

## МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 551.4.01 : 551.4.042

АГАФОНОВ Б. П.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ  
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Применяемые обычно подходы, способы исследования экзогенных геоморфологических и многих других природных процессов — маршрутные наблюдения, измерения, анализ проб и т. п. — начинают заметно исчерпывать свои возможности в получении принципиально новых научных знаний и представлений о природе этих процессов, поскольку почти все их разновидности уже подробно описаны многими исследователями, выявлены основные закономерности и составлены разнообразные карты их распространения. Дальнейшая работа принятыми способами позволит уточнить лишь отдельные сведения о распространении и развитии процессов в тех или иных регионах, в целом же лишена глубокой научной значимости и перспективы.

Во избежание застоя в познании сущности и прогнозирования экзогеоморфологических процессов необходимы более эффективные способы их исследования. Один из таких способов — многовековые режимные исследования процессов на специально оборудованных комплексных полигонах, оснащенных прочными измерительными установками, рассчитанными на длительное служение в полевых условиях. Необходимость таких исследований предопределяется и тем, что не все природные, а особенно геолого-геоморфологические процессы можно глубоко и всесторонне познать за короткий срок, тем более выявить изменчивость их хода во времени. К примеру, это касается развития экзогенных процессов под влиянием разнообразных источников вибрации и прежде всего землетрясений. При анализе развития склонов и денудационно-аккумулятивных процессов вибрационному фактору часто не уделяется внимания. Считается, что перемещение рыхлого материала по поверхности литосферы осуществляется экзогенными силами (водой, ветром, льдом, биологической деятельностью) и силой тяжести [1—5]. Это укоренившееся в динамической геоморфологии и геологии положение нуждается в существенном уточнении. Дело в том, что огромная территория — около 1/5 части земной поверхности — систематически подвергается землетрясениям, интенсивно влияющим на формирование рельефа [6]. Волноприбойному вибрационному воздействию подвергаются прибрежные склоны морских водоемов и крупных озер во время штормов, ураганов, цунами. На большом протяжении сотрясаются откосы и склоны вдоль железных, шоссейных и грунтовых дорог, около работающих механизмов и многих промышленных, особенно горнодобывающих предприятий, а также при взрывах и т. п. Значительные площади в горах подвержены виброэффекту от обвалов, камнепадов, сходов грунтовых и снежных лавин, селей, водопадов, паводков, ударов метеоритов, грома, ураганных порывов ветра. Сами селевые, глыбово-лавиновые, обвальные потоки в процессе движения усиливаются вследствие собственного вибровозбуждения [7]. В связи со сгущением сети дорог, увеличением видов и мощности техногенных источников вибрации, этот вибрационный фактор приобретает все большее распространение и экзогеодинамическое значение, что подчеркивает необходимость его всестороннего изучения.

С учетом изложенного при изучении экзодинамики многих горных стран необходимо решать вопросы, которые до сих пор оставались вне поля зрения исследователей. Один из них — выявление районов, где виброгенный фактор не участвует в экзоморфогенезе или его роль незначительна и им можно пренебречь. В Байкальской рифтовой зоне, например, где случается 2000—3000 землетрясений в год и преобладающая часть территории периодически подвергается вибрационному воздействию обвалов, селей, глыбовых и снежных лавин, таких участков, пожалуй, найдется немного. В таком случае встает не менее сложная задача районирования территории по степени участия вибрационного фактора в развитии различных экзогеоморфологических процессов и их комплексов. Задача не легкая. Опыта таких исследований пока не имеется. Нет и методических разработок к таким исследованиям.

Из многочисленных источников вибрации землетрясения отличаются особой экзодинамической эффективностью. Они нередко играют ведущую роль в денудации рельефа. Так, например, в Маганге, на северном побережье Папуа (Новая Гвинея) во время землетрясения с  $M=7,0$  ( $I=VIII$  по ММ) почвенно-растительный покров был удален с площади около 60 км<sup>2</sup>. Пересчет удаленного со склонов материала на всю территорию, где произошли срывы грунта (240 км<sup>2</sup>), дает величину денудационного срезания около 11,5 см. В целом сейсмогенная денудация составляет в этом районе около 60—70% от общей ее величины, равной 80—100 см в 1000 лет [8].

По проведенным нами дендрохронологическим датировкам экзогенных процессов в Южномуйском, Верхнеангарском и Приморском хребтах, а также аналогичным сведениям С. А. Макарова [9], большая часть обвалов, резких смещений курумовых масс на крутых склонах сейсмоактивных районов Байкальской рифтовой зоны по времени совпадает с землетрясениями. Это вполне естественно, если учесть, что даже умеренной силы землетрясения вызывают смещение курумов. Так, 22 мая 1981 г. землетрясение на Байкале силой около 6 баллов спровоцировало смещение курума на склоне крутизной 35°. Длина сместившейся части курума составила около 230 м, средняя ширина — 12 м, мощность сорванного слоя 1—1,5 м [10]. Интенсивное осыпание продуктов выветривания с крутых откосов наблюдалось в это время в пос. Листвянка в 60 км от эпицентра. Во время Муйского землетрясения 1957 г. силой 10—11 баллов сейсмогенные смещения грунтов (обвалы, осыпи) наблюдались на площади более 150 тыс. км<sup>2</sup> на расстоянии от эпицентра до 350 км, а 6—7-балльные эффекты отмечены до 500 км от эпицентра [11]. Смещение отдельных обломков, осыпание порций грунта, разрыхление осадочного покрова при таких катастрофических землетрясениях, по-видимому, происходят одновременно на весьма большом протяжении Байкальской рифтовой зоны. Все это и предстоит подтвердить специальными наблюдениями на долговременных полигонах и количественно показать, что в высокосейсмичных районах Байкальской рифтовой зоны и в других подобных областях землетрясения являются одним из основных факторов перемещения рыхлого материала по крутым горным склонам.

Одновременно следует наблюдать, как влияют на экзогенные процессы другие источники вибрации, например движущиеся поезда. Есть основания предполагать, что этот фактор играл значительную роль в обвалообразовании по Кругобайкальской железной дороге от порта Байкал до пос. Култук. По данным В. П. Солоненко [12], на этом участке за 30 лет общая масса обвалившегося скального грунта составила 10 млн. т. В среднем обваливалось около 335 тыс. т материала в год. После прекращения интенсивного движения поездов обвалообразование резко сократилось (устное сообщение Н. Я. Зарубина).

Режимные наблюдения на полигонах в строго определенные интервалы времени и сразу после землетрясений или воздействий других источников позволят выделить виброгенную составляющую в смещении грунтов, которая выразится ускорением процессов на фоне обычных ко-

лебаний их скорости. При наличии густой и распространенной на значительной территории сети полигонов можно получать данные для составления специальных карт затухания сейсмогенной составляющей процессов по мере удаления от эпицентров землетрясений (подобно картам изосейст), которые найдут широкое применение в практике. Вековые наблюдения необходимы для разработки проблем формирования поверхностей выравнивания, склонов, коррелятивных им отложений.

Полигоны желательно организовывать в резко контрастных геолого-географических и сейсмических обстановках. Нами, например, для таких исследований выбрана Байкальская рифтовая зона, где весьма ярко выражены неотектонические, сейсмические и экзогенные процессы. В ней же сконцентрированы ландшафты, характерные для горных районов Сибири и всего умеренного пояса северного полушария: альпийские, гольцовые, подгольцовые, горно-лесные темнохвойные и светлохвойные, горно-степные, низинные лугово-болотно-кустарниковые, а под водой оз. Байкал — почти все элементы рельефа и литодинамические условия, свойственные морям и океанам. Природная среда региона в немалой степени подвергается техногенному воздействию в связи со строительством БАМ, что повышает практическое значение начатых исследований.

В первые годы работы ставится задача выбрать удобные для постановки вековых измерений участки, на которых репера и измерительные установки могли бы служить длительное время, и по возможности организовать наблюдения за избранными процессами. В районе прибайкальского участка БАМ от мыса Курла до пос. Нижнеангарск для длительных наблюдений весьма перспективны склоны, подрезанные железнодорожной выемкой. В результате подрезки мощные рыхлые толщи (до 8—10 м) лишились опоры. Крутизна склонов от 30 до 35°. Для выявления эволюции образованного подрезкой уступа проводятся измерения по нескольким створам и периодические аэрофотосъемки этого участка. За первый год (с 1983 по 1984) отступление искусственных уступов достигало 1,4 м. Вместе с тем по некоторым створам расстояние от бровки уступа до реперов, наоборот, увеличилось до 5—6 см. Это явление связано с разуплотнением рыхлого слоя. Вблизи приборочной части уступа на поверхности склона образовались отверстия между обломками глубиной до 30 см, диаметром до 2—3 см, а в обнажении уступа — трещины шириной до 0,5—0,8 см. Явление это, по-видимому, может служить диагностическим признаком подготовки рыхлых масс к последующему резкому обрушению. В качестве объектов для вековых наблюдений выбраны также разрастающиеся песчаные массивы около пос. Хужир и Песчанка на о-ве Ольхон, нарушенные сеймотектоническими рвами склоны у мысов Средний Кедровый, Шартла, береговые мраморные утесы с петроглифами в бухте Саган-Заба, подверженный ураганным ветрам район р. Сарма и т. д. Всего пока выбрано 40 опытных участков, где предполагается проводить измерение различных видов разрушения и смещения горных пород. В дальнейшем число опытов и сеть полигонов будут увеличиваться.

При постановке таких исследований следует иметь в виду, что многие общепринятые способы измерений скорости экзогенных процессов имеют существенные погрешности; получаемые количественные данные не обладают достаточной репрезентативностью и зачастую неприемлемы для расчетов денудационного снижения рельефа. Так, например, плоскостная денудация замеряется обычно на стоковых площадках или способом фиксации высот реперов, заглубленных в почву. Рыхлый материал в процессе смыва перестигается по поверхности, что в местах временной задержки его приводит к перерывам в денудации [13]. Для получения объективных показателей делювиальной денудации необходимо обязательно учитывать это важнейшее свойство процесса. Стоковые площадки обычно изолируются от обмена веществом с окружающей площадью, чем существенно нарушается естественный ход процесса. Основное нарушение — на площадку перестают поступать продукты сноса с выше-расположенных участков склона. Поток наносов искусственно разрывает

ется, что сразу же отражается на скорости денудации ниже линии разрыва. Вследствие этого на площадках получают данные, превышающие среднюю величину денудации всего склона иногда в десятки раз, так как под воздействием дождей оказываются грунты, давно подготовленные к перемещению. Не эродировались они до этого лишь потому, что периодически перекрывались транзитными порциями более грубого наносного вещества.

Боле точные измерения денудации достигаются при применении метода шпилек. Но и при этом, как показали стационарные исследования [14, 15], происходит то снижение, то наращивание одного и того же участка. Истинные величины среднегодового смыва могут быть получены лишь на основании длинного ряда лет стационарных наблюдений. И эти показатели отразят снижение не всего склона, а тех мест, где велись измерения, в то время как соседние площади будут иметь нулевое значение денудации или наращиваться рыхлым материалом. При оценке достоверности измеренных этим методом скоростей денудации, достигающих долей миллиметра в год, следует учесть возможные воздействия на шпильки подвижек снежного покрова, морозного пучения грунтов, процесса вымораживания реперов, а также и то, что точность отсчета по шпилькам равна всего  $\pm 1-2$  мм [14].

При расчете делювиальной денудации объем уловленного грунта распределяется на охваченный измерениями участок выше уловителя до бровки склона с вычетом материала, поступающего с забровочной поверхности. Этот способ нам представляется менее всего нарушающим естественный ход процесса и более объективно его отражающим. Но и здесь следует иметь в виду, что на получаемых данных могут сказываться микронеровности поверхности склонов. Поэтому чем длиннее уловитель, тем более точные данные будут получены. Для разных условий требуется своя оптимальная длина уловителей.

Неточностью и нарушением естественного хода процессов страдают и другие методы количественной оценки экзогенного рельефообразования. Например, очень глубоко нарушается природная среда при измерении крипа по реперам в стенках шурфов. Как бы тщательно ни уплотнялся грунт при засыпании шурфа, прежней естественной компоновки материала, а следовательно, плотности его не достигается, о чем свидетельствуют заметные просадки насыпной толщи по прошествии времени. Грунт в стенках шурфа получает возможность разуплотниться и просесть в сторону ослабленного пространства. Репера в этом случае неизбежно проседают вместе с грунтом, что дает эффект их смещения вниз по склону. Проседанию способствует и то, что стенки шурфа, несмотря на засыпанный в него рыхлый материал, подвергаются более интенсивному промерзанию — оттаиванию, намоканию — иссушению. Ошибка измерений в таких случаях, особенно в несвязных, сыпучих грунтах с обилием грубообломочного материала, достигает значительной величины; не исключено, что иногда она превосходит истинную скорость медленно-го смещения рыхлого покрова.

Для получения этим способом более точных данных следует шкалу показателей смещения выводить на поверхность, как это уже делалось некоторыми исследователями [16], и в первые несколько лет не принимать во внимание полученные показатели смещения до тех пор, пока достаточно не осядет грунт и не придут в равновесие составляющие его частицы.

Способ полицилиндрических систем или подобные ему методы измерения крипа, заключающиеся в заполнении пробуренных вертикальных отверстий цилиндрическими деревянными отрезками, стеклянными шариками, полыми пластиковыми трубками или нерастворимым белым порошком, также дает довольно значительную ошибку при снятии результатов — около 1 см [17]. Бурение скважин нарушает первичную структуру почвы; изменяются характер прохождения воды сквозь рыхлую толщу и температурные условия под воздействием полых трубок [5]. Этот способ мало перспективен на крутых горных склонах из-за повсе-

местного распространения в отложениях крупного щебня и глыб. В таких грунтах трудно пробурить ровное отверстие с гладкими стенками без существенных нарушений рыхлого покрова. На однородных мелкоземистых связных грунтах полицилиндрический способ более приемлем, но вскрывать колонки при этом желательно по простоты как можно более длительных промежутков времени, чтобы «рассосалась» ошибка измерений, возникающая из-за нарушения рыхлого покрова.

Для получения более объективных показателей скорости крипа нами широко используются естественные репера — деревья, а лучше — их пни с распластанными в рыхлом покрове корнями. Они точно «привязываются» к скальным выходам методом треугольных засечек. Этим способом не нарушается целостность рыхлого покрова, но измеряется смещение только верхнего слоя на глубину распространения корневой системы.

Многочисленные данные о скорости выветривания различных горных пород тоже, по нашему мнению, далеко не всегда можно использовать в расчетах развития рельефа, его денудационного снижения на других участках, сложенных такими же породами. Данные эти обычно получают по количеству обломочного материала, отделившегося от обнажения пород за определенный срок. Следовательно, этим способом фиксируется не выветривание, а денудация обнажений, отражающая всего лишь незначительный по времени эпизод или заключительную стадию длительного, чрезвычайно сложного процесса разрушения коренных пород, протекавшего десятки и сотни тысяч лет. Получается самая различная скорость процесса в одних и тех же типах пород, поскольку разрушается не свежая монолитная, а разбитая многочисленными трещинами скала, представляющая собой сложную систему участков, в разной степени подготовленных к обрушению. Скорость денудации складывается в основном из выкрашивающихся кусочков породы на пересечении трещин или зон трещиноватости. По зонам трещиноватости породы часто превращены в «структурный элювий»; тогда они разрушаются особенно интенсивно. По нашим 2-летним измерениям в Прибайкалье скорость выкрашивания в таких местах достигала 57—87 мм в год. Соседние зоны со слабо трещиноватыми породами за тот же срок дали нулевое значение. В результате локального разрушения коренных пород образуются нависающие уступы и глыбы по всему обнажению. Они также расчленены редкими трещинами и при нарушении равновесия обрушиваются, вследствие чего средняя скорость их разрушения становится близкой к скорости денудации трухлявых пород. Такое системное взаимодействие легко разрушаемых и устойчивых участков обуславливает высокий темп денудации всего обнажения, который нельзя рассматривать как скорость выветривания пород.

В связи с изложенным следует четко различать показатели разрушения коренных пород, полученные на искусственных и естественных уступах. При искусственном обнажении пород на поверхности оказываются резко различные по устойчивости участки. На внешние атмосферные, а также динамические вибрационные воздействия эти участки реагируют по-разному. Ослабленные, интенсивно трещиноватые места, сотни тысяч лет подвергавшиеся разрушению в процессе тектонических подвижек, смятий, выщелачивания вибрируют интенсивнее, чем участки крепких пород. К тому же они обильнее увлажняются грунтовыми и дождевыми водами, что усиливает физическое и биологическое выветривание. Все это приводит к быстрому выпадению обломков из этих зон. Обнажившиеся участки крепких пород начинают сильнее реагировать на вибрационные воздействия, чем корни слабых зон, зажатые в массиве. Ослабленные и крепкие участки в этом случае меняются ролями. Под влиянием виброэффекта, замерзания — оттаивания выступающие блоки крепких пород постепенно расшатываются, начинают выползать из своих гнезд и обрушиваться. Такой механизм разрушения особенно заметен на искусственных выемках вдоль железных дорог, где проходящие тяжелогрузные поезда систематически сотрясают прилегающие откосы. По на-

блюдениям обходчиков Кругобайкальской железной дороги основная масса глыбового материала до сих пор поступает с искусственных уступов. С естественных обнажений, широко распространенных в этом районе, падают отдельные обломки породы, но намного реже. По-видимому, породы во всех ослабленных, наиболее трещиноватых зонах давно удалены эрозией и избирательной денудацией; остались более устойчивые к разрушению породы. Лишь недавно образованные сейсмотектонические, эрозионные и абразионные естественные уступы разрушаются с высокой скоростью. В них, как и в искусственных обнажениях, на поверхности оказываются ослабленные зоны, заранее подготовленные к сносу эндогенными и гидрогенными факторами. Все это следует учитывать при постановке экспериментальных исследований, обязательно указывая, на искусственных или естественных, свежесформированных или древних обнажениях получены количественные показатели денудации. Особенно важно при этом отмечать наличие системного денудационного взаимодействия ослабленных и крепких участков в обнажении.

Мощные рельефообразующие процессы — сели, паводки — изучаются довольно интенсивно, но данные по паводково-селевой денудации неточны, особенно в тех случаях, когда транспортируемый ими обломочный материал выносится непосредственно в моря, озера, реки и разносится течениями. Основное препятствие получения точных данных — несовершенство методов измерения влекомых по дну наносов как селями, так и бурными паводками. При применении с этой целью уловителей ковшового типа [18] мало гарантии, что не черпаются отложения дна реки. Во время селя такой прибор вообще неприменим. Сравнительно верные данные по влекомым наносам можно получить на малых речках и ручьях путем постановки придонных подъемных плотин-заслонок с водосливами в верхней части. Накопление влекомого материала перед плотиной отразит его годовой расход на этом участке речки. Объем отложенного влекомого вещества можно учитывать по размеченным штырям, сеткой установленным перед плотиной.

Денудацию рельефа склоновыми селями и спльвами удобно измерять по специальным крупномасштабным аэрофотоснимкам, полученным сразу после проявления этих процессов. На аэрофотоснимках довольно точно отбиваются ширина, длина и площадь свежих лотков и ниш срыва. Мощность сорванного слоя лучше оценивать непосредственно в природе. Этот способ использовался нами с А. А. Рогозиным при подсчете селевой денудации в Байкальской впадине и представляется весьма перспективным. Он применим и на селеактивных реках путем сравнения повторных одномасштабных аэрофотоснимков, хотя очевидно, что точность оценки объема вещества, удаленного селем из долины, будет меньшей из-за сложного чередования процессов размыва, переотложения и аккумуляции в русле реки.

Сравнительно точные данные получают при измерении абразии берегов, роста оврагов и отступания искусственных уступов от неподвижно укрепленных реперов, но здесь следует строго соблюдать, чтобы измерительная лента при снятии показаний всегда располагалась по одной линии с определенной стороны от промежуточных створных марок. Незначительное отклонение ленты на 1—3° может существенно изменить результат измерений.

Имеющиеся в литературе немногочисленные данные о скорости движения курумов получены в основном методом маркировки глыб в створах между реперами, укрепленными в скальных обнажениях. Таким способом можно точно учесть только перемещение поверхностных глыб, которых касается бечева, натянутая между реперами. На этих глыбах желательно особо тщательно наносить отметки-марки в полном соответствии с линией касания бечевы. Обязательно следует определять местоположение этих глыб относительно реперов и обозначать их порядковыми номерами. Если глыбы будут скатываться, то их легко обнаружить по номерам. От линии касания бечевы желательно нанести перпендикулярные штрихи, замерить уклоны поверхности по ним, чтобы можно

было учитывать развороты глыб в процессе движения. Прокрашенная сплошная линия по промежуточным глыбам, которых не касается натянутая бечева, может служить для выяснения общего характера смещения поверхностного слоя курума, а по прошествии многих лет, если смещение достигнет заметной величины,— и оценки приблизительной скорости сноса.

При изучении динамики курумов необходимо шире использовать дистанционные методы. В наиболее курумоопасных интенсивно осваиваемых районах, например в горных хребтах Удокан, Қодар, Южномуйском, Байкальском, с этой целью следовало бы покрасить широкими полосами наиболее представительные, мощные глыбовые россыпи и следить за их динамикой с помощью крупномасштабных повторных аэрофотосъемок. Этим же аэрофотосъемочным методом весьма рационально изучать динамику оползней, эоловых форм, разрушение и наращивание берегов, рост оврагов, карьеров.

Количественные показатели снежно-лавиной, карстово-суффозионной денудации также получают далеко не совершенными методами — соответственно путем отбора проб из снежно-лавиных конусов выноса и оценки содержания химически растворенных веществ в водных источниках. К сожалению, пока не имеется конкретных предложений и возможностей принципиального улучшения этих методов. То же можно сказать о крайне слабо изученном подповерхностном или внутригрунтовом смыве. Попытка учета его методом смотровых колодцев, скважин и воднобалансовых стоковых площадок дала результаты «...в весьма приближенной форме» [16, с. 145].

В целом совершенно очевидно необходимость разработки новых, технически совершенных и точных методических приемов количественного изучения всех видов экзогенных процессов. С этой целью весьма желательно организовать в соответствующих геолого-географических учреждениях специальные конструкторские бюро по созданию измерительной аппаратуры и автоматизированных систем сбора и обработки информации о ходе природных процессов на постоянных долговременных полигонах. Целесообразно создавать комплексные полигоны, на которых бы одновременно наблюдались не только экзогенные, но все другие природные процессы, притом с охватом как надводных, так и подводных ландшафтов. Передавая наблюдения на полигонах от поколения к поколению, удастся накопить важнейший материал для развития прогностических направлений в изучении природных процессов ближайшего и особенно отдаленного будущего.

Следует полагать, что в недалеком будущем постоянные опорные комплексные полигоны, оснащенные высокоточной измерительной аппаратурой, будут основаны в наиболее репрезентативных регионах Земли. Они придут на смену узкоспециализированным разрозненным станциям, поста, стационарам, будут охватывать режимными наблюдениями весь основной комплекс природных процессов и лучше соответствовать теоретическим и практическим запросам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кинг Л. Морфология Земли. Изучение и синтез сведений о рельефе Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
2. Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд-во МГУ, 1971. 228 с.
3. Леонтьев О. К., Лонгинов В. В. Геодинамика, литодинамика, морфодинамика и динамическая геоморфология.— Геоморфология, 1972, № 3, с. 97.
4. Поздняков А. В. Развитие склонов и некоторые закономерности формирования рельефа. М.: Наука, 1976. 111 с.
5. Райс Р. Дж. Основы геоморфологии. М.: Прогресс, 1980. 574 с.
6. Солоненко В. П. Землетрясения и рельеф.— Геоморфология, 1973, № 4, с. 3.
7. Агафонов Б. П. Виброэффект и его влияние на экзогенные геологические процессы.— Геология и геофизика, 1982, № 4, с. 95.
8. Pain C. F., Bowler J. M. Denudation following the November 1970 earthquake at Madang, Papua New Guinea.— Z. Geomorph. Suppl., 1973, B. 18, p. 92.
9. Макаров С. А. Некоторые причины движения курумов в долине р. Ангаракан (район

- Северомуйского тоннеля).— В кн.: Молодая Наука.— БАМУ. Иркутск: Вост.-Сиб. кн изд-во, 1977, с. 27.
10. *Агафонов Б. П.* Вековые прогностические полигоны.— В кн.: Геологические и экологические прогнозы. Новосибирск: Наука, 1984, с. 78.
  11. *Солоненко В. П.* Сейсмогеология и сейсмическое районирование трассы БАМ и зоны ее экономического влияния. Новосибирск: Наука, 1979. 68 с.
  12. *Солоненко В. П.* Очерки по инженерной геологии Восточной Сибири. Иркутск: Иркутское кн. изд-во, 1960. 87 с.
  13. *Агафонов Б. П.* Прерывистая индукция.— Геология и геофизика, 1982, № 9, с. 119.
  14. *Иверонова М. И.* Движение поверхностного рыхлого материала на задернованных горных склонах в лесо-лугово-степном поясе северного Тянь-Шаня.— Тр. Ин-та географии АН СССР, 1959, вып. 75, с. 26.
  15. *Титова З. А.* Динамика современных экзогенных процессов.— В кн.: Изучение степных геосистем во времени. Новосибирск: Наука, 1976, с. 49.
  16. *Рашиба И. Н., Салюкови Р. И.* Геоморфологические процессы и преобразование рельефа.— В кн.: Геосистемы предгорий Западного Саяна. Новосибирск, 1979, с. 134.
  17. *Иверонова М. И.* Медленные движения почвенно-грунтовых масс на задернованных склонах.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 4, с. 62.
  18. *Власова Л. К.* Речные наносы бассейна озера Байкал. Новосибирск: Наука, 1983. 131 с.

Институт земной коры  
СО АН СССР

Поступила в редакцию  
15.VIII.1985

## METHODIC PROBLEMS OF STUDY OF EXOGENOUS GEOMORPHIC PROCESSES

AGAFONOV B. P.

### Summary

Perspectives of study of exogenous geomorphic processes are described based on century-old regime observations, taking into consideration influence of both natural and technological sources of vibration. Recommendations are provided on the improved technique of the rate of exogeomorphic processes measurements based on the author's experience. Fundamental differences are noted in denudation rates of similar by appearance fresh artificial and old natural exposures of solid rocks.