

УДК 551.482.6

Ю. Д. Шуйский, д-р геогр. наук, проф.Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования,
ул. Дворянская, 2, Одесса-26, 65026, Украина

ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ

С давних времен традиционно дельта Дуная используется для рыболовства, водопотребления, садоводства, огородничества, судоходства, заготовки камыша и др. В процессе перестройки стока воды и наносов в дельте, которая является непрерывной, произошло их перераспределение, частично по естественным причинам, а частично — по антропогенным. В итоге ранее использовавшееся для судоходства на территории Украины гирло Прорва стало заноситься и оказалось отмирающим. Возник вопрос о том, какое гирло его заменит. По гидролого-морфологическим показателям наиболее подходящим признано гирло Быстрое, которое находится в стадии активного размыва.

Ключевые слова: Украина, Дунай, дельта, сток, вода, наносы, навигация

Введение

Гидролого-морфологические процессы формирования современных дельт, особенно крупных, являются ведущими для понимания существования их вообще. Этими процессами создается тело дельты, тот конус выноса речных наносов, которым определяется характер природной дельтовой системы, и тот самый субстрат, на котором существует экосистема определенного уровня организации. Только при наличии геоморфологического тела дельты или какого-либо ее элемента формируются соответствующие фитоценозы и зооценозы, отдыхают, кормятся и гнездятся птицы, живут и функционируют черви, моллюски, членистоногие, рептилии. Гидролого-морфологическими закономерностями развития дельты определяется также и характер природопользования. Поэтому при оценке природно-географической и ресурсной ценности следует исходить в первую очередь из сохранности площади дельты, ее размыва или нарастания, преобразования ее рельефа и состава дельтовых отложений. Чем совершеннее эта информация, тем ближе к оптимальному, гармоничному природопользованию, тем меньше риска причинить ущерб данной геосистеме. К тому же следует подчеркнуть важность транзитного судоходства, которое является давним и традиционным занятием для населения региона. В этой связи нужно утверждать большую *актуальность темы* нашей статьи.

Текущее состояние изученности Килийской дельты Дуная в общем достаточно для принятия того или иного природопользовательского решения. Длительные инструментальные гидролого-морфологические исследования выполнялись В. П. Зенковичем, В. Н. Михайловым, С. С. Роговым, М. М. Байдиным, А. М. Алмазовым, Д. Я. Бертманом, В. Ф. Полонским, В. М. Тимченко, П. С. Граничем, Е. С. Повалишниковой, Ш. В. Джаошвили и др. Все они подчеркивали очень тесное взаимодействие энергии речного потока и количества (плюс состава) речных наносов с энергией волнового потока моря и мощностью вдольбереговых потоков наносов. В зависимости от соотношения этих факторов, морской край дельты нарастает, стабилизируется или отступает. Поэтому дельтовые русла удлиняются или сокращаются, водность, ширина и глубина русел растет или уменьшается вплоть до полного отмирания. В итоге процесс приобретает завершенность в том, что состояние русел и их реакция на напряженность волнового поля, со своей стороны, влияют на динамику морского края дельты. Одновременно процесс дельтообразования контролируется рядом эндогенных явлений и общими тенденциями эволюции прилегающих морей. Поэтому оценка состояния дельты должна вестись с позиций комплексности, т. е. с позиций географических общенаучных принципов, которые характеризуют ценность заповедных территорий гораздо более полно и разнообразно по сравнению с экологическим подходом.

В настоящее время весьма устойчивую остроту приобрела проблема возобновления активного судоходного использования Килийской дельты в пределах Украины. В общем, этот вид природопользования является традиционным для местного населения. Учитывая отличительные черты динамики дельтового конуса, для регулярного судоходства в прошлом использовались различные дельтовые рукава в тот или иной промежуток времени: при появлении признаков отмирания судоходный рукав менялся на более крупный. Сейчас так же поступают на всех активных дельтах — Нила, Роны, Вислы, Миссисипи, Хуанхэ, Инда, Нигера и др. Однако, эта закономерность, как и другие, не была учтена при организации Дунайского Биосферного заповедника (ДБЗ), при обосновании его границ и оценки его природной ценности [5, 14]. Дирекцией ДБЗ подчеркивается обитание 953 видов высших растений, 253 видов птиц, 40 видов млекопитающих, 10 видов земноводных, 91 вид рыб [6], но нет никакого анализа сохранности самой площади Килийской дельты, ее динамики и состояния рукавов, как-будто это незыблемая твердь земная и будет существовать такой десятками и сотнями тысяч лет. Именно по этой причине участок рукава Прорва не включен в границы заповедного ядра, хотя ценность этого участка не меньше, чем ценность существующего ядра. Недаром на отсутствие каких-либо серьезных проработок границ ДБЗ и его зонирования указывали еще ранее Т. И. Котенко и А. Н. Волошкевич [5].

Учитывая изложенное, *главной целью* статьи является анализ некоторых гидролого-морфологических изменений в Килийской дельте Дуная за последние годы в свете необходимости выбора оптимального

судоходного рукава для возрождения полнокровной навигации как традиционного занятия местного населения. Соответственно, следует определить такие *задачи для достижения основной цели*: а) общие изменения расходов воды и наносов; б) распределение стока воды и расхода наносов в Килийской дельте Дуная; в) многолетние изменения уровня воды.

Фактический материал и методы исследований

Для решения поставленных задач и достижения основной цели данной работы автор использовал материалы многолетних гидрометеорологических наблюдений Дунайской гидрометеорологической обсерватории (Измаил). Сроки наблюдений — в основном от 1945 г. или от 1958 г. и до настоящего времени, хотя по необходимости использовались и более длинные ряды [7–10, 12]. Причем, для анализа уровней использовались измерения в море только во время штилей, чтобы избежать влияния сгонно-нагонных явлений. Морфодинамические и литодинамические материалы получены автором на протяжении четырех десятков лет полевых исследований. Привлекались также и опубликованные данные других авторов [1, 2, 4, 6, 7–12]. Для обработки первичного материала применялись общетеоретические научные методы систематизации, ранжирования рядов, математической статистики, геоморфологических и береговых профилей, гидрометеорологического расчета потоков волновой энергии, картографический, сравнительно-географический.

Результаты исследований и их анализ

Для достижения основной цели данной статьи следует прежде всего проанализировать гидролого-морфологические процессы в дельте, а затем перейти к анализу влияния уровня моря на формирование дельтовых рукавов.

Общие изменения расходов воды и наносов. Большинство авторов обычно выделяют три периода изменчивости стока воды и наносов в Дунае: 1 — период условно естественного режима с 1840 по 1920 гг.; 2 — период слабо измененного антропогенным фактором режима с 1921 по 1960 гг.; 3 — период сильно измененного режима, в основном под влиянием появления водохранилищ на притоках Дуная (с 1960 г.), строительства гидроузлов "Железные Ворота 1" (с 1971 г.) и "Железные Ворота 2" (с 1985 г.). Поэтому выделяются подпериоды 3а (1961–1970 гг.), 3б (1971–1984 гг.) и 3в (от 1985 г. до настоящего времени) [12]. Анализ полученных результатов расчета (табл. 1) позволяет установить ряд закономерностей.

Сток Дуная подвержен в основном естественным, климатически обусловленным колебаниям [7, 12]. Для нижней половины реки, протекающей ниже Железных Ворот, искусственное изъятие стока на его величины в устье сказалось слабо. Более того, с начала 50-х годов

XX века здесь усилилась увлажненность "карпатской" и "балканской" частей водосбора. Например, в степной части нижнего течения Дуная количество атмосферных осадков увеличилось на величины до 40–80 % (в частности, в Галаце, Сулине, Измаиле, Белгороде-Днестровском, Одессе — в среднем более 500 мм/год, по данным проекта "Моря СССР" под руководством Ф. С. Терзиева). В этой связи период № 3 оказался весьма многоводным. Особенно выделяется подпериод № 3а, в течение которого водный сток реки был на 10% больше среднего полуторавекового. Сейчас эта тенденция заметно замедлилась и, вероятнее всего, прекратится в ближайшие 10–20 лет.

Таблица 1

**Средние характеристики стока воды и взвешенных наносов
Дуная в вершине его дельты (по данным [12])**

Период, подпериод	Число лет	Расход воды, Q , м ³ /с	Сток воды, W_0 , км ³ /год	Мутность воды, s , кг/м ³	Расход наносов, R кг/с	Сток наносов, W_R , млн т/год
1840-2000	161	6320	199	0,274	1730	54,5
1. 1840-1920	81	6140	193	0,324	1990	62,7
2. 1921-1960	40	6320	199	0,263	1660	52,3
3. 1961-2000	40	6700	211	0,190	1270	40,0
3а. 1961-1970	10	7020	221	0,217	1520	47,9
3б. 1971-1984	14	6890	217	0,210	1450	45,7
3в. 1985-2000	16	6330	199	0,149	942	29,7
3 б, в. 1971-2000	30	6590	208	0,179	1180	37,2

Однако, данный приток воды сопровождался снижением стока речных наносов с 54,5 млн т/год до 40,0 млн т/год, т.е. более, чем на треть (табл. 1). Это значит, что данный фактор создал предпосылки для некоторой общей деградации приморской части дельты и замедления скоростей роста морского края дельты. В общем, такая тенденция может быть благоприятной для сохранения водности многих рукавов, поскольку существенно замедляется русловое удлинение и растет литодинамическая роль морского фактора. Под влиянием меньшего количества наносов и увеличения количества воды сток должен локализоваться в нескольких определенных рукавах, где для этого благоприятны тектонические и прибрежные морфодинамические условия, если при этом не препятствуют мероприятия по водному регулированию.

Как можно видеть (табл. 1), сток взвешенных наносов подвергся существенному антропогенному изменению. Он снизился в общем на 80–85 % в 1985–2000 гг. по сравнению с естественным до начала XX века: за период № 3в в вершине дельты Дуная средний сток взвешенных наносов составил всего 29,7 млн т/год, вместе с влекомыми 38,6 млн т/год, а мутность достигла 149 г/м³. В ближайшие 10–20 лет можно предположительно ожидать небольшого роста стока на-

носов, в связи с активной вырубкой лесов в Карпатах и на Балканах. Но это несущественно повлияет на сохранение уже сложившихся тенденций перераспределения водного стока внутри дельты, особенно — ее Килийской части.

Для каждого из выделенных периодов изменения стока воды во всем Дунае авторами [10, 12] вычислены тренды для расхода воды и расхода наносов. За весь период инструментальных наблюдений с 1840 по 2000 гг. выявлен положительный тренд изменений значений Q м³/с, поскольку уравнение регрессии имеет вид: $Q = 4,76 t - 2820$. В то же время для расхода наносов R кг/с отрицательный тренд описывается следующим уравнением регрессии: $R = -6,54 t + 1430$, где t — календарный год. Таким образом, для наращивания подводного склона на устьевом взморье и морского края дельты Дуная поступает все меньше и меньше наносов, что должно обусловить замедление роста объема дельтового конуса и площади дельты. Неуклонный рост среднего стока воды обычно способствует активизации эрозионного процесса в руслах, в первую очередь — в наиболее активных, "живучих" и многоводных. Следовательно, в ближайшие 20–25 лет может сложиться весьма благоприятная ситуация для судоходного освоения активных русел Килийской дельты Дуная.

Наиболее важным периодом для оценок навигационной пригодности основных рукавов дельты Дуная являются годы с 1971 по 2000, когда закладывались условия формирования гидролого-морфологических процессов всей системы дельты на начало XXI столетия. Поэтому цитированные авторы указывают [4, 7, 10], что в течение этого периода среднегодовой расход воды 5 %-обеспеченности составил 8420 м³/с. Это на 21,8% больше величины 50 %-обеспеченности за тот же период и на 25 % больше средней величины за период 1840–2000 гг. Больше оказался также максимальный годовой расход воды 5 %-обеспеченности (14900 м³/с) и минимальный расход той же обеспеченности (2140 м³/с) в течение 1971–2000 гг. Следовательно, и по этим показателям подтверждаются тенденции изменения расходов и стока воды в Дунае, значит — и тенденции формирования параметров различных рукавов.

Для отдельных периодов (табл. 1) найдены эмпирические связи вида $R = f(Q)$. Они позволяют сделать численную оценку величин трендового изменения стока воды в дельте в целом, во всех ее основных и второстепенных рукавах до начала XXI века. Так, например, в течение периода № 2 (1921–1960 гг.) эта связь имеет вид $R_2 = 0,002 Q^{1,56}$, а в течение периода № 3 (1961–2000 гг.) у нее вид $R_3 = 0,0001 Q^{1,89}$. Следовательно, во второй половине XX столетия интенсивность приращения стока наносов W_R стала существенно отставать: энергия водного потока была недостаточной, чтобы выносить не только прежнее, но и большее количество наносов. Однако, под влиянием перехвата процессами эрозии меньшего количества осадочного материала в бассейне реки [9, 12, 14] в общем снизилась заносимость основных рукавов, увеличилась заносимость второстепенных рукавов,

появилась тенденция к увеличению ширины и глубины тех рукавов, которые наращивают расход воды Q ($\text{м}^3/\text{с}$). Эта закономерность четко подтверждается изменениями мутности воды s , $\text{кг}/\text{м}^3$: в 1921–1960 гг. ее среднее значение составило $0,263 \text{ кг}/\text{м}^3$, а в 1985–2000 гг. — $0,149 \text{ кг}/\text{м}^3$, т.е. в 1,77 раз меньше. Видимо, поэтому и приращение площади Килийской части дельты стало постепенно затухать. На этом общем фоне внутригодовое распределение Q и R изменилось очень мало в связи с влиянием каскада плотин на самом Дунае и на его притоках.

Распределение стока воды и расхода наносов в Килийской дельте Дуная. Поступающая к дельте вода и содержащиеся в ней наносы в вершине дельты Дуная распределяются прежде всего между рукавами Тульчинским и Килийским [2, 8]. На основании анализа разнообразной и многочисленной информации о характере гидролого-морфологических изменений, установлены колебания стока воды в Килийском рукаве в отношении к стоку всего Дуная в XVIII–XX столетиях. Вероятнее всего, окончательно Килийский аллювиальный конус установился и активизировал свое развитие в конце XVII – начале XVIII вв. [7, 14]. Во второй половине XVIII века он перехватил около 50 % всей дунайской воды и соответствующее большое количество наносов (до $0,325\text{--}0,350 \text{ кг}/\text{м}^3$). После этого рост величин Q и R , а вслед за этим — объемов и площади дельтового конуса выноса, происходил неуклонно, но уже не с такими большими приращениями, как до 1840 г. К концу XIX века развились максимальные приращения объемов выносимых наносов и площади надводной части Килийской дельты. К началу XXI века вся дельта в целом, а, следовательно, и Килийский рукав, подверглась влиянию антропогенного фактора со стороны плотин, водозаборов на бытовые, сельскохозяйственные, транспортные, промышленные нужды, влиянию вырубки лесов и распашки земель в пределах всего водосборного бассейна.

С другой стороны, распределение воды по дельтовым гирлам связано также и с водными мелиорациями внутри дельты Дуная. В частности, на Тульчинском чатале была установлена дамба, направляющая речную воду в пользу Тульчинского рукава. В устьевой части Старо-Стамбульского рукава также имеется давно построенная дамба, которая оказывает подпорное влияние и вызывает усиленную местную аккумуляцию наносов, что в какой-то мере ведет к активизации Цыганского, весьма вероятно — и Быстрого гирла. Сулинское гирло постоянно углубляется для поддержания необходимых бытовых навигационных глубин, и в результате этого возрастает обезвоживание Килийского рукава. Румыния стремится создать запасной глубоководный путь, преобразуя для этого Георгиевское гирло. Так, спрямление меандров привело к тому, что длина этого рукава сократилось почти на 50 %, а соответственно возросли уклоны водного зеркала русла. Как следствие, скорости течения составили в среднем $1,1 \text{ м}/\text{с}$, т.е. на ~30 % больше тех, которые действовали до спрямления. Поэтому сейчас Георгиевское гирло интенсивно наращивает гидролого-морфологи-

ческую активность, расширяется и углубляется, в то время, как Килийское теряет свою активность (табл. 2).

Таблица 2

**Гидролого-морфологические характеристики некоторых водотоков
дельты Дуная в конце XX века (по данным [9-12])**

Водоток	Q , м ³ /с	B_0 , м	h_0 , м	v_0 , м/с	B , м	h , м	v , м/с	$\frac{B^{2/3}}{h}$	$\frac{v}{h^{1/2}}$	$\frac{v}{B^{1/3}}$	Тенденция развития рукава
Килийский	6000	427	11,5	1,2	506	11,2	1,06	5,68	0,317	0,133	Теряет активность
Сулинский	1940	243	8,0	0,98	126	13,2	1,17	1,90	0,322	0,234	Размывается
Георгиевский	2300	265	8,4	1,02	354	6,6	0,99	7,60	0,385	0,140	Наращивает активность
Очаковский	1580	220	7,40	0,95	274	6,50	0,88	6,61	0,345	0,136	Отмирает
Потаповский	412	112	4,82	0,75	153	4,10	0,66	6,99	0,326	0,124	Отмирает
Гнеушев	240	85,9	4,05	0,68	76,0	4,75	0,67	3,78	0,307	0,158	Размывается
Быстрый	1530	216	7,40	0,94	179	7,80	1,09	4,07	0,390	0,194	Размывается
Восточный	245	86,8	4,08	0,68	69,0	5,43	0,81	3,80	0,385	0,198	Размывается
Цыганский	161	70,4	3,56	0,63	46,8	4,63	0,74	2,81	0,344	0,206	Активизиру- ется
Заводнинский	9,0	16,7	1,40	0,38	23,7	1,02	0,36	8,07	0,356	0,125	Отмирает

Условные обозначения: Q — руслоформирующий расход воды; B_0 — устойчивое значение ширины русла; h_0 — устойчивая средняя глубина русла; v_0 — устойчивая средняя скорость течения в дельтовом рукаве; B , h , v — соответственно фактические значения ширины, глубины, скорости руслового течения. Устойчивыми обозначаются такие водотоки в дельте, при которых необратимые тенденции развития рукава отсутствуют.

Изложенные закономерности распределения стока воды в руслах дельты Дуная обуславливают аналогичный характер распределения также и наносов, как показали исследования М. В. Михайловой и др. [12]. Отсюда следует, что Килийское гирло получает 56 % всего количества наносов, т. е. 21,6 млн т/год взвешенных и влекомых, вместо 44,4 млн т/год (65,3 %) в 1929 г. Это в 2,1 раза меньше. В процессе распластывания потока русла наносы отлагаются прежде всего в устьевой части русла, на приустьевом баре и на прилегающих участках в прежнем количестве, а в море на подводный склон конуса их поступает и вовлекается во вдольбереговой поток все меньше и меньше. В итоге создаются условия для отмирания значительного количества рукавов. Во время 1955–1960 гг., к примеру, рукав Быстрый выносил в среднем 7 млн т/год взвешенных наносов, а в 2002 г. — до 4 млн т/год, несмотря на увеличение стока воды почти в 2 раза. Это один из примеров, который показывает, что указанное антропогенное влияние замедляет выдвижение в море морского края Килийской дельты, частично активизирует размыв дельты, снижает прирост площади дельты.

Это явление типично, поскольку в целом в Килийском рукаве, судоходной артерии Украины, сток воды и наносов непрерывно снижается. Так, часть проходящей по нему воды была равной 65,3 % от исходной в 1929 г., 58,9 % в 1992 г. и 55,6 % в 2000 г. Причем, за период 63 года (с 1929 по 1992 гг.) потери составляли в среднем – 0,101 % в год, а в течение 8 лет (с 1992 по 2000 гг.) — уже –0,413% в год, т. е. в 4,1 раза более интенсивно после преобразовательных работ в Румынии. Хотя при этом следует учесть, что за период 1930–2000 гг. сток воды в Дунае увеличился (табл. 1).

Одновременно с неуклонным снижением водного стока в Килийском рукаве за последние десятилетия, в значительной мере связанным с антропогенными мероприятиями в Румынии, наблюдается перманентный рост в Тульчинском рукаве и его производных — Сулинском и Георгиевском. В 1929 г. Тульчинский рукав принимал в себя 34,7 % дунайской воды, в 1970 г. — 37,7 %, в 1992 г. — 41,1 %, а в 2000 г. уже 44,4 %. Соответственно получается, что положительное приращение количества воды составило +0,102 % в год, а в 1992–2000 гг. — соответственно +0,413 % в год. Таким образом, румынская сторона без согласования с Украиной производит действия, которые наносят вред Дунайскому Биосферному заповеднику и ухудшают навигационные условия в Килийском рукаве в пределах Украины. К величайшему сожалению, от такого ухудшения Украина получает большой экономический, моральный и политический ущерб, но тем не менее упускает время для серьезного демарша в отношении к Румынии по данному вопросу. Постепенно создаются серьезные предпосылки для потери Украиной возможностей возрождения судоходства в Килийской дельте Дуная.

Если проанализировать вопрос о выборе оптимального по навигационным свойствам дельтового рукава в пределах Украины, то можно видеть два перспективных по основным гидролого-морфологическим показателям (табл. 2). Это Очаковский и Быстрый, с примерно одинаковым руслоформирующим расходом воды, с шириной большей у Очаковского, и с глубиной большей у Быстрого. Однако, по динамическим показателям система Очаковского рукава отмирает, а рукав Быстрый расширяется и углубляется, наращивает сток воды и скорости течения. В настоящее время по Быстрому сбрасывается в море ~29 % от всего количества воды в Килийской дельте. Это значит, что по гидрологическим, геоморфологическим, литодинамическим показателям, наиболее пригодным для прокладки глубоководного навигационного пути, должен считаться рукав Быстрый. В то время, как Килийский рукав в общем снижает свою водность, конкретно в Быстром идет существенное приращение водного стока. Такая ситуация в будущем сводит к абсолютному минимуму дноуглубление и дальнейшее ремонтное черпание на Быстром в случае его избрания глубоководным судовым путем.

Основные изменения гидролого-морфологических характеристик Быстрого рукава во второй половине XX века приведены в табл. 3.

Таблица 3

Многолетние изменения гидролого-морфологических параметров гирла Быстрого во второй половине XX века (обозначения индексов помещены в табл. 2) (по данным работы [9])

Расчетный период	Q , м ³ /с	Фактические			Устойчивые			Величины приращений		
		B , м	h , м	v , м/с	B_0 , м	h_0 , м	v_0 , м/с	$B - B_0$	$h - h_0$	$v - v_0$
1961–1965	1080	152	6,8	1,04	182	6,6	0,89	–30	0,2	0,15
1966–1970	1240	161	7,4	1,05	195	6,9	0,91	–34	0,5	0,14
1971–1975	1350	171	7,4	1,06	203	7,1	0,92	–32	0,3	0,14
1976–1980	1410	176	7,5	1,06	208	7,2	0,93	–32	0,3	0,13
1981–1985	1530	179	7,8	1,09	216	7,4	0,94	–37	0,4	0,15

В ней можно видеть, что основные фактические параметры растут, особенно сток воды Q и глубина h в течение всего XX столетия. Фактические изменения показали, что устойчивый рост количества воды (на 42 %), которое проходит по Быстрому, естественным образом неуклонно ведет к увеличению средней скорости течения (на 5%), что обозначает рост эрозионной и транспортирующей энергии потока русла. В результате этого происходит природное увеличение ширины (на 18 %) и глубины (на 15 %) русла. Соответствующие приращения гидролого-морфологических характеристик являются устойчивыми, однонаправленными, умеренно интенсивными.

В случае выбора рукава Быстрый как глубоководного судоходного пути, потребуются минимальные величины дноуглубления, а значит — минимальное вторжение в природный процесс и состояние русловых биоценозов среди всех крупных дельтовых рукавов на территории Украины. Если в процессе дноуглубления будет изменен рельеф дна русла, то это не приведет к серьезным последствиям для донных ценозов в связи с тем, что деформации руслового рельефа развиваются и в естественном состоянии, причем, со значительной величиной, повторяемостью и продолжительностью. Приведенные изменения указывают однозначно на наибольшую навигационную пригодность именно рукава Быстрый в Килийской дельте Дуная на ближайшие десятилетия.

Многолетние изменения уровня воды. Со стоком воды в Килийском рукаве в течение рассматриваемого 40-летнего промежутка времени тесно связаны уровни воды на разных участках от Измаила до моря (табл. 4). Решение этой задачи практически не было учтено для определения границ Дунайского Биосферного заповедника и его зонирования. Однако, ее нужно учитывать, поскольку с распределением уровней связаны все традиционные хозяйственные занятия населения и процессы изменения рукавов дельты.

В любом пункте неприливногo устья реки в безледный период и при отсутствии влияния сгонно-нагонных явлений, уровень воды (H_i , м) зависит от двух основных причин: от расхода воды в реке Q

и от фонового уровня моря H_m . Сток речной воды в Дунае в общем возрастает (табл. 2), а потому надо ожидать роста уровня в реке. Однако, как было отмечено выше, для Килийского гирла характерным является уменьшение стока воды на протяжении второй половины XX века почти на 10 %. Это уменьшение стока привело к соответствующему снижению среднегодовых значений H_1 , на фоне понижения уровней воды в половодье и их повышения в межень. Данное явление, даже при условии стабильного уровня моря H_m , усиливает гидравлический подпор в руслах дельты.

Таблица 4

Изменения уровня воды в устье Дуная

Гидропост	Период наблюдений, годы	Период определения уровня воды	Расстояние от поста до морского края дельты, км	Скорость и знак изменения уровня, мм/год
Рени	1958–1997	Год	163,3	–6,0
		Май		–6,3
		Октябрь		7,5
Исакча	1961–1995	Год	103,7	–13,9
		Май		–21,7
		Октябрь		0,34
Измаил	1958–1997	Год	93,6	–6,8
		Май		–8,7
		Октябрь		4,2
Кислица	1958–1997	Год	68,0	–6,8
		Май		–7,6
		Октябрь		4,4
Килия	1957–1997	Год	47,0	–2,2
		Май		–4,2
		Октябрь		4,4
Вилково	1958–1998	Год	18,0	2,1
		Май		0,9
		Октябрь		6,2
Прорва	1957–1997	Год	3,6	0,7
		Май		–0,02
		Октябрь		3,2
Приморское	1957–1997	Год	0	5,7
		Май		5,0
		Октябрь		8,3
Сулина	1961–1996	Год	0	2,8
		Май		1,9
		Октябрь		5,7

Однако, известно [10, 15], что вдоль прилегающих морских берегов и вдоль морского края Килийской дельты уровень Черного моря испытывает относительное повышение со средними скоростями от 2 до 7 мм/год. Поэтому подпор речных вод в руслах оказывается еще бо-

лее сильным. Под влиянием средних условий стока воды зона подпора распространяется вверх по рукаву на расстояние до ~70 км. Мало того, в межень проникновение действия подпора распространяется на расстояние до 116 км — почти до Рени. Это может означать, что уже на приустьевом участке реки начинает чувствоваться подпорное понижение скорости течения и транспортирующей способности руслового потока. На фоне многолетнего снижения стока в Килийском гирле, происходит отложение наносов в первую очередь в рукавах именно Килийской дельтовой системы. Вот почему в ней так много рукавов в стадии отмирания. Вот почему этот вопрос должен был бы анализироваться в Украине при определении границ заповедной зоны ДБЗ для сохранения традиционного занятия местного населения навигационной деятельностью, как это было сделано в Румынии.

Анализ распределения значений уровней воды в устье Дуная показал (табл. 4), что в его западной части господствуют повышения, наибольшие значения которых прослеживаются на гмп Тульча, Исакача, Рени. По всей видимости, эти посты находятся в сфере влияния тектонических поднятий массива Добруджа, что указывает на благоприятные условия естественного перемещения стока дунайской воды именно в Килийское гирло. Если этого не происходит, то наиболее вероятным следует признать соответствующее влияние антропогенного фактора со стороны Румынии (ремонтное черпание и дноуглубление Сулинского рукава, углубление и спрямление Георгиевского рукава, строительство направляющих дамб и др.). С учетом такой ситуации, конечно же, именно рукав Быстрый может быть наиболее подходящим для восстановления традиционной экономической деятельности населения региона, каковой является судоходство.

Следует заметить, что в центральной части дельты, которая залегает на поверхности земной коры, расчлененной на отдельные блоки с разным тектоническим режимом, толща дельтовых осадков, а значит — и процесс формирования дельтовых русел, реагирует различно в разных частях площади дельты. Данная особенность привела к тому, что общее понижение уровня в рукавах дельты, наложенное на относительное повышение уровня моря, приводит к результативному более интенсивному подпору речных вод в первую очередь в вершине дельты Дуная. В итоге можно утверждать, что колебания H_i — это процесс многофакторный. Но колебания уровня моря еще сложнее, поскольку на него оказывает влияние и Мировой океан, и процессы осадконакопления на морском дне, и изменения температурного режима толщи морских вод, и др. Это значит, что реакция H_i на воздействие множества экзогенных и эндогенных факторов является весьма сложной, оказывающей столь же сложное влияние на формирование экологической системы ДБЗ.

Выводы

В настоящее время природное обоснование глубоководного навигационного пути сквозь украинскую часть дельты Дуная обсуждается с позиций различных отраслей естественных наук. Анализ многолетних гидролого-морфологических исследований позволил прийти к следующим основным выводам.

1. Для возрождения в Украине глубоководного судоходного пути сквозь дельту Дуная принципиально важное значение имеет анализ современных гидролого-морфологических процессов. Чем детальнее и обширнее информация о них, тем оптимальнее выбор такого пути с точки зрения социальной, экономической, политической, природно-географической.
2. Выделено 3 периода наиболее существенных колебаний расходов воды и наносов в начале дельты Дуная, причем в течение 3-го периода сток воды оказался максимальным — на 6 % выше среднего многовекового значения. А вот сток наносов непрерывно падает: в течение того же периода он оказался на 36 % меньше среднего многовекового значения. Такая динамика заставляет выбирать для судоходства наиболее глубокий и широкий рукав, с минимальной заносимостью, с многолетней тенденцией увеличения водности.
3. На общем фоне развития гидрологических процессов во всей дельте Дуная, в пределах Килийского рукава и его современной дельты сток наносов непрерывно уменьшается в течение второй половины XX столетия. Если в 1929 г. на долю Килийского рукава приходилось 65,3 % всей дунайской воды, то в 1992 г. уже 58,3 %, а в 2000 г. — только 55,6 %. В течение минувших 10 лет во время углубления Сулинского рукава и спрямления Георгиевского рукава потери стока воды в Килийском гирле были в 4 раза интенсивнее, чем во время предыдущих 60 лет.
4. Хотя Килийский рукав в целом пропускает почти на 10 % меньше воды в первые годы XXI века, по сравнению с первой половиной XX века, но рукав Быстрый в эти же десятилетия интенсивно набирает сток воды. В течение второй половины XX века сток возрос на 62,5 %, а сток наносов сейчас составляет ~10 % от общего по Дунаю. Одновременно, с увеличением средней скорости руслового потока в Быстром на 6 %, ширина его стала больше на 18 %, а глубина — на 15 %. По всей длине рукав находится в активной стадии эрозионного расширения, что максимально благоприятно для навигационного использования.
5. Выбор рукава Быстрый в качестве глубоководного судового хода по гидролого-морфологическим признакам, при тщательном продумывании границ заповедника и экологической ценности его отдельных зон, находится в наибольшем соответствии с принципами и положениями Севильской стратегии биосферных резерватов.

Литература

1. Айбулатов Н. А., Артюхин Ю. В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. — СПб: Гидрометеоздат, 1993. — 304 с.
2. Гидрология устьевой области Дуная / Под ред. Я. Д. Никифорова и К. Дьякону. — Москва: Гидрометеоздат, 1963. — 386 с.
3. Джаошвили Ш. В. Реки Черного моря. — Тбилиси: Арена, 2003. — 186 с.
4. Корнилов М., Алешкин С. Математическое моделирование распределения водного стока по рукавам Килийской дельты Дуная / Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища: Відп. ред. Є. Д. Гопченко. — Одесса: ТЭОиздат, 2002. — С. 179–181.
5. Котенко Т. І., Волошкевич О. М. Створення Дунайського біосферного заповідника — один із шляхів вирішення екологічних проблем регіону // Екологічні проблеми басейну Дунаю в межах України: Гол. ред. В. Д. Романенко. — Київ: ДКНТ, 1996. — С. 102–111.
6. Ляшенко А. В., Харченко Т. А. Экологические проблемы Килийской дельты Дуная / Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища: Відп. ред. Є. Д. Гопченко. — Одесса: ТЭСиздат, 2002. — С. 216–220.
7. Михайлов В. Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. — Москва: ГЕОС, 1997. — 413 с.
8. Михайлов В. Н. Гидрология устьев рек. — Москва: Изд-во МГУ, 1998. — 175 с.
9. Михайлов В. Н., Морозов В. Н., Михайлова М. В., Гранич П. С. Гидрологические процессы в устьевой области Дуная и их возможные изменения // Водные ресурсы. — 1988. — № 1. — С. 24–32.
10. Михайлов В. Н., Повалишников Е. С., Морозов В. Н. Многолетние изменения уровней воды в Килийском рукаве дельты Дуная // Водные ресурсы. — 2001. — № 2. — С. 189–195.
11. Михайлова М. В. Баланс наносов в неприливых устьях рек и метод расчета формирования дельт выдвигания // Водные ресурсы. — 1995. — Т. 22. — № 5. — С. 544–552.
12. Михайлова М. В., Михайлов В. Н., Левашова Е. А., Морозов В. Н. Естественные и антропогенные изменения стока воды и наносов Дуная и Килийского рукава Дуная / Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища: Відп. ред. Є. Д. Гопченко. — Одесса: ТЭСиздат, 2002. — С. 137–139.
13. Шуйський Ю. Д. Динамика морского края Килийской дельты Дуная // Труды Гос. Океаногр. инст. — 1984. — Вып. 172. — С. 50–60.
14. Шуйський Ю. Д. Килийская дельта Дуная и вопросы водных путей // Проблемы экологической безопасности транспортных коридоров в Черноморском регионе: Отв. ред. О. В. Недоступ. — Одесса: Изд-во ОЦНТЭПИ, 2003. — С. 148–159.
15. Шуйський Ю. Д., Пейчев В. Д., Черкашин С. С. Об основных тенденциях долговременного изменения уровня в западной части Черного моря и их возможное влияние на берега // Исследование береговой зоны морей: Сб. научн. трудов. — Киев: Карбон Лтд, 2001. — С. 273–284.

Ю. Д. Шуйський

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра фізичної географії та природокористування.
вул. Дворянська, 2, Одесса-26, 65026, Україна

ГІДРОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНІ РИСИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Резюме

З давніх давен традиційно Кілійська дельта Дунаю використовується людиною для рибальства, садівництва, видобування камишу, судноплавства, тримання городів тощо. Протягом другої половини ХХ століття в процесі перебудови стоку води та наносів відбувся процес замулювання основного судноплавного гирла Прорва під впливом звичайних гідролого-морфологічних змін. Одночасно підвищився вне-

сок антропогенного фактору в розвиток гідролого-морфологічних процесів. Виникло питання про знаходження іншого судноплавного гирла, яким на даний час є Бистрий за гідролого-морфологічними показниками. Це гирло безперервно розширюється, поглиблюється і не потребує суттєвого штучного поглиблення.

Ключові слова: Україна, Дунай, дельта, стік, вода, наноси, навігація

Y. D. Shuisky

National Mechnikovs University of Odessa
Physical Geography Department
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-26, 65026, Ukraine

HYDRO-MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EVOLUTION OF CONTEMPORARY KILIYA DELTA OF DANUBE RIVER

Summary

From ancient time the Danube delta and its parts used for fishing, horticulture, truck farming, navigation etc. Under impact of natural hydro-morphological processes and corresponding mudding, in 80-th of XX century the main navigative arm of Ukrainian part of Danube delta named Prorva was disabled out of action. At the same time, active anthropogenous influence intensified mudding and sanding of basic arms of the Kiliya delta (Ukrainian part). From other side, one of the most eroding arm is Bistriy, with rising of water expenditure. And this arm best of all other as a navigative in future.

Key words: Ukraine, Danube, delta, water expenditure, sediment, navigation