

Various kinds of mudflows are described within the Baikal region and in the Baikal Lake, which form a single series from incipient mudflows to degrading ones, transitional to other types of sediment transport and including elements of two (more seldom, three) different processes. Concrete examples of those different types of mudflows are described in detail, prerequisites of their formation and disastrous results are considered. The approach to mudflows classification may be used in other regions.

УДК 551.438.5:551.312.3(470.34)

И. Е. ЕГОРОВ, А. Г. ИЛЛАРИОНОВ, И. И. РЫСИН,  
В. И. СТУРМАН

### ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАСЕЙНАХ МАЛЫХ РЕК ВЯТСКО-КАМСКОГО РЕГИОНА

Малые реки, занимая по своей численности и суммарной протяженности доминирующее положение в структуре гидрографической сети, в переносе и трансформации загрязняющих веществ, во многом определяют экологическую обстановку в более крупных водотоках и даже регионах в целом [1]. Поэтому оценка экологической обстановки в территориальном плане так или иначе сопряжена с изучением эрозионно-аккумулятивных процессов в их бассейнах. В таком контексте может представлять определенный интерес настоящее исследование, ограниченное территориально — Удмуртской республикой, тематически — заилением русел и пойм малых рек.

Удмуртия расположена на востоке Русской равнины, в южной части Вятско-Камского междуречья, между  $55^{\circ}49'$  и  $58^{\circ}28'$  северной широты;  $51^{\circ}12'$  и  $54^{\circ}30'$  восточной долготы, в пределах подзоны южной тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов. Площадь республики  $42,1$  тыс. км<sup>2</sup>.

Территория Удмуртии, несмотря на приуроченность к лесным зонам, отличается высокой степенью сельскохозяйственного освоения. Судя по археологическим и палеоботаническим данным, [2], подсечно-огневой способ сведения лесов для земледелия применялся в Вятско-Камском регионе еще 2,5—3,0 тыс. лет назад. Однако массовая вырубка лесов и распашка земель произошли за исторически непродолжительный период. Еще в конце XVII в. почти 90% территории современной Удмуртии находилось под лесами, а доля пашни составляла всего 6%. За последние 200 лет леса были сведены более чем наполовину, причем площадь пашни выросла до 40%. В настоящее время по доле земель, занятых в сельскохозяйственном производстве, Удмуртия значительно превосходит соседние Кировскую и Пермскую области, имеющие во многом сходные природные условия. Общая освоенность территории возрастает к юго-востоку. Для всей же территории республики характерно чередование на небольших расстояниях разнообразных ландшафтов (естественных лесных, преобразованных сельскохозяйственных, селитебных, рекреационных и др.), что создает благоприятные условия для изучения факторов, влияющих на геоэкологическую обстановку региона.

Методика исследования. В качестве основной территориальной единицы исследования были выбраны бассейны рек 3-го порядка (по Стралеру — Философову). Их можно рассматривать как целостные геосистемы с единым нисходящим потоком вещества, данные о котором на «входе» и «выходе» поддаются достаточно

полному качественному и количественному учету. Основанием для этого выбора были: во-первых, относительно частая пространственная сопоставимость площадей бассейнов рек 3-го порядка и сельскохозяйственных хозяйств, определяющих показатели антропогенной нагрузки; во-вторых, достаточная однородность природных условий отдельно взятого бассейна, влияющая на формирование, миграцию и трансформацию стока, в том числе и загрязняющих веществ; в-третьих, «верхние» пределы «чувствительности» бассейна на изменение параметров среды и экологической обстановки в целом. Всего на территории Удмуртии было выделено более 620 бассейнов рек 3-го порядка и межбассейновых участков.

В числе параметров и показателей, влияющих на качественные и количественные характеристики антропогенной нагрузки, для каждого бассейна учитывались: морфометрия водосбора и эрозионной сети (количество, длина, средневзвешенные уклоны водотоков 1—3-го порядков, глубина и густота расчленения рельефа); доля участия в бассейне литологических разностей пород, типов почв, растительности; степень освоенности территории бассейна (залесенность, распаханность, плотность населения, поголовье скота на единицу площади); источники загрязнения — промышленные, коммунально-бытовые, транспортные и т. д.

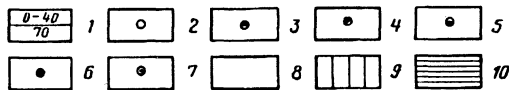
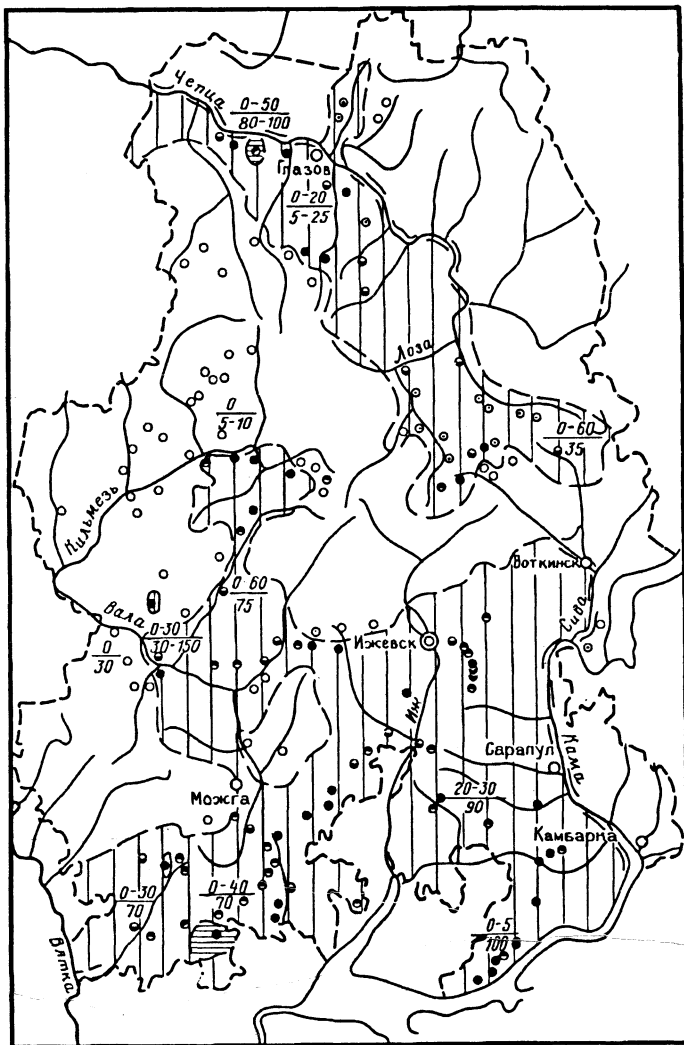
В качестве интегрального показателя антропогенной нагрузки на эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейнах малых рек рассматривалось заиление русел и пойм, определяемое в ходе экспедиционных исследований. В руслах в качестве тел заиления фиксировался неуплотненный илистый материал, подстилаемый типичным аллювием. При залегании тел заиления на песчаном или гравийно-галечном аллювии граница между ними проявлялась очень четко. В тех же, сравнительно немногих, случаях, когда тела заиления подстилались аллювием глинистого состава, граница определялась по резко различной степени уплотненности.

Продукты бассейновой эрозии, залегающие в русле, измерялись пробоотборником, позволяющим устанавливать их состав и мощность. Неоднократные (по 5—10 в разных точках) замеры проводились в пределах всех элементов русла (плесов, перекатов, прирусловых отmelей). Серии замеров выполнялись в 160 пунктах, на 130 реках 1—5-го порядков.

Состав и мощность пойменного наилка изучались в естественных и искусственных обнажениях. При этом за наилок принимались отложения, перекрывающие хорошо сформированные гидроморфные почвы. Нахождение в толще этих отложений обломков стекла, керамики, кусочков древесного угля свидетельствует о том, что пойменный наилок представляет собой геологически и даже исторически молодое образование. Его формирование связано с вырубкой лесов и распашкой земель и относится в целом к периоду интенсивного агрикультурного освоения территории, начавшегося 200—300 лет назад.

Замеры пойменного наилка в каждом пункте проводились неоднократно с учетом морфологических особенностей пойм (на повышенных и пониженных участках, в старичных понижениях и на наложенных конусах выноса оврагов и балок) с целью определения минимальных, максимальных и средних мощностей. Работы по изучению пойменного наилка выполнены в 138 пунктах на 108 реках 1—5-го порядков.

Анализ результатов исследований. Литературные источники по заилению русел и пойм рек ограничены. Согласно едва ли не единственной работе Е. В. Шандера [3], в летнюю межень плесы характеризуются наименьшими скоростями течения и в них происходит осаждение тонкого взвешенного материала. В результате формируются прослои заиления, которые могут переходить в погребенное состояние. Как показали наши работы, в Удмуртии подобное явление имеет место на реках 4—5-го порядков, со среднегодовыми расходами более 2 м<sup>3</sup>/с. Так формируется *плесовый* тип заиления. На малых реках 1—3-го порядков, со среднегодовыми расходами до 1 м<sup>3</sup>/с, преобладает иной, *побочневый* тип заиления. В этом случае наибольшие мощности ила приурочены к побочным



Схематическая карта заиления русел и пойм. Масштаб 1:1 500 000

1 — в числителе — мощность ила в русле, см, в знаменателе — мощность пойменного наилка, см. 2—7 — типы заиления русел: 2 — отсутствие, 3 — побочный, 4 — плесово-побочный, 5 — плесовый, 6 — равномерный, 7 — неустановленный. 8—10 — зоны заиления русел. 8 — отсутствия, 9 — слабого, с мощностями тел заиления до 0,5 м, 10 — слабого, с мощностями тел и покровов заиления до 1 м

(трирусловым отмелям). На наш взгляд это связано с тем, что малые реки, характеризующиеся быстрым течением (в связи со значительными уклонами), в летнюю межень имеют чистую воду (за счет подземного питания). Поэтому летом происходит лишь врезание русла в илистый покров, сформировавшийся в весеннее половодье за счет смыва материала со склонов. В результате от илистого покрова сохраняются лишь фрагменты в виде побочней, по сторонам от меандрирующего русла.

Таким образом, формирование побочного и плесового типов заиления приурочено к разным фазам водного режима и при определенных условиях может сочетаться.

Коэффициенты корреляции между характеристиками бассейнов и мощностями ила на пойме и в русле

Мощность ила, см	Распаханность, %	Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Расход воды в замк. створе, м <sup>3</sup> /с	Густота овражной сети, км/км <sup>2</sup>	Глинистые и суглинистые почвы, %	Песчаные и супесчаные почвы, %	Залесенность, %
Максимальная в русле	0,084	0,395	0,0004	-0,135	0,593	-0,367	0,097
Средняя в русле	0,280	0,521	-0,188	0,429	0,814	-0,069	-0,151
Максимальная в плесе	-0,342	0,220	-0,054	-0,380	0,215	-0,303	0,319
Максимальная на прирусловой отмели	-0,415	0,070	0,207	0,265	0,595	-0,011	-0,442
Максимальная на пойме	0,340	0,313	0,011	0,058	0,260	-0,148	-0,333

На ряде рек 2—3-го порядков, со среднегодовыми расходами 1—2 м<sup>3</sup>/с, отмечены примерно равные мощности ила в плесах и на побочнях. В подобных случаях имеет место *песово-побочневый*, или *переходный* тип заиления.

На реках, естественное состояние которых нарушено в связи с созданием прудов, спрямлением русел и мелиоративными работами, заиление представлено более или менее сплошным чехлом, мощность которого в сравнении с естественными руслами несколько повышена.

Заиленность русел малых рек Удмуртии возрастает в целом к югу, изменяясь в пределах от 0 до 1,0 м (рисунок). Корреляция между показателями антропогенной нагрузки, морфологическими характеристиками и мощностью руслового ила слабая ( $r = 0,3—0,5$ ), поскольку региональные различия последней составляют величину одного порядка с внутрирусловыми процессами. Корреляция между мощностями заиления в руслах и на поймах практически отсутствует ( $r = 0,025$ ), что указывает на относительную самостоятельность этих процессов.

В пространственном распределении заиления определяющая роль принадлежит геоморфологическим условиям и составу залегающих с поверхности отложений. Влияние на заиление дифференциации территории по геолого-геоморфологическим характеристикам было усилено в связи с неравномерным хозяйственным освоением. Наиболее распаханы ныне пологие склоны крупных речных долин (левобережья рек Чепца, Вала, Кильмезь и др., правобережья рек Иж, Тойма и др.), сложенные суглинками. Экспозиция этих склонов северная и восточная, что обусловлено инсоляционной асимметрией, сформировавшейся в перигляциальные эпохи плейстоцена. Тогда же сформировались эоловые песчаные покровы на правобережье Кильмези и к востоку от низовьев Вятки [4], где заиление отсутствует. Распределение характеристик заиления показано на рисунке.

Для изучения влияния физико-географических и социально-экономических факторов проведен корреляционный анализ. Как видно из таблицы, наиболее устойчивым показателем заиленности русла реки является средняя мощность ила. Максимальные и минимальные величины подвержены внутри- и межгодовым колебаниям.

Основная причина заиленности пойм и русел — усиление бассейновой эрозии (почвенной, овражной), спровоцированное распашкой земель. Значительная часть продуктов бассейновой эрозии аккумулируется в верхних звеньях гидрографической сети. Это обстоятельство, а также изменение условий стока талых снеговых и дождевых вод приводит к перестройке в структуре верхних звеньев эрозионной сети. Происходит регрессивное отступление речной сети, оставление ею занимаемых ранее звеньев, которые становятся временными русловыми. Развитие эрозионных форм по схеме долина — балка в пределах рассматриваемой территории весьма характерно.

Это позволяет считать охрану малых рек важнейшей геоэкологической проблемой региона.

1. Малые реки России (использование, регулирование, охрана, методы хозяйственного расчета). Свердловск: Среднеуральское кн. изд-во, 1988.
2. Туганаев В. В. Агроэкосистемы и этногенетические процессы в Волжско-Камском регионе//Вестн. Удмуртского ун-та. Ижевск, 1991. № 1.
3. Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит//Тр. Ин-та геол. наук. 1951. Вып. 135.
4. Бутаков Г. П. Плейстоценовый перигляциал на востоке Русской равнины. Изд. Казан. ун-та, 1986.

Удмуртский государственный  
университет

Поступила в редакцию  
28.02.92

## HUMAN IMPACT ON EROSION AND ALLUVIATION WITHIN SMALL DRAINAGE BASINS OF THE VYATKA-KAMA REGION

I. E. EGOROV, A. G. ILLARIONOV, I. I. RYSIN, V. I. STURMAN

### S u m m a r y

Small rivers prevail in the drainage network and control the state of environments within the region to a considerable degree. The authors' studies over the Udmurtian territory revealed silting of small rivers' channels and floodplains which resulted from violation of natural course of fluvial erosion and alluviation due to deforestation and land cultivation. The authors emphasize the necessity of the small rivers conservation which is most important ecological problem in the region.

УДК 551.4:550.349.4(479.25)

М. П. ЖИДКОВ

## СПИТАКСКИЙ МОРФОСТРУКТУРНЫЙ УЗЕЛ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Морфоструктурные узлы — это своеобразные образования, возникающие в местах пересечения или причленения морфоструктурных линейментов. Они выделяются при специальном морфоструктурном районировании, предназначенном для распознавания мест возможного возникновения сильных коровых землетрясений [1]. Своеобразие узлов проявляется в мозаичности рельефа, большом числе линейных форм разных простираций, пестроте горных пород, наличии геофизических и геохимических аномалий [1—3].

Спитакский высокосейсмичный морфоструктурный узел, как и ряд других узлов Малого Кавказа, был выделен при районировании Малой Азии и Армянского нагорья [4] и определен как место возможного возникновения землетрясений с  $M \geq 6,5$  [5, 6]. Высокая сейсмичность территории узла подтверждалась результатами и других исследований [7—9].

Границы узла (рис. 1) были определены при специальных полевых работах, проведенных в процессе подготовки схемы морфоструктурного районирования Малого Кавказа, предназначенной для распознавания мест возможного возникновения землетрясений с  $M \geq 5,5$  [10]. Основу узла образуют морфоструктурные линейменты II ранга: Памбак-Севанский продольный и Транскавказский поперечный.

Памбак-Севанский линеймент вытянут от пересечения с Северо-Анатолийским линейментом в Турции до пересечения с Пальмиро-Апшеронским линейментом