

Научные сообщения

УДК 551.435.162(470.318)

© 2005 г. Е.А. ЕРЕМЕНКО, В.Р. БЕЛЯЕВ, И.А. КАРЕВСКАЯ, А.В. ПАНИН

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ В РАЗВИТИИ ОВРАГОВ
(НА ПРИМЕРЕ ОВРАГА УЗКИЙ, САТИНСКИЙ ПОЛИГОН МГУ)¹**

Факторы возникновения малых эрозионных форм (МЭФ) можно разделить на естественные и антропогенные. При отсутствии антропогенного вмешательства в функционирование природных экосистем формы линейной эрозии возникают вследствие изменений окружающей среды, приводящих к общему снижению противозэрозионной климата), а также в результате экстремальных природных явлений (ливней, пожаров и пр.) [1, 2]. Формы линейной эрозии могут возникать и развиваться также под действием антропогенных факторов (в результате распашки, организации пастбищ, сброса вод на склоны и пр.) [3, 4].

Современная картина овражной сети любого региона представляет собой сложный комплекс разновозрастных форм, образовавшихся и развивавшихся под действием различных факторов. Так, на Русской равнине формы линейной эрозии могли возникать как в позднем плейстоцене и голоцене в естественных условиях [5]; так и в результате антропогенной деятельности в течение последних 3–4 тыс. лет [6]. Выявление причин возникновения и изучение истории развития МЭФ важны для оценки общего вклада антропогенной деятельности в развитие морфолитогенной основы ландшафта и эволюцию природно-антропогенных геосистем в целом. В соответствии с ведущими факторами развития МЭФ обычно разделяют на естественные и антропогенные [2, 4, 7–10]. Аналогичное деление проводится и по причинам образования МЭФ.

Разделение оврагов степной, лесостепной и юга лесной зоны Русской равнины на естественные и антропогенные по причине возникновения проводилось в работах МГУ [3, 11]. Доли естественных и антропогенных оврагов рассчитывались на основе экспериментальных данных и анализа архивных материалов. Было выявлено, что подавляющее число оврагов изучаемой территории возникло в период тотальной распашки (XVII–XIX вв.), что позволяет считать их антропогенными. Это отчасти согласуется с мнением, что оврагообразование относится к нетипичным для лесной зоны экзогенным процессам, активизация которых тесно связана с распашкой водосборов [12]. Крайним выражением этой точки зрения является предложение все овраги считать антропогенными, точнее, называть оврагами только формы антропогенного происхождения [13].

В настоящее время лишь по результатам комплексных геолого-геоморфологических исследований овражных систем (изучение морфологии овражных склонов, ли-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 00-05-64514 и № 03-05-64021) и программы поддержки ведущих научных школ России (проект НШ – 1443.2003.5).

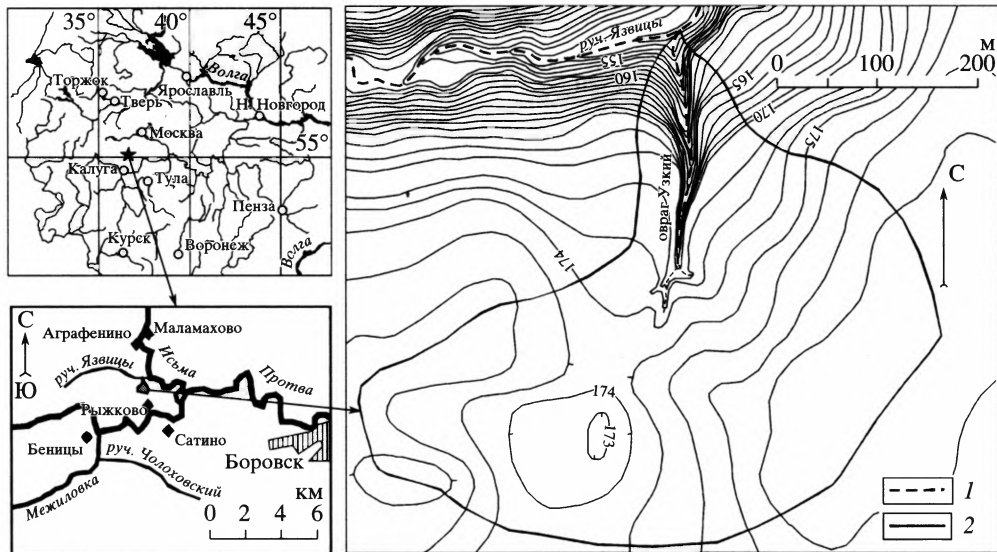


Рис. 1. Местоположение объекта исследований и схема водосбора оврага Узкий
1 – тальвеги эрозионных форм, 2 – граница водосбора

толого-стратиграфических особенностей овражных отложений и пр.) можно делать выводы об их происхождении. В данной статье приводятся результаты именно такого исследования.

Расположение объекта и методы исследования

Ключевой объект – овраг Узкий ($F = 0.2 \text{ км}^2$, $L = 270 \text{ м}$) расположен в бассейне среднего течения р. Протвы на юге Калужской области в 7.5 км к западу-северо-западу от Боровска на территории, активно используемой в сельском хозяйстве (рис. 1). Овраг пересекает прибалочный склон междуречья, склон балки и открывается в руч. Язвицы (рис. 1, 2). По морфологии он не отличается от типичных антропогенных оврагов, возникающих на склонах при распашке водосборов. Однако в ходе изучения его геолого-геоморфологического строения выяснилось, что развитие этой формы было гораздо более длительным и сложным. Рассматриваемая территория расположена в краевой зоне московского оледенения. Это вторичная моренно-флювиогляциальная равнина, частично перекрытая покровными суглинками (мощностью до 3 м), а в днищах реликтовых ложбин стока – озерно-болотными осадками. Климат умеренно-континентальный ($t_{\text{ср.января}} = -10^\circ$, $t_{\text{ср.июля}} = +18^\circ$), среднегодовое количество осадков около 650 мм. На междуречных пространствах развиты дерново-подзолистые почвы, в растительном покрове преобладают смешанные елово-широколиственные леса. В настоящее время большая часть водосбора оврага (около 60%) ежегодно распахивается.

Для изучения геолого-геоморфологического строения оврага Узкий были построены поперечные и продольный профили днища, заложены геологические разрезы в днище и на бортах оврага (рис. 2, 3). При реконструкции истории развития использовались результаты спорово-пыльцевого, радиоуглеродного и гранулометрического анализов отложений овражного заполнения. Радиоуглеродный анализ проводился в лаборатории Госцентра радиогеохимии окружающей среды НАН Украины (Киев). В статье приводятся некалиброванные даты.

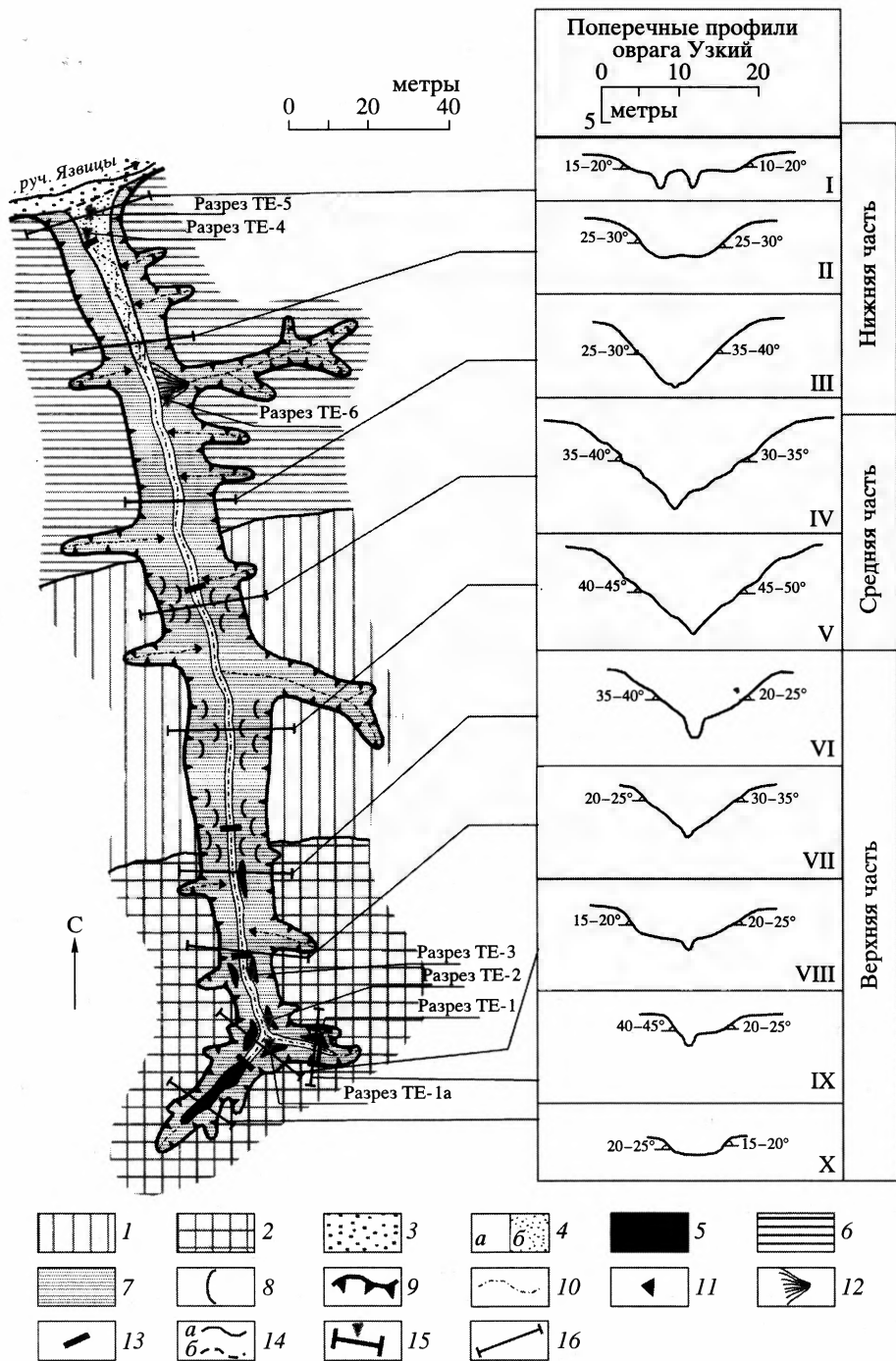


Рис. 2. Геоморфологическая схема оврага Узкий

1 – пологие водораздельные склоны ($<5^\circ$); днище: 2 – ложбины стока талых ледниковых вод, 3 – балки, 4 – оврага (а – эрозионное, б – аккумулятивное); 5 – аккумулятивные террасовидные поверхности в овраге; эрозионные склоны: 6 – пологие ($5-15^\circ$), 7 – крутые ($>15^\circ$); 8 – борта оврага, осложненные оползнями и оплывинами; 9 – бровки оврага; 10 – тальveg оврага; 11 – висячие устья отвершков; 12 – конус выноса отвершка; 13 – эрозионные уступы в тальвеге оврага; 14 – геоморфологические границы (а – четкие, б – нечеткие); 15 – геологические разрезы; 16 – поперечные гипсометрические профили

Морфология оврага

Верховья и средняя часть оврага находятся на пологом склоне междуречья (крутизна менее 5°), нижняя часть – на относительно более крутом ($5\text{--}15^\circ$) эрозионном склоне долины руч. Язвицы (рис. 2). В верхней части овраг имеет два отвершка длиной 40 и 20 м. Кроме того, для его склонов практически по всей длине также характерно наличие коротких отвершков (10 по правому склону и 5 – по левому).

По морфометрии овраг можно разделить на три участка – верхний (длиной 95 м), средний (85 м) и нижний (90 м) (рис. 2, 3). На верхнем участке овраг Узкий врезается в склон междуречья, вниз по течению его глубина и ширина постепенно возрастают до 4.5–5.0 м и 25 м, соответственно. Ширина днища не превышает 4 м, а сухого русла временного водотока – 0.5 м. Крутизна склонов от $15\text{--}20^\circ$ (у слияния отвершков) до $30\text{--}35^\circ$. Отличительная особенность оврага на данном участке – наличие в днище узких (до 3–4 м) слабо наклоненных к тальвегу ($3\text{--}5^\circ$) террасовидных поверхностей высотой 1–1.5 м (рис. 2, VI–X). Поперечный профиль оврага на данном участке V-образный (в нижней части – рис. 2, VI–VII) и корытообразный (в верховьях – рис. 2, VIII–X). Склоны оврага и террасовидные поверхности в днище местами залесены и задернованы.

В средней части овраг прорезает прибалочный склон междуречья. Глубина и ширина его увеличиваются до 7.5–8 м и 30–35 м, соответственно. Ширина днища не превышает 1 м, крутизна склонов местами достигает $40\text{--}45^\circ$. Поперечный профиль оврага здесь V-образный (рис. 2, IV–V). Древесная растительность на склонах отсутствует, активно развиваются процессы оползания и отседания.

В нижней части овраг врезается в крутой эрозионный склон долины руч. Язвицы. Его глубина и ширина постепенно уменьшаются до 2–3 м и 18–20 м соответственно в устьевой части. Крутизна склонов $15\text{--}25^\circ$, на их поверхности местами встречается древесная растительность. Днище расширяется до 4–5 м. Поперечный профиль постепенно трансформируется из V-образного (рис. 2, III) в ящикообразный (рис. 2, I–II). В устьевой части русло временного водотока врезано на 1.4–1.5 м в толщу овражно-заполнения (рис. 2). Конус выноса у оврага отсутствует, и весь материал, поступающий из него в руч. Язвицы, выносится последним вниз по течению.

По форме продольного профиля овраг также четко разделяется на три части. В верхней, где он врезан в хорошо размываемые флювио- и лимногляциальные пески и суглинки, продольный профиль имеет вогнутую форму. В днище зафиксирована толща заполнения мощностью до 2.2 м, прорезанная современным руслом временного водотока (рис. 3). В средней части овраг врезается в устойчивые к эрозии моренные толщи, и продольный профиль имеет выпуклую форму. В нижней части форма продольного профиля слабовогнутая; на приустьевом участке фиксируется толща заполнения мощностью до 2 м (приустьевая аккумуляция). В русле временного водотока имеется серия эрозионных уступов высотой до 1 м, образованных в ходе продолжающейся глубинной эрозии (рис. 3). Сложное строение продольного профиля оврага объясняется литологическими различиями пород, которые он прорезает. Относительная выработанность профиля в верховьях оврага косвенно свидетельствует о большой продолжительности его развития.

В целом данная эрозионная форма была названа нами оврагом по следующим причинам: наличие V-образного поперечного профиля на большей части длины (рис. 2) и его невыработанность (рис. 3), активное развитие процессов глубинной и боковой эрозии в днище оврага практически по всей его длине. Эти особенности изучаемой линейной эрозионной формы свидетельствуют о том, что она не прошла полный цикл развития и, в соответствии с классификацией, предложенной Г.П. Бутаковым, А.П. Дедковым и др. [1], должна быть названа оврагом.

Длина отвершков от 10 до 50 м, ширина и глубина – не более 3–4 м. Практически все отвершки имеют висячие устья (превышение их тальвегов над руслом овражно-водотока составляет от 1.3 до 1.5 м) (рис. 2, 3). Наиболее крупный отвершек

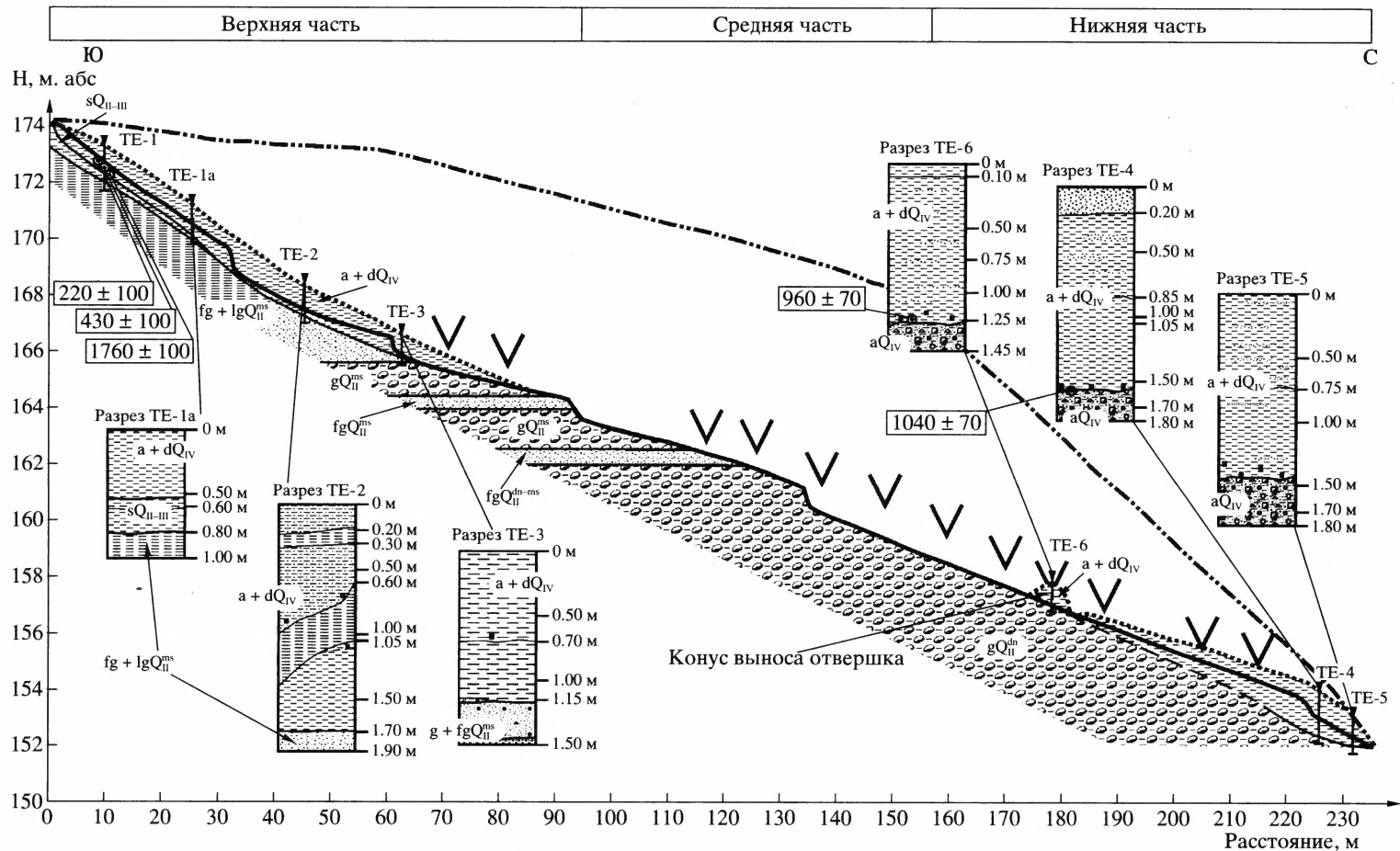


Рис. 3. Продольный профиль и геологическое строение оврага Узкий
Усл. обозначения см. рис. 4

(в 55 м выше устья оврага Узкий) имеет хорошо выраженный конус выноса, поверхность которого находится на высоте 1.3–1.5 м (относительно тальвега оврага) и прорезана руслом временного водотока отвешка.

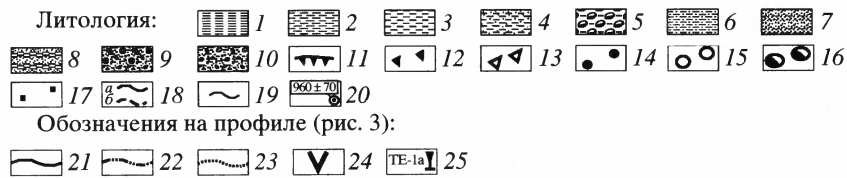
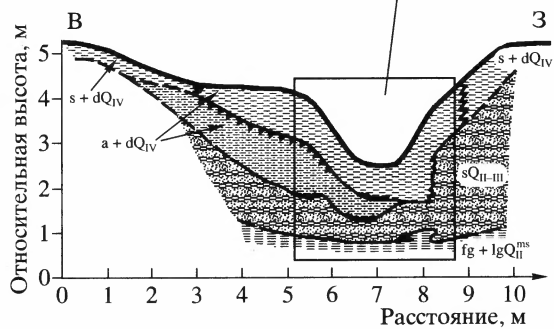
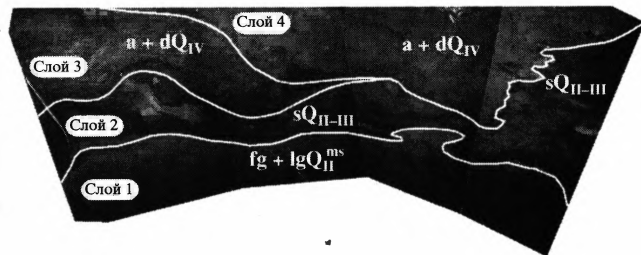
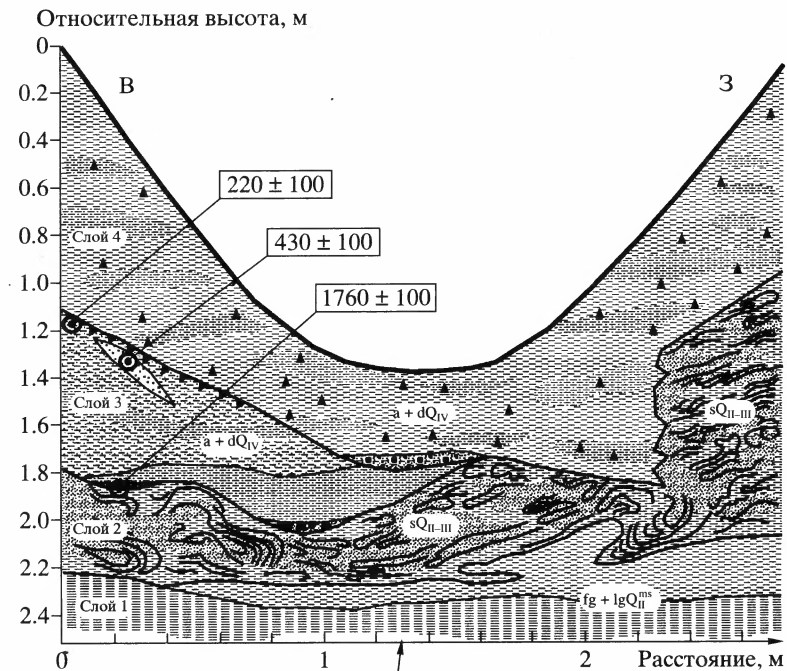
Литолого-стратиграфическая и палинологическая характеристика отложений овражного заполнения

В верховьях овраг Узкий врезан во флювиогляциальные отложения послемосковского времени, представленные коричневыми, желтыми и серыми переслаивающимися песками, супесями и легкими суглинками. Текстурное строение горизонта не несет следы склоново-криогенного течения материала – линзы и прослой образуют карманы, затеки и языки (рис. 4, слой 2). Ниже залегают послемосковские лимногляциальные коричневато-серые алевролиты (рис. 4, слой 1) [14].

Толща заполнения днища верхней части оврага мощностью до 2.0–2.2 м может быть разделена на два слоя (рис. 4, слой 3–4). Отложения нижнего слоя (слоя 3) мощностью до 0.7–0.8 м представлены легкими алевролитистыми пестроокрашенными (темно-коричневыми, серыми, белесыми) суглинками со значительным содержанием песка (до 30%). Верхняя часть слоя насыщена углями и имеет темно-коричневый цвет. Возможно, эти отложения представляют собой и переотложенную древнюю подзолистую почву, т.к. по цвету и текстуре они напоминают перемытый иллювиальный горизонт. Нижняя граница слоя наклонена к тальвегу вреза и фиксируется скоплением грубообломочного материала (содержание гальки и гравия достигает 40%). Начало накопления этой пачки относится к раннему субатлантику (1760 ± 100 л. н., Кі–8471). В верхней части получены две датировки – 430 ± 100 л. н. (Кі–8470) и 220 ± 100 л. н. (Кі–8469) (рис. 4). По литологическим особенностям (структуре, текстуре) отложения нижнего слоя можно отнести к пролювиально-делювиальным. Исходя из данных радиоуглеродного анализа, накопление отложений нижнего слоя происходило довольно медленно и носило, скорее всего, прерывистый характер.

При интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых спектров учитывалась специфика их формирования при накоплении отложений овражного заполнения, незначительный водный перенос микрофоссилий, переотложение и перемешивание фоссилизированных зерен из склоновых отложений и размываемой морены. Осреднение в спектрах, синхронных времени накопления отложений, происходило преимущественно воздушным путем, которому больше подвержены зерна древесно-кустарниковой растительности. По этой части спектров можно судить о характере водораздельной, т. е. зональной растительности. Споры и пыльца травянисто-кустарничковых растений являются сугубо локальными компонентами ископаемых спектров МЭФ и отражают таксоны и растительные сообщества днища и склонов оврага.

Согласно результатам спорово-пыльцевого анализа, слой 3 отличается преобладанием спор в общем составе спорово-пыльцевых спектров (35–55%) и относительно высоким содержанием пыльцы трав и кустарничков (33–45%) (рис. 5, разрез ТЕ–1). Зерна пыльцы древесных форм и кустарников составляют всего 12–20%. При этом в группе древесно-кустарниковой растительности доминирует пыльца широколиственных пород (до 40%), представленных преимущественно липой и, в меньшей степени, лещиной и вязом. Субдоминантами являются березы из секции *Albae* (*Betula pubescens* et *B. verrucosae*), черная и серая ольха (*Alnus glutinosae* et *A. hirsute*), можжевельник, ива. В нижнем образце (1.75 м) много пыльцы ели (*Picea sect. Eupiceae*). В отдельных образцах встречаются единичные зерна лиственницы и сосны обыкновенной. В группе трав и кустарничков преобладает пыльца злаков, осок, лютиковых, сложноцветных и других представителей лугово-злакового разнотравья. От 5 до 15% составляют зерна водных и прибрежно-водных растений – *Spharganiaceae*, *Polygonum sect. Persicaria* и др. Споры представлены папоротниковыми, сфагновыми и зелеными мхами, а также лесными видами плаунов.



Результаты спорово-пыльцевого анализа подтверждают повышенную увлажненность дна ложбины, вскрытой верховьями оврага в период 0.8–0.2(0.4) тыс. ¹⁴С л. н. (средний и поздний субатлантик). По-видимому, именно оттуда в пролювиально-делювиальные осадки овражного заполнения были переотложены зерна пыльцы северных холодолюбивых таксонов. В этот период (средний и поздний субатлантик до начала антропогенного освоения водосбора) на склонах оврага произрастали липы и ивы, перевитые лианами хмеля. В подлеске преобладали папоротникообразные, сочетающиеся с лесными видами плаунов, зелеными и сфагновыми мхами, травянистыми растениями, приуроченными к влажным местообитаниям (*Spharganiaceae*, *Liliaceae*, *Polygonum sect. Persicaria*) и обедненным набором лугового разнотравья (злаки, осоки, лютиковые, розоцветные, зонтичные). Облесенность склонов и плотная задернованность склонового чехла, по-видимому, явились причиной медленного накопления пролювиально-делювиального материала. Сравнение спорово-пыльцевых спектров данного слоя с нижней частью разреза 13 по ручью Язвицы [15] показало их близкое сходство. Они отражают распространение на окружающей территории смешанных лесных формаций со значительным участием бореальных широколиственных таксонов, а также значительную задернованность и облесенность склонов, покрытых, главным образом, липой и лещиной.

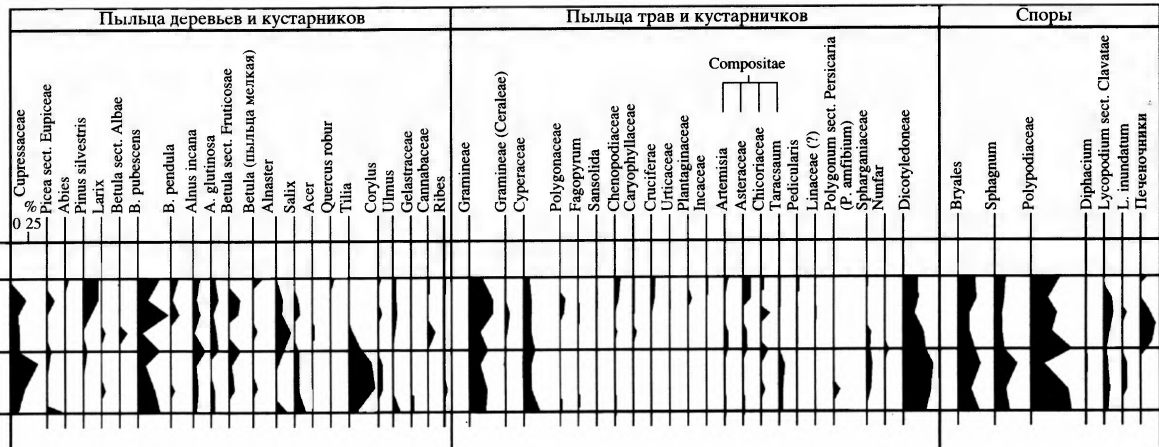
Вышележащая толща отложений овражного заполнения (рис. 4, слой 4) имеет мощность 1.0–1.2 м и сложена серовато-коричневыми алевритистыми микрослоистыми суглинками. Нижняя граница слоя наклонена к тальвегу вреза. Толща однородна по цвету и гранулометрическому составу. Учитывая особенности залегания и литологию отложений верхнего слоя, можно отнести их к аллювиально-делювиальным.

Спорово-пыльцевые спектры слоя 4 существенно отличаются от спектров нижележащего слоя 3. В общем составе спектров возрастает доля пыльцы трав и кустарничков (50–65%) за счет резкого снижения количества спор (рис. 5, разрез ТЕ–1). Среди древесно-кустарниковой растительности доминирует пыльца березы пушистой; субдоминантами являются береза бородавчатая, серая и черная ольха, сосна обыкновенная. Содержание пыльцы широколиственных пород, в отличие от нижележащего слоя, не превышает 5–10%. Она представлена, главным образом, вязом и лещиной. Лишь в поверхностном образце присутствует пыльца дуба, а на глубине 0.75 м обнаружено по одному зерну клена и липы. Меняется и состав травянисто-кустарниковой растительности. Кроме лютиковых, розоцветных, зонтичных и других представителей лугового разнотравья, появляется пыльца гречишных (в том числе щавелька), лебедовых, гвоздичных, крестоцветных. Обращает на себя внимание постоянное присутствие в спектрах зерен сорных растений (*Sansolida*, *Urticaceae*, *Plantaginaceae*, *Onagraceae*) и культурных (посевных) растений из семейств *Gramineae*, *Polypodiaceae* (*Fagopyrum*), *Linaceae*. Постоянно встречается пыльца водных и прибрежных растений – *Nuhfar*, *Nymphaeaceae*, *Alismataceae*, *Sparganiaceae* и др. В группе спор доминируют папоротникообразные, зеленые мхи, печеночники; субдоминанты – лесные виды плаунов, сфагновые мхи, хвощи. В спектрах обоих слоев постоянно присутствует пыльца представителей субарктической флоры – берез из секции *Nanae* (очень мелкие недоразвитые зерна) и *Alnaster*.

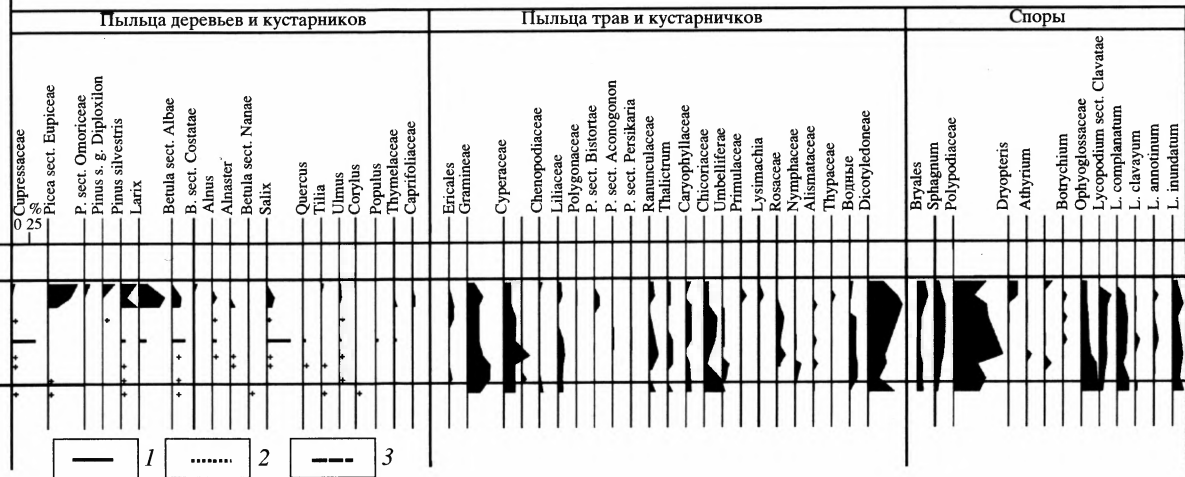
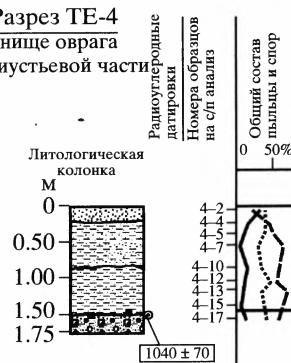
Рис. 4. Геологическое строение верхней части оврага Узкий (разрез ТЕ–1)

1 – алеврит; суглинок; 2 – средний, 3 – легкий, 4 – легкий сильно опесчаненный, 5 – валунный; 6 – супесь; 7 – песок; 8 – переслаивание песка и легкого суглинка; смесь с суглинисто-песчаным заполнителем; 9 – валунно-галечная, 10 – галечно-щебнистая; 11 – погребенный гумусированный горизонт; 12 – дресва; 13 – щебень; 14 – гравий; 15 – галька; 16 – валуны; 17 – пирогенные угли; границы: 18 – геологические (а – четкие, б – предполагаемые), 19 – литологические внутри слоев; 20 – радиоуглеродные датировки; 21 – тальвег оврага; 22 – бровка оврага; 23 – аккумулятивные поверхности в днище оврага; 24 – висячие устья отвершков; 25 – геологические разрезы

Разрез ТЕ-1 днище оврага в верхней части



Разрез ТЕ-4 днище оврага в приустьевой части



Отложения слоя 4 накапливались в принципиально иных ландшафтных условиях по сравнению с нижележащей толщей. Исчезновение в спектрах пыльцы липы на фоне резкого увеличения процента пыльцы травянисто-кустарниковой растительности и появление зерен культурных видов злаков и гречихи указывает на активизацию сельскохозяйственной деятельности, расширение распаханых площадей и, как следствие, увеличение интенсивности эрозивно-аккумулятивных процессов на водосборе и в днище оврага. Увеличение доли пыльцы гипоарктических видов растений, по-видимому, объясняется переотложением ее из более древних осадков (флювио- и лимногляциальных, покровных суглинков) в результате активизации глубинной эрозии в овраге.

Во время формирования всей толщи овражного заполнения, вскрытой в верховьях, на территории существовали смешанные леса из различных берез (пушистой, бородавчатой), елей *sect. Eurpiceae*, ольхи (черной и серой), лиственницы, сосны обыкновенной с редким участием широколиственных пород (липы, клена, дуба, вяза). В подлеске росли лещина, бересклет, можжевельник.

В приустьевой части оврага мощность толщи заполнения около 1.5–2.0 м (рис. 3). Материал представлен серовато-коричневыми суглинками с включениями дресвы и щебня, редкими прослоями и линзами желтовато-коричневого песка. Нижняя часть заполнения представляет собой базальный горизонт (валуны, дресва и щебень с суглинистым заполнителем), мощностью 0.5–0.6 м. Отложения, вскрытые в днище устьевой части оврага, относятся к пролювиальным, их нижняя часть представляет собой перемытую морену. Согласно результатам радиоуглеродного анализа образцов из нижней части толщи, накопление ее началось не позднее середины субатлантика (1040 ± 70 л. н., Ki–10843) (рис. 3).

Все спорово-пыльцевые спектры образцов толщи заполнения в низовьях оврага по общему составу и соотношению пыльцы и спор доминантов растительного покрова близки между собой. В них преобладают споры (55–65%) и пыльца травянисто-кустарниковой растительности (30–45%) (рис. 5, разрез ТЕ–4). Пыльца древесно-кустарниковых пород содержится в малом количестве (5–15%). Среди спор доминируют разнообразные папоротниковые; субдоминанты – уховниковые (*Ophioglossaceae*), приуроченные преимущественно к влажным местообитаниям, лесные виды плаунов, мхи печеночники и такой специфический вид плаунов, как *Lycopodium inundatum*, тяготеющие к влажным луговым сообществам. В группе трав и кустарничков доминирует пыльца злаков и осоковых; среди субдоминантов – представители влажного лугового разнотравья (*Ranunculaceae*, *Liliaceae*, *Chicoriaceae*, *Cariophyllaceae*, *Rosaceae*). Существенную роль среди травянисто-кустарниковой растительности играет пыльца таксонов гигрофильной группы: *Alismataceae*, *Iridaceae*, *Nymphaeaceae* и др.

Процентное соотношение пыльцы малочисленной группы деревьев и кустарников в большинстве спектров (кроме образцов с глубины 0.85, 0.37 и 0.25 м) не подсчитано из-за малого количества обнаруженных микрофоссилий. В спектре на глубине 0.85 м преобладает пыльца ивы (*Salix*) и можжевельника (*Cupressaceae*); субдоминанты – березы из *sect. Albae*, лиственница (*Larix*), ольха (*Alnus*) и волчегодниковые (*Thymelaceae*). В спектрах на глубине 0.37 м и 0.25 м увеличивается процент пыльцы лиственницы и появляется значительное количество пыльцы ели (15–30%); меньше пыльцевых зерен древовидных берез, ивы, сосны обыкновенной, волчегодниковых, жимолостных. В большинстве спектров постоянно присутствует пыльца бореальных широколиственных таксонов – дуба, липы, вяза, лещины.

Таким образом, по общему составу ископаемых спорово-пыльцевых спектров и соотношению пыльцы и спор доминантов древесно-кустарниковой растительности

Рис. 5. Спорово-пыльцевые спектры отложений днища верхней (разрез ТЕ–1) и нижней (разрез ТЕ–4) частей оврага Узкий

Пыльца: 1 – деревьев и кустарников, 2 – трав и кустарничков; 3 – споры. Споро-пыльцевой анализ выполнен И.А. Каревской

для водоразделов к завершению формирования толщи можно реконструировать смешанные елово-березово-лиственничные леса с участием бореальных широколиственных таксонов: дуба, липы, лещины, вяза. В днище оврага преобладали, по-видимому, влажные луговые и лугово-лесные травянистые сообщества, существенную роль среди них играли гигрофильные фитоценозы. На открытых склонах росли ивы, крушина, можжевельник. Присутствие пыльцы *Betula sect. Nanae* в нижней части толщи связано с переотложением ее из перемываемых осадков ледниковой формации.

В спектрах совершенно отсутствует пыльца культурных видов (также как и в слое 3 заполнения в верховьях оврага), что может указывать на отсутствие пахотных площадей в пределах овражного водосбора.

Нами производилось также изучение литолого-стратиграфического строения отложений конуса выноса наиболее крупного бокового отвершка длиной 50 м, впадающего в овраг в 55 м выше устья. Поверхность конуса выноса лежит на 1.4–1.5 м выше современного тальвега оврага и прорезана руслом временного водотока отвершка. Проллювиальные отложения конуса выноса отвершка представлены коричневато-серыми алевритистыми микрослоистыми суглинками с тонкими линзами и прослоями желтовато-коричневого песка и алеврита. В нижней части заполнения вскрыт базальный горизонт мощностью около 0.5 м (валунно-галечно-щебнистая толща с суглинистым заполнителем) с редкими включениями мелких углей. Дата, полученная для нижней части разреза, позволяет утверждать, что накопление отложений конуса выноса началось не позднее 960 ± 70 л. н., Ki-10842 (рис. 3).

История развития оврага Узкий

Согласно данным геолого-геоморфологических исследований результатам изучения рыхлых отложений, овраг Узкий образовался задолго до начала сельскохозяйственного освоения прилегающих территорий. На голоценовое происхождение оврага указывает простота строения поперечного профиля его бортов. В данном случае нельзя выделить генерации склонов, являющиеся характерной чертой морфологии некоторых крупных позднеплейстоценовых эрозионных форм [1, 5].

По данным реконструкции истории развития малых долин и оврагов изучаемой территории, для конца среднего голоцена (4.3–4.7 тыс. л. н.) характерно увеличение водности временных и постоянных водотоков [16]. Овраг Узкий не имеет конуса выноса, что косвенно свидетельствует о существовании в долине Язвицы достаточно мощного водного потока в период его формирования (весь материал выносился из растущего оврага вниз по руч. Язвицы). По-видимому, именно общее увеличение водного стока в среднем голоцене (4.3–4.7 тыс. л. н.) стало причиной возникновения оврага, унаследовавшего (подобно множеству МЭФ Русской равнины) ложбину водно-ледникового стока послемосковского времени [1].

На начальной стадии развития овраг интенсивно врезался, и уже около 2 тыс. л. н. его вершина была вблизи современной. К этому моменту, вероятно, уже был частично, главным образом, – в верхней части, выработан продольный профиль, глубина в средней части достигала современной (6–8 м). Около 2 тыс. л. н. регрессивный рост оврага замедлился. В вершинной части овраг частично заплыл, превратился в пологую ложбину, в днище и на склонах которой сформировалась текстурно-дифференцированная почва. Не позднее 1.7 тыс. л. н. в результате увеличения поверхностного стока (возможно, в связи с выгоранием растительности) в верховьях днище оврага вновь прорезается временным водотоком и тогда же начинается заполнение вреза. В этот период сформировалась наиболее древняя из вскрытых в верховьях пачка отложений овражного заполнения, предположительно представляющая собой перемытую и переотложенную древнюю почву, частично перемешанную с флювиогляциальным материалом. В средней и нижней частях оврага продолжалось интенсивное врезание.

В период между 1.1 и 0.6 тыс. л. н. на изучаемой территории произошел пожар, захвативший значительную часть водосбора руч. Язвицы [15]. Возможно, что тогда проводилось массовое уничтожение коренных лесов (или вырубок) с целью создания пашни, хотя не исключается и естественное происхождение пожара. В пользу последнего говорит полное отсутствие пыльцы культурных растений в толще послепожарного заполнения в овраге.

Увеличение стока и снижение противоэрозионной устойчивости особенно ярко проявились на крутых склонах, где возникли эрозионные рытвины и овражки. На основе датировки, полученной в основании конуса выноса наиболее крупного бокового отвершка оврага, можно отнести его формирование ко времени около 1.0 тыс. ¹⁴С л. н. По-видимому, одновременно образовались и остальные боковые отвершки оврага. Об этом свидетельствует единая высота над дном оврага висячих устьев всех отвершков и поверхности конуса выноса наиболее крупного из них. По гипсометрическому положению висячих устьев отвершков и поверхностей овражных террасок в верховьях реконструируется кровля овражного заполнения. Материал, выносившийся из отвершков, поступал в нижнюю часть оврага. Вероятно, транспортирующая способность существовавшего здесь водотока не позволяла вынести весь этот материал в руч. Язвицы. В результате нижняя часть оврага была заполнена отложениями мощностью до 1.5–2.0 м. Остатки этого заполнения сохранились в приустевой части оврага (датировка основания толщи около 1 тыс. ¹⁴С л. н.) (рис. 3).

После начального импульса рост отвершков продолжался, по-видимому, несколько лет, после чего началось их зарастание. Последующее снижение объема поступающего в днище оврага материала привело к активизации процессов глубинной эрозии в его днище. Продолжилась выработка продольного профиля, и овражный водоток быстро прорезал толщу заполнения. В среднем течении заполнение было полностью уничтожено, и о бывлом более высоком положении днища свидетельствуют лишь висячие устья отвершков.

В верховьях оврага события этого периода не оставили заметных следов. Вероятно, здесь происходило заплывание вреза в результате поступления материала со склонов. Из-за сильных ливней часть материала могла уноситься вниз по оврагу. Однако процессы регрессивной эрозии не были интенсивными, по-видимому, продолжала оплывать и оползать со склонов оврага древняя почва.

Около 250–350 л. н. водосбор оврага Узкий был распахан, что привело к активизации глубинной эрозии в его днище. Достаточно быстро сформировался врез в толщу отложений овражного заполнения в верховьях. Заполнение антропогенного вреза также произошло очень быстро, возможно, даже в течение того же эрозионного события, что и образование. Об этом свидетельствует пилообразный характер границы слоя 4 и подстилающих пород в разрезе ТЕ–1 (граница вертикальная, резкая, с размывом) (рис. 4). В течение последующих лет аккумуляция продолжалась, и верховье оврага было заполнено материалом, поступающим с распаханного водосбора. На образование и заполнение вреза в результате антропогенной деятельности (распашки) указывает обилие пыльцы культурных злаков в слое 4 (рис. 5, разрез ТЕ–1). На нижнюю часть оврага Узкий это заполнение не распространялось, т. к. здесь преобладал транзит материала.

При снижении объема поступающего с полей материала возобновилась выработка продольного профиля, и сформировался глубокий (до 1.5 м) современный врез в толщу антропогенного заполнения (рис. 2, VIII–IX). В настоящее время овраг продолжает углубляться в верхней и средней частях, скорость регрессивного роста составляет около 0.8–1.0 м/год [17].

Обсуждение результатов и выводы

Результаты реконструкции истории развития оврага Узкий, а также других овражных форм лесной зоны Русской равнины [5] указывают на то, что роль антропо-

генного фактора в возникновении и развитии МЭФ не следует абсолютизировать. Можно с уверенностью говорить о том, что далеко не все формы линейной эрозии в пределах ныне освоенных территорий лесной зоны возникли в результате деятельности человека.

Полученные результаты показывают, что, несмотря на морфологическую свежесть, овраг Узкий возник под действием естественных факторов не позднее среднего голоцена в период обильного поверхностного стока (скорее всего, около 4–5 тыс. л. н.). В истории его развития и морфологии отразились естественные экстремальные события (пожары), а в последнее столетие – антропогенная деятельность. Однако распашка водосбора оврага не привела к заметной перестройке его продольного профиля, который был к тому времени практически выработан. Мощность толщи отложений “антропогенного” заполнения сравнима с таковой для более ранних этапов аккумуляции в днище.

Овраг Узкий демонстрирует реакцию МЭФ на изменение окружающей среды на разных этапах развития, установленных в ходе экспериментальных исследований [4, 18]. Первый этап охватывает период интенсивного вершинного роста оврага, углубления и выработки продольного профиля (по данным [4] – около 5% времени жизни оврага). На этом этапе основной тенденцией в развитии МЭФ является направленное врезание. Внешние факторы (увеличение увлажненности, ливни, пожары, распашка и пр.) не изменяют общей тенденции в развитии МЭФ, а могут лишь ускорить или замедлить врезание.

Второй этап начинается, когда продольный профиль уже близок к выработанному, ширина, глубина и длина МЭФ практически достигли своих предельных значений. В дальнейшем происходит лишь медленное увеличение параметров оврага [4, 18]. Влияние внешних факторов на динамику МЭФ возрастает. Даже незначительное изменение стока воды и поступления наносов приводит к активизации эрозионных или аккумулятивных процессов и соответствующим изменениям формы продольного профиля. Происходит чередование этапов врезания и заполнения.

Используя данные экспериментальных исследований овражной эрозии [4], можно предположить наличие третьего и последнего этапа в жизни оврага – этапа старости, когда только значительные изменения внешних условий приводят к активизации эрозионных или аккумулятивных процессов в днище. Таким образом, с палеогеографической и палеогеоморфологической точки зрения наиболее информативны МЭФ на второй стадии своего развития. В это время МЭФ активно реагируют на ландшафтно-климатические изменения, что проявляется в чередовании эрозионно-аккумулятивных циклов в их днище.

Авторы выражают искреннюю признательность Е.Н. Бадюковой, Ю.Р. Беляеву, А.С. Зававиной, Н.Н. Луговому, М.В. Маркелову, М.Д. Николаевой и Е.Д. Шеремецкой за помощь в сборе материала для написания данной статьи, а также Г.М. Седаевой за содействие в проведении гранулометрического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутаков Г.П., Дедков А.П., Зорина Е.Ф. и др. Эрозионный рельеф временных водотоков Восточно-Европейской равнины // Эрозионные и русловые процессы. 1996. Вып. 2. С. 24–39.
2. Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 12. С. 72–96.
3. Зорина Е.Ф., Косов Б.Ф., Прохорова С.Д. Опыт учета роли антропогенного фактора в развитии овражной сети в степной и лесостепной зонах Европейской территории СССР // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1975. № 6. С. 51–57.
4. Овражная эрозия. М.: Изд-во МГУ, 1989. 167 с.
5. Фузеина Ю., Шеремецкая Е., Лизунков Д. Морфологические типы и история развития малых эрозионных форм в центре Русской равнины (на примере Сатинского полигона МГУ) // Геоморфологічні до-

- стидження в Україні: минуле, сучасне, майбутнє. Матеріали міжнародної конференції. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. С. 71.
6. *Долуханов П.М.* История освоения ландшафтов северо-запада Русской равнины в голоцене // Антропогенная эволюция геосистем и их компонентов. М.: Наука, 1987. С. 19–30.
 7. *Тимофеев Д.А.* Терминология флювиальной геоморфологии. М.: Наука, 1981. 268 с.
 8. *Зорина Е.Ф., Любимов Б.П., Тимофеев Д.А.* Что же такое овраг? // Геоморфология. 1998. № 2. С. 28–32.
 9. *Лукьященко Е.А.* Естественные и антропогенные факторы развития оврагов на юге лесной зоны Русской равнины // Динамика овражно-балочных форм и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2002. С. 28–33.
 10. *Косов Б.Ф.* Антропогенные и естественные овраги // Эрозионные процессы. М.: Мысль, 1984. С. 105–115.
 11. *Косов Б.Ф.* Рельефообразующая роль антропогенной овражной эрозии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1978, № 5. С. 19–26.
 12. *Дедков А.П., Мозжерин В.И., Ступишин А.В., Трофимов А.И.* Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: Изд-во Казанск. ун-та. 1977. 223 с.
 13. *Назаров Н.Н.* Особенности современного толкования термина “овраг” // Геоморфология. 1997. № 4. С. 43–50.
 14. *Строение и история развития долины р. Протвы.* М.: Изд-во МГУ, 1996. 127 с.
 15. *Панин А.В., Каревская И.А., Маркелов М.В.* Эволюция долины ручья Язвицы (бассейн средней Протвы) во второй половине голоцена // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1999. № 2. С. 63–72.
 16. *Беляев Ю.Р., Панин А.В., Беляев В.Р.* История развития балок центра Русской равнины (на примере Чолоховской балки, Сатинский полигон МГУ) // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2003. № 5. С. 55–63.
 17. *Большов С.И., Гарзаева Н.В.* Метеорологический фактор в развитии регрессивной эрозии на юго-западе Подмосквья // Геоморфология. 1996. № 4. С. 97–103.
 18. *Косов Б.Ф., Никольская И.И.* Динамика роста оврагов // Эрозионные процессы. М.: Мысль, 1984. С. 97–103.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
01.06.2004

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF GULLY DEVELOPMENT (OUZKY GULLY AT THE SATINO RESEARCH STATION AS AN EXAMPLE)

E.A. YEREMENKO, V.R. BELYAEV, I.A. KAREVSKAYA, A.V. PANIN

S u m m a r y

The paper provides an example of reconstructing a history of gully development using geomorphological survey, pollen analysis, radiocarbon dating, and grain size analysis. These data allowed authors to determine possible causes of gully formation and to reconstruct main stages of the Ouzky gully history. Relative contribution of natural and anthropogenic factors to gully formation processes and its long profile deformations has also been qualitatively assessed. This example shows two main phases of gully development, differing by system's response to climatic and landscape changes within the catchment, and their reflection in the geomorphic processes within a gully bottom.