

17. Horikawa K. Nearshore dynamics and coastal processes. Tokio, 1988. 515 p.
18. Vongvisessomjai S. Oscillatory ripple geometry // J. Hydraul. Eng. 1984. V. 110. P. 247–266.
19. Косьян Р.Д. Об образовании и существовании рифелей при волнении в береговой зоне водоемов // Вод. ресурсы. 1987. № 1. С. 52–60.
20. Kos'yan R.D. Review of recent coastal research in the Soviet Union // Coastal Zone'91 V. 4. N.Y., 1991. P. 3451–3462.
21. Johnsson I.J. A new approach to oscillatory rough turbulent boundary layer // Ocean Eng. 1980. V. 7. P. 109–152.
22. Косьян Р.Д., Пыхов Н.В. Гидрогенные перемещения осадков в береговой зоне моря. М.: Наука, 1991. 280 с.
23. Kos'yan R.D. On the dimension of passive ripple marks in the nearshore zone // Mar. Geol. 1988. V. 80. P. 149–153.
24. Kos'yan R.D. Study of sand microform in nearshore zone // Mar. Geol. 1988. V. 83. P. 63–78.
25. Kos'yan R.D. The prognosis of a longitudinal sediment transport not far from the Island of Santa Maria // Proc. 2 Congr. Mar. Sci. Habana, 1990.
26. Nielsen P. Some basic concepts of wave sediment transport // Inst. Hydrodyn. and Hydraul // Eng. Tech. Univ. Denmark. Lyndby., 1979. N 2. 160 p.
27. Nielsen P. Coastal bottom boundary layers and sediment transport. Singapore, Nes Jersey, London, Hong-Kong: Scientific World, 1992. 324 p.
28. Sleath J.F.A. Sea bed mechanics. N.-Y.: Willey, 1984. N 4. 355 p.

Институт океанологии РАН

Поступила в редакцию
10.01.95

FORECAST OF RIPPLES EXISTENCE CONDITIONS AND PARAMETERS OF WAVE BUILT SANDY RIPPLES

S.M. ANTSEYFEROV, A.S. EFREMOV

S u m m a r y

The comparison between the means for limiting the area of active ripples existence with observation data shows inability of earlier methods to establish the limits reliably. It is shown that the limits can be determined using functions relating sand particle dimensions or orbital radius of motion near the bed to particle mobility characteristics or the Shields parameter; the functions are more complex than linear or power ones. The relationships between active ripple dimensions and orbital radius and mobility characteristic as developed by the authors are more reliable than previously known methods. Equations are suggested for calculation of passive ripples maximum dimensions, and a possibility of dynamic reconstruction based on the data on the forms is established.

УДК 551.435.16(470.311)

© 1996 г. С.И. БОЛЫСОВ, Н.В. ТАРЗАЕВА

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР В РАЗВИТИИ РЕГРЕССИВНОЙ ЭРОЗИИ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ПОДМОСКОВЬЯ

К настоящему времени накоплен значительный материал по вопросам формирования и динамики малых эрозионных форм (МЭФ). Между тем данные о временной изменчивости МЭФ в зависимости от хода метеорологических показателей единичны.

Особенности строения и истории развития малых эрозионных форм, их современной динамики и факторы, влияющие на нее, для центральной части краевой зоны московского оледенения были наиболее подробно рассмотрены в работе С.И. Болысова [1] на примере бассейна реки Протвы. В.Н. Голосов [2] предпринял попытку объяснения временной изменчивости некоторых МЭФ для той же территории в зависимости от метеорологических условий. Большое значение уделялось влиянию ливневой эрозии на развитие МЭФ. Для

Курского стационара В.М. Фирсенковой [3] при комплексном исследовании строения и функционирования основных геосистем центральной лесостепи проводились наблюдения за темпами роста одного из боковых оврагов. Была выявлена близкая к 3-летней цикличность его развития. Н.В. Хмелева и А.А. Самойлова [4] на примере горного района в зоне влажных субтропиков показывают роль атмосферных осадков в развитии комплекса экзогенных процессов (в первую очередь эрозионных). Анализ режима осадков проводился одновременно с анализом динамики продольного профиля МЭФ, данных по гранулометрическому составу обломков и по объемам конусов выноса малых эрозионных форм. В многочисленных исследованиях проблемы оврагообразования в лесовых районах Польши [5] отмечаются два периода роста оврагов – время снеготаяния и сильных летних ливней. При годовом количестве осадков 750 мм промоины ежегодно углубляются на 1 м, склоны небольших оврагов отстают на 5 мм в год. Для оврага на Люблинском плато отмечено увеличение длины на 100 м после одного катастрофического ливня.

А.Е. Козлова [6] изучала влияние климатического фактора на интенсивность овражной эрозии на примере равнин Тургая в течение 7 лет полустационарных полевых исследований (с 1968 по 1975 г.). Максимальный прирост оврагов, по ее данным, обусловлен особо бурным снеготаянием, а также ливневыми осадками, выпадающими в течение теплого периода. Наиболее благоприятными условиями автор считает совпадение интенсивного весеннего стока и опять-таки интенсивных ливневых дождей. А.Е. Козлова отмечает цикличность роста малых эрозионных форм, проявляющуюся в чередовании лет со значительным приростом основного большинства оврагов и лет, когда линейный прирост уменьшался или почти не наблюдался.

Е.А. Миронова и Л.Е. Сетунская [7, 8] в течение 15 лет изучали развитие более 80 оврагов на ключевом участке в бассейне р. Усы (Приволжская возвышенность). Средний многолетний прирост оврагов составлял 0,6–0,7 м/год при максимальной величине в отдельные годы 1,4 м. Распределение во времени скоростей прироста оврагов, по мнению авторов, обусловлено в значительной степени "колебанием метеорологических факторов и в первую очередь связано с величиной запасов воды в снеге и интенсивностью снеготаяния" [7, с. 215]. Авторы отмечают неравномерность и асинхронность развития линейного и площадного приростов врезов оврагов (лишь иногда эти кривые совпадают), что подтверждается и нашими наблюдениями. По результатам исследований 1967–1973 гг. Е.А. Мироновой и Л.Е. Сетунской был проведен анализ влияния метеорологических условий каждого года на интенсивность роста оврагов. Связь с интенсивностью снеготаяния у этих авторов прослеживается довольно четко: небольшим величинам последней соответствует малый прирост оврагов (например, в 1971 г. при интенсивности снеготаяния 5 мм/сут прирост по всем врезам в среднем составил 0,61 м/год, а в 1969 г. соответственно 20,0 мм/сут и 0,95 м/год). Связь прироста оврагов с запасами воды не менее четкая, глубина промерзания, по мнению авторов, также должна способствовать линейному росту оврагов. В соответствии с рассуждениями этих авторов, при неглубоком промерзании почвогрунтов обеспечивается достаточная фильтрация талых вод в почву и небольшой поверхностный сток, а следовательно, прирост оврагов будет меньше, чем при большой глубине промерзания, способствующей большому стоку. Такая зависимость, однако, Е.А. Мироновой и Л.Е. Сетунской [7, 8] не обнаружена. Скорее всего отсутствие такой тесной связи обусловлено тем, что сама по себе величина промерзания не может непосредственно влиять на прирост оврагов, если мы не учитываем ее совместно с характером снеготаяния, что и будет показано на примерах ниже.

Важным результатом наших 15-летних наблюдений за развитием верховьев МЭФ методом закрепленных реперов в пределах обширной территории Сатинского (бассейн р. Протвы) эрозионного стационара (свыше 75 врезов) явилось не только получение новых данных о динамике и морфологии малых эрозионных форм в краевой зоне московского оледенения, но и возможность сопоставления количественной информации о развитии основного большинства оврагов с метеорологическими фоновыми материалами ВНИИГМИ (Метеорологическими ежегодниками), а также данными стационарных и полустационарных наблюдений для Сатинского полигона. В частности, принимались во внимание следующие данные: суммы годовых и месячных осадков, число дней со снежным покровом (с датами его начала и конца), число дней в году по грациям осадков, соотношение твердых и жидких осадков (в том числе ливней) в часах, модули стока наносов, ледовые явления, запасы воды в снеге по месяцам, данные по интенсивности ливней, мощность снега и его плотность и др. К сожалению, нужно отметить, что практически все тома Государственного водного кадастра, в том числе и необходимые для данной работы, не издаются уже с 1988 г., а

Метеорологические ежегодники – с 1991 г. Таким образом, этот недостаток можно будет восполнить только с течением времени. Проведем анализ хода метеорологических процессов по годам в связи с ходом эрозийных процессов в МЭФ (метеорологические данные анализируются для поста в г. Малоярославце, а гидрологические – для гидропоста в Спас-Загорье [9]).

1978 год характеризуется наименьшим за весь промежуток наблюдений годовым количеством осадков – 609,7 мм. Среднесуточная температура за период таяния составила 1,11°C, что позволяет считать весну затяжной (по классификации В.Н. Голосова [2]). Мощность снегового покрова в марте в 1-й декаде составила 36 см, во 2-й – 27 см, в 3-й – 11 см. К началу апреля снег полностью сошел. Несмотря на значительные влагозапасы в снеге (к концу марта 99 мм), затяжная весна привела к растянутому во времени стоку воды, продолжительному ледоходу и шугоходу. Для Спас-Загорья высший уровень ледохода наблюдался 4 апреля и составил лишь 163 см – наинизший подъем воды за весь период наблюдений (за исключением 1987 г., когда уровень воды поднялся до 90 см). Модуль стока наносов составил около 2,2 т/км² в год для бассейна Протвы, т.е. очень малую величину. По характеру распределения осадков в разных фазах год приблизился к среднему. Количество ливней было небольшим. Летом 1978 г. были впервые поставлены реперы на всех МЭФ ключевого участка.

1979 год во многом отличался от предыдущего. По общегодовому количеству осадков он приближался к средним по водности годам (640,5 мм). Среднесуточная температура за период таяния составила всего лишь 0,94°C, т.е. весну 1979 г. также следует отнести к затяжным. Снег лежал долго: в 1979 г. отмечался абсолютный максимум дней с устойчивым снежным покровом – 160 – за весь период наблюдений; мощность снега в 1-й и 2-й декадах составляла 19–20 см, а в 3-й – уменьшилась до 8 см. Между тем запасы воды в снеге к концу месяца были велики (до 93 мм). Кроме того, если в 1978 г. среднее промерзание почвы было около 31 см, то в 1979 г. более 70, т.е. почва относилась к категории сильнопромерзших, полностью водонепроницаемых. К 4 апреля устойчивый снежный покров был разрушен. В те же сроки на Протве был отмечен очень высокий уровень ледохода: 258 см, а модуль стока наносов достиг величины 5,8 т/км² в год. Таким образом, затяжная весна способствовала оттаиванию горизонтов глубоко промерзшей почвы, а значительные запасы воды в снеге привели к образованию стока и активизации эрозийных процессов в МЭФ. Действительно, в пределах ключевого участка выросло порядка 44% врезов МЭФ (15 из 34), причем значительный прирост дал овраг Обцарский – около 20% от своего общего линейного прироста; сильно выросли многие отвершки оврага Лисьи Норы; на 13% длины увеличился овраг Малый Митенковский; на 35% – Правый Емелин; на 9% – правый отвершек оврага Егорова (что все же больше его среднегодовой скорости роста); на 17% линейно вырос левый отвершек оврага Правого Лукьяновского; на 36% – правый отвершек донного вреза лога Язвицы; на 22% – правый основной врез оврага Волченковского. Активно росли в этот год овраги Дальний и Попов. Интенсивные размывы днищ и склонов свежих врезов произошли во многих МЭФ, причем их величины иногда были самыми значительными за весь срок наблюдения. Так, площадной прирост оврага Обцарского составил 24% от его общего прироста, правого вреза основного Митенковского – 34%, одного из отвершков лога Язвицы – 70%, крупного правого отвершка оврага Волченковского – 40%. Площадной прирост донного вреза Сенокосной балки составил величину, несколько превышающую его среднегодовой прирост.

В 1980 г. годовое количество осадков составило величину, близкую к среднемноголетним: 673,8 мм. Весна выдалась вновь затяжной (среднесуточная температура за период снеготаяния составила 0,82°C). Снег выпал поздно, в конце ноября, но держался долго – до 12 апреля. Разрушение снега началось лишь 13 апреля, т.е. запаздывало на одну-две недели. Почва за зиму 1979–1980 гг. промерзла на глубину около 42 см (устойчиво промерзшая почва). Высота снежного покрова к концу 3-й декады марта составила 19 см и 5 см в 1-й декаде апреля. Запасы же воды в снеге были очень велики: 101–108 мм. Кроме того, в течение 260 ч шли ливни (значение, близкое к среднемноголетним). Таким образом, в 1980 г. сложились благоприятные условия для эрозийных процессов в МЭФ. Это подтверждается следующими данными: 19 из 34 растущих врезов (56%) интенсивно приросли. К ним можно отнести приросты врезов: Буйного – 40% от общего линейного прироста, Каменного – 77%, правого отвершка Емелина – 59%, а также Барсучьего, Обцарского, Лисьих Нор, Егорова, Сенокосной балки, Узкого, Гнутаго, лога Язвицы и др.

В 1981 г. выпало 725,9 мм осадков, что превышает среднемноголетнюю норму. Весна была близка к нормальной со среднесуточной температурой в период таяния равной 1,92°C.

На этот год приходится положительный максимум среднегодовой температуры воздуха – 5,2°C и температуры почвы – 6,3°C. Устойчивый снежный покров начал разрушаться несколько раньше срока – в 3-й декаде марта. Так, если во 2-й декаде марта мощность снежного покрова составляла 32 см, то к началу апреля снег полностью сошел. Запасы воды в снеге были незначительными – около 81 мм к моменту таяния. Таким образом, метеорологические условия сложились так, что при умеренном промерзании почвы (0,28 м) произошло интенсивное таяние снега. Наивысший уровень ледохода наблюдался 28 марта и составлял 265 см – максимальную величину за весь отрезок времени наблюдения. Условия оказались благоприятными для активизации эрозионных процессов: значительный линейный прирост наблюдался у 44% врезов. На 24% увеличил свой линейный прирост овраг Барсучий, выросли многие отвершки Лисьих Нор (в том числе один – на 100% своей длины: 6,1 м) и др.

1982 год характеризуется годовым количеством выпавших осадков (663,8 мм), близким к средним значениям. Весна 1982 г. может быть отнесена к затяжным. Несмотря на довольно значительные мощности снега к моменту таяния в 3-ей декаде марта, влагозапасы в нем были невелики – около 25 мм. Почва промерзла на глубину около 27 см (умереннопромерзшая почва). Высший уровень ледохода на реке Протве составил всего 163 см. Таким образом, затяжное половодье при слабо-умеренномерзлой почве и незначительных запасах воды в снеге привели к созданию неблагоприятных условий для развития МЭФ. Практически ни один овраг не вырос значительно в длину (кроме Малого Митенковского, приростом на 1,6 м). В некоторых случаях происходит незначительное расширение днищ и подмыв склонов свежих врезов МЭФ, что, очевидно, связано с ливневыми дождями, общая продолжительность которых была небольшой – 131 ч, а интенсивность – очень высокой.

1983 год характеризуется прежде всего ярко выраженной дружной ранней весной со среднесуточной температурой воздуха за период таяния 4,9°C. Однако влагозапасы снега не очень велики (порядка 47 мм к началу таяния). Ввиду дружной весны, почва, по-видимому, "успела" оттаять к моменту окончания стока, поэтому эрозионные процессы протекали достаточно интенсивно (глубина промерзания почвы составила 17 см). В связи с тем что таяние проходило очень бурно (за одну фазу таяния), несмотря на небольшие влагозапасы в снеге, высший уровень ледохода составил значительную величину: 256 см. Таким образом, в 1983 г. были созданы не самые оптимальные, но достаточно благоприятные условия для развития МЭФ: выросли 24% врезов, из которых стоит отметить рост оврага Каменного на 23% от всего своего 15-летнего прироста, основного вреза Большого Митенковского – на 33%, правого отвершка Егорова – на 9,5%, а также оврага Попова и др.

1984 год характеризуется дружной весной после морозной зимы с небольшим количеством снега. Осадков за весенний период выпало мало: около 50% от среднесноголетней нормы. Почва промерзла на 56 см (устойчивопромерзшая почва). Влагозапасы в снеге были даже меньше, чем в предыдущем году: 10 мм к началу таяния. Лето было отмечено обильными, достаточно интенсивными ливневыми дождями. Град диаметром 1–7 мм наблюдался 7 раз, диаметром 11–20 мм – 2 раза. Однако, несмотря на продолжительные ливни, МЭФ в этом году практически не развивались. Выросли лишь два вреза: овраг Каменный "пустил" эрозионную борозду длиной 0,7 м, Егоров вырос на 1,5 м (что меньше его среднегодового прироста). В этот же год не вырос ежегодно развивающийся донный врез балки Сенокосной.

1985 год характеризуется затяжной весной, но очень значительными запасами воды в снеге к моменту таяния (112 мм), на 1,3 превышающими норму. Модуль стока наносов составил значительную величину: 6 т/км² · год. Оттаявшие верхние горизонты почвы обильно насыщались водой и интенсивно развивались. Кроме того, на протяжении всего периода таяния шли то моросящие, то ливневые дожди, причем за 9 дней выпало свыше 20 мм осадков. По мнению многих авторов [10], ливневые осадки, выпадающие на еще не оттаявшую почву, оказывают существенное влияние на объемы смыва, увеличивая их на один-два порядка. Дело в том, что, выпадая на оттаявшую с поверхности землю, ливневые осадки не фильтруются в грунт, а стекают по всей поверхности склона, вовлекая в движение оттаявший с поверхности грунт, обладающий низкой противоэрозионной устойчивостью. Впервые за период наблюдений значительные осадки во время стока наблюдались именно в 1985 г. В этот год были созданы самые оптимальные условия для развития эрозионных процессов в МЭФ: активизировалось 82% врезов малых эрозионных форм, причем многие из них за этот год приросли на 1/2 своей длины. Так, левый отвершек оврага Рогатого – на 50%, левый отвершек оврага Емелина – на 43%, основной врез Дальнего – на

56%, основой врез Малого Митенковского – на 60%. Врез оврага Егорова прирос именно в этом году на рекордную величину 4,4 м, что составляет абсолютный максимум по всем МЭФ за весь промежуток наблюдения.

1986 год оказался близок по своим метеорологическим данным к 1985 г. Его также отличают значительные запасы воды в снеге (104 мм). Зимой были отмечены частые переходы температуры воздуха через ноль. Весна оказалась нормальной, близкой к дружной. Данных о глубине промерзания почвы нет. В этом году наблюдался наибольший за все годы модуль стока наносов – $8,2 \text{ т/км}^2 \cdot \text{год}$, а на Протве – максимальный за весь промежуток наблюдений расход как в весенний, так и в меженный период за счет обильных дождей: в июне выпало 200% среднемноголетней нормы осадков, в июле и августе – 110–120%. Таким образом, 1986 г. был отмечен значительными темпами роста врезов МЭФ: выросли более 40% врезов, причем все они развивались очень бурно. Овраг Рогатый, например, вырос в длину на 3,3 м, а охватываемая им площадь увеличилась на $45,5 \text{ м}^2$, так как был разрушен водораздел между основным и левым его врезами.

1987 год оказался достаточно благоприятным для активизации эрозионных процессов в МЭФ, так как влагозапасы в снеге были близки к норме, весна – затяжной, лето – дождливым. Высший уровень ледохода наблюдался поздно – 4 апреля – и был чрезвычайно мал – всего 90 см. Выросло около 1/4 врезов МЭФ, в том числе на 23% от своего 16-летнего линейного прироста увеличил длину Обцарский, на 11% – Большой Митенковский и крупный правый отвершек оврага Волченковского. Егоров же вырос в этом году лишь на 4,3% своей длины, а площадной прирост донного вреза балки Сенокосной – всего на 5,5%.

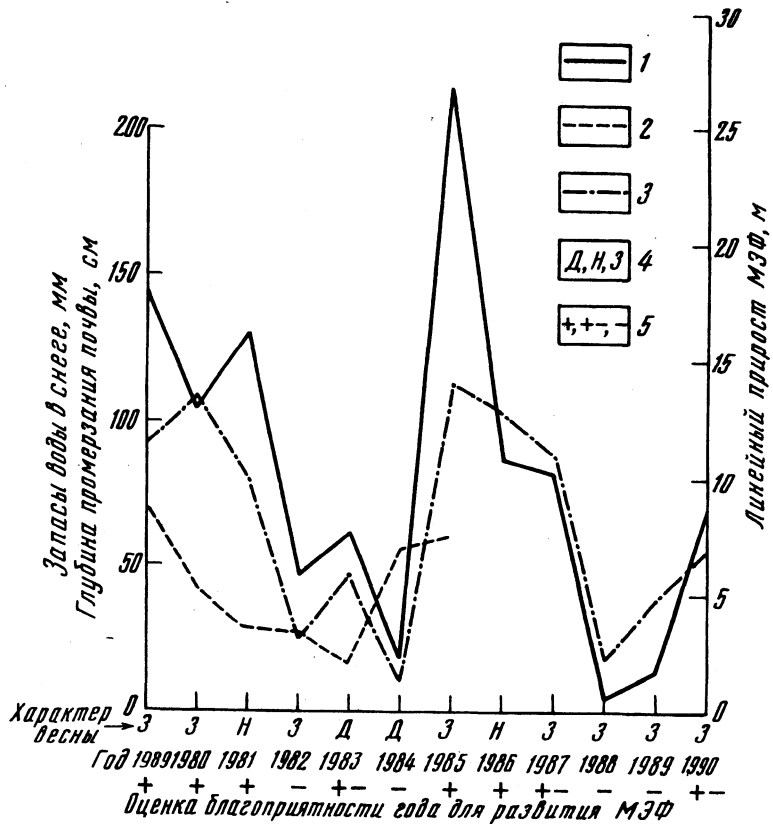
1988 год характеризуется большим годовым количеством осадков (839,8 мм), намного превышающим среднемноголетние нормы. Причем все три летних месяца шли обильные дожди (в июле выпало две месячные нормы), часто в виде ливней. Так, 17 июля единовременно выпало 80,6 мм осадков. Между тем влагозапасы в снеге к началу таяния были чрезвычайно малы (18 мм), что и оказалось решающим фактором для развития МЭФ. Действительно, этот год характеризуется практически полным отсутствием роста врезов МЭФ.

1989 год был теплым и малоснежным. Оттепели продолжались всю зиму. Средняя температура не только апреля, но и марта была положительной, а весна – затяжной, снег постепенно стаял с февраля по апрель. Общее количество ливней и их интенсивность оказались невелики. Таким образом, можно заключить, что год в целом был неблагоприятен для развития эрозионных процессов в МЭФ. Лишь овраг Рогатый прирос за этот год на 1,3 м (12%), а Барсучий – на 0,3 м (10% от общего линейного прироста). Можно отметить, что вершина оврага Егорова, развивающаяся ежегодно, в этот год осталась практически неизменной.

1990 год оказался самым многоводным из всего анализируемого периода (1002,2 мм). Основное количество осадков выпало в виде дождей и ливней летом (523 часа ливней – абсолютный максимум за весь период наблюдений). Между тем высота снежного покрова в течение всей зимы была очень малой (до 17 см), соответствующими были и запасы воды в снеге к моменту таяния: они составляли 53 мм, поэтому ярко выраженного "скачка" в развитии эрозионных процессов не произошло. Соответственно можно предположить, что в этот год могли развиваться лишь овраги с большой площадью водосборов. Так и произошло с врезом оврага Большого Митенковского (вырос на 20% своей длины), с основным отвершком Егорова, основным врезом Дурного.

Таким образом, взаимный анализ метеоданных по годам с 1978 по 1990 г. (более поздние данные еще не опубликованы) и скоростей приростов врезов МЭФ на ключевом участке позволил сделать следующие выводы.

1. Временное распределение скоростей эрозионных процессов в МЭФ находится в тесной зависимости от хода метеорологических элементов. Так, в 1979–1981, 1985, 1986 гг. были прослежены четкие максимумы приростов МЭФ вслед за благоприятными метеорологическими условиями; в 1982, 1984, 1988, 1989 гг. – четкие минимумы, а в 1983, 1987, 1990 гг. условия протекания эрозионных процессов в МЭФ были признаны достаточно благоприятными, но не оптимальными, что связано с наложением друг на друга одновременно как факторов, ускоряющих рост врезов, так и факторов, замедляющих его (рисунок). Площадные приросты в целом повторяли ход линейных приростов. Самым благоприятным годом для развития оврагов вширь явился 1986 год. Возможно, это вызвано дружным характером весны и обилием ливневых летних осадков при большом влагозапасе снега перед таянием.



Взаимосвязь хода метеорологических и эрозионных процессов за период наблюдений с 1979 по 1990 г.

1 – линейный прирост МЭФ, м, 2 – глубина промерзания почвы к моменту таяния, см, 3 – влагозапасы в снеге к моменту таяния, мм, 4 – характер весны: Д – дружный, Н – нормальный, З – затяжной, 5 – оценка "благоприятности" года для развития МЭФ: + – очень благоприятный, + – благоприятный, – неблагоприятный

2. К метеорологическим показателям, способствующим активизации эрозионных процессов, относятся следующие: влагозапасы в снеге 90 мм и более; дружный или нормальный характер весны при слабопромерзлой почве либо затяжной характер весны при устойчиво или сильномерзлой почве. Так, в 1979–1981, 1985–1987 гг. отмечаются высокие влагозапасы – и все эти годы относятся к оптимальным или благоприятным для развития МЭФ. Все годы с малыми влагозапасами в снеге к моменту таяния оказались неблагоприятными. Характер весны и глубина промерзания почвы явились факторами, разные соотношения которых сказываются на интенсивности размыва верховьев МЭФ. Так, при дружной весне (когда за условный период таяния в 10 дней средняя температура воздуха превышает 4°C) и значительной глубине промерзания, почва не успевает оттаять к моменту окончания стока, развития МЭФ не происходит (1984 г.). Наоборот, при затяжной весне и значительной глубине промерзания (не менее 0,5 м) верхние горизонты почвы успевают оттаять, перувлажняются и затем легко размываются по нижележащим мерзлым горизонтам (1979 г.).

Судя по полученным данным, подчиненное положение среди факторов развития МЭФ занимают количество и интенсивность ливней, что отличается от мнения В.Н. Голосова об основополагающей роли ливневых осадков в развитии МЭФ [2].

3. Результаты анализа доказывают первостепенное значение весеннего снеготаяния для регрессивного роста МЭФ по сравнению с ливневой эрозией, что подтверждает высказывавшиеся раньше мнения [1, 10]. Особенно ярко это видно на примере 1982, 1984, 1988 гг., когда, несмотря на значительную интенсивность ливней, врезы развивались слабо, подчиняясь другому метеорологическому показателю – малым влагозапасам в снеге к моменту

таяния. Достоверно известно лишь [1], что за период летних ливней в 1985 г. основной врез оврага Егорова увеличился в длину на 0,7 м, что составляет 16% от его годового прироста.

4. Результаты подобного анализа показывают необходимость и целесообразность его проведения, так как, возможно, знание метеорологической обстановки позволит строить прогнозы последующей динамики врезов МЭФ. Между тем важной проблемой по-прежнему остается отсутствие данных по некоторым синоптическим показателям для конкретного эрозионного стационара (в данном случае Сатинского), что значительно влияет на прогностические возможности данного метода.

Таким образом, основным метеорологическим показателем, определяющим развитие малых эрозионных форм во времени, являются влагозапасы в снеге к моменту таяния. Прочие метеорологические факторы необходимо рассматривать в их совокупности, так как их разнообразные сочетания и создают годовые различия условий протекания эрозионных процессов в малых эрозионных формах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Болысов С.И.* История развития малых эрозионных форм краевой зоны московского оледенения: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1986. 24 с.
2. *Голосов В.Н.* Антропогенная эрозия почв в бассейне Верхней Оки: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1986. 24 с.
3. *Фирсенкова В.М.* Динамика современных процессов сноса и аккумуляции на Курском опытном полигоне // Геоморфология. 1993. № 3. С. 99–107.
4. *Хмелева Н.В., Самойлова А.А.* Опыт оценки роли современных осадков при стационарных исследованиях экзогенных процессов в горах // Геоморфология. 1993. № 4. С. 61–66.
5. *Борсук О.А., Спасская И.И., Тимофеев Д.А.* Вопросы динамической геоморфологии // Итоги науки и техники. Сер. Геоморфология. Т. 5. М.: ВИНТИ, 1977. 148 с.
6. *Козлова А.Е.* Влияние климатического фактора на интенсивность овражной эрозии (на примере равнин Тургай) // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 208–209.
7. *Миронова Е.А., Сетунская Л.Е.* Процессы развития оврагов по данным полевых наблюдений // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 215–216.
8. *Миронова Е.А., Сетунская Л.Е.* Некоторые результаты изучения роста оврагов на Приволжской возвышенности // Геоморфология. 1974. № 3. С. 74–82.
9. Метеорологические ежегодники: 1978–1983 гг. Вып. 28; 1983–1990 гг. Вып. 29. ВНИИГМИ.
10. *Трегубов П.С., Брауде И.Д. и др.* Эрозия почв и борьба с ней в зонах преобладания стока талых вод // Эрозия почв и борьба с ней. М.: Колос, 1980. С. 97–124.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
09.12.94

METEOROLOGICAL FACTOR IN REGRESSIVE EROSION IN THE SOUTH-WEST OF THE MOSCOW REGION

S.I. BOLYSOV, N.V. TARZAEVA

S u m m a r y

For 15 years observations of more than 75 heads of small erosional landforms development were carried out within a large Satino erosional station (the Protva River basin) using fixed markers technique. The observations provided not only new data on dynamics and morphology of small erosional landforms within the Moscow glaciation marginal zone, but also enabled to compare the quantitative information on the gully development with the meteorological materials of VNIGMI. The following meteorological characteristics appear to have bearing on the erosion activation: water stored in snow at the beginning of melting in excess of 90 mm; spring coming with a rush in case of the low ice content in the soil or slow spring in case of high ice content. The results prove the spring snow melting to be of primary importance for headward growth of small erosional forms as compared with rain-induced erosion.