

© 2016 г. И.И. ГРИГОРЬЕВ¹, С.Н. КОВАЛЕВ², И.И. РЫСИН¹**ТЕХНОГЕННЫЕ ОВРАГИ**¹*Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия*²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Россия**e-mail: ivangrig@yandex.ru, kovalevsn@yandex.ru, rysin@uni.udm.ru*

Конец XX века охарактеризовался снижением числа активных оврагов. Если ранее основной причиной оврагообразования была сельскохозяйственная деятельность, то в настоящее время возрастает доля техногенно обусловленных оврагов (в населенных пунктах, при прокладке дорог, трубопроводов, добыче полезных ископаемых). По условиям происхождения можно выделить три группы техногенных оврагов. Придорожные – кюветные, располагающиеся вдоль дороги и овраги переходов (водопропусков). Промышленно-стоковые – на территории объектов, имеющих сток промышленных вод, а также по склонам карьеров (карьерные овраги). Городские – урбо-овраги, вошедшие в пределы населенных пунктов при расширении их границ и урбаногенные, возникшие в результате хозяйственной деятельности на территории поселения.

Ключевые слова: Европейская Россия, овражная эрозия, техногенные овраги.

В конце XVII и начале XVIII вв. на Европейской территории России пашня занимала лишь 8% от всей ее площади, прочие угодья (луга, выгоны, огороды и усадьбы) – 17%. Лесом было покрыто 52.7% площади, неудобные земли занимали 25% [1]. Европейская Россия на протяжении двух с небольшим веков потеряла почти 1/3 часть своих лесов – в 1914 г. лесистость снизилась до 35%. Но это средний показатель. По отдельным губерниям этот показатель резко колебался. Например, в 1914 г. площадь леса составляла: в Тульской губернии 7.8%, Самарской – 7.5%, Воронежской – 7.4%, Курской – 6.2%, Пензенской, Орловской, Тамбовской губерниях – 16%. Сведение лесов, наряду с распашкой земель, систематическое рыхлением почв, уничтожение естественной растительности, создание искусственных рубежей стока при межевании, плужные борозды (напашы) создавали благоприятные условия для появления густой сети оврагов. Такое активное развитие оврагов в конце XIX – начале XX вв. позволило исследователям прийти к заключению о чисто антропогенном происхождении оврагов. А.А. Козменко [2] считал, что современный размыв вызван исключительно земледельческим освоением, хотя еще В.В. Докучаев [3] писал о естественном происхождении оврагов и их роли в формировании флювиальной сети. Появление естественных оврагов вызывается рядом природных процессов: боковая эрозия рек, оползни, карст, суффозия, катастрофические ливни и др.

Антропогенные овраги своим появлением и развитием обязаны, прежде всего, хозяйственной деятельности, влияющей на состояние природных ландшафтов. Конец XX века охарактеризовался уменьшением посевных площадей, изменением агрокультуры, что привело к снижению числа активных оврагов. Если ранее основной причиной оврагообразования была сельскохозяйственная деятельность (расширение пахотных земель), то в настоящее время возрастает доля техногенно обусловленных оврагов (в населенных пунктах, при прокладке дорог, трубопроводов, добыче полезных ископаемых). Роль человека в овражной эрозии сводится, в значительной мере, к созданию условий оврагообразования.

В научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева составлена карта “Вероятности достижения предельной густоты овражной сети” м-ба 1:2500000. На ней по пятибалльной шкале показаны территории с разной вероятностью достижения густоты овражной сети в условиях сельскохозяй-

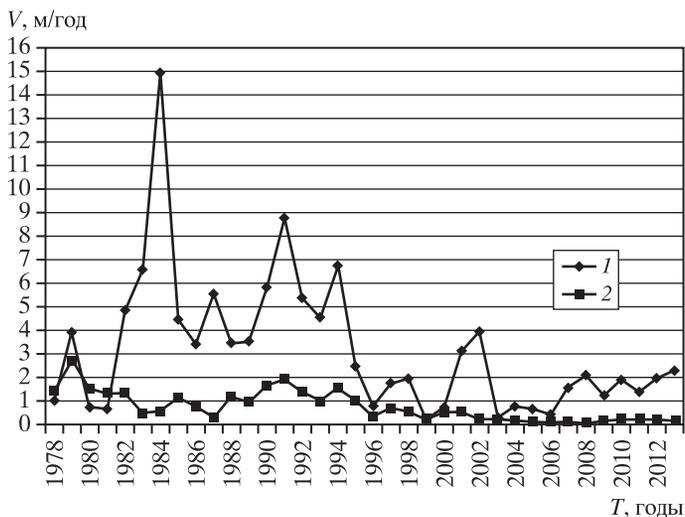


Рис. 1. Графики роста техногенных и сельскохозяйственных оврагов на территории Удмуртии за период 1978–2013 гг.

Овраги: 1 – техногенные, 2 – сельскохозяйственные

ственного освоения. На большей части (более 50%) территории Европейской России в условиях неизменности природных водосборов вероятность развития оврагообразовательного процесса практически равна нулю и только на 0.8% площади равна

100%. Проведенные исследования на территории Удмуртской Республики [4] выявили тенденцию к затуханию активности, уменьшению количества сельскохозяйственных оврагов и скоростей их роста. Техногенные овраги, наоборот, активизируются в своем развитии (рис. 1).

Основным фактором, влияющим на это, являются активное строительство, прокладка дорог и разного рода линейных сооружений, создание карьеров. Именно они привели к образованию связанных с инженерными сооружениями оврагов. Полученные результаты отражают общую тенденцию повышения роли техногенных оврагов. Это также подтверждается проведенными натурными обследованиями в ряде городов центра Русской равнины. Необходимо отметить, что, в отличие от сельскохозяйственных оврагов, техногенные меньше зависят от природно-климатических условий территорий, где они располагаются – основными факторами их образования служат особенности рельефа, геологические условия, степень и характер антропогенной нагрузки.

По условиям происхождения можно выделить три группы техногенных оврагов – “придорожные”, “промышленно-стоковые” и “урбаногенные”.

Придорожные овраги отнесены к техногенным, поскольку при строительстве как шоссейных, так и грунтовых дорог используется большое количество различной техники, а также перемещаются огромные объемы грунта и строительных материалов. Происходят техногенные изменения рельефа и, следовательно, водосборов. Сток во вновь образованных водосборных бассейнах перераспределяется и появляются новые эрозионные формы. Помимо этого вдоль дорожного полотна создается дренажное понижение – кювет, предназначенное для обеспечения стока воды с поверхности дороги. Для пропуска поверхностных вод при пересечении понижений рельефа в теле дорожной насыпи прокладываются водопропускные трубы, располагающиеся перпендикулярно к дороге.

Промыленно-стоковые овраги встречаются реже. Связано это, прежде всего, с более локальным распространением объектов, имеющих сток промышленных вод. Для образования таких оврагов необходимо нарушать правила выпуска сточных промышленных вод с территории объекта и игнорировать рельеф окружающей местности. В качестве примера можно привести участки по добыче нефти и полезных ископаемых (карьеры), строительные площадки, места прорывов трубопроводов и т.п. Среди них следует отдельно выделить *карьерные овраги*. Они распространены по склонам крупных карьеров и по отвалам вскрышных пород. Склоны многих карьеров,

как неэксплуатируемые, так и действующие, часто поражены сетью глубоких промоин и небольших оврагов.

Урбаногенные, или **городские**, овраги [5] выделяются в отдельную группу, так как являются следствием процессов и явлений, присущих только селитебным территориям. От типа населенного пункта [6] и уровня техногенной нагрузки зависят морфолого-морфометрические особенности оврагов и интенсивность их роста.

Придорожные овраги наиболее широко распространены, а среди них – **кюветные**, располагающиеся вдоль дороги и овраги переходов (*овраги водпропусков*), располагающиеся под углом к дороге. Кюветные овраги встречаются повсеместно на перепадах высот вдоль автодорог. Уже сами кюветы создают условия для размыва, концентрируя водный поток. Иногда придорожный овраг образуется на длинных склонах с минимальным водосбором или при его отсутствии, когда водосборной площадью служит полотно дороги. Они возникают при выпадении осадков большой величины и 100% коэффициенте стока с асфальтового покрытия. Проблема дорожных оврагов возникла достаточно давно. В.В. Докучаев [3] цитирует Г.П. Гельмерсена, описавшего размыв дорожного полотна кюветным оврагом – “В Орловской губернии... сильный проливной дождь, действуя в течение одного часа на скат шоссеиного рва, размыл и расширил его...” и А.А. Киприянова – “... что дороги екатерининских времен получили местами благодаря оврагам столь значительные извилины, что иногда имеют три и более верст длины на полверсты прямого расстояния” [с. 84].

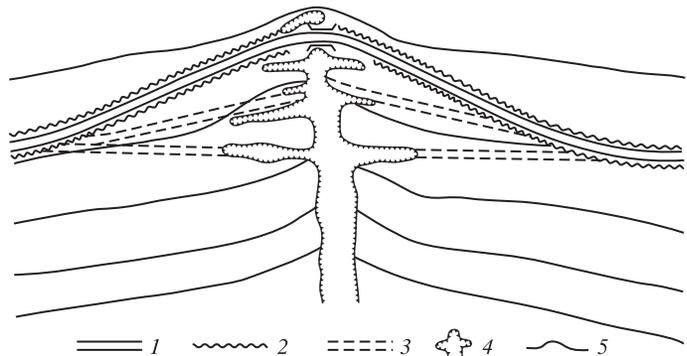
Как и два века назад, кюветные овраги угрожают разрушением дорожного полотна. Д.Л. Арманд [7] описывает ситуацию с развитием кюветных оврагов: “Ради поддержания полотна в сухом состоянии вдоль дорог роются кюветы. Кюветы перехватывают линии стока, направляющиеся в сторону дороги, и отводят сток в балки. Так как сток по кюветам бывает весьма значительным, то на крутых участках возникает опасность размывов. Сплошь и рядом можно видеть кюветы, превратившиеся в овраги.

Овраг постепенно захватывает и полотно дороги и заставляет по несколько раз переносить ее на новые места, каждый раз все с большим отклонением от прямого направления” [с. 19] (рис. 2).

В июне 1987 г. на подъездной дороге к поселку Песчанка (Саратовская обл.) во время сильного ливня образовался овраг глубиной до 6 м в устье, шириной 3 м и длиной до 100 м. Необходимый объем стока воды сформировался вдоль дорожной насыпи на участке длиной 800–900 м. Сюда же добавился сток с поля с южной стороны дороги. Возникшая ситуация оказалась достаточно опасной; поэтому были изысканы средства на строительство водоотводных сооружений.

Необустроенность придорожных пространств и расчет объемов стока, исходя из 5–10%-ной обеспеченности, остаются основной причиной образования кюветных оврагов и сейчас. Зафиксирована средняя скорость роста кюветного оврага в Ульяновском Поволжье за 24 года – 26 м/год, в 1964–1966 гг. – до 55 м/год. Его развитие

Рис. 2. Сеть оврагов, растущих по кюветам при пересечении ложбины шоссеиной дорогой 1 – действующая дорога, 2 – кюветы, 3 – заброшенные дороги, 4 – овраг, 5 – горизонталы [7]



**Годовой прирост промышленно-стоковых оврагов у пос. Соколовка
в Сарапульском районе Удмуртии**

Номер оврага	Прирост оврагов, м/год											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Среднее
1	0.06	0.05	0.05	0.03	0	0	1.4	1.5	1.0	0.5	0.1	0.43
2	0.15	0.25	0.10	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.06
3	0.74	0.25	0.2	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0.12
4	0.08	0.81	0.25	0.45	0.50	0.20	0.40	0.20	0.60	4.90	0.10	0.77

происходило неравномерно, с максимумами в 1984 (123 м), 1987 (42 м), 1991 (62 м) и 1994 (52 м) гг. С 2001 г. активный рост его прекратился [8]. И.И. Григорьев [9] описал наблюдения за кюветными оврагами в Удмуртии в интервале до 28 лет. Прирост кюветных оврагов составил до 19 м/год и также как в Ульяновском Поволжье, в Удмуртии отмечается неравномерность развития оврагов. Это объясняется не столько природными условиями территории, сколько неравномерным антропогенным воздействием.

Другой тип придорожных оврагов – овраги водопропусков, располагаются перпендикулярно к дороге (проселочной, с асфальтовым покрытием, железнодорожным насыпям). Они являются продолжением оврага, лощины или ложбины на противоположной стороне дороги, из-за чего и был сооружен водопропуск. В любом случае труба водопропуска концентрирует поток. Образование оврага на выходе из водопропуска может произойти как при неправильном расчете его пропускной способности, так и при отсутствии успокоителя потока. Так, в 1993 г. при строительстве дороги Елабуга – Бехтерево вместо водопропуска стандартного диаметра непосредственно под дорожное полотно были уложены 5 труб диаметром 20 см. Во время ливня вода, стекающая по ложбине, переливалась через дорогу – в результате был размыв 150-метровый ее участок.

Часто водопропуск дает начало новому оврагу или активизирует заглохшие. На выходе водопропуска, соединяющего два участка оврага или балки, образовывается донный овраг. Его рост порождает образование отвершков на прилегающих склонах вдоль дороги.

В Удмуртии наблюдения за ростом водопропускного оврага, расположенного близ пос. Соколовка у нефтебазы, начались в 2011 г., когда на месте обычной лощины весной вырос овраг длиной 204 м, ширина его в устьевой части изменялась от 5–6 до 10–12 м, а глубина достигала 3–4 м. Вершина оврага заканчивалась у бетонного водопропуска, сооруженного на асфальтированном шоссе Сарапул–Каракулино. Шоссе имело насыпь высотой 2–4 м, искусственно созданная водосборная площадь превышала 120 га. В ее пределах находились добывающие нефть скважины, окруженные пахотными угодьями. Вероятнее всего, весной 2011 г. произошла залповая утечка закачиваемых в скважины вод и нефти, которые вместе с талыми водами обеспечили возникновение оврага. Возможно, что утечка нефти произошла вследствие порыва трубопроводов, вскрытых оврагом. Следы нефти отчетливо сохранялись в днище и на стенках оврага вплоть до лета 2012 г., в июле 2013 г. следов нефти в овраге обнаружено не было. В 2012 г. годовой прирост оврага достиг 40.8 м, в 2013 г. – всего лишь 10.1 м, таким образом, средняя скорость его роста за 3 года составила 85 м/год.

Карьерные овраги приурочены к местам добычи полезных ископаемых открытым способом. Чаще всего они возникают по отвалам пустой породы. Но при прекращении добычи овраги образуются и на бортах карьера. Яркий пример – карьерные овраги в г. Карабаше Челябинской области. Город возник в 1822 г. после открытия золотоносных россыпей на месте древнего татарского поселения. В начале XX в. в г. Карабаше начали добывать медь. После нескольких десятилетий добычи медной руды и выплавки меди город стал зоной чрезвычайной экологической ситуации. Отвалы и склоны

карьера покрылись сетью глубоких промоин и мелких оврагов, в 3–5 м глубиной. Особое место занимают техногенные овраги, образующиеся по бортам карьеров. Их возникновение связано с увеличением величины базиса эрозии и созданием перепада в устьевой части. При этом не только активизируются старые овраги, но и возникают новые.

Следующий тип техногенных оврагов – *промышленно-стоковые* [4]. Нередки случаи намеренного использования линейных эрозионных форм как водосбросов с территорий, занятых жилыми или промышленными постройками. Примером может служить сброс промышленных и бытовых вод с территории завода в г. Брянске или, например, сброс отепленных вод с территории ТЭЦ-1 в г. Воркуте, что вызвало формирование термоэрозионных оврагов [10], и до сих пор часть стоков сбрасывается напрямую в тундру. Овраги подобного типа относительно редки, локализованы будучи привязанными к населенным пунктам.

В Удмуртии промышленно-стоковые овраги возникают и активно растут в районах нефтедобычи. Основная часть промышленно-стоковых оврагов находится на территории нефтяных месторождений, их развитие вызвано действием дождевых и талых вод, стекающих через организованный слив с площадок нефтедобычи. Подобные овраги обнаружены на территории Ельниковского месторождения нефти у пос. Соколовка в Сарапульском районе Удмуртии. За 11 лет наблюдений их среднегодовая скорость изменялась от 0 до 4.9 м/год (таблица). Столь незначительный прирост, несмотря на расположение на крутом склоне, объясняется небольшой водосборной площадью, ограниченной дорожной насыпью и трудно размываемым составом коренных пород. Близкие результаты получены и на Гремихинском месторождении нефти в Завьяловском районе Удмурдской Республики, где средние годовые скорости роста оврага изменялись от 0.55 до 3.2 м/год, а среднее многолетнее значение составило 1.3 м/год. Совершенно другая картина наблюдалась на двух оврагах, развивающихся в пределах Медведевского месторождения нефти (Завьяловский район Удмурдской Республики). Их скорости роста изменялись от нулевых значений до 20 м/год, средние многолетние скорости соответственно равны 1.6 и 3.2 м/год.

Особую группу составляют городские овраги. Их можно подразделить на *урбоовраги* и *урбаногенные* [6]. Первые – древние овраги на территории населенного пункта и овраги, вошедшие в их пределы при расширении границ поселения. Чаще всего они уже завершили свое развитие и в какой-то мере являются неотъемлемыми элементами территории населенных пунктов, не принося заметного ущерба, кроме усложнения их инфраструктуры.

В отличие от урбооврагов урбаногенные овраги порождаются хозяйственной деятельностью на землях, занятых городскими населенными пунктами и создают для них определенную угрозу. Уничтожение во время строительства растительности, почвенно-растительного слоя, перепланировка водосборного бассейна, перераспределение стока, увеличение коэффициента стока приводят к возникновению новых оврагов и реанимации старых. Часть из них может быть засыпана в процессе строительства, но это не гарантирует, что засыпанный овраг не будет возрожден и начнет снова расти.

К 90-м гг. XX в. большинство малых населенных пунктов России имели хотя бы одну улицу или подъездную дорогу с твердым покрытием. Почти повсеместно асфальтируются или выкладываются бетонными плитами площадки возле хозяйственных построек. Результат этого – формирование новых рубежей стока и изменение коэффициента стока. Кроме того, швы между плитами сами концентрируют сток. Иногда развитие оврага начинается под плитами. Развивающиеся овраги угрожают разрушением дорогам и постройкам. Например, в г. Брянске нарушение дернового покрова в результате только изыскательских и подготовительных работ (бурение, перемещение тяжелой техники, выравнивание грунта) привело к резкой активизации двух существующих оврагов и возникновению новых. Овраги, уже имевшие здесь, за год приросли на 1.5–2 м. За этот же год образовались три новые, быстро растущие эрозион-

ные формы. Посадка деревьев в качестве противоэрозионного мероприятия не только не затормозило их развитие, а, напротив, создав новые линии тока по междурядьям, активизировала процесс. Такие примеры можно найти во многих населенных пунктах разного ранга. Но, наверное, самая главная причина оврагообразования в населенных пунктах – это не новое строительство, а непродуманное планирование городских кварталов, отсутствие или неправильное заложение дренажной сети.

В Удмуртии, на крутом левом берегу р. Вятки на территории с. Крымская Слудка образовалось несколько активно растущих оврагов. Береговой уступ в данном районе сильно размывается рекой, что провоцирует возникновение эрозионных процессов, в том числе оползней и оврагов. Однако на рост оврагов помимо природных факторов (крутой незадернованный уступ, большая глубина местного базиса эрозии, легко размываемые плейстоценовые перигляциальные суглинки), большое влияние оказывает также человеческий фактор. Овраги развиваются вдоль улиц села перпендикулярно берегу. По этим улицам проходят дренажные канавы, концентрирующие сток с территории населенного пункта и способствующие усиленному росту оврагов. В результате среднегодовой прирост оврагов составил за 30 лет наблюдений от 0.74 до 2.92 м. Для всех оврагов четко выделяется три максимума: в 1979, 1991 и 2001 гг. После 2003 г. синхронность в развитии оврагов ослабла. Так, овраг № 119 в 2004 г. исчез, так как подмываемый берег р. Вятки отступал быстрее роста вершины оврага. Вершина оврага № 120 достигла фундаментов расположенных раньше здесь построек, что вызвало некоторое замедление скорости его роста. Максимальный прирост был зафиксирован в 2001 г. у оврага № 118, он составил 21.80 м. В 2007 г. скачок в его годовом приросте вновь повторился – 21.75 м. Сооружаемые местными жителями привершинные земляные валы овраг постоянно размывает. В последние годы его рост стабилизировался вследствие обвалования его вершины земляной насыпью с водопропускной трубой. Подобный рост близок к катастрофическому, что вызывает серьезные опасения сельской администрации, поскольку овраг вплотную приблизился к жилому дому. Описанные овраги можно отнести к **селитебным**, то есть развивающимся в пределах населенного пункта сельского типа вследствие прямого вмешательства человека в эрозионный процесс.

Примером развития урбаногенного оврага вследствие планировки и не продуманной системы ливневой канализации служит микрорайон Крылатское в г. Москве. В 1970-х гг. началась застройка Крылатского и сооружение олимпийских объектов. В 1979 г. на Татаровских высотах была открыта велотрасса и завершено строительство системы ливневой канализации. К 2004 г. ливневая канализация на устьевых участках была частично разрушена, забита мусором и перестала справляться с пропуском воды. 30 июля 2004 г. при кратковременном ливне выпало 78.6 мм осадков (данные метеостанции МГУ). В верховьях Верхне-Татаровского оврага в понижении по улице Крылатские Холмы сток воды с прилегающих территорий сконцентрировался в пределах ограниченных бордюрным камнем проезжей части. Глубина потока была около 0.5 м при высоте бордюрного камня 25 см. За время ливня верховье оврага размылось по длине на 3 м и по ширине до 5 м, вызвав угрозу разрушения велотрассы. Но не только сток воды с близлежащих кварталов угрожает целостности велотрассы. При его проектировании была запланирована система дренажа поверхностных вод с отводом их на склоны оврагов. При этом не были запроектированы устройства гашения и распыления потока. Как результат на одном из отвершков в овраге Каменные Заразы вымыло 4 м трубы ливневой канализации. Там же, на другом отвершке, стоком воды через водопропуск размыл склон и образовался овраг длиной 40 м, шириной до 8 м и глубиной 6 м. В Верхне-Татаровском овраге сток воды из кювета через водопропуск вызвал образование оврага длиной около 50 м и глубиной до 8 м.

Деление оврагов на естественные и антропогенные [11] и подразделение последних на сельскохозяйственные и техногенные – является в овраговедении основным. В свою очередь техногенные овраги можно подразделить на овраги: придорожные,

переходов (овраги водопропуска), промышленно-стоковые, карьерные, городские и селитебные. Городские овраги подразделяются на урбоовраги и урбаногенные.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00211) и программы Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (проект НШ-1010.2014.5). Часть работы в Ульяновском Поволжье и в Удмуртии – при финансовой поддержке РНФ (проект № 15-17-20006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Цветков М.А.* Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 213 с.
2. *Козменко А.С.* Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях. М.: Сельхозгиз, 1963. 206 с.
3. *Докучаев В.В.* Способы образования речных долин Европейской России. СПб.: Типография В. Демакова, 1878. 223 с.
4. *Григорьев И.И., Рысин И.И.* Исследование техногенных и сельскохозяйственных оврагов в Удмуртии с применением гис-технологий / *Вестн. Удмуртского ун-та.* 2008. Вып. 1. С. 49–58.
5. *Ковалев С.Н.* Овражная эрозия на урбанизированных территориях // *Эрозия почв и русловые процессы.* Вып. 13. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 55–84.
6. *Ковалев С.Н.* Воздействие овражно-балочных систем на планировку городов (на примере Поволжья) // *Эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейне верхней и средней Волги.* Ижевск: ИД “Удмуртский университет”, 2005. С. 115–127.
7. *Арманд Д.Л.* Антропогенные эрозионные процессы // *Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней.* М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 7–37.
8. *Коротина Н.М.* Скорость роста оврага в Ульяновском Поволжье // *Геоморфология.* 1981. № 4. С. 78–83.
9. *Григорьев И.И.* Классификация сельскохозяйственных и техногенных оврагов и оценка скоростей их роста на территории Удмуртии // *Общие и прикладные вопросы эрозионных и русловых процессов.* М.: Изд-во МГУ, 2006. С. 72–79.
10. *Любимов Б.П.* Типы оврагов и балок на Севере Печорской низменности и Гыданского полуострова // *Эрозия почв и русловые процессы.* Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 140–143.
11. *Зорина Е.Ф.* Овражная эрозия: закономерности и потенциал развития. М.: ГЕОС, 2003. 168 с.

Поступила в редакцию 25.11.2015

THE TECHNOGENIC GULLIES

I.I. GRIGOR'EV¹, S.N. KOVALEV², I.I. RYSIN¹

¹*Udmurt State University, Izhevsk, Russia*

²*Lomonosov Moscow State University, Geographical Department, Russia*
e-mail: ivangrig@yandex.ru, kovalevsn@yandex.ru, rysin@uni.udm.ru

End of the 20th century was characterized by decreasing of the active gullies number. If previously the main cause of gully formation lied in agricultural activities, then now the number of technogenic gullies are increased (in urban areas, in the context of roads and pipelines building, in areas of open mining). It is possible to mark three groups of technogenic gullies under the terms of their origin. Road-side (ditch), situated along roads, and culvert. Industrial-runoff – within the territories with industrial water run-off, and down the open-cut mining slopes (open-cut mining gullies). Urban gullies – included into urban territories while range expansion, and gullies with urban genesis – the product of economic activity within settlements.

Keywords: European Russia, gully erosion, technogenic gullies.

doi:10.15356/0435-4281-2016-2-27-33