

16. Дегтярев К.С., Лобанов А.И., Фаустова М.А. Гляциоморфологическое строение центральной части Тверской области в связи с границей последнего оледенения // Тез. докл. 6 литол. школы. Саранск, 1993. С. 34–35.
17. Арманд Д.Л. Естественный эрозионный процесс // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1955. № 6. С. 3–17.
18. Заславский М.Н. Эрозиоведение. М.: Высш. шк., 1983. 224 с.
19. Физико-географический атлас мира. М.: АН СССР–ГУГК, 1964. 298 с.
20. Фаустова М.А. Рельеф и отложения Ловатской лопасти последнего ледникового покрова. Автореферат дис. ... канд. геогр. наук. М.: Институт географии АН СССР, 1972. 228 с.
21. Geomorphology of Finland // Norden. Man and environment. Berlin. Stuttgart: Gebruder Borntraeger, 1987. P. 127–134.
22. Szupryczynsky J. The development of Holocene erosional valleys on the slopes of the river Wda outwash plain // Biul peryglacialny. 1986. № 31. P. 261–273.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию

15.03.94

TENDENCIES IN EVOLUTION OF THE VALDAI GLACIAL MORPHOSCULPTURE

K.S. DEGTAREV, M.A. FAUSTOVA

S u m m a r y

Glacial morphosculpture at the north-west of the Russian Plain is transformed by exogenic processes since the late glacial up to the present time. The rate and direction of the transformation appeared to be different in different type of the morphosculpture, the type of relief being of more importance than the age.

УДК 551.435.11(477.75)

© 1996 г. А.А. КЛЮКИН

БАЛАНС НАНОСОВ В БАСЕЙНЕ р. ВОРОН (КРЫМСКИЕ ГОРЫ)

Баланс наносов – важнейшее звено в изучении динамики речных бассейнов – фундаментальной проблемы географии [1]. Попытки составления баланса предпринимались неоднократно [2]. Стационарные исследования показали, что для балансовых расчетов необходимы скорости экзогенных процессов, оценки бассейновой и русловой, механической и химической, поверхностной и подземной денудации и аккумуляции. Баланс рассчитывают для конкретных лет или периодов по фактическим или средним значениям денудации и аккумуляции, полученным с помощью прямых и косвенных методов. В связи с несовершенством методов исследования, расчеты баланса наносов являются пока весьма примерными – ориентировочными. Они выполнены, как правило, для бассейнов малых рек, где в течение многих лет велись стационарные исследования [3–9]. Несмотря на известные недостатки, балансовые исследования позволяют увидеть целостную систему экзогенных процессов, их роль в нисходящем литодинамическом потоке вещества, выявить неучтенные статьи прихода и расхода, долю денудации и аккумуляции, установить тенденции изменения структуры и динамики эрозионных систем, получить результаты, необходимые для решения многих прикладных задач.

Бассейн р. Ворон (54,38 км²) находится на юго-восточном склоне Главной гряды и является типичным речным бассейном Крымских гор. Его дренирует небольшая р. Ворон, впадающая в Черное море. В 5 км от устья она принимает левый приток – р. Ай-Серез.

В речном бассейне в 1964–1995 гг. велись наблюдения за экзогенными процессами, выявлены их параметры, проведена типизация склонов и эрозионных образований [10–14]. Полученных данных достаточно для расчета баланса наносов. Это актуальная задача, поскольку выносы рек и временных водотоков составляют значительную долю в приходной статье баланса наносов береговой зоны Черного моря и ее изменение сказывается на ширине пляжей и интенсивности абразии. Статья посвящена балансу наносов и его изменению в типичном речном бассейне Крымских гор во второй половине XX в.

Бассейн р. Ворон суживается от верховьев к низовьям с 7 до 2 км. В том же направлении водоразделы снижаются с 873 до 100–300 м, а глубина долин уменьшается от 400 до 200 м. Эрозионная сеть бассейна включает ложбины, лощины, балки, овраги, долины временных водотоков, ручьев и рек. Верховья бассейна расположены в лесном, а средняя часть и низовья – в лесостепном поясе. Граница между ними проходит на высоте 300–400 м над ур. моря. Количество атмосферных осадков возрастает от низовьев к верховьям бассейна с 350 до 800 мм/год. Осадки выпадают неравномерно, преимущественно в жидком виде. Их максимум приходится на лето. В засушливые периоды реки Ворон и Ай-Серез пересыхают, а во время ливней превращаются в бурные потоки, скорость которых достигает 2–3 м/с, а расход – 50–100 м³/с. В последние 40 лет мощные разрушительные потоки в бассейне не формировались.

По строению, морфологии, ландшафтам, особенностям проявления денудации и аккумуляции бассейн разделен на три участка: верхний, средний и нижний. Верхний участок (4–5 км) представляет собой водосборные воронки рек, выработанные в верхнеюрском (титонском) флише, расчлененные ложбинами, лощинами, балками и долинами ручьев, покрытые бурыми горно-лесными почвами и лесом. Средний уклон русел составляет 113‰. В нижней части лесного пояса, где уклон уменьшается, в долинах появляются поймы шириной 10–50 м, сложенные валунно-галечным аллювием мощностью до 5–10 м. В пределах среднего участка (1,5–2 км) реки разрезают поперек моноклиальную гряду из крепких верхнеюрских конгломератов с линзами песчаников и известняков, в связи с чем долины суживаются, приобретают ущельевидный облик. Склоны долин и гряд расчленены оврагами, покрыты фриганой и шибляковой растительностью. Уклоны русел рек составляют в среднем 30‰. Русла врезаются в днище шириной 50–100 м, сложенное галечниками мощностью 10–20 м, образованное поймой, конусами выноса и первой речной террасой. На них построены села Ворон и Междуречье. Нижний, самый протяженный (7–8 км) участок бассейна выработан в терригенных флишевых и флишеидных отложениях верхнего триаса, нижней и отчасти средней юры, основным компонентом которых является податливый к выветриванию аргиллит. Поверхность покрыта эродированными коричневыми почвами и лесостепной растительностью (шибляком). В растительном покрове чередуются куртины пушистодубово-грабинникового редколесья со степными сообществами и томилярами. Речные долины расширяются, приобретают U-образный профиль. Их склоны, изрезанные густой сетью оврагов, лощин и балок, переходят в широкое (200–600 м) днище, образованное поймой, конусами выноса, делювиально-пролювиальными шлейфами и низкими речными террасами. В неглубоком ящикообразном эрозионном понижении днища меандрируют русла пересыхающих рек. Их средний уклон составляет 24‰. Днище сложено суглинисто-крупно-обломочными аллювиальными и пролювиальными отложениями мощностью 20–40 м, накопившимися в конце плейстоцена и в голоцене. В них поглощается часть меженного стока.

Антропогенное воздействие на ландшафты бассейна р. Ворон началось около 3 тыс. лет назад, усилилось в средневековье и приобрело катастрофический характер в XIX–XX вв., в связи с ростом сел, вырубкой леса, распашкой склонов и выпасом скота. В последние 40 лет в бассейне создаются плотины и пруды, нарезаются и засаживаются соснами искусственные террасы, спрямляются, обваловываются и укрепляются стенками русла водотоков, увеличиваются за счет срезания склонов площади сельхозугодий.

Бассейн состоит из природных, природно-антропогенных и антропогенных стокоформирующих ландшафтов. Первые характерны в лесном, вторые – в лесостепном поясе, а третьи – в днищах долин. Днища практически полностью заняты агроландшафтами, в которых доминирующей культурой является виноград.

Эрозионная система бассейна р. Ворон разделена по карте м-ба 1 : 10000 на семь порядков (табл. 1, порядки эрозионных форм даны по А.Н. Стралеру). Основные черты

Характеристика эрозионной системы бассейна р. Ворон

Порядок	Эрозионные формы	Количество		Длина			Густота расчленения		Средний уклон, ‰
		шт.	%	общая, км	%	средняя, км	шт/км ²	км/км ²	
1	Ложбины, лощины, овраги	2156	80,2	246,2	62,1	0,11	42,74	4,88	425
2	Овраги, лощины, балки	427	15,9	81,9	20,7	0,19	8,47	1,62	252
3	Балки, овраги	83	3,1	34,9	8,8	0,42	1,65	0,69	155
4	Балки, долины временных водотоков	15	0,6	17,6	4,4	1,17	0,30	0,35	87
5	Долины рек и временных водотоков	4	0,1	3,1	0,8	0,78	0,08	0,06	40
6	Долины рек	2	0,1	7,8	2,0	3,90	0,04	0,15	34
7	Долины рек	1	0,0	5,1	1,3	5,10	0,02	0,10	22
	Всего	2688	100	396,6	100,1	0,15	53,29	7,86	48
	В лесном поясе:	655	24,4	133,4	33,6	0,20	30,6	6,23	120
	В лесостепном поясе:	2033	75,6	263,2	66,4	0,13	70,01	9,06	25

вертикального расчленения рельефа созданы долинами 4–7-го порядка, а горизонтального расчленения – эрозионными формами 1–3-го порядка, на долю которых приходится 99,2% количества звеньев и 91,6% общей длины эрозионной системы. В лесном поясе это преимущественно балки и лощины, а в лесостепном – овраги. Их глубина обычно не превышает 50 м. Средние значения площади, глубины, длины и уклона тальвегов мелких звеньев эрозионной сети уменьшаются от лесных к лесостепным ландшафтам. В том же направлении возрастает густота расчленения рельефа.

В бассейне р. Ворон характерны выпуклые и выпукло-вогнутые, короткие и средней длины эрозионные склоны крутизной 10–60°, на которых проявляются площадные (делювиальный смыл, осыпной снос, крип) и локальные (оползни, камнепады и обвалы, карст, дефляция, биогенная денудация) процессы. На плантациях во время ливней происходят капельная эрозия и струйчатый размыв, а при распахке в направлении наклона – стаскивание почв вниз прицепными сельскохозяйственными орудиями.

Внешний облик делювиальных и осыпных склонов, господствующих в рельефе, снижающихся посредством удаления с поверхности частиц почв и элювия, свидетельствует о слабой, средней или значительной скорости современной денудации. В сходных ландшафтных условиях признаками-индикаторами динамических состояний склонов – видов денудационных склонов – служат состав и строение поверхностного горизонта почв или элювия, угол наклона, проективное покрытие или сомкнутость растительного покрова [10]. Чем полнее почвенный профиль, положе поверхность и гуще растительность, тем медленнее снижается склон. В характерных ландшафтах выделены виды склонов, установлены граничные и средние значения признаков-индикаторов, являющихся одновременно условиями развития денудации (табл. 2). По ним склоны опознаются на местности, топокартах и аэрофотоснимках.

С помощью системы методов (дендрохронологический, фотометод, площадки-ловушки, микронивелировочные площадки) определена величина снижения поверхности и рассчитаны среднегодовые скорости денудации каждого вида склонов за интервал времени от 11–30 до 51–105 лет [11–14]. По среднегодовой скорости денудации, средней плотности грунта в интервале 0–5 см и истинной площади склонов каждого вида рассчитана механическая бассейновая денудация (табл. 3). Она складывается из массы отложений, сносимых площадными и локальными склоновыми процессами. Со склонов площадью

Характеристика денудационных склонов, сложенных флишем

Виды склонов	Склоновые процессы	Гранулометрический состав (0–5 см), %			Характеристика склонов ¹	
		крупнообломочный компонент (> 2 мм)	мелкозем (< 2 мм)	глинистая фракция (< 0,005 мм)	крутизна, град	проективное покрытие, %; сомкнутость (бал.)

Лесной пояс, верхнеюрский флиш

1	Плоскостной сток и смыв	0,3	99,7	30,7	<u>20</u> 5–30	<u>90(08)</u> 75–100
2	Капельная эрозия и струйчатый размыв	36,1	63,9	8,5	<u>25</u> 20–32	<u>54</u> 20–75
3	Капельная эрозия, струйчатый размыв и крип	23,2	76,8	11,0	<u>38</u> 33–46	<u>8</u> 0–20
4	Осыпной снос и струйчатый размыв	69,3	30,7	0,4	<u>56</u> 47–80	<u>1</u> 0–5

Лесостепной пояс, флиш верхнего триаса – нижней юры

1	Плоскостной сток и смыв	31,4	68,6	21,1	<u>11</u> 3–19	<u>94(07)</u> 75–100
2	Капельная эрозия и струйчатый размыв	39,9	60,1	13,5	<u>24</u> 20–30	<u>62</u> 30–75
3	Капельная эрозия, струйчатый размыв и крип	49,0	51,0	8,3	<u>35</u> 31–38	<u>21</u> 1–30
4	Осыпной снос и струйчатый размыв	89,0	11,0	1,1	<u>47</u> 39–70	<u>1</u> 0–5

¹ В числителе – средние, в знаменателе – граничные значения.

50,52 км² перемещается в среднем за год 60,3 тыс.т обломочного материала, из них 16,4% – в лесном и 83,6% – в лесостепном поясе (табл. 4). Около 77,7% всей массы дают склоны лесостепного пояса, сложенные флишем, занимающие 39,2% площади. Средний модуль сноса со склонов бассейна составил 1194 т/км² год. На флишевых склонах лесостепного пояса он увеличивается почти в 2 раза, а в лесном поясе уменьшается более чем в 2 раза.

В лесном поясе денудация происходит в основном в природных условиях. Антропогенные объекты – искусственные террасы, пашня, пруды, дороги, выгоны и сенокосы – занимают не более 7% площади. Около 68% территории приходится на склоны 1-го вида, снижающиеся плоскостным стоком и очень слабым плоскостным смывом на 0,02–0,04 мм/год. Интенсивная денудация в виде осыпного сноса, крипа, струйчатой и капельной эрозии проявляется на крутых бортах долин и оврагов. Последние характерны вблизи сел у нижней границы лесного пояса, где ландшафты испытали антропогенное воздействие. В бассейновой денудации заметна доля локальных оползневых процессов. На склонах под лесом находится не менее 15 мелких временно стабильных оползней общей массой около 20 тыс.т и один крупный массой 700 тыс.т, активизировавшийся в 1992 г. после периода длительного покоя. Но оползневые процессы, камнепады и обвалы проявляются редко – во влажные годы.

В лесостепном поясе бассейновая денудация происходит в природно-антропогенных условиях. Антропогенные воздействия резко уменьшились в 50–70-е годы и возросли в годы перестройки. По склонам перемещается в среднем 50,4 тыс.т обломочного материала в год. Из них 33,7 тыс.т (67%) дают осыпные склоны, сложенные флишем таврической серии, занимающие лишь 3,9% площади склонов лесостепного пояса и 2,2% площади всех склонов бассейна. Короткие крутые склоны 4- и 3-го видов, подверженные сильной денудации, вытянуты вдоль тальвегов оврагов 1–3-го порядка. Под ними формируются размываемые осыпи дресвяно-щебнистого состава с 10–40% мелкоземистого заполнителя.

Механическая денудация склонов бассейна р. Ворон

Виды склонов и экзогенные процессы ¹	Площадь		Средняя скорость денудации, V , мм/год	Плотность грунта, ρ , т/м ³	Величина денудации		
					объемная, $W_0 = 1000 \cdot P \cdot V$, м ³ /год	по массе, $W = W_0 \cdot J$, т/год	Средний модуль сноса
	по карте P , км ²	истинная, $P = P_a / \cos \alpha$					по объему $M_0 = 1000V$, м ³ /км ² · год
		км ²	%				по массе $M = M_0 \cdot \rho$, т/км ² · год
1А	13,55	14,42	28,5	0,04	1,00	577	40
1Б	7,82	8,10	16,0	0,02	1,90	416	20
1В	6,62	6,74	13,3	0,06	1,35	546	60
2А	0,35	0,39	0,8	0,40	1,25	195	400
2Б	3,36	3,68	7,3	0,12	1,10	927	120
2В	7,13	7,81	15,5	0,50	1,43	5584	500
3А	0,03	0,04	0,1	2,0; 3,9	1,65	149	715
3Б	2,80	3,27	6,5	0,29	1,70	1612	3693
3В	0,83	1,01	2,0	4,40	1,25	5555	493
4А	0,01	0,02	0,0	14,30	2,30	658	5500
4Б	0,44	0,97	1,9	0,33; 2,07; 7,27	2,55	2136	32 890
4В	0,76	1,11	2,2	13,20	2,30	872	2224
Камнепады и обвалы	0,02	0,06	0,1	—	2,40	33 700	30 360
Оползни	0,03	0,03	0,1	—	2,00	24	—
Эрозия на сельскохозяйственных землях	0,96	0,97	1,9	0,20	1,10	8000	—
Эрозия на террасированных склонах	1,85	1,90	3,8	0,00	1,20	213	220
Всего:	46,56	50,52	100,0	—	—	11	5
						31174	60 303
						—	—

¹ Виды склонов: А — на верхнеюрском флише, Б — на верхнеюрских конгломератах, В — на флише верхнего триаса — нижней юры.

Бассейновая денудация в разных условиях

Ландшафтный пояс	Горные породы	Площадь		Средняя денудация		Средний модуль сноса, т/км ² · год
		км	%	т/год	%	
Лесной	Флиш	16,05	31,8	8720	14,5	543
	Конгломераты	5,76	11,4	1144	1,9	199
Лесостепной	Конгломераты	8,90	17,6	3556	5,9	400
	Флиш	19,81	39,2	46 883	77,7	2367
Итого:		50,52	100,0	60 303	100,0	1194

Таблица 5

Соотношение русловой (W_p) и бассейновой (W_b) денудации в разных условиях

Ландшафтный пояс	Абсолютная высота, м	Порядок долин	Истинная площадь						Время, лет	W _p /W _б , %
			бассейна, км ²	видов денудационных склонов				аккумулятивных склонов		
				1	2	3	4			
Лесной	500	4	2,340	99,70	0,00	0,28	0,02	0,00	40	79,1
	300	2	0,009	42,80	42,92	8,57	4,29	1,42	10	14,6
Лесостепной	200	2	0,025	10,75	54,60	23,10	9,60	1,50	16	5,0
	200	3	0,039	29,60	36,20	18,10	13,10	3,00	16	8,3

Доля русловой эрозии в бассейновой денудации выявлена в четырех типичных эрозионных формах, перегороженных плотинами (табл. 5). В лесном поясе это долина 4-го порядка длиной 1,9 км и глубиной 100 м, открывающаяся к Воронскому пруду, у границы поясов – овраг 2-го порядка длиной 0,22 км и глубиной 10 м, а в лесостепном поясе – овраги 2–3-го порядка длиной 0,5 км и глубиной 20–25 м. Доля русловой эрозии возрастает с 5,0–8,3% в овраге лесостепного пояса до 14,6% – в овраге у границы поясов и 79,1% – в долине лесного пояса вслед за увеличением количества атмосферных осадков и модуля стока. В лесном поясе господствует русловая эрозия, а в лесостепном – склоновая денудация. Основная часть обломочного материала вынесена из оврагов лесостепного пояса на конусы рядовыми паводками за три периода, когда средняя многолетняя норма атмосферных осадков была превышена на 7–27%. В пролювии конусов выноса содержится около 80–90% дресвы и щебня, что свидетельствует о размыве продуктов денудации, сносимых преимущественно со склонов 4- и 3-го видов.

Редкие рядовые паводки не могут очистить овраги лесостепного пояса от наносов, в связи с чем осыпи и делювий все больше и больше покрывают поверхность наиболее продуктивных склонов, а масса продуктов сноса уменьшается. Значительная часть отложений, перемещаемых по склонам, задерживается в куртинах деревьев и кустарников, у отдельных растений, камней и т.д. Точно так же часть пролювии, переносимого рядовыми паводками, не выбрасывается на конусы, а перераспределяется вдоль тальвегов и аккумулируется у локальных препятствий, в местах уменьшения уклона и в расширениях днищ. Наносы закрепляются растительностью, что способствует их удержанию в течение более или менее продолжительного времени. В притальвежной полосе многих оврагов сейчас накопилось отложений в несколько раз больше, чем было вынесено рядовыми паводками на конусы выноса за последние 10–20 лет. Мощные ливневые паводки с расходом более 1 м³/с, способные очистить овраги, образуются редко. Они выбрасывают на конусы выноса за короткое время больше обломочного материала, чем за 10–20 обычных лет. Такие паводки формировались чаще в 1948–1969 гг. и реже – в 1970–1995 гг.

Отложения, выносимые из балок и оврагов лесостепного пояса, образуют конусы выноса и пролювиальные шлейфы, которые спускаются к поймам рек, повсеместно распаханы и превращены в виноградные плантации. Для пропуска паводков через сельхозугодья сооружают обвалованные каналы, но они быстро заносятся, вовремя не чистятся и не обеспечивают беспрепятственный транзит стока. Только 30–35% жидкого стока и 10–20% преимущественно мелких продуктов денудации, выносимых из балок и оврагов, достигают русел рек.

В результате продолжительной регрессивной аккумуляции сократились длина и площадь или затерли отдельные звенья эрозионных систем 4–2-го порядка. Этот процесс усилился в XX в. в связи с искусственным выравниванием рельефа. Длина многих эрозионных форм сократилась на 50–200 м, а некоторых – на 200–500 м. Эрозионные системы 4–3-го порядка распались на более мелкие звенья, которые открываются к конусам выноса, делювиально-пролювиальным шлейфам и искусственным террасам, достроившим сбоку и сверху днища речных долин. Эти и другие причины привели к уменьшению стока, увеличению продолжительности пересыхания русел рек, исчезновению части родников, показанных на карте масштаба 1:42000, изданной в 1913 г., и заболоченных участков, упоминаемых в работах прошлых лет [15].

Днища свойственны долинам 5–7-го порядка. В лесном поясе они узкие и состоят из поймы, а в лесостепном – широкие – включают пойму, конусы выноса, делювиально-пролювиальные шлейфы и низкие речные террасы. Крутизна таких сложно построенных днищ увеличивается от русла к склонам от 1–2 до 5–8°. Вдоль них вытянут слабо извилистый донный врез глубиной 1–3 м, шириной 10–30 м, выработанный в мощном аллювии и пролювии, занятый руслом и низкой поймой. Русловый аллювий состоит из гравия и гальки с 5–10% песка.

Небольшие реки практически не способны эродировать русло и перемещать сколько-нибудь значительное количество наносов. Эту функцию выполняют паводки. Малые паводки (менее 3 м³/с) формируются почти ежегодно, но их роль в эрозионно-аккумулятивном процессе невелика. Средние по мощности паводки (3–30 м³/с) случаются 1–2 раза в 10 лет. Они частично или полностью заливают донный эрозионный врез, но за его пределы не выходят. Значительные паводки (30–100 м³/с) образуются несколько раз в столетие, имеют высоту 2–3,5 м, не вмещаются во врез, срезают излучины, заливают пойму, покрывают ее аллювием мощностью до 0,5–1 м и сильно перерабатывают рельеф днищ долин в полосе шириной около 100 м.

Речные паводки практически не соприкасаются и не взаимодействуют со склонами долин 6–7-го порядка. Они размывают мощный аллювий, перераспределяют его вдоль русла и частично выносят в море. В местах локального увеличения уклона или сужения ложбины стока преобладает глубинная эрозия (до 10 м³/пог.м), у вогнутых берегов излучин – боковая эрозия (до 10–20 м³/пог.м), а в местах уменьшения уклона и расширения русла – аккумуляция аллювия. Во время средних и больших паводков плесовые ложбины углубляются до 1–1,3 м, а при спаде паводков вновь заносятся аллювием. В результате временного обнажения фундаментов отседают и обрушиваются берегоукрепительные стены. На отдельных участках поток настолько насыщается наносами, что может трансформироваться в водно-каменный сель. Разрушительные потоки в 1948 и 1956 гг. перемещали более 100 тыс.м³ наносов и около 20–30% объема вынесли в море.

По долине р. Ворон в XX в. прошли 4 больших паводка и селя, примерно 20 средних и более 100 малых паводков. Они выносили в акваторию ориентировочно по 20–60, 5–10 и 0,5–1 тыс.м³ наносов, что с учетом меженного стока составит около 450 тыс.м³ (780 тыс.т), или в среднем 4,5 тыс.м³/год (7,8 тыс.т/год) и соответствует снижению поверхности бассейна в среднем на 0,08 мм/год. Близкое значение получено ранее другим методом [16].

Отложения речных паводков и селей образуют конусы, выступающие в акваторию до 50–100 м, но быстро размываемые. Объем их видимой части не превышает 5–10 тыс.м³. Реальный объем выносов гораздо больше за счет подводного продолжения конусов до изобаты 5 м и рассеивания обильных взвесей на значительной площади. Из всех отложений, поступивших в акваторию из долин и с продуктами абразии, только около 30% составляют крупнообломочные частицы – основное питание югобережных пляжей. В периоды снижения частоты и мощности паводков их не хватает для покрытия потерь, связанных с истиранием и угоном части наносов вдоль берега, в связи с чем пляжи сокращаются, а абразия растет. Такой период длится уже около 25 лет. За это время на

1,9 км² площади склонов бассейна р. Ворон были нарезаны искусственные террасы и посажены лесокультуры, а в эрозионных формах построено более 10 плотин. С учетом плотин и водоемов, созданных ранее, поверхностный сток оказался зарегулирован на 19,9% площади бассейна и на 15% площади лесного пояса – основной области формирования жидкого стока паводков. Увеличилась площадь распаханных склонов, были перепланированы многие виноградники. Большинство плантаций расположено на пологих (2–5°) поверхностях и обрабатывается поперек линий тока, что препятствует стоку, смыву и размыву. В связи с интенсивной эксплуатацией подрусловых грунтовых вод возросла фильтрация речного стока в аллювий. При учете этих и других факторов потери жидкого руслового стока возрастут до 25–26%. Кроме того, боковую эрозию потоков сдерживают берегоукрепительные стены протяженностью 6 тыс. пог.м, построенные за последние 30 лет. Антропогенное влияние отразилось на уменьшении мощности паводков, но не могло исключить возможность их формирования. Снижение мощности и частоты паводков после 1969 г. связано как с антропогенным фактором, так и с циклическим изменением климата – реже стали выпадать интенсивные ливни, охватывающие весь бассейн или его значительную верхнюю часть.

Таким образом, в бассейне р. Ворон выделены три стокоформирующих ландшафта. В долинно-балочном лесном низкогорье формируется жидкий сток рек, в овражно-балочном лесостепном мелкогорье – жидкий и твердый сток временных водотоков, а в долинно-террасовом рельефе с агроландшафтами – твердый сток рек, происходят русловая эрозия и аккумуляция делювия, пролювия и аллювия. По склонам бассейна перемещается ежегодно в среднем 60,3 тыс. т отложений, около 4–5 тыс. т поступает из мелких звеньев эрозионной сети и аккумулируется на конусах выноса и делювиально-пролювиальных шлейфах, около 8 тыс. т р. Ворон выносит в Черное море. Значительная часть продуктов бассейновой и русловой денудации перераспределяется и задерживается на склонах, в тальвегах, руслах, на конусах выноса, делювиально-пролювиальных шлейфах и поймах. Выявленные закономерности и условия формирования твердого стока характерны для значительной части речных бассейнов Крымских гор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меняющийся мир: Географический подход к изучению: советско-американский проект / Под ред. Дж.Р. Матер и Г.В. Сдасюк. М.: Прогресс, 1991. 392 с.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1984. 264 с.
3. Иверонова М.И. Опыт количественного анализа процессов современной денудации // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1969. № 2. С. 13–24.
4. Walling D.E., Webb B.W. Material transport by the World's rivers: evolving perspectives // JAHN Publ. 1987. № 164. P. 313–329.
5. Phillips Jonathan D. Fluvial sediment budgets in the North Carolina Piedmont // Geomorphology. 1991. V. 4. № 3–4. P. 231–241.
6. Миллимэн Дж.Д. Речные наносы в прибрежных акваториях: поступление, дальнейшее перемещение и распределение // Природа и ресурсы. 1991. Т. 27. № 1–2. С. 12–22.
7. Ажигиров А.А. О роли различных денудационных процессов в развитии склонов на северо-западном Кавказе // Геоморфология. 1991. № 2. С. 46–52.
8. Голосов В.Н., Иванова Н.Н., Литвин Л.Ф., Сидорчук А.Ю. Баланс наносов в речных бассейнах и деградация рек Русской равнины // Геоморфология. 1992. № 4. С. 62–71.
9. Антонов С.И., Голосов В.Н. Особенности использования балансового подхода при стационарных исследованиях современных геоморфологических процессов в речном бассейне // Геоморфология. 1994. № 2. С. 63–71.
10. Ключин А.А., Толстых Е.А. Изучение скорости современной денудации склонов гор // Геоморфология. 1977. № 2. С. 62–69.
11. Ключин А.А., Новиков В.Е., Толстых Е.А. Формирование осыпей в оврагах флишевого низкогорья Крыма // Проблемы изучения экзогенных геологических процессов. Минск: БелНИГРИ, 1981. С. 102–106.
12. Корженевский В.В., Ключин А.А., Толстых Е.А. Растительность как индикатор скорости склоновых процессов флишевого низкогорья Крыма // Экология. 1983. № 4. С. 24–29.
13. Новиков В.Е., Ключин А.А. Опыт изучения скорости денудации склонов методом микроинвентаризации на стационаре "Ворон" в восточном Крыму // Геоморфология. 1989. № 1. С. 56–61.

14. Клюкин А.А. Денудация склонов эрозионных форм рельефа Крыма, выработанных в конгломератах // Геоморфология. 1992. № 3. С. 71–78.
15. Рухлов Н.В. Обзор речных долин горной части Крыма. СПб, 1915. 491 с.
16. Благоволин Н.С., Клюкин А.А. Скорость современной денудации Крымских гор // Геоморфология. 1987. № 4. С. 42–49.

Симферопольский университет

Поступила в редакцию
29.12.95

SEDIMENT BUDGET IN THE VORON RIVER DRAINAGE BASIN (THE CRIMEA MOUNTAINS)

A.A. KLYUKIN

Summary

3 discharge-forming landscapes are identified within the Voron River drainage basin (54,4 sq.km). The quantity of deposits moved annually down the slopes in the basin amounts to 60,3 thousand tons, some 5 thousand tons are removed from gullies onto their fans, and the river evacuates about 8 thousand tons into the Black Sea. A considerable portion of the products of denudation and river erosion is deposited on slopes, then redeposited by streams and form floodplains.

УДК 551.435.06(235.35)

© 1996 г. Ю.В. РЫЖОВ

РОЛЬ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В РАЗВИТИИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИБАЙКАЛЬЕ¹

В последние годы в науках о Земле наметилась тенденция отхода от длительного времени господствовавших градуалистических концепций в развитии [1]. Геоморфологов все более интересуют "резкие революционные изменения, пороговые ситуации, экстремальные процессы и условия развития рельефа" [2, с. 41–42]. Резкие скачкообразные изменения в рельефе земной поверхности обусловлены экстремальными метеорологическими явлениями (ЭМЯ), землетрясениями, извержениями вулканов. По Л. Старкелю [3], экстремальными явлениями считают такие, которые повторяются один раз в несколько десятков или сотен лет и нарушают динамическое равновесие формы, образующейся в результате процессов, характерных для морфоклиматической зоны или сохранившихся от более раннего (как правило, предшествующего) времени. Интенсивность и частота повторяемости экстремальных явлений намного выше в среде с нарушенным равновесием, где следует опасаться ускоренной эрозии.

В Прибайкалье и Забайкалье к событиям, вызывающим резкое усиление темпов смыва и размыва почв, относятся: 1) короткие ливни с максимальной интенсивностью 1 мм/мин и более и слоем осадков свыше 20 мм; 2) продолжительные осадки, когда за несколько дней может их выпасть 100–200 мм (30–100% годовой нормы); 3) сильные весенние снегопады и наступившее затем бурное снеготаяние [4]. В результате с пахотных угодий сносится слой почвы в несколько миллиметров, образуются новые промоины и овраги, омолаживаются старые эрозионные формы. На малых реках отмечаются наводнения и сели. По своему воздействию ЭМЯ близки к особо опасным явлениям погоды. К последним относятся сильные ливни (более 30 мм за 1 час) и обильные дожди, полусуточная сумма которых превышает 30 мм [5]. Рассмотрим роль ЭМЯ в развитии форм размыва на примере Баргузинской

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (94-05-16407а, 94-05-16408а).