

УДК 556.54

Е.Д. Гопченко, д.г.н., проф, А.И. Черой, асп.

Одесский государственный экологический университет

ДИНАМИКА МОРСКОГО КРАЯ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ДУНАЙ И ДНА ЕЁ УСТЬЕВОГО ВЗМОРЬЯ

Тенденция выдвигения морского края Килийской дельты за последние 20 лет сохраняется. Процессы аккумуляции на украинском участке морского края преобладают над эрозией. Средняя скорость выдвигения морского края за 1984 – 2005 гг. изменяется от 0,3 до 37 м/год. Глубины взморья устья в основном также смещаются в море. Надежные корреляционные зависимости между отдельными элементами гидрометеорологического режима и характеристиками динамики морского края не выявлено.

Ключевые слова: морской край, дельта Дуная, устьевое взморье.

Вступление. Морской край дельты Дуная (МКД) и его устьевое взморье представляют собой участок, интенсивно изменяющийся в течение довольно непродолжительного времени. К естественным факторам, формирующим морской край дельты, относятся вынос рекой взвешенных и влекомых наносов, вдольбереговые течения и связанный с ними перенос морских наносов, а также деформации, вызванные морским волнением.

Изменения, происходящие при этом, удаётся отследить с помощью космических снимков различных лет, а также используя информацию геодезических съёмок и промерных гидрологических работ на устьевом взморье. За последние десятилетия морской край дельты Дуная проявляет тенденции выравнивания и сглаживания. Причина этому - сократившийся твердый сток реки, а также перераспределение стока воды и наносов между главными рукавами дельты [1].

Целью работы является оценка динамики морского края Килийской дельты за последние 20 лет и установление связей между деформациями морского края и обуславливающими их факторами.

Материалы и методы исследований. В работе использованы архивные материалы наблюдений Дунайской гидрометеорологической обсерватории (г. Измаил) за стоком и уровнями воды, стоком наносов, ветровым режимом в Килийской дельте Дуная, а также данные специальных наблюдений за динамикой МКД, выполненные на протяжении 1984-2005 гг. на 12 постоянных профилях (рис.1).

Рабочая гипотеза состоит в том, что на положение морского края Килийской дельты и на рельеф дна устьевое взморье наибольшее влияние оказывают следующие факторы: среднегодовые расходы воды и взвешенных наносов Q_{20} , R_{20} (рукав Килийский, г/с 20 км); среднегодовой уровень моря по МГП Усть-Дунайск $H_{уд}$; относительная штормовая активность (ОША), взятая из [1]; обеспеченность (%) ежедневных расходов воды в году $P_{Q_{20}}$ с величиной, превышающей $5200 \text{ м}^3/\text{с}$, (по данным г/с Килийский, 20 км) и соответствующий русло-и дельтоформирующему его значению в вершине дельты Дуная [2]; обеспеченность (%) в году ежедневных расходов взвешенных наносов P_R с величиной, превышающей 460 кг/с (по данным г/с Килийский 20 км). Расход взвешенных наносов 460 кг/с определен по графику связи между измеренными расходами воды и взвешенных наносов как соответствующий расходу воды $5200 \text{ м}^3/\text{с}$. Обеспеченность дней в году с ветрами восточных направлений и величиной, превышающей 8 м/с P_W взята по данным МГП Усть-Дунайск. Все величины рассчитаны за период с августа одного года по июль следующего. Показатели факторов, определяющих динамику МКД и дна прибрежной зоны, приведены в табл. 1.

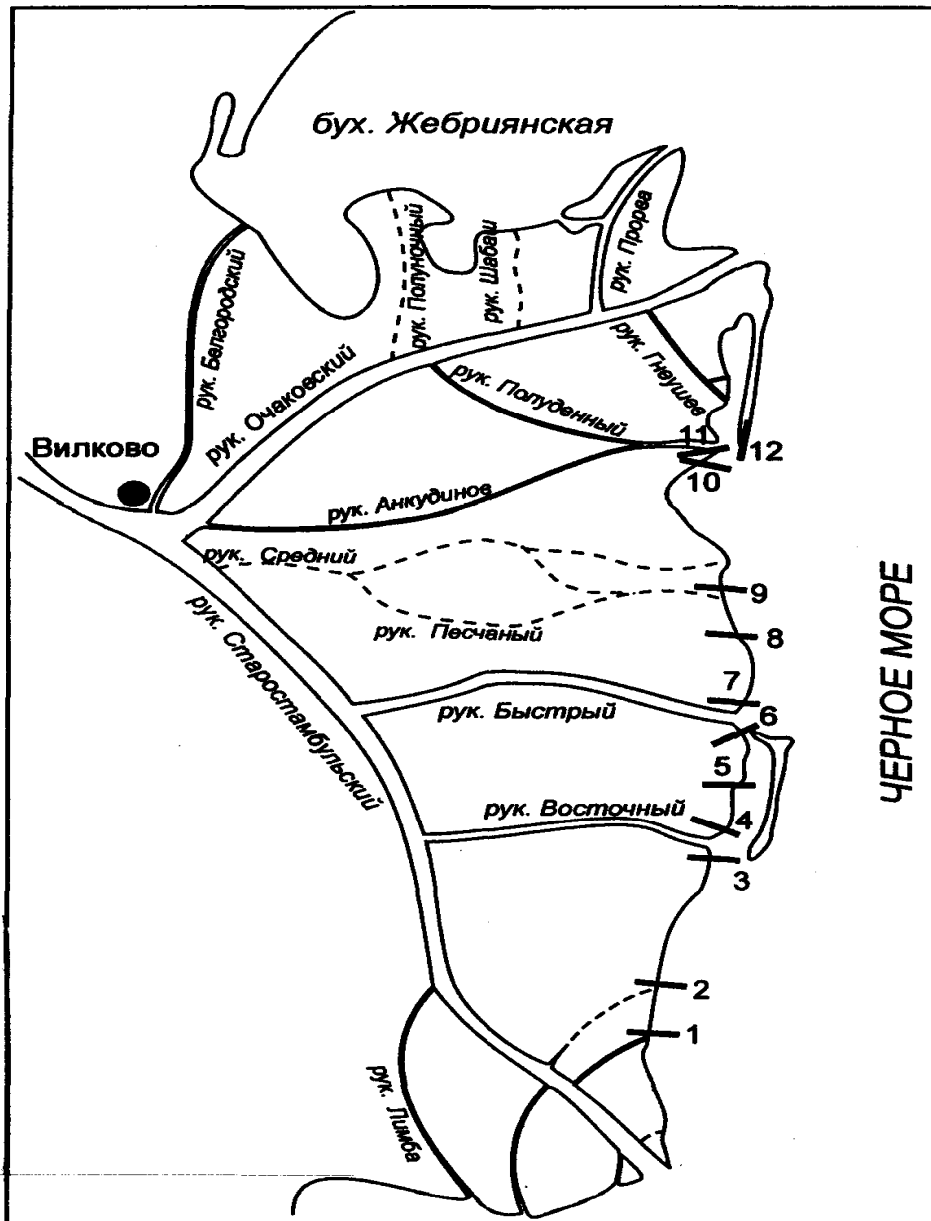


Рисунок 1 – Схема положения профилей для наблюдения за динамикой МКД и устьевое взморья

1- Левая устьевая коса рук. Цыганского, 2 – Коса севернее бывшего устья рук. Заводнинского, 3,4 – Правая и левая устьевые косы рук. Восточный, 5 – Коса между устьями рук. Восточного и Быстрого, 6,7 – Правая и левая косы рук. Быстрого, 8 - Коса между устьями рук. Быстрого и бывшим устьем рук. Среднего, 9 – Коса севернее бывшего устья рук. Среднего, 10,11 – Правая устьевая коса рук. Полуденного, 12 – Южная оконечность Потаповской косы.

Результаты исследований и их анализ. В качестве количественных характеристик динамики МКД в течении прошедшего периода приняты изменения расстояний от постоянного начала до уреза, а также до 2,3,4 и 5- метровых изобат. Для установления тесноты зависимостей между произошедшими изменениями и определяющими их факторами были рассчитаны соответствующие коэффициенты корреляции (табл.2). Анализируя полученные в результате расчетов данные, можно сделать вывод о том, что ни один из представленных в работе показателей не имеет линейной или близкой к линейной связи с динамикой МКД и устьевого взморья. Все коэффициенты корреляции оказались очень низкими. Подобные значения коэффициентов были получены и по другим створам. Некоторое увеличение их налевой косе рук. Цыганский при короткой длине рядов скорее может рассматриваться как случайное. Поэтому смещение морского края и особенно глубин устьевого взморья прогнозировать в настоящее время не представляется возможным. Однако на каждом профиле можно выделить некоторые тенденции динамики за определенные периоды времени. В табл. 3 приведены средние скорости смещения береговой черты и глубин взморья. Как видно из этой таблицы, на профиле, расположенном севернее бывшего Среднего рукава, наблюдается аккумуляция наносов, морской край за период 1984-2005 гг. выдвинулся в море на 96 м. На профиле Полуденной косы выдвигание за период 1992 – 2001 гг. составило 95 м, следующие 3 года положение МКД оставалось стабильным. Данные экспедиций 2004, 2005 гг. указывают на отступление края дельты около 8 м, которое связано с блокирующим действием Потаповской косы и, как следствие, изменения струи течения, воздействующей на правую косу рук. Полуденный. Сама Потаповская коса интенсивно выдвигается вдоль МКД в южном направлении. За 1990 – 2005 гг. надводная её часть стала на 520 м больше, а за последний год ещё на 50 м. Левая устьевая коса рук. Быстрый за период 1984-1991 гг. отступила на 80 м, а после сильных штормов 1991-1992 г. – ещё на 112 м. В тоже время 2-х метровая изобата за этот год приблизилась к МКД на 290 м. С 1984 г., после скачкообразного выдвигания МКД, урез моря смещался к берегу, но с 2002 г. вновь прослеживается его выдвигание. Между рук. Быстрый и Восточный в 1997-1998гг. образовалась надводная коса, названная Птичьей, МКД скачкообразно выдвинулся в море. Между прежним морским краем и новым МКД образовался кут с глубинами 1,1-1,2 м.

Ширина кута по створу расположенному между рукавами Восточный и Быстрый, по состоянию на 2005 г., составила 670 м.

До образования косы глубины взморья смещались от берега, а после её образования, наоборот, к берегу. За последние 3 года глубины взморья вновь отступают. Необходимо отметить, что коса Птичья подвергается сильным плановым и высотным деформациям. Так, за 2003 -2004 гг. она полностью поменяла свой рельеф: средняя высота косы относительно уреза уменьшилась более чем в 2 раза, а ширина - возросла в 1,5 раз. По данным 2005 г., ширина косы по створу составляет 77,5 м. Птичья коса за рассматриваемый период усиливала своё влияние и на морской край, расположенный на выходе рук. Восточный. По профилю она имеет подводное положение, но в скором времени следует ожидать её выход на поверхность воды и скачкообразное смещение МКД.

Профиль на левой косе бывшего рук. Заводнинский за 1984-2005 гг. остаётся относительно стабильным, однако удаётся проследить незначительное смещение МКД и прибрежных изобат в сторону моря.

Левая устьевая коса рук. Цыганский имеет тенденцию смещения в море, это же относится и к его подводному склону. Здесь МКД за 1990-2005 гг. выдвинулся в море на 25 м.

Таблица 1 – Показатели факторов, определяющих динамику МКД

Периоды изменения	Относительная штормовая активность (ОША)	P_w (%)	Q_{20} (M^3/c)	P_{Q20} (%)	R_{20} (кг/с)	P_R (%)	$H_{Усть-Дунайск,(см)}$
1984-1985	5111	7,83	3730	20,56	620	31,23	476
1985-1986	5296	6,33	3880	10,97	610	45,77	479
1986-1987	7843	5,42	3540	21,25	590	38,36	479
1987-1988	7930	7,67	3760	14,80	1100	37,53	493
1988-1989	9313	8,33	3020	0	420	24,11	484
1989-1990	8602	7,08	2730	0	190	5,75	481
1990-1991	9350	11,00	2850	9,45	820	13,15	487
1991-1992	18381	12,75	3260	8,77	690	23,29	489
1992-1993	8155	4,92	2670	0	230	12,05	482
1993-1994	11693	10,17	3310	6,58	260	14,25	489
1994-1995	9791	4,33	3250	9,04	300	25,21	495
1995-1996	4986	4,00	3520	22,50	430	24,38	494
1996-1997	6077	3,33	3870	5,00	360	23,56	496
1997-1998	7310	5,50	3450	3,89	350	17,53	503
1998-1999	3906	5,08	4640	39,17	480	35,89	503
1999-2000	3192	2,08	3870	25,13	340	20,55	504
2000-2001	4315	5,66	3140	11,77	210	5,21	503
2001-2002	3056	2,75	3080	0	250	3,84	500
2002-2003		7,42	3440	3,33	310	25,21	507
2003-2004		5,50	3010	13,93	190	11,78	508
2004-2005		4,83	4060	28,89	630	45,48	512

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между характеристиками динамики МКД и показателями факторов, её определяющих

Показатель фактора	Левая коса рук. Цыганский					Показатель фактора	Левая коса рук. Восточный				
	Урез	2	3	4	5		Урез	2	3	4	5
Q ₂₀ (м ³ /с)	-0,41	0,52	0,53	0,29	-0,11	Q ₂₀ (м ³ /с)	-0,44	-0,15	-	-	-
R ₂₀ (кг/с)	-0,09	0,26	0,37	-	-0,46	R ₂₀ (кг/с)	-0,08	-0,50	-	-	-
P _{Q20} (%)	-0,41	0,71	0,33	0,29	0,12	P _{Q20} (%)	-0,48	-0,15	0,02	-	-
P _{R20} (%)	-0,48	0,34	0,404	-	-0,49	P _{R20} (%)	-0,48	-0,04	-	0,03	-
P _{w≥8} (%)	0,30	-	-0,52	-	-0,50	P _{w≥8} (%)	0,05	-0,46	-	-	-
ОША	-	-	-	-	-	ОША	0,17	-0,29	-	-	-
Нуд (см)	-0,07	0,43	0,23	0,23	0,121	Нуд (см)	-0,09	-0,17	-	-	-
Показатель фактора	Левая коса рук. Быстрый					Показатель фактора	Севернее рук Средний				
	Урез	2	3	4	5		Урез	2	3	4	5
Q ₂₀ (м ³ /с)	-0,27	0,39	0,28	0,11	-0,16	Q ₂₀ (м ³ /с)	-0,40	0,058	-	-	-
R ₂₀ (кг/с)	-0,25	0,14	0,25	0,18	-0,15	R ₂₀ (кг/с)	0,18	-0,07	-	-	-
P _{Q20} (%)	0,11	0,24	0,16	-	-0,24	P _{Q20} (%)	-0,31	0,07	-	0,13	0,06
P _{R20} (%)	-0,32	0,11	0,11	0,09	0,11	P _{R20} (%)	-0,01	-0,19	-	-	0,09
P _{w≥8} (%)	-0,18	-	0,45	0,63	0,22	P _{w≥8} (%)	0,42	-0,37	-	-	-
ОША	-	-	-0,16	0,05	0,08	ОША	0,27	-	-	-	-
Нуд (см)	0,26	0,17	-0,01	-	-0,24	Нуд (см)	-0,55	0,10	-	-	0,03

Таблица 3 – Средние скорости смещения МКД и изменения глубин устьевого взморья (м/год)

Период	Левая коса рук. Цыганский					Период	Левый берег рук. Заводнинский.				
	урез	2	3	4	5		урез	2	3	4	5
1993-2000	-2,1	+15	+27	+12	-	84-88	+3,5	+24	+7	+18	+34
2000-2005	+3,6	+29	+23	+50	-	88-93	+6,4	-38,2	-8	+9,4	+21
1993-2005	+0,3	+21	+26	+28	-	93-01	+0,9	+6,4	+2,9	-2,3	-8,3
						01-05	+0,9	+32,5	+50	+63	+38
						84-05	+2,7	+4,1	+10	+17	+15,4
Период	Левая коса рук. Восточного					Период	Между рук. Восточный и Быстрый				
	урез	2	3	4	5		урез	2	3	4	5
1984-1988	-1,5	-43	-19	+4,5	-	84-88	+8,8	+4,3	+6,3	+35	+66
1988-1993	-2,6	+51	+60	-	-	88-95	+8,7	0,4	+24	+43	+85
1993-2001	+1	-6,3	-3,3	-	-	95-03	+89,5	-25	-16	-58	-96
2001-2005	0	+7,5	-13	+20	+40	03-05	-12,5	+33	-63	+28	+63
1984-2005	+0,3	+3	+7	+12	+24	84-05	+37	-5,4	-2,7	-2,6	+10,5
Период	Левая коса рук. Быстрый					Период	Севернее рук. Средний				
	урез	2	3	4	5		урез	2	3	4	5
1984-1990	-28	-8,8	+28	+54	+63	84-88	+2,3	+23	-10	-6,3	-68
1990-2000	-1,6	+20,8	-1,3	+9,4	-48	88-93	+3,2	+0,4	+57	+4,2	+18
2000-2005	+11,5	+1	-3,2	-39	-33	93-01	+11	+0,4	-15,3	+11	+4,3
1984-2005	+6	+7,6	+6,7	+1,5	-13	01-05	+2,4	+25	+50	+19	+38
						84-05	+5,8	+9,4	+15,2	+7,4	+0,2

Выводы. На основе выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Анализ материалов натуральных наблюдений за динамикой морского края Килийской дельты за период 1984-2005 гг. указывает на сохранение тенденции выдвигания МКД на участке от устья рук. Полуденного до устья рук. Цыганского. В Килийской дельте Дуная и на прилегающей акватории устьевого взморья процессы аккумуляции наносов преобладают над эрозией.
2. Средняя скорость выдвигания МКД за 1984–2005 гг. изменяется от 0,3 до 31 м/год. При этом наиболее динамичные участки расположены вблизи устья рукава Быстрого – одного из крупнейших водотоков Килийской дельты Дуная.
3. Надежные корреляционные зависимости между отдельными элементами гидрометеорологического режима Килийской дельты и характеристиками динамики её морского края не выявлены.
4. Для установления количественных характеристик процессов дельтообразования на морском крае дельты Дуная необходимо проведение дополнительных специальных исследований, в том числе - экспедиционных.

Список литературы

1. *Гидрология дельты Дуная.* М.: ГЕОС, 2004, 448 с.
2. *Бабич Д.Б., Михайлов В.Н., Морозов В.Н.* Оценка руслоформирующих расходов воды в дельтах крупных рек -Вестн. Моск. ун-та, сер 5, география, 1985, №1.

Динаміка морського краю Килійської дельти річки Дунай і dna її гирлового узмор'я. Гопченко Є.Д. Черой О.І.

Тенденція висунення морського краю Килійської дельти за останні 20 років зберігається. Процеси акумуляції на українській ділянці морського краю переважають над ерозією. Середня швидкість висунення морського краю за 1984 – 2005 рр. змінюється від 0,3 до 37 м/рік. Глибини гирлового узмор'я в основному також зміщуються в море. Надійні кореляційні залежності між окремими елементами гідрометеорологічного режиму і характеристиками динаміки морського краю не виявлено.

Ключові слова: морський край, дельта Дунаю, гирлове узмор'є.

Dynamics of marine edge of Danube Kiliya delta and bottom of its estuarine coast. **Gopchenko E. Cheroy O.**

The tendency of advancement of estuarine coast of Kiliya delta for the last 20 years is saved. The processes of accumulation on the Ukrainian area of marine edge prevail above erosion. Middle speed of advancement of marine edge for 1984 – 2005 changes from 0,3 to 37 m per year. The depths of estuarine coast are mainly also displaced in the sea. The reliable correlation dependences between the separate elements of the hydrometeorological regime and descriptions of dynamics of estuarine coast are not found.

Keywords: marine edge, delta of Danube, estuarine coast.