

ХРОНИКА

ПОЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ГЕОМОРФОЛОГИИ
(К ИТОГАМ СИМПОЗИУМА КОМИССИИ ПО ПОЛЕВЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАМ
В ГЕОМОРФОЛОГИИ МГС ВО ФРАНЦИИ)

В 1976 г. на Международном географическом конгрессе в Москве в составе Международного географического союза была образована Комиссия по полевым экспериментам в геоморфологии. Ее председатель — А. Рапп (Швеция), секретарь — О. Слаймекер (Канада). Задачей Комиссии, сформулированной в одном из ее циркуляров, является совершенствование методики и техники полевых наблюдений за геоморфологическими процессами и определяющими их факторами на экспериментальных станциях в различных условиях окружающей среды и при ее антропогенных изменениях. В системе геоморфологических исследований, как полагают руководители Комиссии, экспериментальное направление имеет первостепенное значение, ибо оно знаменует переход к новой ступени развития геоморфологии, особенности которой состоят в точной качественной и количественной характеристиках процессов рельефообразования и определении их факторов, проверке гипотез с помощью полевых экспериментов.

Первый симпозиум Комиссии состоялся во Франции 2—7 октября 1978 г. Он был посвящен в основном вопросам методики и техники полевых экспериментов. В симпозиуме приняли участие около 50 специалистов из 15 стран. Из капиталистических стран более представительными были делегации из Франции, Англии, США, Канады и Израиля. Социалистические страны были представлены 6 делегатами (Польша — 3, СССР — 1, Венгрия — 1, Румыния — 1). Симпозиум включал трехдневные заседания в Париже и трехдневную экскурсию для ознакомления с работой экспериментальных станций в Цессере (район г. Лаон в Пикардии) и в Гейсберге (Вогезы).

На заседаниях было заслушано 36 докладов, посвященных полевым экспериментам в различных районах Европы, Северной Америки, Азии, Африки и Австралии. 19 из них опубликовано в специальном сборнике, изданном в ФРГ к началу симпозиума (Field Instrumentation..., 1978). Участники экскурсии получили также подробные материалы о работах на экспериментальных станциях в Цессере и Гейсберге.

Характерные особенности полевых экспериментов как нового направления исследований в геоморфологии лучше всего могут быть выявлены путем сравнения их с полевыми стационарными исследованиями, давно и широко используемыми в геоморфологии. Основные различия между этими близкими направлениями выражаются в следующем.

1. При стационарных исследованиях обычно измеряется и изучается геоморфологическая реакция на процессы (изменения форм рельефа и происходящие при этом перемещения материала), но не сами процессы. По геоморфологической реакции судят о характере и интенсивности процессов. В ходе полевых экспериментов изучаются не только геоморфологическая реакция, но и сами процессы — их энергетика, физическая сущность и количественное выражение.

2. Стационарные исследования в основном соответствуют модели типа «черный ящик». Измеряются входные величины (факторы) и выходная величина — геоморфологическая реакция на происходящие в «ящике» процессы. Сущность и механизм процессов, происходящих в «черном ящике», при этом обычно остаются вне объекта изучения. Полевые эксперименты ставят своей задачей детальное изучение того, что происходит в «черном ящике».

3. Стационарные исследования имеют общую задачу — получение данных о развитии геоморфологических процессов во времени. Эти данные тем полнее, чем длиннее ряд наблюдений. В отличие от этого перед каждым экспериментом стоит своя задача; в итоге должно быть сделано конкретное заключение. Эксперимент не обязательно требует длительного ряда наблюдений, его продолжительность может быть разной — от нескольких минут до многих лет. Так, механизм эрозии временных водотоков и его зависимость от разных факторов могут быть выяснены на примере одного ливня продолжительностью несколько десятков минут.

Таким образом, экспериментальные и стационарные исследования в их типичном проявлении имеют принципиальные различия. Однако резкой границы между ними нет,

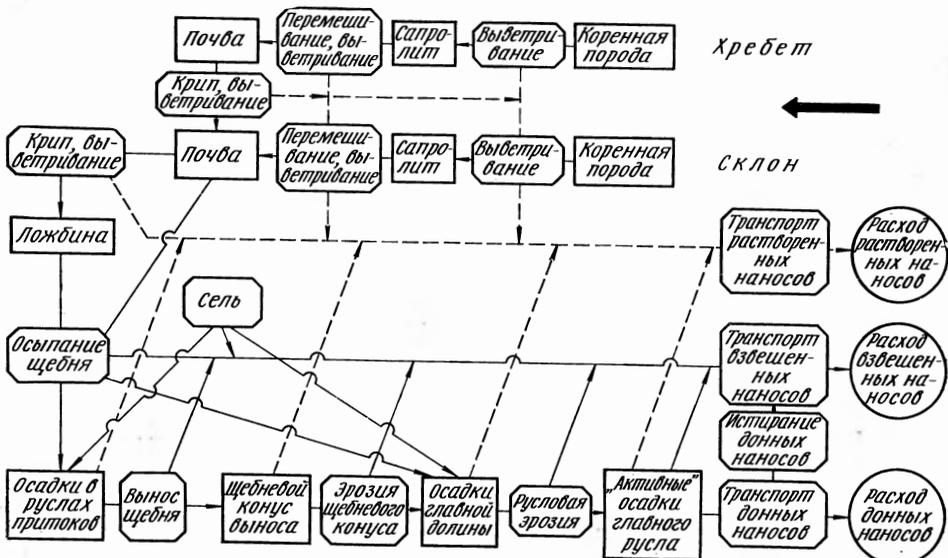


Рис. 1. Модель бюджета наносов в бассейне Рок-Крик (Dietrich, Dunne, 1978*)

Прямоугольники обозначают системы накопления, восьмиугольники — процессы перемещения, круги — выход наносов; сплошные линии — перемещение наносов, пунктирные — миграцию растворов

в связи с чем определенная категория стационарных исследований может рассматриваться также в качестве экспериментов.

Что же является объектом изучения при экспериментальных исследованиях?

1. Элементарные геоморфологические процессы и определяющие их факторы. Большинство докладов на Парижском симпозиуме было посвящено экспериментальному изучению отдельных экзогенных процессов: почвенного крипа (Young, 1978*; Dedkov et al., 1978*), осыпей (Luckman, 1978), селей (Okuda, 1978), различных видов эрозии (Walling, 1978*; Strömquist, 1978*; Yair et al., 1978*; Batchner, 1978*).

2. Совокупность нескольких процессов: поверхностной и подземной эрозий (Copa-cher, Dalrymple, 1978*; Bryan et al., 1978*), эрозии и береговых процессов (Ichim et al., 1978*) и др.

3. Весь комплекс процессов, характерный для дренажного бассейна (Dietrich, Dunne, 1978*; Bello et al., 1978*; Station experimentale du Geisberg, 1978).

Многие исследователи считают, что главной целью развития полевых экспериментальных исследований является разработка метода определения бюджета осадков (твердых, растворенных) в дренажном бассейне. Эти методы могут стать главными в анализе развития геоморфологических процессов в различных природных условиях и при их антропогенных изменениях. На рис. 1 в качестве примера приведена модель бюджета осадков, составленная для небольшого (16,2 км²) бассейна р. Рок-Крик в Береговой цепи Орегона (Dietrich, Dunne, 1978*). Блок-схема модели очень четко характеризует сложную систему экзогенных процессов в речном бассейне.

В зависимости от технического уровня полевые эксперименты, о которых сообщалось на симпозиуме, можно подразделить на три группы.

1. Простые. Используются оригинальные или стандартные технические устройства с регистрацией изменений, основанной на простых механических принципах. Изучается лишь геоморфологическая реакция на процессы, специальные наблюдения за динамическими факторами (метеорологическими и гидрологическими) обычно не проводятся (Young, 1978*; Luckman, 1978*; Strömquist and Johansson, 1978*; Ichim et al., 1978* и др.).

2. Средней сложности. Более разнообразный и сложный комплекс в основном оригинальных приборов для регистрации геоморфологических изменений, иногда и самих процессов. На экспериментальной площади фиксируются с применением стандартных приборов также гидрометеорологические изменения. Этот технический уровень характеризует большинство экспериментов, в том числе работы в Цессьере и др. (Bovis, 1978*; Yair et al., 1978*; Stocking, 1978*; Bryan et al., 1978* и др.).

* Работы опубликованы в упомянутом выше сборнике (Field Instrumentation..., 1978). Объем настоящего сообщения не позволяет привести полный перечень всех работ (более 20), на которые имеются ссылки в тексте.

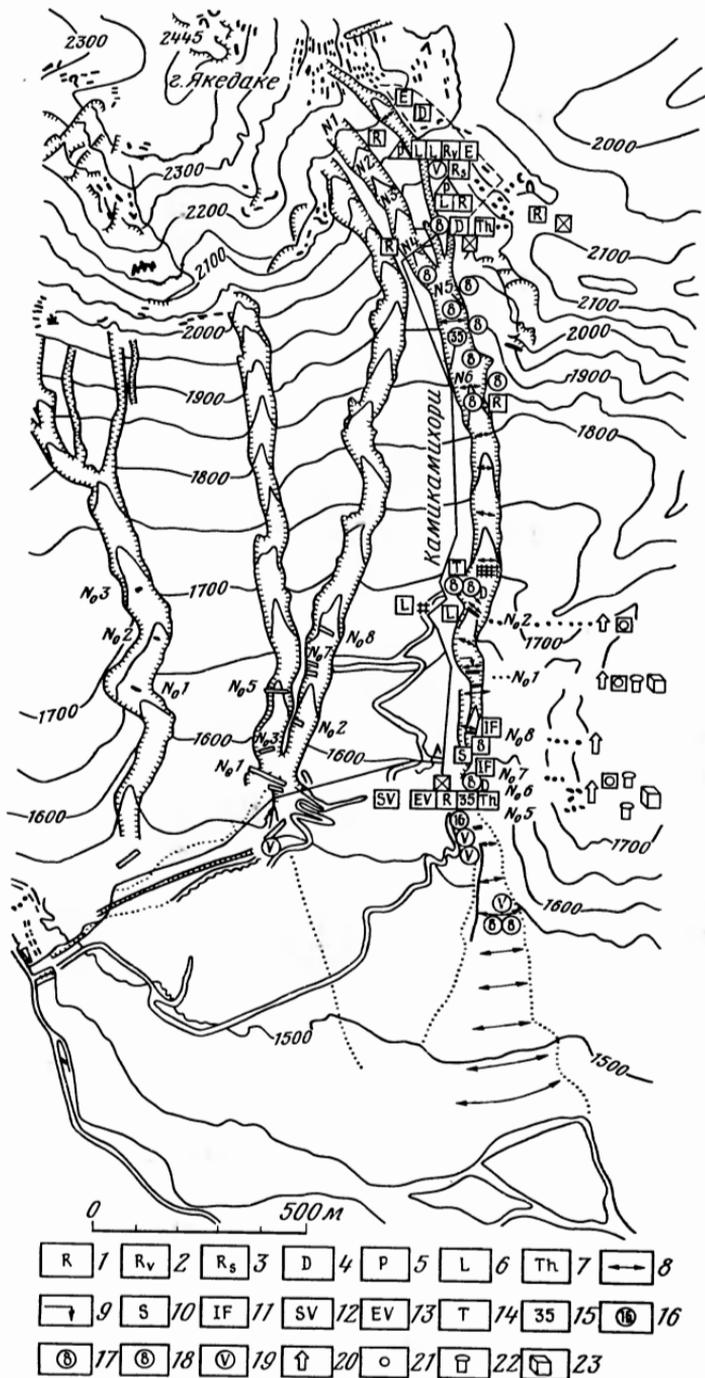


Рис. 2. Система наблюдения за селевыми потоками в долине Камикамихори (Okuda, 1978)

1 — дождемер; 2 — векторный дождемер; 3 — измеритель интенсивности осадков; 4 — измерительная плотина; 5 — оборудование для измерения расхода наносов; 6 — измеритель уровня грунтовых вод; 7 — термометр; 8 — проволочный датчик (для определения момента прохождения фронта селя); 9 — контактный датчик; 10 — сейсмомер; 11 — прибор для измерения давления потока; 12 — объемный фильтровый спидометр; 13 — радиолокационный спидометр; 14 — измеритель натяжения; 15 — 35-мм фотокамера; 16 — 16-мм кинокамера; 17 — 8-мм кинокамера; 18 — 8-мм фотокамера; 19 — телекамера; 20 — измеритель высоты потока; 21 — прибор, отмечающий давление; 22 — собиратель мелких частиц (цилиндр); 23 — собиратель крупных обломков (ящик)

3. Сложные. Используется современная техника, в том числе электронные, нейтронные и радиолокационные приборы, телефотометрия и др. Фиксируются и измеряются энергетика и механизм процессов, геоморфологическая реакция, гидрометеорологические параметры. Таковы работы геоморфологов Страсбургского университета в Гейсберге (*Station experimentale...*, 1978), японских геоморфологов из университета г. Киото (*Okuda*, 1978). Японские исследователи изучали динамику и геоморфологический эффект селевых потоков в Японских Альпах на примере небольшой (до 2 км) долины Комикомахари. Большая насыщенность экспериментальной площади техническими средствами наблюдений и измерений (рис. 2) позволила выяснить особенности динамики селевых потоков, производимые ими изменения рельефа, зависимость развития селей от условий окружающей среды.

Простые эксперименты обычно выполняются только геоморфологами. В проведении экспериментов средней сложности наряду с геоморфологами нередко участвуют также климатологи, гидрологи и биогеографы, что обеспечивает квалифицированное изучение соответствующих факторов. В экспериментах большой сложности совместно с перечисленными специалистами принимают участие физики и математики. В большинстве исследований применены математические методы. В Гейсберге при изучении баланса энергии, воды и минерального вещества используется математическое моделирование с применением ЭВМ.

Развитие полевых экспериментальных исследований сопровождается появлением различного рода проблем, прежде всего методических. На французском симпозиуме внимание участников чаще всего привлекали следующие вопросы.

1. О локальном или общем значении полученных при полевых экспериментах выводов. Безусловно, общее значение можно придавать лишь тем результатам, которые подтверждаются данными ряда станций. Однако это требует достаточно развитой сети полевых экспериментальных станций, чего в настоящее время пока нет. В связи с этим большое значение придается выбору участков для полевых экспериментов. Такие участки должны быть типичными, и их выбору должно предшествовать детальное геоморфологическое и ландшафтное картирование.

2. Размещение приборов на экспериментальной площади. Оно всегда должно быть строго обоснованным, ибо влияет на результаты эксперимента. Ряд материалов симпозиума дает примеры подхода к решению этой проблемы. Помещенная на рис. 1 блок-схема модели бюджета осадков в бассейне Рок-Крик составлена по материалам предварительной геоморфологической съемки и может служить основой для решения вопроса о размещении приборов при переходе к экспериментальным исследованиям (*Dietrich, Duppe*, 1978*). В передовой цепи Колорадо по результатам измерений денудации на 30 первоначально случайно расположенных приборах с помощью вариационного анализа были определены значения зональных, интразональных и локальных факторов. Затем эти выводы были использованы как основа для новой более целесообразной группировки приборов (*Bovis*, 1978*). В обоих случаях решению вопроса о рациональном размещении измерительных приборов предшествовали предварительные исследования.

3. Четкая формулировка задач полевых экспериментов и полученных результатов. На экспериментальной станции в Цессьере и в ряде других случаев не всегда можно было получить ясный ответ на вопросы о том, какие геоморфологические задачи поставлены перед экспериментом и каковы его результаты. В общей дискуссии, в которой приняли участие известные геоморфологи Ж. Дреш, П. Биро, А. Ян, А. Рапп, А. Янг, Ф. Аннерт и др., неоднократно подчеркивалось, что каждому эксперименту должна предшествовать ясно поставленная геоморфологическая задача, развитие измерительной техники не должно превращаться в самоцель. Измерения не для измерений, а для решения конкретного вопроса. Именно геоморфологическая задача должна определять методику и технику эксперимента.

Полевые геоморфологические экспериментальные исследования находятся в начальной стадии развития. Однако уже сейчас они дают интересные результаты, способствуя более глубокому пониманию механизма рельефообразующих процессов, их зависимости от окружающих природных и антропогенных факторов. Они отражают одну из главных тенденций развития современной геоморфологии — внедрение теории и методов точных наук, что способствует качественному преобразованию науки о рельефе.

А. П. Дедков

ЛИТЕРАТУРА

- Field Instrumentation and Geomorphological Problems. «Zeitschrift für Geomorphologie». Suppl., Bd. 29, Berlin — Stuttgart, 1978.
Station experimentale du Geisberg. Université Louis Pasteur de Strasbourg, 1978.
Okuda S. Observation on the motion of debris flow and its geomorphological effects. Kyoto University, Japan, 1978.