

Процесс эрозионного врезания рек как одно из проявлений функционирования береговых морфосистем

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва
e-mail: Eather86@mail.ru

Аннотация. Подсчитан эрозионный врез для водотоков различных районов прибрежной зоны Крыма. Результаты представлены в числовом и графическом виде и сравнены; выявлены различия как между различными районами, так и внутри них. Выявлены причины этих различий. Средние величины эрозионного вреза для водотоков разных регионов Крыма различаются в несколько раз, что определяется общим характером рельефа, и, в меньшей степени, литологией подстилающих пород. Наибольший эрозионный врез и особо сильные внутрорегиональные отличия характерны для Южного берега Крыма. Наименьший средний эрозионный врез характерен для водотоков Северо-западного Крыма, что объясняется равнинностью его территории.

Ключевые слова: Крым, береговые морфосистемы, прибрежная зона, эрозионный врез.

Введение

Флювиальные процессы, и, в частности, глубинная (донная) эрозия водотоков – важнейшая составляющая геоморфологической динамики любого региона. Вместе с боковой эрозией они определяют общий объем твердого стока рек, который для большинства берегов мира является основным приходным элементом в балансе наносов. От скорости донной эрозии в какой-то мере зависят скорости развития малых эрозионных форм, которые во многом случаях являются серьезной проблемой для сельскохозяйственного и других типов природопользования.

Берег Крыма (в широком смысле этого слова) является совокупностью береговых морфосистем. Под «береговой морфосистемой» такой участок береговой зоны, который образует единое морфолитодинамическое целое с прилегающей к нему частью приморья (или прибрежья) и взморья, с которыми он в ходе современного рельефообразования обменивается потоками вещества и энергии [1]. Под функционированием береговой морфосистемы понимают все происходящие в ней процессы. Временные и постоянные водотоки являются важнейшим фактором функционирования береговых морфосистем, их твердый сток – ключевым компонентом приходной части баланса наносов в береговой зоне. Это было отмечено в работах исследователей, посвященных Крымским берегам, в частности, Игнатова Е.И., Иванова В.А. [2,3], Благоволина Н.С. [4], Шуйского Ю.Д. [5,6,7], и многих других.

Водотоки разных регионов Крыма имеют свои особенности, в частности, различные скорости эрозионного врезания, что связано с макрорельефными различиями, свойствами подстилающих пород, гидрологическими свойствами водотоков и некоторыми другими факторами.

Объект исследования - эрозионный врез временных и постоянных водотоков Крыма.

Предмет исследования: его количественная оценка для береговых морфосистем разных регионов Крыма и ее анализ, в том числе сравнительный.

Цель исследования - выявить различия в величине эрозионного вреза водотоков для береговых морфосистем разных регионов Крыма и внутри них, и проанализировать их причины, либо показать, что особых различий нет.

Задачи:

-количественная оценка (в графическом и числовом выражении) величины эрозионного вреза для разных регионов Крыма и ее анализ

-сравнительный анализ полученных результатов

-выявление общих зависимостей и закономерностей, связанных с эрозионным врезом водотоков полуострова.

Материалы и методы

С момента образования береговых морфосистем Крыма в их современном виде (около 5 тысяч лет назад, когда установился близкий к современному уровень Черного моря) имеет место стремление временных и постоянных водотоков достичь установленного тогда уровнем моря базиса эрозии, которая реализуется с помощью механизма донной эрозии. Величину врезания водотоков за некоторый период времени при помощи глубинной эрозии называют эрозионным врезом [8]. Его можно рассчитать сопоставление продольных профилей водотоков (талвегов) и смежных с ними водоразделов. Таким образом, можно получить величину эрозионного вреза на любой высоте. Точность результата определяется здесь степенью обоснованности выбора водораздела и точностью построения продольных

профилей водотоков и водоразделов. Последняя, в свою очередь, зависит от точности проведенных линий тальвегов и водоразделов на карте.

Анализ профилей соответствующих и расположенных попарно тальвегов и водоразделов подразумевает выявление различий в величине эрозионного вреза в пределах одного геоморфологического района, а также между различными районами. В первом случае различия объясняются разницей в литологии подстилающих пород, во втором - различиями в общей морфологии рельефа.

Результаты и обсуждение

Эрозионный врез был рассчитан для каждого района прибрежной зоны Крыма. Существует несколько районирований прибрежной зоны полуострова; в работе использовалась то, которое было выполнено Зенковичем В.П. По Зенковичу, Крымские берега вошли в следующие области:

1. Западно-Крымская (Бакал-Балаклава)
2. Южно-Крымская (Балаклава-Феодосия)
3. Керченско-Таманская (из 210 км берегов 144 км здесь составляют берега Керченского полуострова).
4. Днепровско-Каркинитская (большая часть берегов, которые входят в эту область, не являются крымскими, но сюда включают и берега северо-западной части полуострова, от о-ва Бакал)[9].

В работе была подсчитана величина эрозионного вреза для некоторых водотоков различных частей Крыма.

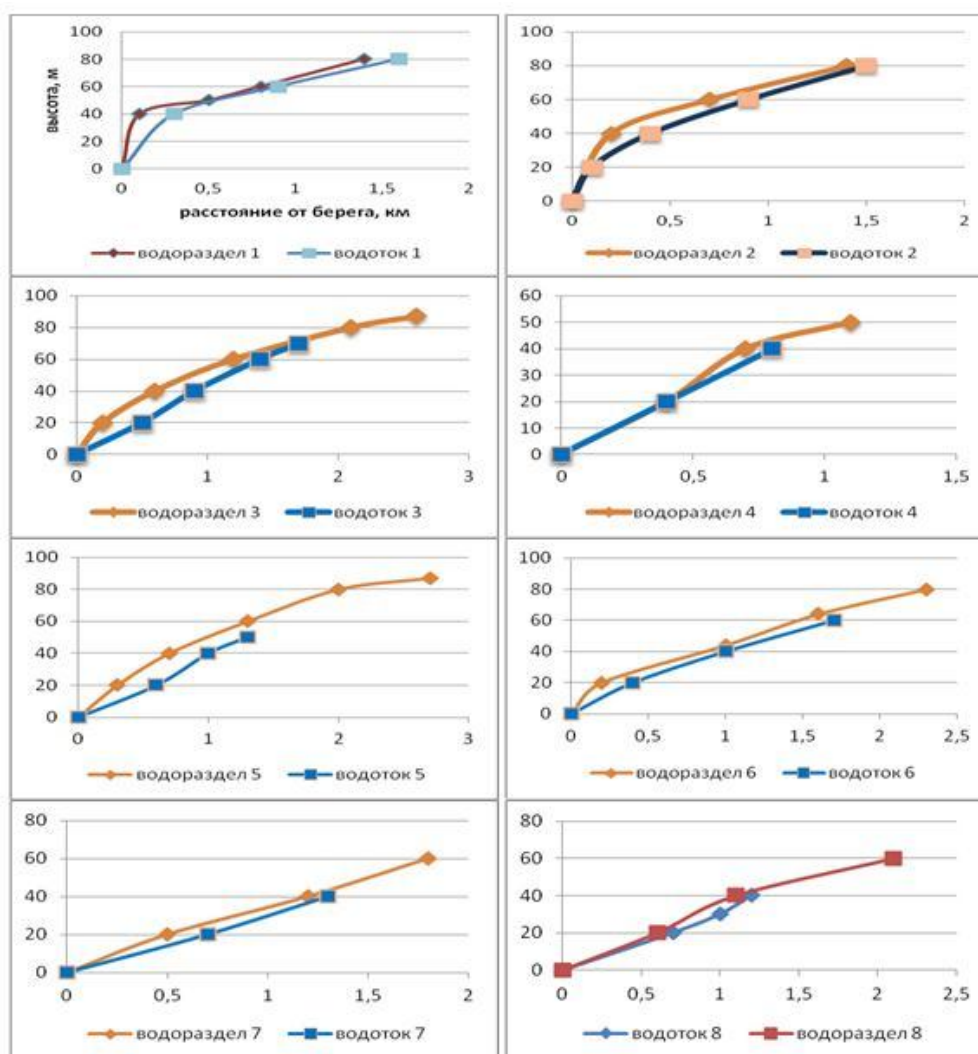


Рис. 1. Продольные профили через тальвеги и смежные с ними водоразделы западной части Южного Тарханкута (Западно-Крымская область).(на оси X- расстояние от берега, в километрах, на оси Y – абсолютная высота в метрах)

Таблица 1.

Эрозионный врез некоторых водотоков Южного Тарханкута (в метрах)

Высота, м Номер водотока	10	20	30	40	50
1	3	14	20	20	2
2	1	2	7	8	11
3	5	12	14	14	10
4			2	8	
5	8	10	11	12	11
6	5	7	6	4	5
7	3	4	5	4	
8	1	3	5	4	

Как видно из графиков, эрозионный врез обычно составляет первые метры, реже – до 10 метров, и очень редко - больше. Его величина заметно отличается как для разных водотоков, так и в пределах конкретно взятого водотока. В первом случае различия определяются гидрологическим режимом и свойствами размываемых пород, во втором последний фактор играет определяющую роль. Отметим, что из рассмотренных водотоков для первых трех характерна наибольшая крутизна склонов, по которым они протекают: длина всех водотоков примерно одинакова, истоки первых трех расположены на высотах 80-90 метров, остальных – 40-50 метров. Налицо зависимость между крутизной и глубиной эрозионного вреза, которой не подчиняется только водоток два. Возможные причины этого - его относительная молодость либо относительно высокая прочность подстилающих пород.

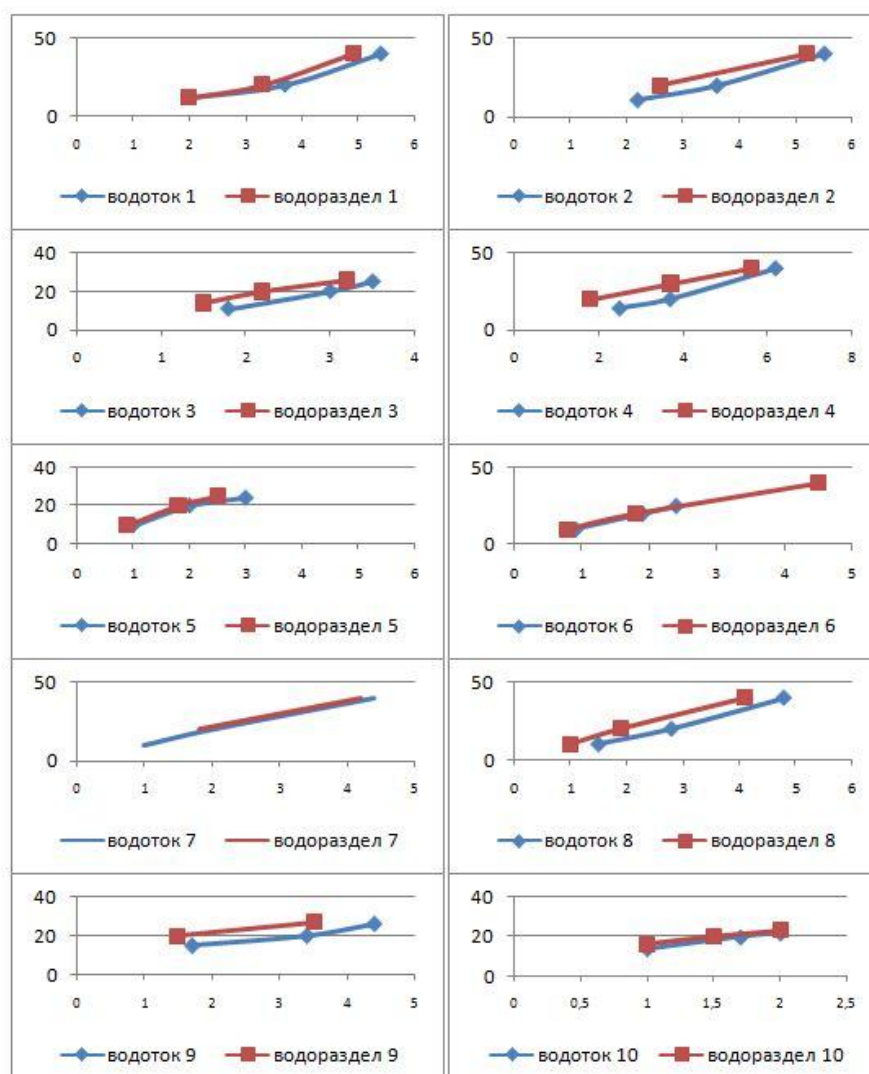


Рис. 2. Эрозионный врез водотоков к югу от Бакальской косы (участок берега от Славного до Северного, Западно-Крымская область). На оси X- расстояние от берега, в километрах, на оси Y – абсолютная высота в метрах

Таблица 2.

Эрозионный врез некоторых водотоков Северо-западного Крыма в метрах

Высота, м \ Номер водотока	10	20	30	40
1		3	5	7
2	5	7	6	4
3	7	4		
4		9	7	
5	1	2		
6	1	1		
7		1	1	1
8	5	7	7	6
9		7		
10		2		

Большинство водотоков на рассмотренном участке не достигает уреза и оканчивается конусами выноса. Этим объясняется снижение величины эрозионного вреза на 10-метровой высоте в сравнении с 20-метровой. В целом врез заметно меньше, чем на Тарханкуте, не говоря уже о Южном берегу, что объясняется равнинностью территории. Действительно, водотоки, как правило, имеют длину в 2-3 раза большую, чем рассмотренные танханкутские, но при этом истоки их расположены на меньших высотах. Сравнительно небольшая величина эрозионного вреза объясняется еще и тем, что рассмотренные водотоки, как правило, имеют первый порядок. Она, впрочем, могла бы быть еще меньше, если бы не слабая устойчиво к врезанию четвертичных отложений, которыми сложены здесь склоны, мощность которых сопоставима с величиной эрозионного вреза.

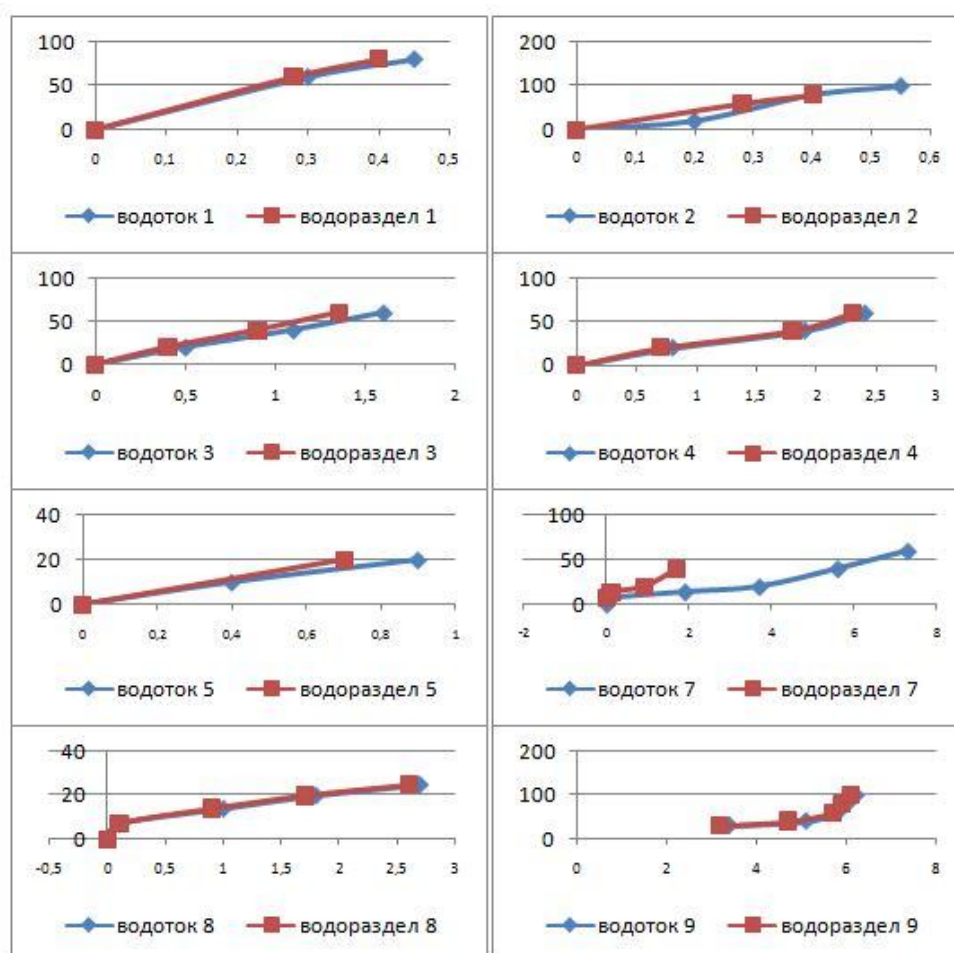


Рис. 3. Эрозионный врез водотоков Керченского полуострова (мыс Опук-Яковенко, южный берег полуострова, Керченско-Таманская область). На оси X- расстояние от берега, в километрах, на оси Y – абсолютная высота в метрах.

Таблица 3.

Эрозионный врез некоторых водотоков Керченского полуострова (Западная часть Феодосийского залива)

Высота, м Номер водотока	Высота, м					
	10	20	30	40	50	60
1	1	1	2	3	4	4
2	4	12	20	24	27	21
3	2	3	5	7	11	12
4	1	2	2	3	4	4
5	1	5				
7	5	7	18	26		
8	1	1				
9			2	5	5	4

Даже на небольшом участке, водотоки которого рассмотрены и проанализированы, эрозионный врез сильно различается. Впрочем, различия определяются различиями рельефа, который на данном участке варьирует от равнинного до холмистого и гористого; крутизна склонов, по которым протекают водотоки, также может отличаться на порядок, например, если сопоставить склон водотоков 2 и 8. Такие внутренние различия характерны для всего Керченского полуострова, рельеф которого достаточно сложный.

Но в целом рельеф имеет равнинный характер, и величина эрозионного вреза сравнительно небольшая и сопоставима с южным берегом Тарханкутского полуострова. Внутренние различия определяются в первую очередь крутизной рельефа, в меньшей степени – порядком водотока (большинство из рассмотренных имеют первый порядок) и различиями в литологии подстилающих пород.

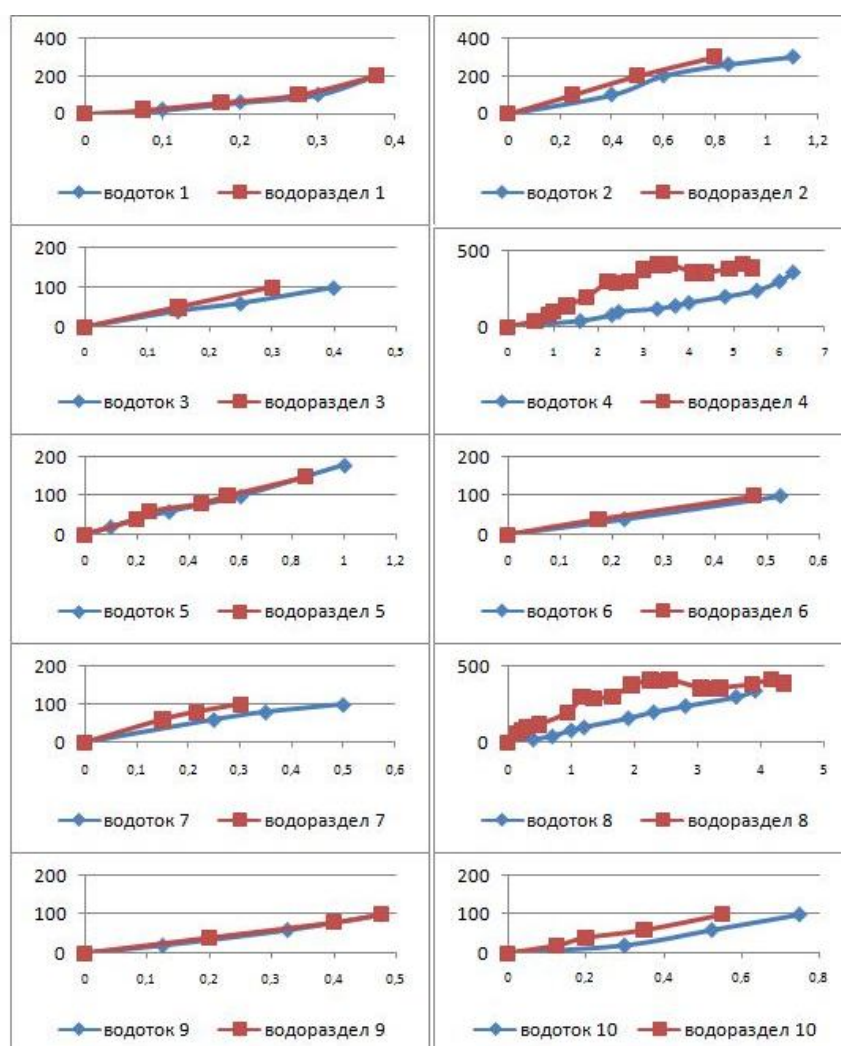


Рис. 4. Эрозионный врез водотоков восточной части Южного берега Крыма (Рыбачье – Приветное, Южно-Крымская область). На оси X- расстояние от берега, в километрах, на оси Y – абсолютная высота в метрах.

Таблица 4.

Эрозионный врез некоторых водотоков восточной части Южного берега Крыма, метры.

Высота, м \ Номер водотока	20	40	60	80	100	150	200	250
1	5	12	10	12	18	30	5	
2	10	18	27	35	41	57	70	44
3	3	9	15	21	30			
4	12	25	41	54	67	120	150	180
5			10	8	9	4		
6	4	12	14	14	15			
7	8	14	20	28	34			
8	12	27	44	61	75	112	134	155
9	2	8	7					
10	12	27	31	30	34			

На общем фоне заметно выделяются водотоки 4 и 8, которые имеют более высокий порядок, чем все остальные, и в 5-10 раз превосходят их по длине. Их эрозионный врез на порядок больше всех остальных рассмотренных, равно как и водотоков Керченского и Тарханкутского полуостровов.

Эрозионный врез остальных рассмотренных водотоков тоже может различаться в 2-3 раза и более, что объясняется разной прочностью подстилающих пород, ведь для Южного берега типичной ситуацией является различия в литологии подстилающих пород даже в пределах коротких участков берега, от нескольких сот метров.

Таблица 5.

Эрозионный врез некоторых водотоков западной части Южного берега Крыма, в метрах

Высота, м \ Номер водотока	25	50	75	100	125	150	175	200
1	15	25	5	5	10	12	12	12
2	4	14	10	14	20	30	24	
3			4	9	17	24		
4	5	20	28	34	41	10		
5		10	15	10	7	7	7	8
6	2	5	7	7	8	8	9	10
7	2	9	12	12				
8	3	14	14	16				
9	2	4	6	7	7	7	7	
10		15	24	15				
11	3	4	7	10	15	14	12	12
12		4	5	7	5			

Рассмотренные реки достаточно однородны по длине (отличаются в 2-3 раза) и крутизне (отличаются в 1,5-2 раза), но имеют значительное отличие по глубине эрозионного вреза, которое объясняется, прежде всего, различиями в литологии подстилающих пород - как и для западной части Южного берега, здесь имеет место ее мозаичность.

Следует отметить, что полученные данные являются весьма приблизительными. Погрешность в их измерении объясняется сравнительно мелким масштабом выбранных карт, как правило, это 1:50000 для Южного Крыма и 1:100000 для всего остального, а также ошибочным в некоторых случаях решением вопроса, какой из двух смежных с водотоком водораздел следует выбирать для расчетов. Но, тем не менее, полученные данные имеет достаточно высокую точность, что подтверждается, в частности наличием некоторых закономерностей, к которым можно отнести четко прослеживаемую прямопропорциональную зависимость величины эрозионного вреза от крутизны склонов и порядков водотоков.

При анализе полученных величин эрозионного вреза водотоков возникает вопрос о среднегодовых скоростях врезания. Но решение этого вопроса упирается в проблему определения возраста денудационных форм рельефа, а это - один из сложнейших вопросов современной геоморфологии[8]. Рассмотренные водотоки малых порядков образовались, по всем видимости, в верхнем плейстоцене и голоцене, но это позволяет примерно определить лишь порядок величин среднегодового эрозионного вреза - десятые доли миллиметров и миллиметры в год.

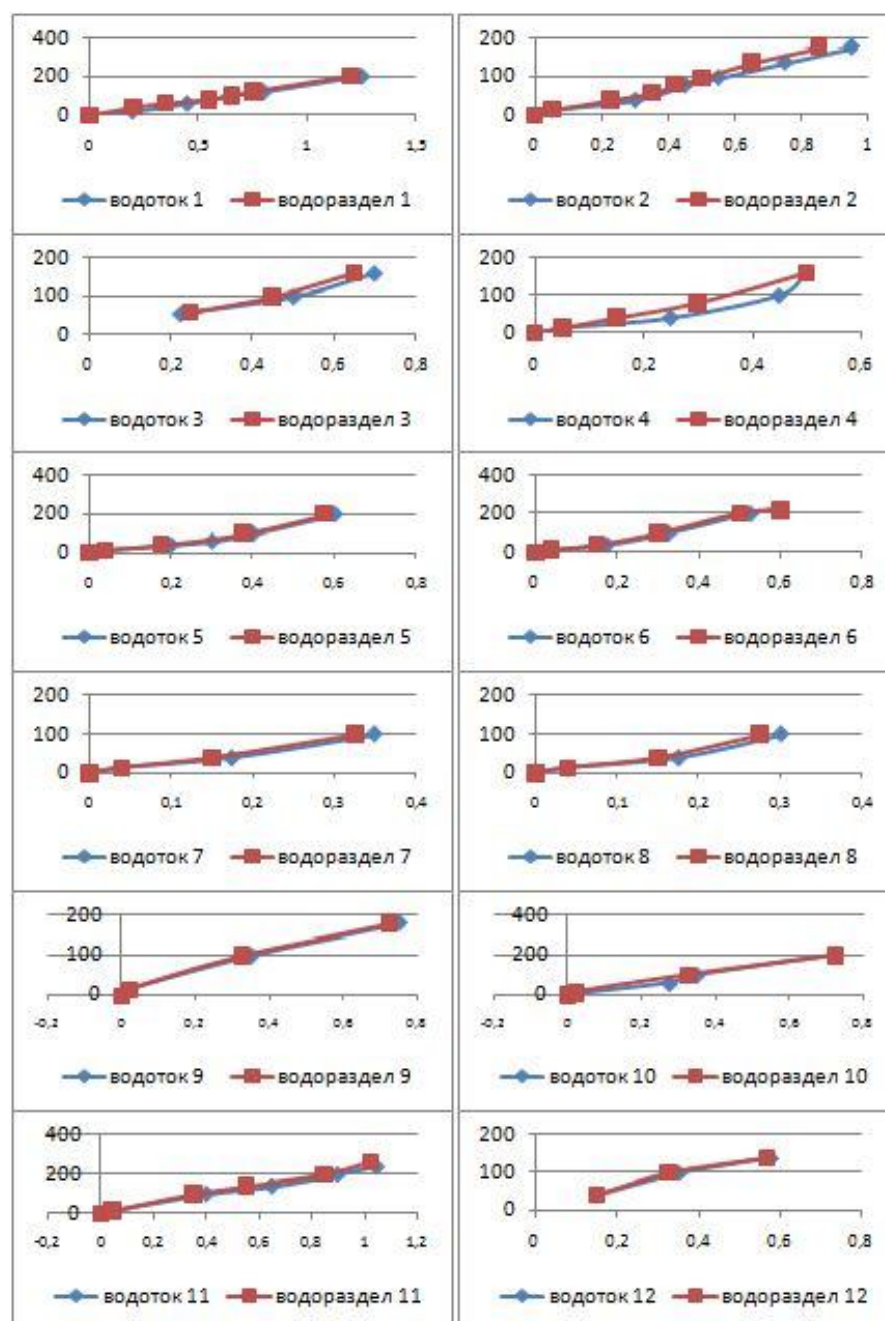


Рис.5. Эрозионный врез водотоков западной части Южного берега Крыма (мыс Ласпи - мыс Сарыч, Южнобережная область). На оси X- расстояние от берега, в километрах, на оси Y – абсолютная высота в метрах.

Выводы и рекомендации

Средние величины эрозионного вреза для водотоков 1-2 порядка для разных регионов Крыма различаются в несколько раз, что определяется общим характером рельефа, и, в меньшей степени, литологией подстилающих пород.

Для рассмотренных водотоков в пределах конкретного региона эрозионный врез может отличаться на порядок вследствие отличий в их длинах, крутизне склонов, по которым они протекают, и в литологии подстилающих пород. Особо сильные внутрирегиональные отличия характерны для Южного берега Крыма.

Наименьший средний эрозионный врез характерен для водотоков Северо-западного Крыма, что объясняется равнинностью его территории. Для Керченского и Тарханкутского полуостровов он несколько больше и сопоставим. Наибольший он для Южного берега Крыма, что также объясняется общим характером рельефа.

Литература

1. Игнатов Е. И. Морфосистемный анализ берегов / Е.И. Игнатов. – Москва-Смоленск: Маджента, 2006. – 406 с.
2. Иванов В. А. Морские устья рек Украины и устьевые процессы. Часть I. / В. А. Иванов, Р. Я. Миньковская– Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 488 с.
3. Иванов В. А. Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря (на примере Южного берега Крыма) / В. А. Иванов, А. С. Блатов. – Киев: Наукова думка, 1992. – С. 77–87
4. Благоволин Н. С. Геоморфология Керченско-Таманской области / Н. С. Благоволин– Москва : Издательство АН СССР, 1962. – 192 с.
5. Шуйский Ю. Д. Питание обломочным материалом северо-западного и крымского района Черного моря / Ю. Д. Шуйский // Исследования динамики рельефа морского побережий. –М., 1979. – С 89-98
6. Шуйский Ю. Д. Проблемы баланса наносов в береговой зоне моря / Ю. Д. Шуйский. —Л. : Гидрометеоздат, 1986.
7. Шуйский Ю. Д. Основные закономерности морфологии и динамики Западного берега Крымского полуострова моря / Ю. Д. Шуйский // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– Вып. 13. – С. 92–99.
8. Рычагов Г. И. Общая геоморфология моря / Г. И. Рычагов. – Москва: Изд-во МГУ, 2006. – 417 с.
9. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Том 2. / В. П. Зенкович. – М. : Издательство АН СССР, 1960. – 234 с.

Анотація. А. Ю. Санін *Процес ерозійного врізання річок як один із проявів функціонування берегових морфосистем.* Підрахований ерозійний вріз для водотоків різних районів прибережної зони Криму. Результати представлені в числовому і графічному вигляді та порівняні; виявлені відмінності як між різними районами, так і всередині них. Виявлено причини цих різниць. Середні величини ерозійного врізу для водотоків різних регіонів Криму різняться в кілька разів, що визначається загальним характером рельєфу, і, меншою мірою, літологією підстилаючих порід. Найбільший ерозійний вріз та особливо сильні внутрішньорегіональні відмінності притаманні Південного берега Криму. Найменший середній ерозійний вріз характерний для водотоків Північно-західного Криму, що пояснюється рівнинністю його території.
Ключові слова: Крим, берегові морфосистеми, прибережна зона, ерозійний вріз.

Abstract. A. Y. Sanin *Process of bottom erosion of rivers as part of functioning of coastal morphosystems.* Bottom erosion have been calculated for rivers of different regions of the coastal zone of the Crimea. The results have been presented in numerical and graphical form. Then they have been compared and differences between the various region and within them have been indicated as well as the reason for these differences. Average values of bottom erosion for rivers of different regions of the Crimea differ several times. Values depend on the general character of the relief there and on the lithology of the underlying rocks. The Southern coast is characterized by the greatest speeds of bottom erosion and their internal differences. The Northwestern Crimea is characterized by the small rates of bottom erosion. The flat relief is the reason for these differences.

Keywords: the Crimea, coastal morphosystems, coastal zone, bottom erosion.

Поступила в редакцію 20.02.2014 г.