

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФОРМ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. И. Павловский, Т. Г. Флерко

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 6 июля 2016 г.

**Аннотация:** Рассмотрены общие закономерности пространственной дифференциации форм линейной эрозии на территории Беларуси, а также наиболее вероятные эволюционные ряды форм линейной эрозии, их геологическое строение и морфология.

**Ключевые слова:** линейная эрозия, овраги, балки, эволюционный ряд, русловые и склоновые процессы, овражно-балочные комплексы, эволюционные ряды.

**Abstract:** The article presents general principles of spacial diversification of linear erosion forms within the territory of Belarus and the most probable evolution ranges of linear erosion forms, their geological structure and morphology.

**Key words:** linear erosion, ravines, beams, evolutionary series, channel and slope processes, ravine-beam complexes, evolutionary series.

Необходимость постоянного расширения пространственного ресурса жизнедеятельности человека, рост его технической вооруженности, ведет к вовлечению в инженерно-хозяйственный оборот эрозионно-опасных земель. Это делает проблему изучения закономерностей проявления водной эрозии актуальной. В связи с тем, что деятельность временных русловых водных потоков наносит существенный ущерб экономике государства, указанным геоморфологическим процессам уже давно уделяется серьезное внимание. Пространственная дифференциация и особенности развития форм линейной эрозии обуславливаются как физико-географическими условиями и историей развития, так и своеобразием антропогенного воздействия на земную поверхность.

Для решения поставленных задач применялась комплексная методика исследований, включающая анализ фондовой и опубликованной литературы, изучение дистанционных материалов и карт разных лет съемки, проведение морфометрических и картосоставительских работ, полевых наблюдений, с целью изучения отложений и восстановления особенностей развития эрозионных форм. Такого рода работы выполнялись на ключевых участках в пределах краевых ледниковых возвышен-

ностей Беларуси (Мозырской, Оршанской, Новогрудской, Гродненской, Минской, Витебской, Загородья), а также в прибортовых частях долин рек Западная Двина, Неман, Днепр Припять. Кроме того, на этих участках и других территориях с развитием оврагов и балок в полевых условиях выполнялись маршрутные геоморфологические исследования с описанием карьеров, форм рельефа, характера проявления эрозионных процессов, закладкой шурфов и скважин. Это позволило провести сопоставления и откорректировать результаты, полученные в камеральных условиях.

Территории с развитием форм линейной эрозии в Беларуси занимают примерно 7 %, а еще около 30 % обладают значительным эрозионным потенциалом. Необходимо отметить, что это в основном районы, длительное время интенсивно используемые в хозяйстве республики. Общее количество форм линейной эрозии (овраги, балки) превышает 32 тыс. единиц, из них 13 % – активно развивающиеся овраги. Линейные скорости роста оврагов на территории республики составляют в среднем 0,3-3,5 м/год. Однако эта величина сильно варьирует из года в год и может изменяться от 0 до 100 м/год. Плотность форм линейной эрозии в районах их развития колеблется от 1 до 4-5 единиц на км<sup>2</sup>, а густота – от 0,4 до 1,2 км/км<sup>2</sup>, достигая в некоторых случаях 6-8 ед/км<sup>2</sup> и 5-7 км/км<sup>2</sup> [2].

Особенно широко линейная эрозия развита в пределах краевых ледниковых возвышенностей: Минской, Новогрудской, Мозырской, Оршанской, Ошмянской, Витебской, Гродненской, Слонимской, Волковысской. Это в значительной мере объясняется высокими энергетическими характеристиками рельефа, где склоновые поверхности занимают более 80% территории, а также исторически сложившимися условиями длительного хозяйственного освоения этих земель. Значительные участки с развитием форм линейной эрозии встречаются на моренных и флювиогляциальных равнинах (Оршано-Могилевская, Чечерская и другие), а также в прибортовых частях речных долин Днепра, Западной Двины, Немана, Сожа, Березины, Вихры.

Водные потоки играют первостепенную роль в образовании форм линейной эрозии, выполняя функции размыва покровных отложений в русле, углубления и расширения днища, стимулирования обвальнo-осыпных процессов на склонах, выноса продуктов разрушения. Формирование водных потоков, обладающих достаточной эрозионной и транспортирующей способностью, приводит к трансформации пластового склонового стока в русловой и возникновению ручейковой сети на склонах [1].

Дальнейшее увеличение интенсивности водного потока, перераспределение и концентрация стока в какой-либо части ручейковой сети способствуют усилению эрозионного процесса и образованию промоин, иногда перерастающих в овраги. Часто можно наблюдать, как по мере увеличения энергетики водного потока вниз по склону четко прослеживается весь процесс образования формы линейной эрозии. Так, струйчатый размыв сменяется промоиной, которая в свою очередь дает начало оврагу. Развитие линейной эрозионной формы влечет за собой изменение характера взаимодействия руслового и склоновых процессов в следующей последовательности: 1) интенсивное взаимодействие руслового и склоновых процессов, обуславливающее морфологическую молодость эрозионной формы; 2) уменьшение влияния глубинной и боковой эрозии на развитие склонов и увеличение роли медленных движений грунта (крип, плоскостной смыв и т.д.) в этом процессе, а также пролювиальных и делювиальных выносов в развитии русла; 3) уменьшение роли обвальнo-осыпных процессов и продуктов их разрушения в развитии склонов и русла, приводящих к относительной стабилизации развития эрозионной фор-

мы. Такой способ образования линейных форм эрозии можно назвать открытым. Кроме того, на территории Беларуси встречается «закрытый», или тоннельный, способ, распространенный в районах развития лессовидных отложений (Новогрудская, Минская возвышенности, Мозырская гряда, Оршано-Могилевская и Горецкая равнины).

Механизм образования и функционирования тоннельной эрозионной формы авторы наблюдали на Мозырской возвышенности. Здесь в результате фильтрации поверхностного стока развитие тоннельной эрозии начинается нисходящим движением воды по вертикальным порам и каналам, характерным для лессовидных пород, по трещинам, возникающим вследствие термического разрушения грунтов, на контакте грунтов с различными подземными коммуникационными сооружениями. Подземный размыв начинается на наиболее крутых склонах, где создаются градиенты фильтрации и высокие скорости потока. Вода расширяет подземные пустоты за счет выщелачивания отложений и механического выноса мелких частиц. Постепенно в результате суффозионных процессов образуются колодцы глубиной от 0,5 до 2,5 м и диаметром от 0,3 до 1,5 м, соединенные тоннелями, которые унаследуют подземные горизонтальные ходы землероев. Колодцы служат естественными приемниками поверхностного стока. Сток осуществляется как по склону в результате наполнения колодцев и перелива воды, так и по тоннелям, размываемым водой. В образовавшихся крупных пустотах размыв отложений происходит в результате воздействия водного потока на слабосвязанные механические элементы породы. В подземных каналах поток приобретает силу, необходимую для выноса продуктов разрушения за пределы системы. Постепенно на склонах формируется цепочка колодцев, связанных тоннелями. Интенсивное развитие этого процесса приводит к обваливанию кровли подземных галерей и образованию провалов глубиной до 2-9 м и диаметром 10-25 м.

Активная роль в формировании провалов принадлежит обвальнo-осыпным процессам. На дне провалов возможно возникновение новой серии колодцев и тоннелей. В результате одного или нескольких циклов тоннельной эрозии формируется овраг, в дальнейшем развивающийся обычным образом. Бурный рост первичной эрозионной формы с сокращением площади водосбора в верховьях и уменьшением крутизны тальвега в низовьях постепенно замедляется, а при достижении предельных значений может прекращаться. Некото-

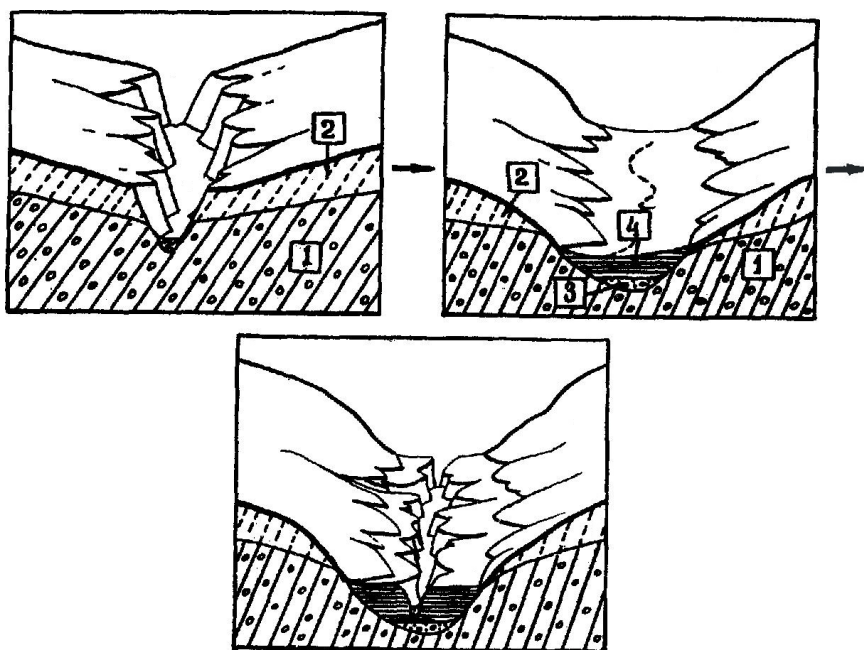


Рис. 1. Развитие форм линейной эрозии по схеме овраг-балка-овраг:

1 – лессовидные супеси, суглинки; 2 – моренные супеси, суглинки; 3 – овражный аллювий (разнозернистые пески, песчано-гравийный материал); 4 – балочный аллювий (разнозернистые пески, супеси, часто гумусированные)

рое время объем оврага может увеличиваться за счет склоновых процессов. Постепенно все процессы стабилизируются, склоны выполаживаются, днище расширяется, зарастает и овраг преобразуется в балку.

В настоящее время существует несколько основных схем, отражающих эволюцию форм линейной эрозии. Впервые В. В. Докучаевым (1878) было установлено наличие генетического ряда овраг-балка. А. С. Козменко (1954) и Д. Л. Армандом (1955) описано формирование балки по схеме ложбина-лощина-балка, т.е. овражная стадия в этот процесс не входит. И наконец, Н. И. Маккавеевым (1981) исследован механизм образования форм линейной эрозии в результате отмирания верхних звеньев речной сети по схеме долина-балка-овраг.

Согласно исследованиям, выполненным на территории Беларуси, можно выделить следующие эволюционные ряды развития форм линейной эрозии: 1) овраг-балка-овраг; 2) долина-балка-овраг; 3) ложбина-балка-овраг или ложбина-овраг-балка.

Первый тип широко распространен по всей территории развития овражно-балочного рельефа республики. Типичными являются крупные овражно-балочные системы на Минской, Новогрудской и Мозырской возвышенностях. В их поперечном профиле наблюдается от одной до трех террасоподобных площадок [3]. Обычно такие формы линейной эрозии развиваются в моренных супе-

сях или суглинках, часто перекрытых мощной (до 10 м) лессовидной покрывкой, либо песчано-гравийно-галечным материалом. Для пролювиально-делювиальных отложений террас и днищ овражно-балочных систем характерно переслаивание сильногумусированных песков, супесей с единичными включениями гравия и гальки, слабослоистых и более грубых по механическому составу песков, песчано-гравийно-галечного материала.

Так, в балке у д. Полужье Кореличского района по поперечному профилю шурфами и скважинами ручного бурения вскрыт следующий разрез. Под современным почвенно-растительным слоем на балочной террасе залегают супеси различного цвета (от светло-серых до бурых), тонкие, с единичными включениями гравия и гальки, местами гумусированные, с растительными остатками, с прослоями песка мощностью от 10 до 20 см светло-серого цвета с включениями гравия. В песчаных прослоях наблюдается слабая волнистая и горизонтальная слоистость. Высота террасы от 3,5 до 4,0 м. В днище балки вскрываются пески серые, разнозернистые, с горизонтальной, ближе к тальвегу данного оврага четкой волнистой и косой слоистостью. Попадают линзы крупнозернистого песка с гравием и галькой. На глубине примерно 0,7-1,2 м вскрыт песок темно-серый, сильно гумусированный, с растительными остатками и единичными включениями гравия. Общая

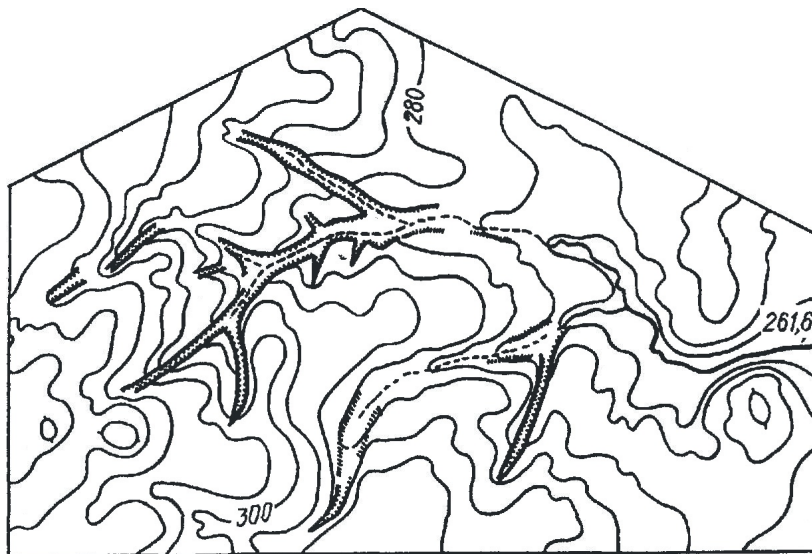


Рис. 2. Образование оврагов и балок в результате отмирания верхних звеньев р. Птичь

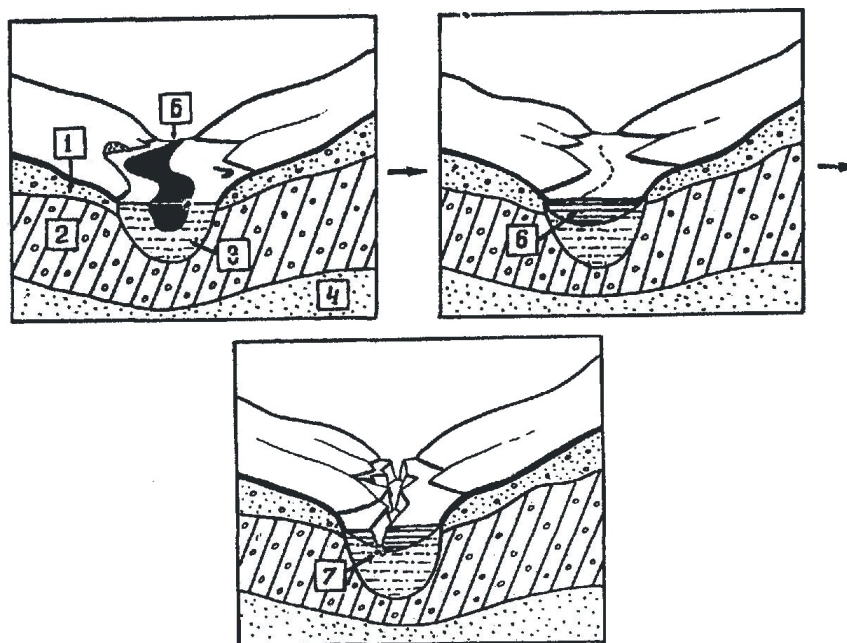


Рис. 3. Развитие форм линейной эрозии по схеме долина-балка-овраг:

1 – песчано-гравийно-галечные отложения; 2 – моренные супеси, суглинки; 3 – аллювиальные отложения; 4 – флювиогляциальные отложения (пески, песчано-гравийно-галечный материал); Б – русло; 6 – балочный аллювий (разнозернистые пески, супеси, часто гумусиро-ванные); 7 – овражный аллювий (пески, песчано-гравийный материал)

мощность песков до 1,7-2,0 м. По тальвегу данного оврага залегают пески тонко- и мелкозернистые, светло-желтые, местами серые, с гравием и галькой, с четкой горизонтальной и косой слоистостью, мощностью до 0,5-0,8 м. Ниже обнаружен песчано-гравийно-галечный материал, с валунами, мощностью 20-40 см, подстилаемый моренными бурыми суглинками.

Овражно-балочные комплексы, судя по особенностям их геологического строения, прошли три

этапа развития (рис. 1): 1) образование оврага, формирование открытого на днище балки песчано-гравийно-галечного материала, залегающего на моренных отложениях; 2) формирование балки, когда песчано-гравийно-галечный материал был перекрыт балочным аллювием, представленным в разрезе мелко- и тонкозернистыми песками, супесями (о том, что форма на этом этапе достигла значительной стабильности, свидетельствуют сильно гумусированные отложения); 3) вторичный раз-

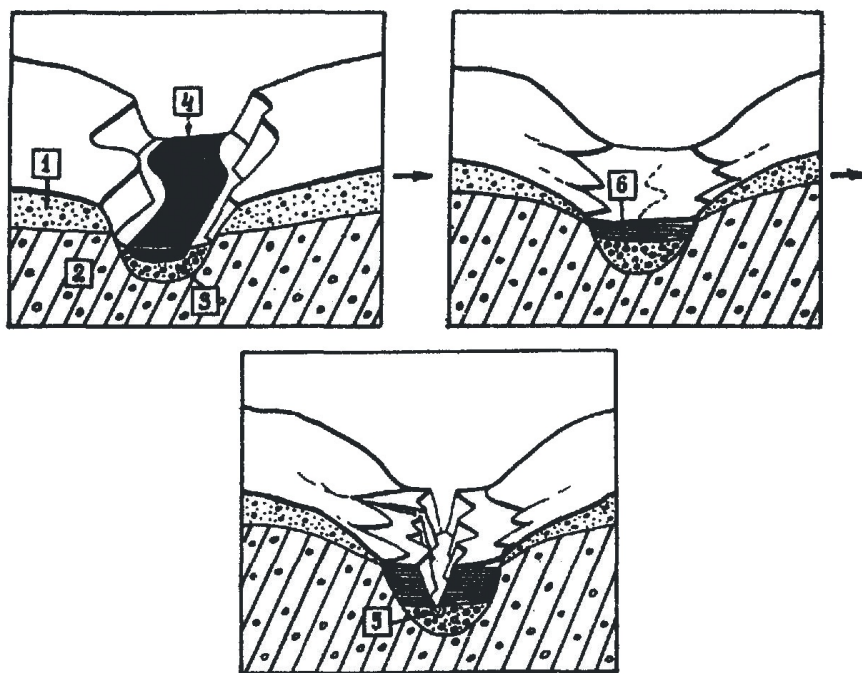


Рис. 4. Развитие форм линейной эрозии по схеме ложбина-балка-овраг:

1 – песчано-гравийно-галечные отложения; 2 – моренные супеси, суглинки; 3 – задровые отложения (гравийно-галечный материал); 4 – поток талых ледниковых вод; 5 – овражный аллювий (разнозернистые пески, песчано-гравийный материал); 6 – балочный аллювий (разнозернистые пески, супеси)

мыв и, как следствие, образование фрагментов террас и донного оврага.

Второй тип эволюционного развития эрозионных форм (долина-балка-овраг) хорошо изучен на примере бассейна р. Птичь, где четко прослеживается отмирание верхних звеньев гидросети и формирование на их месте оврагов и балок (рис. 2). Эрозионные формы, развивающиеся по этому типу, имеют более крупные размеры (до 5 км и более). В рельефе их днищ и склонов прослеживаются остаточные формы речных долин, а в низовьях существуют постоянные водотоки. Этот тип развития форм линейной эрозии встречается в пределах Минской возвышенности, Оршано-Могилевской и Горецкой равнин (притоки рр. Бася, Проня) и ряда других территорий (рис. 3).

Часто овраги и балки наследуют ложбины стока талых ледниковых вод и их развитие идет по третьему типу (ложбина-балка-овраг или ложбина-овраг-балка) (рис. 4). Этот тип развития наиболее характерен для линейной эрозии на севере Беларуси. Примером может служить балка, расположенная на левом берегу р. Западная Двина, в 3 км восточнее г.п. Друя. Балка унаследовала ложбину стока талых ледниковых вод, сформировавшуюся на моренной равнине, которая сложена суглинками красно-бурого цвета, плотными, местами вы-

деляются слои серого суглинка и серых тонкозернистых и алевритовых песков мощностью 0,1-0,5 см. Мощность отложений составляет 15-20 м. Ниже залегают опесчаненные красно-бурые суглинки, с гравием, галькой, валунами (мощностью 1,5-3,0 м), переходящие в песчано-гравийно-галечный материал, мощность которого достигает 1,0 м.

Под ним скважиной ручного бурения вскрыты серо-бурые моренные суглинки, с гравием, галькой, валунами. На склонах балки отмечается тонкий слой делювия, представленный красно-бурыми и темно-серыми песками, тонкозернистыми, часто пылеватыми, с единичными включениями гравия и гальки. Наблюдаются тонкие (0,1-0,2 см) прослои красно-бурых и сизых глин. Мощность делювия изменяется от 0,2 до 1,0 м.

В формировании эрозионных форм по третьему типу также выделяется три этапа.

1. Образование ложбины стока талых ледниковых вод, открывающейся в долину р. Западная Двина (о том, что здесь осуществлялся сброс талых вод, говорит мощный базальный горизонт, вскрывающийся в днище донного оврага и представленный гравийно-галечно-валунным материалом), а тот факт, что ложбина стока опирается на надпойменную террасу Западной Двины.

2. Формирование балки, что выразилось в за-

тухания русловых процессов и накоплении на склонах и днище делювиальных отложений.

3. Образование оврага, вскрывающего водоносный горизонт, в результате чего в низовьях балки возник постоянный водоток. Малая мощность сохранившегося делювия на склонах объясняется активным врезом донного оврага, что привело к интенсификации сноса твердого вещества со склонов и выносу его за пределы эрозионной формы.

Итак, в результате проведенных исследований выделено три эволюционных ряда развития форм линейной эрозии: 1) овраг-балка-овраг; 2) долина-балка-овраг; 3) ложбина-балка-овраг или ложбина-овраг-балка. Широкое развитие получил тип «овраг-балка-овраг». Более крупные размеры имеют эрозионные формы типа «долина-балка-овраг». Все формы в процессе формирования проходят три основные эволюционные стадии.

Павловский Александр Илларионович  
кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, г. Гомель, т. +375291277696, E-mail: [aipavlovskiy@mail.ru](mailto:aipavlovskiy@mail.ru)

Флерко Татьяна Григорьевна  
старший преподаватель кафедры геологии и географии Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины, г. Гомель, т. +375293312401, E-mail: [tflerco@mail.ru](mailto:tflerco@mail.ru)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд Д. Л. О некоторых закономерностях и проявлениях эрозии / Д. Л. Арманд // Современные экзогенные процессы рельефообразования. – Москва : Мысль, 1975. – 288 с.
2. Павловский А. И. Морфологические особенности оврагов на территории Белоруссии / А. И. Павловский // Современные рельефообразующие процессы. – Минск : Наука и техника, 1986. – С. 36-43.
3. Рельеф Белорусского Полесья / А. В. Матвеев [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1982. – 131 с.

## REFERENCES

1. Armand D. L. O nekotorykh zakonomernostyakh i proyavleniyakh erozii / D. L. Armand // Sovremennyye ekzogennye protsessy rel'efoobrazovaniya. – Moskva : Mysl', 1975. – 288 s.
2. Pavlovskiy A. I. Morfologicheskie osobennosti ovragov na territorii Belorussii / A. I. Pavlovskiy // Sovremennyye rel'efoobrazuyushchie protsessy. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1986. – S. 36-43.
3. Rel'ef Belorusskogo Poles'ya / A. V. Matveev [i dr.]. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1982. – 131 s.

Pavlovsky Alexander Illarionovitch  
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geology and Geography, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus, tel. +375291277696, E-mail: [aipavlovskiy@mail.ru](mailto:aipavlovskiy@mail.ru)

Flerko Tatiana Grigor'yevna  
Senior Lecturer of the Department of Geology and Geography, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus, tel. +375293312401, E-mail: [tflerco@mail.ru](mailto:tflerco@mail.ru)