалась, так как далеко *не любая по морфологической сложности поверхность способна принять на себя и сохранить на себе долговременный и по своей внутренней природе слоистый осадок*. Об этом говорят прежде всего морфологические (и скрытые в них динамические) типы несогласий в геологических разрезах. Геоморфологический процесс действительно «готовит» эту поверхность к захоронению (к роли ложа осадка) и в конечном счете «передает» ее в геологический разрез, после чего она существует уже как собственно геологическая структурная поверхность. Акт подобной передачи затягивается на всё время, пока не прекратится движение осадка относительно его ложа (базальной поверхности), а для этого необходима надежная изоляция от действия поверхностных процессов, осуществляемая не тонким слоем, а целой толщей слоев.

При образовании площадной коры выветривания изменения внешней земной поверхности также неизбежны, потому, что процесс выветривания никогда не идет равномерно вширь и вглубь и сама кора рисует лишь искаженную копию, подобие первичного рельефа.

Динамическое сравнение наружного и погребенного рельефа указывает на их глубокие качественные различия. Первый непрерывно изменяется, второй после специфического преобразования и превращения в ложе осадка надолго (геологически) консервируется. Поэтому выражение «фиксация древнего рельефа осадками, корой выветривания» нельзя признать точным. Древний рельеф может быть действительно фиксирован либо при катастрофически быстрой водной ингрессии и последующей быстрой аккумуляции осадков, либо при быстром «затоплении» жидкими основными лавами.

Все это приводит к выводу о качественном различии погребенного и живого, непогребенного рельефа, о необходимости различных методических подходов к тому и другому и о целесообразности рассматривать палеорельеф как понятие геологическое, а не собственно геоморфологическое. Под одним углом зрения их можно было бы видеть лишь с позиций общей структурной морфологии Земли, которая занималась бы поверхностями всех существующих в ней разделов, независимо от их глубины (Флоренсов, 1964).

Полезность и прогрессивность новой «палеонауки» — палеогеоморфологии остается вне всяких сомнений, факт ее возникновения и развития говорит сам за себя. И связь этой новой отрасли геологии с геоморфологией отнюдь не номинальная: ее появление было обусловлено развитием контактов последней с геологией и, так сказать, инициативой, активностью геоморфологии в углублении их взаимного контакта.

Таким образом, я полагаю, что древний рельеф ни в погребенном, ни в обнаженном виде не соответствует первичному древнему рельефу, если он хотя бы однажды был превращен в элемент геологического разреза. В огромном большинстве случаев внешние физические поверхности, ведущие свое начало, скажем, с юры или мела, лишь в какой-то степени подобны поверхностям, существовавшим на их месте в эти далекие от нас периоды, и они не могут быть обозначены просто как реальные элементы рельефа юрского, мелового и т. д.

Так как развитие земной поверхности, движение масс и изменения объемов через изъятие, удаление, разрыхление, насыпание и пр. никогда не прекращаются, а геодинамические процессы либо сменяют один другой, либо создают новые комбинации, то, следовательно, время в геоморфологии следует рассматривать как направленную, непрерывную и необратимую связь прерывистых (конечных) событий в динамике земной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

- Герасимов И. П. Три главных цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли. Геоморфология, 1970, № 1.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. Геоморфологический этап в развитии Земли. Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 6.
- Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948.
- Николаев Н. И., Шульс С. С. Карта новейшей тектоники СССР. Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1961, № 4.
- Салоп Л. И. Геология Байкальской горной области, т. I—II. М., «Недра», 1964 и 1967.
- Сидоренко А. В. Геоморфология и народное хозяйство. Геоморфология, 1970, № 1.
- Флоренсов Н. А. О некоторых общих понятиях в геоморфологии. Геология и геофизика, 1964, № 10.
- Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences Series, volume III. Edited by Prof. Rhodes W. Fairbridge. Reinhold Book Corporation. New York — Amsterdam — London, 1968.

Институт Земной коры
СО АН СССР

Поступила в редакцию
25.VIII.1970

ON RATIONAL LIMITS OF THE GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS AND SOME TIME DEFINITIONS

N. A. FLORENISOV

Summary

The expansion of modern geomorphology beyond its traditional limits leads, on the one hand, to the strengthening of its contacts with adjacent sciences, particularly with geology, on the other hand, to the distraction of its attention from the main aim — a study of present-day landforms and external geodynamic processes. While interacting with other science about the Earth, geomorphology must preserve its distinctive features and position. Reconstructions of landforms of the past geological epochs is the problem of historical geology and, particularly, paleogeomorphology, which is a branch of geology.

Time in a geomorphological process, as well as in other natural processes is not an independent factor, but is only a directed continuous link of discontinuous (limited) geodynamic events.

УДК 551.4

А. С. ДЕВДАРИАНИ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Предметом настоящей статьи является определение объекта исследования и изложение в общих чертах содержания геоморфологии в терминах теории множеств, математической логики и топологии. Нами использован имеющийся опыт применения элементов теории множеств и математической логики в геологии (Косыгин, Воронин и др., 1964, 1965 и др.; Геология и математика, 1967) и географии (Родоман, 1967). Насколько позволял объем статьи, мы стремились пояснить математические символы, термины и операции. В достаточной мере строгие определения в доступном изложении читатель может найти в книгах Ю. А. Шихановича (1965), Н. Стинрода и У. Чинна (1967).

Начнем с математического определения объекта изучения геоморфологии — земной поверхности, понимая под нею поверхность литосферы или поверхность раздела литосферы с гидро- и атмосферами. В масштабах макромира, изучаемого в геоморфологии, дискретным, молекулярно-атомарным строением оболочек Земли можно пренебречь и рассматривать