

УКЛОНЫ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

МГНОВЕННЫЕ УКЛОНЫ

Устье Волги существенно отличается от вышележащей части реки по величине уклонов водной поверхности и их режиму.

На протяжении Волго-Ахтубинской поймы, между Сталинградом и дельтой, Волге свойственны средние для всего участка уклоны водной поверхности порядка от 0,03 до 0,04⁰/₀₀. В этом небольшом интервале уклоны изменяются в зависимости от колебания уровня воды.

В дельте средние на всем протяжении ее рукавов уклоны водной поверхности достигают в верхнем пределе также величины порядка 0,04⁰/₀₀, но в нижнем пределе уклоны дельты выглаживаются до незначительных величин порядка 0,005⁰/₀₀.

Помещенные в табл. 47 данные и рис. 30 характеризуют изменения многолетних уклонов водной поверхности на протяжении дельты по Бахтемировскому направлению в зависимости от высоты уровня. Наибольшие уклоны создаются в дельте во время наступления здесь максимума половодья. В особенно высокое половодье 1926 г. средний уклон водной поверхности дельты на этом направлении достиг исключительно большой величины — 0,045⁰/₀₀, превысив даже уклон Волги на протяжении Волго-Ахтубинской поймы. Однако в обычное половодье поступление волжских вод в дельту сопровождается уменьшением уклонов. Это уменьшение происходит в верхней половине дельты, а дальше, по мере приближения к морю, уклоны увеличиваются и в низовьях Бахтемира, на выходе его в море, достигают 0,04⁰/₀₀.

Уклоны водной поверхности на подъеме и спаде половодья при одном и том же уровне отличаются в дельте на величину, достигающую 0,004—0,006⁰/₀₀. Объясняется это тем, что, помимо большой степени трансформации волны половодья в дельте вследствие растекания на подъеме полых вод на широких просторах дельтовой равнины, здесь рукава и протоки получают на спаде боковую приточность в виде обратного стока воды из большого числа ильменей и покоев.

В низкую межень уклоны водной поверхности Волги в пределах дельты и Бахтемира до его низовьев весьма невелики — менее 0,01⁰/₀₀, но в нижней части рукава, на выходе его в море, уклоны и при низких уровнях примерно 0,02⁰/₀₀.

Протяженность дельты от верхней ее границы до моря по Бахтемировскому направлению наибольшая из всех направлений систем дельтовых рукавов. Поэтому Бахтемиру свойственны вообще несколько меньшие уклоны водной поверхности, нежели другим рукавам дельты. Наиболее короткий путь от вершины дельты до моря волжские воды проходят по Бузану. Очевидно, что этот рукав должен занимать в дельте

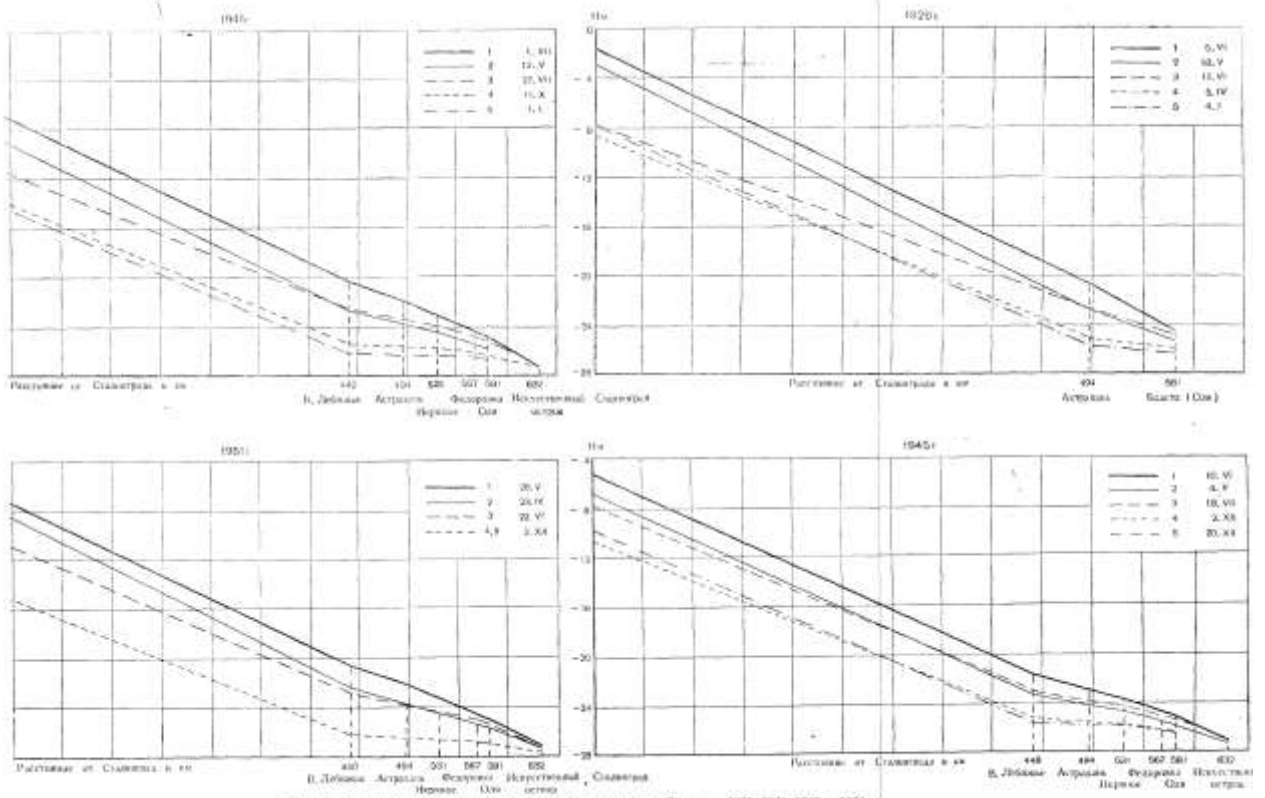


Рис. 30. Графики продольных профилей водной поверхности Волги за 1910, 1920, 1940 и 1951 гг.
 1 — максимум, 2 — средняя величина, 3 — минимум, 4 — минимальный минимум уровня, 5 — максимальный уровень.

первое место по величине уклонов водной поверхности. Действительно, до приморской зоны (если сравнить, например, участок Красный Яр — Большой Могой по Бузану с участками Астрахань — Зеленга, Астрахань — Камызяк, Астрахань — Икряное) рукав Бузан имеет уклоны поверхности воды большие, чем наблюдаются на соответственных участках других рукавов (табл. 48, рис. 31), но в низовьях дельты величина уклонов большая на Белинском направлении. Здесь, на Белинском банке, при максимуме половодья 1946 г. (выше среднего многолетнего) уклоны водной поверхности достигали $0,076^{\circ}/\text{км}$.

В межень уклоны на всех рукавах дельты резко выполаживаются, но в приморской зоне и при этих низких уровнях сохраняются еще сравнительно большие значения уклонов водной поверхности. Особенно большой уклон и в межень наблюдается на Белинском банке.

Вообще по всем направлениям дельты происходит постепенное увеличение уклонов водной поверхности по мере приближения к морю, но особенно резко увеличиваются уклоны в приморской зоне. Последнее объясняется в основном увеличением уклона местности в нижней части дельты, достигающего значений $0,06—0,08^{\circ}/\text{км}$. Кроме этого, увеличение уклонов водной поверхности здесь связано с делением крупных водотоков на массу небольших, с маленьким гидравлическим радиусом, мелководных протоков, по которым уже происходит втеkanie волжских вод на взморье. То обстоятельство, что в низовьях Бахтемира уклоны водной поверхности меньше, чем в низовьях других рукавов, объясняется, помимо большой его длины, еще искусственным сооружением — Волго-Каспийским каналом. В процессе строительства канала продольный профиль был сглажен, и в настоящее время здесь поддерживают большие судоходные глубины.

Значительное уменьшение уклонов водной поверхности водотоков приморской зоны происходит при нагонных ветрах. Устойчивое воздействие сильного ветра создает здесь даже обратный уклон, распространяющийся на 20—30 км от морского края дельты.

СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ УКЛОНЫ

Помещенные в табл. 49 и 50 среднemesячные значения уклонов водной поверхности дают возможность заключить, что крайние в течение года значения уклонов совпадают по всем рукавам дельты: наибольшие уклоны приходится на июнь, когда в дельте наблюдаются наивысшие уровни половодья, а наименьшие — на декабрь, когда в большинстве случаев отмечается годовой минимум уровня.

Из этих данных следует, что Волге в пределах дельты свойственны меньшие уклоны, чем ее рукавам. Из рукавов наименьшими уклонами в межень обладает Старая Волга, но в половодье уклоны Старой Волги превышают уклоны Бахтемира. Затем по величине уклонов следуют в возрастающем порядке рукава Камызяк, Бузан и Белинский. Некоторая неидентичность периода, за которые использованы материалы наблюдений по разным направлениям дельты, не исключает возможности их сравнения. Величина уклонов водной поверхности различных направлений имеет тесную зависимость от уровня дельты у Астрахани, и поэтому для получения сравнимых материалов подобраны периоды с почти одинаковой величиной среднего уровня.

Помещенные в табл. 50 значения среднemesячных уклонов по участкам рукавов подтверждают отмеченное ранее (по данным мгновенных уклонов) увеличение уклонов от вершины дельты в направлении к ее морскому краю.

На основании весьма хорошей связи уровней между различными пунктами дельты представилась возможность установить зависимости укло-

Мгновенные уклоны водной поверхности нижнего течения Волги¹

Пункт	Расстояние между пунктами, км	Средина подъема половодья		Максимум воды		Средина спада половодья		Навигационный минимум уровня		Годовой минимум уровня	
		абсолютная отметка уровня, м	уклон, ‰	абсолютная отметка уровня, м	уклон, ‰	абсолютная отметка уровня, м	уклон, ‰	абсолютная отметка уровня, м	уклон, ‰	абсолютная отметка уровня, м	уклон, ‰
1926 г.											
Сталинград	494	-2,91	0,040	-1,74	0,039	-7,87	0,030	-8,60	0,034	-7,90	0,036
Астрахань	87	-22,93	0,028	-20,82	0,045	-22,83	0,025	-25,25	0,009	-25,85	0,006
Боаста		-25,39		-24,71		-24,37		-26,05		-26,35	
1941 г.											
Сталинград	440	-5,32	0,040	-3,35	0,039	-8,28	0,033	-10,62	0,033	-11,10	0,034
Верхне-Лебяжье	54	-22,70	0,019	-20,43	0,029	-22,61	0,014	-25,23	0,006	-26,09	0,002
Астрахань	37	-23,73	0,019	-21,99	0,031	-23,37	0,014	-25,57	0,004	-26,19	0,001
Икрное	36	-24,43	0,024	-23,12	0,036	-23,80	0,025	-25,71	0,011	-26,22	0,005
Фелоровка	14	-25,30	0,026	-24,40	0,038	-24,78	0,029	-26,11	0,007	-26,39	0,006
Оля	51	-25,67		-24,93	0,049	-25,19	0,043	-26,35	0,020	-26,59	
Искусственный остров				-27,43		-27,37		-27,35			

1945 г.

Сталиград	440	-6,88	0,038	-5,28	0,038	-7,93	0,035	-10,73	0,033	-9,81	0,036
Верхне-Лебяжье	54	-23,49	0,016	-21,81	0,022	-23,18	0,015	-25,33	0,007	-25,69	0,004
Астрахань	37	-24,33	0,013	-22,99	0,022	-23,99	0,011	-25,71	0,004	-25,93	0,001
Икраное	36	-24,81	0,021	-23,82	0,029	-24,40	0,022	-25,84	0,011	-25,96	0,009
Федоровка	14	-25,56	0,031	-24,87	0,032	-25,19	0,024	-26,22	0,017	-26,28	0,014
Оля	51	-25,99	0,028	-25,32	0,038	-25,53	0,033	-26,46		-26,48	
Искусственный остров		-27,44		-27,28		-27,22					

1951 г.

Сталиград	440	-4,56	0,041	-3,84	0,038	-7,56	0,035	-12,03	0,032	-12,03	0,032
Верхне-Лебяжье	54	-22,53	0,021	-20,63	0,028	-22,87	0,017	-26,21	0,004	-26,21	0,004
Астрахань	37	-23,64	0,021	-22,13	0,033	-23,78	0,014	-26,41	0,001	-26,41	0,001
Икраное	36	-24,42	0,024	-23,36	0,033	-24,30	0,021	-26,45	0,005	-26,45	0,005
Федоровка	14	-25,30	0,027	-24,55	0,033	-25,06	0,024	-26,62	0,014	-26,62	0,014
Оля	51	-25,68	0,033	-25,01	0,042	-25,39	0,035	-26,82	0,015	-26,82	0,015
Искусственный остров		-27,37		-27,17		-27,19		-27,57		-27,57	

15 |-----| Моменты характерных уровней приняты по посту Астрахань.

Мгновенные уклоны водной поверх

Рукава	Водомерный пост	Расстояние между пунктами, км	1945										
			Навигационный минимум 22 IX			Годовой максимум							
			абсолютная отметка урв-ня, м	падение, м	уклон, м/км	абсолютная отметка урв-ня, м	падение, м	уклон, м/км					
						9 VI							
Бузан	Верхне-Лебяжье	48	-25,02	0,33	0,007	-21,81	1,12	0,023					
	Красный Яр		40			-25,35			0,23	0,006	-22,93	1,06	0,027
	Большой Могой		28			-25,58			0,51	0,018	-23,99	1,53	0,055
	Васильевский маяк					-25,09					-25,52		
						10 VI							
Белинский	Верхне-Лебяжье	54	-25,02	0,36	0,007	-21,81	1,18	0,022					
	Астрахань		63			-25,38			0,56	0,009	-22,99	1,69	0,027
	Зеленга		14			-25,91			0,38	0,027	-24,68	0,84	0,060
	Белинский банк					-26,32					-25,52		
						11 VI							
Камызяк	Верхне-Лебяжье	54	-25,02	0,36	0,007	-21,81	1,18	0,022					
	Астрахань		35			-25,38			0,24	0,007	-22,99	0,83	0,024
	Камызяк		30			-25,62					-23,82	1,35	0,045
	Никитинский банк										-25,17		
						12 VI							
Бахтемир	Верхне-Лебяжье	54	-25,02	0,36	0,007	-21,81	1,18	0,022					
	Астрахань		37			-25,38			0,20	0,005	-22,99	0,83	0,022
	Икряное		36			-25,58			0,46	0,013	-23,82	1,04	0,029
	Федоровка		14			-26,04			0,25	0,018	-24,86	0,45	0,032
	Оля		51			-26,29			1,23	0,024	-25,31	1,92	0,038
	Искусственный остров					-27,52					-27,23		

¹ Белинский маяк; расстояние между Зеленой и Белинским маяком 35 км.

ности по рукавам дельты Волги

1946						1953					
Навигационный минимум 25 IX			Годовой максимум			Навигационный минимум 5 IX			Годовой максимум 7/VI		
абсолютная отметка уровня, м	падение, м	уклон, м/км	абсолютная отметка уровня, м	падение, м	уклон, м/км	абсолютная отметка уровня, м	падение, м	уклон, м/км	абсолютная отметка уровня, м	падение, м	уклон, м/км
			18 VI			5 IX			7 VI		
-25,05	0,29	0,006	-20,09	1,59	0,033	-25,08	0,38	0,008	-20,41	1,53	0,032
-25,34	0,20	0,005	-21,68	1,57	0,039	-25,46	0,18	0,004	-21,94	1,45	0,036
-25,54	0,55	0,020	-23,25	1,83	0,065	-25,64	—	—	-23,39	—	—
-26,09			-25,03			—			—		
			18 VI			5 IX			7 VI		
-25,05	0,33	0,006	-20,09	1,58	0,028	-25,08	0,43	0,008	-20,41	1,57	0,029
-25,38	0,51	0,008	-21,67	2,14	0,034	-25,51	0,42	0,007	-21,98	1,97	0,031
-25,89	0,50	0,036	-23,81	1,06	0,076	-25,93	1,22	0,035	-23,95	2,73	0,078
-26,39			-24,87			-27,15 ¹			-26,68 ¹		
			18 VI			5 IX			7 VI		
-25,05	0,33	0,006	-20,09	1,58	0,029	-25,08	0,43	0,008	-20,41	1,57	0,029
-25,38	0,26	0,007	-21,67	1,25	0,036	-25,51	0,29	0,008	-21,98	1,10	0,031
-25,64			-22,92	1,55	0,052	-25,70	0,32	0,011	-23,08	1,43	0,048
			-24,47			-26,02			-24,51		
			18 VI			5 IX			7 VI		
-25,05	0,33	0,006	-20,09	1,58	0,029	-25,08	0,43	0,008	-20,41	1,57	0,029
-25,38	0,18	0,005	-21,67	1,31	0,035	-25,51	0,18	0,005	-21,98	1,16	0,031
-25,56	0,46	0,013	-22,98	1,32	0,037	-25,69	0,38	0,011	-23,14	1,25	0,035
-26,02	0,26	0,019	-24,30	0,50	0,036	-26,07	0,19	0,014	-24,39	0,48	0,034
-26,28			-24,80	0,50	0,036	-26,26	1,07	0,021	-24,87	2,26	0,044
						-27,33			-27,13		

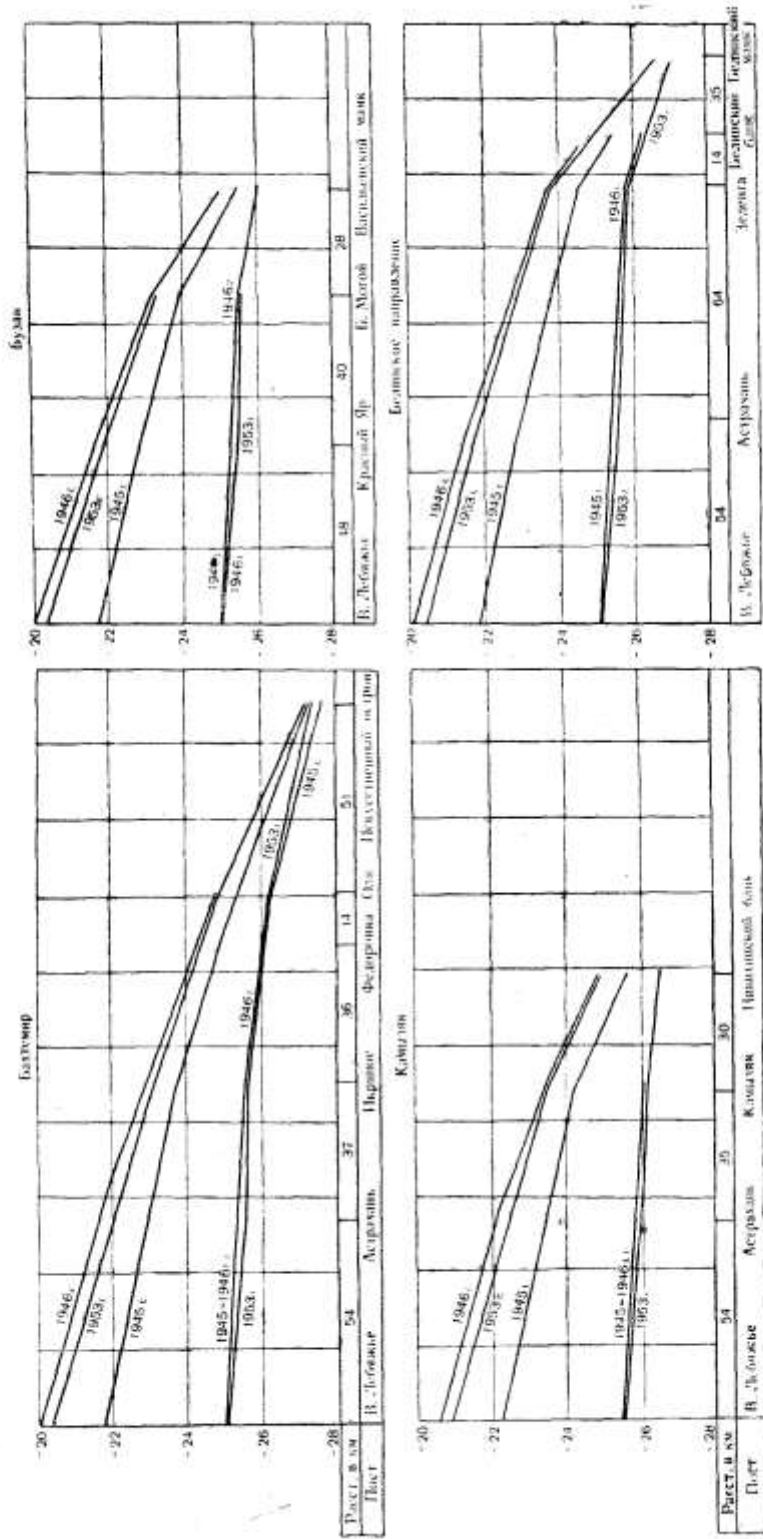


Рис. 31. Продольные профили водной поверхности рукавов Бухармир, Казыяк, Бузан и Белый Яр.

Среднемесячные уклоны водной поверхности дельты Волги за 1941—1953 гг. (‰)

Рукав	Водомерный пост	Расстояние между пунктами, км	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Волга	Верхне-Лебяжье	54	0,009	0,011	0,011	0,011	0,023	0,026	0,015	0,010	0,009	0,009	0,010	0,007	0,012
	Астрахань														
Бузан	Верхне-Лебяжье	116	0,012	0,012	0,011	0,012	0,028	0,038	0,024	0,013	0,011	0,011	0,013	0,008	0,016 ¹
	Васильевский маяк														
Белинский	Астрахань	77	0,014	0,014	0,013	0,016	0,032	0,037	0,025	0,015	0,014	0,014	0,015	0,010	0,018 ²
	Белинский банк														
Камызяк	Астрахань	98	0,018	0,021	0,021	0,024	0,040	0,040	0,026	0,019	0,018	0,021	0,023	0,017	0,024 ³
	Белинский маяк														
Старая Волга	Астрахань	69	0,010	0,012	0,010	0,012	0,029	0,032	0,019	0,010	0,010	0,011	0,013	0,008	0,015
	Никитинский банк														
Бахтемир	Астрахань	70	0,007	0,010	0,009	0,012	0,031	0,032	0,019	0,009	0,008	0,010	0,010	0,006	0,013
	Дамчик														
	Астрахань	87	0,010	0,010	0,010	0,012	0,026	0,030	0,018	0,012	0,010	0,011	0,012	0,009	0,014
	Оля														

1 За 1941—1946 гг.

2 За 1942—1950 гг.

3 За 1951—1953 гг.

Среднемесячные уклоны водной поверхности дельты Волги за 1941—1953 гг. (%₀₀)

Рукав	Водомерный пост	Расстояние между пунктами, км	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Бузан	Верхне-Лебяжье	48	0,008	0,009	0,008	0,011	0,024	0,028	0,016	0,009	0,008	0,009	0,010	0,008	0,012
	Красный Яр	40	0,005	0,006	0,006	0,009	0,025	0,032	0,016	0,008	0,006	0,006	0,008	0,004	0,011
	Большой Могой Васильевский маяк	28	0,028	0,030	0,026	0,024	0,050	0,062	0,034	0,024	0,022	0,023	0,025	0,015	0,031
Белинский	Астрахань	63	0,009	0,008	0,009	0,011	0,023	0,029	0,018	0,009	0,008	0,009	0,010	0,008	0,013
	Зеленга	14	0,036	0,036	0,035	0,035	0,061	0,068	0,050	0,037	0,036	0,038	0,042	0,032	0,042 ¹
	Белинский банк Зеленга Белинский маяк	35	0,038	0,042	0,040	0,046	0,067	0,069	0,050	0,039	0,037	0,043	0,045	0,036	0,046 ²
Камызяк	Астрахань	36	0,006	0,005	0,007	0,009	0,023	0,029	0,015	0,008	0,007	0,007	0,008	0,007	0,011
	Камызяк Никитинский банк	29	0,014	0,017	0,015	0,018	0,037	0,040	0,026	0,014	0,014	0,016	0,020	0,012	0,021
Бахтемир	Астрахань	37	0,006	0,005	0,006	0,008	0,024	0,027	0,014	0,007	0,006	0,006	0,007	0,006	0,012
	Икраное	36	0,010	0,012	0,012	0,015	0,027	0,032	0,021	0,014	0,012	0,013	0,013	0,009	0,014
	Федорова Оля Искусственный остров	14 51	0,019 0,023	0,019 0,025	0,017 0,024	0,016 0,024	0,029 0,035	0,032 0,043	0,024 0,029	0,019 0,022	0,017 0,021	0,018 0,023	0,020 0,027	0,016 0,019	0,021 0,025 ²

1 За 1942—1950 гг.

2 За 1951—1953 гг.

нов водной поверхности по рукавам и их участкам относительно уровня по Астраханскому посту. Зависимости получились двузначные с отклонением ветвей от средней преимущественно на $\pm 0,002\text{‰}$. Только для нижних участков дельты при низких уровнях, где зависимости уже однозначны, наблюдалось отклонение некоторых точек от общей массы их вследствие проявления стогно-нагонных явлений, достигавшее $\pm 0,004\text{‰}$. Полученные таким путем данные сведены в табл. 51 и 52.

Таблица 51

Средние уклоны водной поверхности дельты Волги (‰) в зависимости от высоты уровня у Астрахани

Рукав	Водомерный пост	Расстояние, км	Абсолютные отметки уровня по водомерному посту Астрахань				
			-25,50	-24,50	-23,50	-22,50	-21,50
р. Волга	Верхне-Лебяжье	54	0,008	0,013	0,019	0,025	0,031
	Астрахань						
Бузан	Верхне-Лебяжье	116	0,010	0,017	0,026	0,035	0,045
	Васильевский маяк						
Белинский	Астрахань	77	0,012	0,020	0,028	0,036	0,045
	Белинский банк						
	Астрахань						
Камызяк	Астрахань	65	0,008	0,017	0,025	0,033	0,044
	Никитинский банк						
Старая Волга	Астрахань	70	0,006	0,016	0,024	0,034	0,043
	Дамчик						
Бахтемир	Астрахань	87	0,008	0,015	0,022	0,029	0,036
	Оля						
	Астрахань						
	Искусственный остров	138	0,013	0,020	0,027	0,034	0,041

В этих таблицах хорошо видна степень увеличения уклонов водной поверхности дельты с ростом уровня. При изменении уровня у Астрахани в пределах 4 м (равном примерно годовой амплитуде) уклоны дельты увеличиваются в 4 и более раза.

Приведенные в табл. 51 значения уклонов относятся к участкам рукавов, принятым соответственно размещению водомерных постов. По рукавам Бузану, Белинскому и Бахтемиру нижние посты Большой Могой, Зеленга и Федоровка расположены примерно по верхней границе приморской зоны. На рукаве Камызяк верхний пост нижнего участка (пост Камызяк) расположен значительно выше верхней границы приморской зоны. Поэтому средний уклон участка Камызяк — Никитинский банк является преуменьшенным относительно уклона приморской зоны этого рукава. Судя по средним значениям уклонов на всем протяжении рукавов

Изменение уклонов водной поверхности дельты Волги (‰) в зависимости от высоты уровня у Астрахани

Рукав	Водомерный пост	Расстояние, км	Абсолютные отметки уровня по водомерному посту Астрахань				
			-25,50	-24,50	-23,50	-22,50	-21,50
Бузан	Верхне-Лебяжье	48	0,006	0,013	0,020	0,027	0,034
	Красный Яр	40	0,003	0,013	0,022	0,031	0,040
	Большой Могой	28	0,020	0,034	0,047	0,059	0,070
	Васильевский маяк						
Белинский	Астрахань	63	0,006	0,014	0,021	0,028	0,036
	Зеленга	14	0,032	0,045	0,056	0,066	0,076
	Белинский банк Зеленга	35	0,036	0,049	0,062	0,074	0,086
	Белинский маяк						
Камызяк	Астрахань	36	0,004	0,012	0,020	0,028	0,036
	Камызяк	29	0,012	0,022	0,032	0,042	0,052
	Никитинский банк						
Бахтемир	Астрахань	37	0,004	0,011	0,017	0,026	0,034
	Икряное	36	0,010	0,017	0,024	0,031	0,038
	Федоровка	14	0,016	0,021	0,026	0,032	0,037
	Оля	51	0,020	0,028	0,037	0,046	0,054
	Искусственный остров						

(табл. 50), рукав Камызяк не отличается сколько-нибудь существенно от рукавов Бузан и Белинский. Однако по рукаву Камызяк не столь заметно увеличение уклонов по мере приближения к морю, как по другим рукавам. Последнее следует объяснить неудачным расположением постов на рукаве Камызяк для освещения вопроса изменения уклонов поверхности воды на его протяжении. Нет оснований полагать, что уклоны приморской зоны рукава Камызяк существенно отличаются от уклонов соответственных участков рукавов Бузана и Белинского.

Этим же обстоятельством — размещением водомерных постов — следует объяснить и значительное отличие уклонов водной поверхности Белинского направления в нижней его части относительно других рукавов. Водомерный пост Белинский маяк находится в 1,5 км от морского края дельты, между тем как низовые посты на других рукавах дельты расположены в значительно большем удалении от моря. Пост Искусственный остров на Бахтемировском направлении, наоборот, находится уже на взморье, также в значительном удалении от морского края дельты, но уже в другую сторону.

Следует отметить, что уклоны водной поверхности в прибрежной части взморья также имеют значительную величину. Это видно из данных, при-

веденных в табл. 52, на участке Оля — Искусственный остров. Кроме того, по данным экспедиции Каспморпроекта, в 1954 г. на участке от Белинского маяка в море протяженностью 11 км наблюдался (в момент максимума половодья) уклон водной поверхности в $0,072\text{‰}$. Половодье в 1954 г. было значительно ниже средней высоты (по Астрахани — 22,92 м), так что приведенная величина уклона на взморье не характеризует возможных здесь наибольших уклонов водной поверхности.

Пространственную характеристику изменений уклонов водной поверхности в дельте дает рис. 32, представляющий собой схемы стояния уровня на определенные моменты. Линии равных отметок уровня проведены через равные интервалы его высоты и поэтому дают представление о распределении уклонов.

ИЗМЕНЕНИЕ УКЛОНОВ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ МОРЯ

Уклоны водной поверхности реки тесно связаны с режимом уровня воды. Поэтому с изменением по тем или иным причинам режима уровня следует ожидать соответствующих изменений и в режиме уклона ее водной поверхности.

При рассмотрении данных режима уровня дельты за время до и после снижения уровня моря ранее были отмечены существенные изменения, происшедшие в режиме уровня дельты в связи с временным уменьшением водоносности Волги, повлекшим за собой снижение уровня моря и уменьшение его влияния на дельту. Очевидно, что по этой причине произошли изменения и в режиме уклонов водной поверхности дельты.

Для общего суждения о происшедших изменениях сравним помещенные в табл. 53 среднегодовые уклоны водной поверхности одного из рукавов дельты за разные периоды лет, между которыми уровень моря снизился почти на 1,5 м.

Таблица 53

Среднегодовые уклоны водной поверхности Бахтемира

Годы	1929	1931	1932	1933	1934	
Абсолютная отметка уровня у Астрахани, м	-24,26	-24,59	-24,48	-24,73	-24,80	
Уклоны Астрахань — Оля (Боаста), ‰	0,012	0,011	0,013	0,010	0,010	
Годы	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Абсолютная отметка уровня у Астрахани (м)	-24,82	-24,67	-24,70	-24,70	-24,87	-24,58
Уклоны Астрахань — Оля (Боаста), ‰	0,014	0,013	0,014	0,015	0,013	0,015

Несмотря на относительно низкие уровни последних лет, соответствующие им уклоны имеют большую величину, чем в годы более раннего периода. Следовательно, имеется вполне определенное увеличение уклонов водной поверхности дельты, которое можно поставить в связь с происшедшим в это время снижением уровня моря.

Проследим теперь, как изменялись уклоны в течение годового цикла хода уровня дельты. Для этого рассмотрим данные, помещенные в табл. 54. Из этих данных видно, что в периоды половодья (V—VII) более

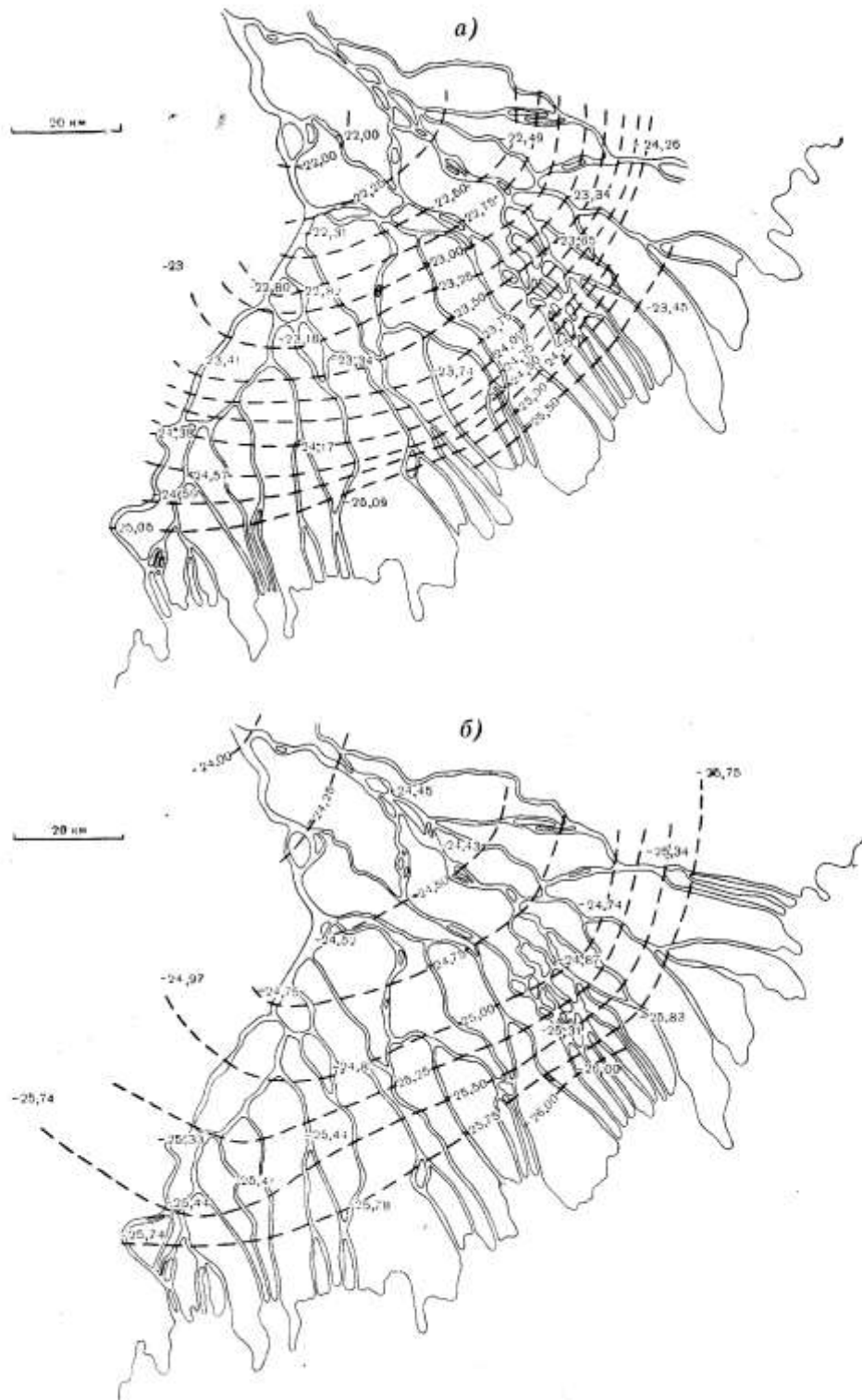


Рис. 32. Схемы рельефа водной поверхности дельты Волги.
 а — в половодье (11 VI 1939 г.), б — в межень (14 VII 1939 г.).

Средние уровни и уклоны поверхности воды дельты Волги

Элементы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Рукав Бахтемир, Астрахань—Оля (Боаста)													
1931—1933 гг.													
Уровень у Астрахани	-24,99	-24,79	-25,10	-25,03	-22,91	-22,24	-24,29	-25,08	-25,27	-25,14	-25,00	-25,37	-24,60
Уклоны, σ'_{60}	0,008	0,009	0,007	0,008	0,026	0,031	0,012	0,006	0,005	0,006	0,007	0,006	0,011
1940—1942 гг.													
Уровень у Астрахани	-25,58	-25,24	-25,43	-25,43	-23,35	-22,33	-23,25	-24,93	-25,44	-25,56	-25,34	-25,84	-24,81
Уклоны, σ'_{60}	0,007	0,009	0,008	0,009	0,025	0,031	0,023	0,012	0,009	0,009	0,010	0,006	0,013
Рукав Камызяк, Астрахань—Никитинский банк													
1929—1930 гг.													
Уровень у Астрахани	-25,05	-24,71	-24,85	-24,92	-23,17	-22,33	-23,53	-24,57	-24,91	-24,96	-24,73	-24,99	-24,33
Уклоны, σ'_{60}	0,013	0,016	0,015	0,015	0,034	0,040	0,028	0,016	0,015	0,012	0,017	0,012	0,020
1939—1941 гг.													
Уровень у Астрахани	-25,64	-25,49	-25,85	-25,59	-23,47	-22,43	-23,49	-25,15	-25,58	-25,64	-25,46	-25,83	-24,97
Уклоны, σ'_{60}	0,012	0,012	0,010	0,013	0,030	0,040	0,029	0,015	0,012	0,012	0,014	0,010	0,017
Рукав Белинский, Астрахань—Зеленга													
1931—1933 гг.													
Уровень у Астрахани	-24,99	-24,79	-25,10	-25,03	-22,91	-22,24	-24,29	-25,08	-25,27	-25,14	-25,00	-25,37	-24,60
Уклоны, σ'_{60}	0,010	0,012	0,009	0,010	0,029	0,034	0,014	0,008	0,007	0,007	0,010	0,007	0,013
1941—1943 гг.													
Уровень у Астрахани	-25,34	-25,08	-25,32	-25,40	-23,30	-22,14	-23,39	-24,82	-25,22	-25,32	-25,14	-25,77	-24,69
Уклоны, σ'_{60}	0,009	0,010	0,010	0,011	0,029	0,036	0,024	0,011	0,008	0,008	0,009	0,004	0,014

высокому уровню того или иного периода лет соответствует и большая величина уклона водной поверхности, т. е. увеличения уклонов относительно уровней дельты не наблюдается. Иная зависимость имеет место в периоды меженных уровней: при значительно более низких уровнях 1940—1942 гг. уклоны этого периода больше уклонов 1930—1933 гг. В зимнее время, когда дельта и значительная часть Северного Каспия покрыты льдом, уклоны обоих периодов одинаковой величины, но уровни дельты различны — уровни 1940—1942 гг. ниже уровней 1930—1933 гг., так что уклоны и зимних периодов следует считать относительно увеличенными. Из этого можно заключить, что увеличение среднегодовых значений уклонов водной поверхности дельты, поставленное нами в зависимость от падения уровня моря, произошло в результате увеличения уклонов преимущественно в межень.

Происшедшие изменения в режиме уклонов водной поверхности дельты наглядно представлены на рис. 33 в виде графических зависимостей уклонов от уровней. Для лучшего освещения зависимостей при высоких уровнях периоды половодья построены по среднедекадным значениям уровней и уклонов. На всех графиках хорошо выражены происшедшие изменения в режиме уклонов: уклоны 1940—1942 гг., соответствующие низким уровням дельты, увеличены относительно уклонов 1931—1933 гг., но с повышением уровня зависимости сближаются, сливаясь в одну общую.

Чтобы уяснить причину таких изменений в режиме уклонов воды дельты Волги, вернемся к рис. 14. На графике колебаний уровня дельты 1932 г., когда уровень моря был еще высоким, на сезонные колебания уровня у Оля, бывшего тогда поблизости от морского края дельты, накладывались сгонно-нагонные колебания по всей годовой амплитуде хода уровня. Наиболее часто сгонно-нагонные явления отмечались в меженное время и реже — в период половодья. Это и естественно, так как нагоны воды при высоком уровне половодья в дельте могли быть вызваны только воздействием ветра значительной силы и устойчивости, а в межень и относительно слабые ветры создавали уже нагонные колебания уровня. На графике колебаний уровня Волги у Астрахани за этот же год также отмечаются частые и в ряде случаев значительные колебания уровня нагонного происхождения, но здесь эти явления проявлялись только в меженное время, а в периоды половодья нагоны с моря здесь и ранее не ощущались вовсе.

Иное положение наблюдается теперь, после падения уровня моря, что можно видеть по графику колебания уровня за 1940 г. У Астрахани влияние моря незаметно уже и при низких меженных уровнях дельты. В низовьях Бахтемировского рукава, у Оля, находящегося теперь на значительном расстоянии от моря, колебания уровня сгонно-нагонного происхождения отмечаются только в период межени, причем уменьшенные по частоте и амплитуде. Следовательно, при современном стоянии уровня моря, приближающемся к уровню 1940 г., дельта Волги в прежних (до 1930 г.) ее границах весьма ничтожно подвергается воздействию моря и уровеньный режим этой ее зоны можно считать практически речным.

Поэтому, возвращаясь к рис. 33, можно констатировать, что зависимости, относящиеся к 1930—1933 гг., характеризуют режим уклонов водной поверхности дельты, находящихся под значительным воздействием моря, это воздействие проявлялось частыми нагонами и подпорами, уменьшавшими величину уклонов. Зависимости 1940—1942 гг. характеризуют режим уклонов, не уменьшенных влиянием моря. Кроме того, соответственно изменениям в уровненом режиме дельты, как это определено при рассмотрении многолетних и сезонных колебаний уровня, наибольшие изменения претерпели уклоны водной поверхности низких уровней дельты.

Особенно большие изменения в уклонах произошли на Бахтемире. Очевидно, в этом существенную роль сыграла деятельность человека. Выходом этого рукава в море служит Волго-Каспийский канал. Наличие

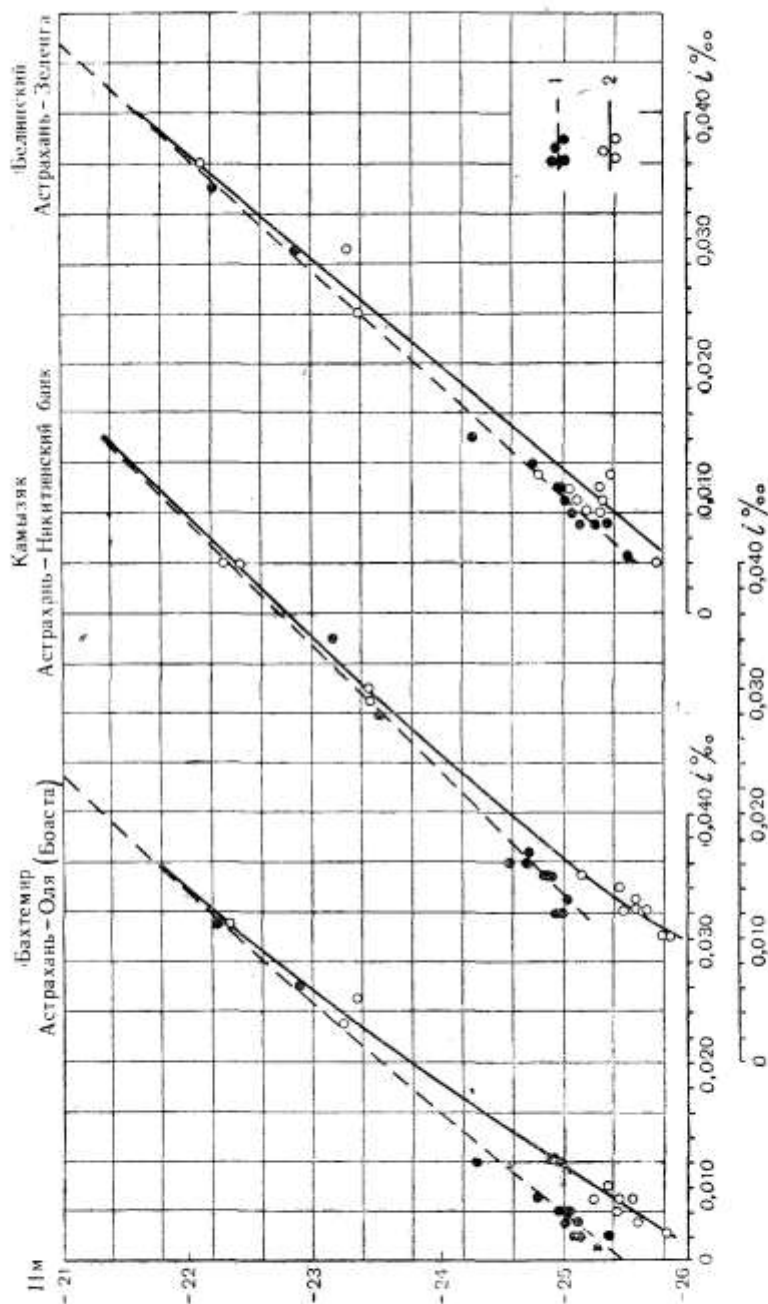


Рис. 33. График связи уклонов и уклонов водной поверхности дельты Волги.
1 — до снижения уровня моря, 2 — после снижения уровня моря.

этой прорези в нижней части самого рукава и по мелководному дну предустьевое взморья способствовало ранее при высоком уровне моря проникновению нагонных колебаний уровня в рукав Бахтемир в большей мере, чем в другие рукава, не обладавшие этими условиями. Со снижением уровня моря производилась интенсивная подчистка Волго-Каспий-

ского канала и выбранный грунт откладывался на его бровках. Эти бровки теперь обсохли, покрылись густой растительностью и на протяжении примерно 20 км от морского края дельты окаймляют канал в открытом предустьевом взморье. Очевидно, это служит существенным препятствием для распространения нагонных колебаний уровня в рукав Бахтемир. Необходимо теперь полное совпадение направления нагонного ветра с осью канала, чтобы в последнем оказалось повышение уровня.

Как ранее было сказано, уровенный режим дельты Волги выше прежнего ее морского края теперь имеет преимущественно речной характер и уклоны водной поверхности здесь с падением уровня моря почти не уменьшаются нагонами и подпорами с моря. Условимся называть эти уклоны, не уменьшенные воздействием моря, зависящие только от морфологических условий данного участка реки, «нормальными уклонами». Очевидно, что и до падения уровня моря были периоды, когда сток воды по рукавам дельты происходил при нормальных уклонах. Это было преимущественно при высоких уровнях половодья и временами при низких уровнях межени, когда не было нагонов и подпоров с моря.

Можно было полагать, что с падением уровня моря, достигшим за 1931—1941 гг. величины 1,72 м, где-то за морским краем дельты создавался сосредоточенный перепад уровня, в результате чего должна была возникнуть регрессивная глубинная эрозия русел рукавов и, как следствие, должны были увеличиться нормальные уклоны водной поверхности рукавов дельты.

Однако, как следует из приведенных выше данных и графиков, уклоны, соответствующие высоким уровням дельты, с падением уровня моря не увеличились. Эти уклоны и до падения уровня моря были нормальными, так как влияние моря на них практически не сказывалось. Поскольку же не увеличивались нормальные уклоны, соответствующие высоким уровням дельты, то, очевидно, не увеличились и нормальные уклоны, отвечающие низким уровням.

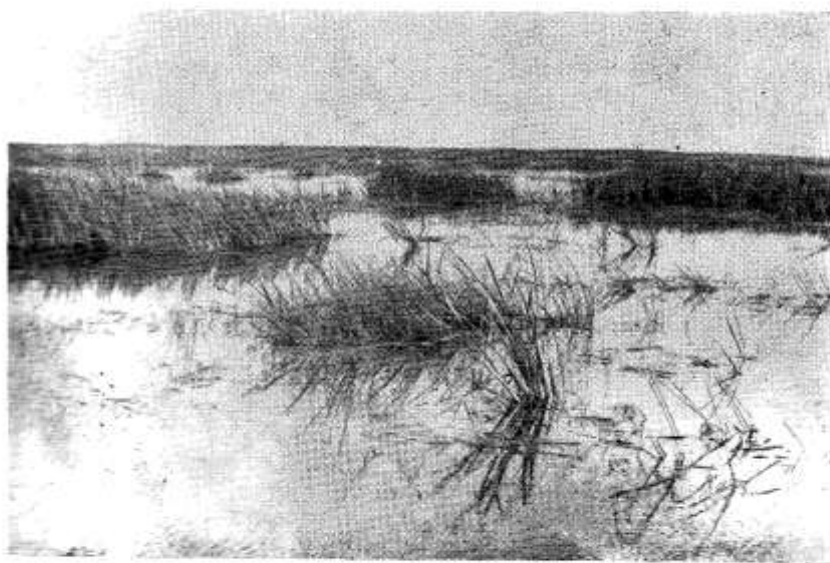
Придя к этому выводу, можно заключить, что увеличение средних уклонов водной поверхности дельты явилось следствием только уменьшения влияния моря в виде значительно меньшего проявления нагонов и подпоров с моря на дельту и выше прежнего морского края.

Снижение же уровня моря непосредственно не повлияло на величину уклонов водной поверхности дельты. Объясняется это тем, что за морским краем собственно дельты как теперь, так и до снижения уровня моря следует чрезвычайно мелководное предустьевое взморье, простирающееся на десятки километров в сторону моря. Со снижением уровня моря волжские воды прорабатывали себе русло в мелководном дне предустьевого взморья, береговая черта собственно дельты отодвигалась вслед за отходом моря, вместе с этим увеличивалась протяженность рукавов.

В результате падения уровня моря в период 1931—1941 гг. морской край дельты сместился примерно на 30 км, соответственно чему увеличилась и протяженность рукавов. На этом вновь создавшемся приросте собственно дельты рассосредоточился перепад уровня, который должен был образоваться в результате снижения уровня моря на 172 см. Следовательно, уклоны водной поверхности протоков приморской зоны современной дельты должны иметь величины порядка $0,057\text{‰}$. Как можно видеть из приведенных ранее материалов наблюдений, эта величина соответствует фактически наблюдаемым здесь уклонам.



Выход на взморье из Карайского канала.
Фото С. С. Байдина.



Заросли в калтуке на морском крае дельты Волги.
Фото С. С. Байдина.