

ВПЛИВ РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА КОНФІГУРАЦІЮ ТА ПАРАМЕТРИ РІЧКОВОГО ПОТОКУ В НИЖНІЙ ТЕЧІЇ ДНІСТРА

В статті наводиться гідроморфологічний аналіз руслового процесу та руслових деформацій в нижній течії Дністра в межах Одеської області на основі топографічних карт різних років.

Ключеві слова: русловий процес, деформація русла, стан динамічної рівноваги, типізація руслового процесу, макроформи, вільне меандрування, закрут, вимірники закрутів, морфометричні характеристики.

Вступ та постановка проблеми. Води Дністра використовуються для водопостачання, зрошування, судноплавства. По руслу нижнього Дністра проходить державний кордон України та Молдови. Спостереження на даній ділянці за ходом руслових деформацій та зміною морфометричних характеристик дозволяють визначити зміну кордонів обох держав у зв'язку з розмивом земельних прибережних масивів [1-4].

Метою цієї статті є аналіз результатів обробки картографічних матеріалів по нижньому Дністру за різні роки та визначення з їх допомогою основних морфометричних параметрів річкового русла, дослідження його деформацій та процесів руслоутворення.

Об'єкт дослідження і вихідні матеріали. Основними матеріалами досліджень є топографічні карти Одеської області. Об'єктом дослідження виступають руслові процеси, що відбуваються на р. Дністер.

Методи досліджень. Дністер – річка в Східній Європі, що тече з північного заходу на південний схід у межах України і Молдови [4]. Загальна довжина річки становить 1352 км, площа басейну – 72,1 тис. км². Дністер відноситься до числа великих річок України. Річка бере початок в Карпатах і далі протікає по Прикарпаттю між Подільською та Бессарабською височинами, серед високих берегів, по меандроподібному руслу. Передгірлова ділянка річки знаходиться в межах Причорноморської низовини. Причорноморська низовина включає до себе Дунайсько-Дністровську підобласть. Морфологічною особливістю всіх підобластей континентальної частини є деякий нахил поверхні на південь у бік Чорного та Азовського морів, а у Дунайсько-Дністровській підобласті загальний нахил поверхні має південно-східний напрямок. Річка впадає в Дністровський лиман, сполучений з Чорним морем. Басейн Дністра в межах Одеської області представлено на рис. 1.

Територія нижнього Придністров'я характеризується рівнинним рельєфом, наявністю заболочених територій з великою кількістю озер, відсутністю впадіння приток значних розмірів до головної річки. Схили долини річки у нижній течії складені рихлими мергелями, глинами і пісками, переважно розорані. Поверхня її рівна, суха, лугова, переважно розорана, зайнята садами, городами і виноградниками, у ряді місць покрита кущами і лісом. У заплаві Дністра поширені піщані і супіщані алювіальні відкладення. Заплава складена суглинними, мулко-піщаними і рідше піщаними ґрунтами. Заплавний алювій майже суцільно засолений водорозчинними солями, переважно сульфатами.

У нижній течії Дністра долина річки різко розширюється, її ширина складає 100-240 м. До м. Бендери її середня ширина 4-6 км, нижче – 6-12 км, в місці відгалуження рукава Турунчук досягає 16 км, на пригірловій ділянці – 22 км.

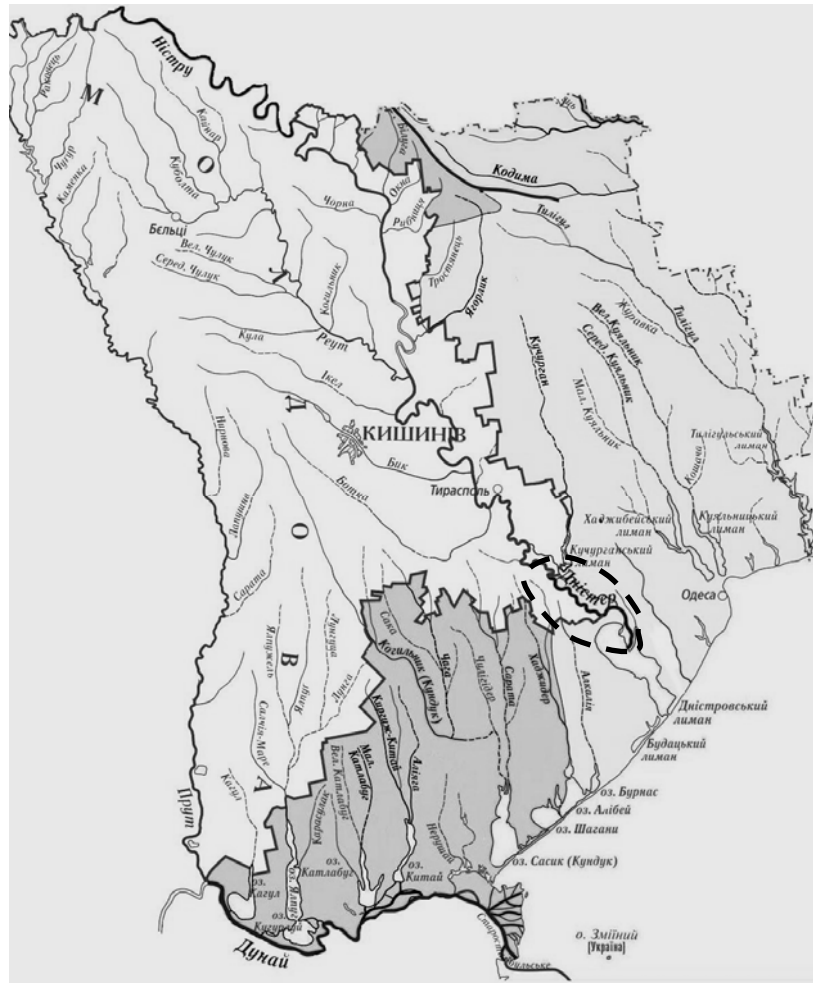


Рис. 1 – Карта-схема географічного положення низов'я Дністра в Одеській області

Широка заплава сприяє процесам вільного меандрування пригирлової ділянки Дністра. Таким чином русло річки на цій ділянці підлягає процесам розмиву та деформації.

Меандрування – найбільш поширена форма переформування в плані закрутів річок, що мають заплаву. Розрізняють меандрування обмежене, вільне та незавершене.

Меандра – закрут русла річки у плані. Він може бути вимушеним, якщо обтікає схил долини, або вільним у межах заплави [5-8].

Для кількісних оцінок процесу вільного меандрування використовуються наступні вимірники: крок закруту λ і довжина закруту S , ступінь розвитку закруту S/λ , кут входу $\alpha^\circ_{вх}$, кут виходу $\alpha^\circ_{вих}$, кут розвороту α° та ін. (рис. 2).

1) Крок закруту λ – відстань по прямій між точками перегину осьової лінії русла, що обмежують закрут.

2) Довжина закруту S – відстань між тими ж точками, виміряне по осьовій лінії русла (фарватеру).

3) Відносна довжина закруту S/λ – відношення довжини закруту до її кроку.

4) Ширина поясу меандрування B_m – відстань між лініями, огинаючими вершини правобережних і лівобережних закрутів.

5) Висота закруту Y_m – відстань від середини лінії кроку до найбільш віддаленої точки осьової лінії русла.

6) L – довжина фронту розмиву.

7) F – площа розмиву.

8) Кут входу $\alpha^{\circ}_{вх}$ – кут, утворений лінією кроку і вектором, направленим у бік течії по дотичній до осьової лінії у верхній точці її перегину.

9) Кут виходу $\alpha^{\circ}_{вих}$ – кут, утворений продовженням липни кроку і вектором, що проходить через низову точку перегину.

10) Кут розвороту α° – кут, утворений двома названими вище векторами і рівний сумі кутів входу і виходу [5-8].

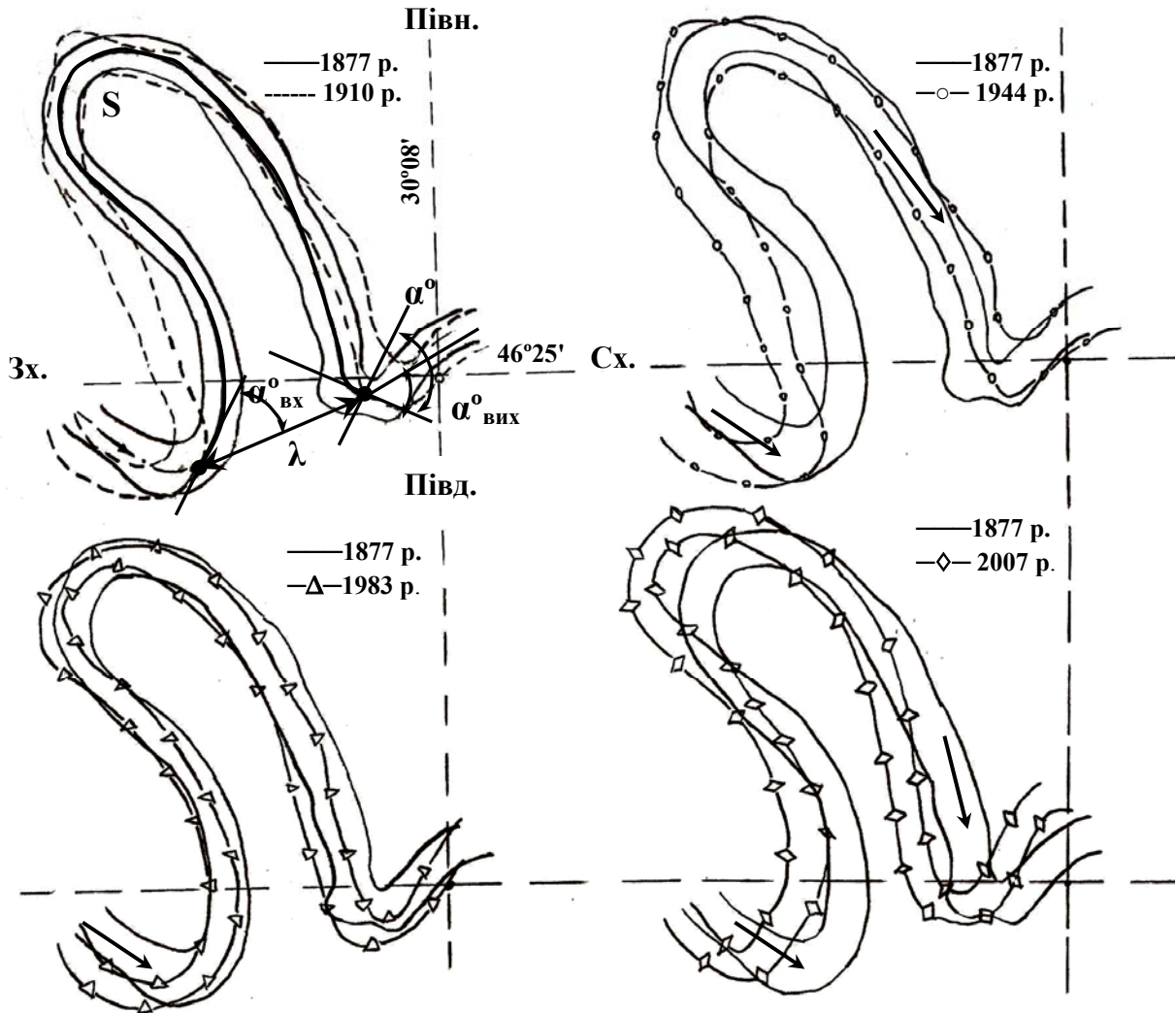


Рис. 2 – Послідовні положення закруту (№4) в ході вільного меандрування

Найбільш характерною рисою вільного меандрування є наявність певних завершених циклів розвитку закрутів. Закрути проходять послідовні стадії свого розвитку. На ранніх стадіях спостерігається їх сповзання вниз по течії, збільшенням величин вимірників закрутів. Цикл розвитку завершується проривом перешийка петлі в результаті зближення протилежних берегів цього перешийка. Далі закрут відторгається від русла річки, переходить у старицю. Планові деформації русла на ділянці з вільним меандруванням розвиваються нерівномірно, тому навіть суміжні закрути можуть опинитися у різних стадіях розвитку.

Результати дослідження та їх аналіз. Аналіз руслових процесів в нижній течії Дністра проводиться на основі суміщення топографічних карт Одеської області різних років, приведених до одного масштабу (1:20000) [9,10]. Визначено кількісні характеристики макроформ русла річки шляхом побудови середньої лінії русла [5-8].

Зміни характеристик закрутів оцінювались за 130-річний період (зіставлено зйомки 1877, 1910, 1944, 1983 та 2007 рр.). За основу при порівнянні морфометричних характеристик взято конфігурацію русла за 1877 р. Загальна довжина ділянки Дністра з вільним меандруванням в межах Одеської області склала близько 70 км, в його межах виділено 33 закрути, дані про розташування закрутів в руслі річки від гирла у різні роки наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Розташування закрутів в руслі р. Дністер

№ закруту	Ділянка річки, км				
	роки				
	1877	1910	1944	1983	2007
гирло	0	0	0	0	0
1	20,8-23,2	-	-	22,0-24,7	22,2-25,1
2*	21,8-25,3	-	-	23,3-26,9	23,6-27,4
3	23,5-28,1	24,3-29,4	24,3-29,6	24,8-30,0	25,3-30,6
4*	26,3-30,5	27,3-31,5	27,6-31,8	27,8-32,3	28,3-33,0
5	30,5-32,6	31,5-33,3	31,9-33,6	32,3-34,1	33,0-34,8
6*	31,8-35,6	32,6-36,3	33,0-36,8	33,5-37,4	34,2-38,3
7*	35,6-39,2	36,3-39,9	36,8-40,5	37,4-41,3	38,3-42,3
8	37,4-40,8	38,2-41,6	38,7-42,1	39,5-43,0	40,4-43,9
9*	39,2-42,0	40,1-42,7	40,6-43,3	41,5-44,3	42,2-45,4
10	40,8-45,6	41,5-46,5	42,1-46,8	43,0-48,0	43,9-49,4
11*	44,0-48,8	44,8-49,4	45,2-46,9	46,0-51,3	47,2-52,6
12	45,9-50,1	46,6-51,0	46,9-51,4	48,2-52,6	49,5-54,0
13*	48,8-51,6	49,6-52,4	50,0-52,8	51,4-54,2	52,8-55,6
14	50,1-55,4	50,9-56,0	51,2-56,2	52,7-58,3	54,0-59,4
15*	53,0-57,9	53,8-58,5	54,1-58,7	55,8-60,7	57,3-62,0
16	55,6-60,2	56,4-58,5	56,7-60,5		
17*	58,1-62,2	58,5-62,5	58,8-62,6		
18	60,2-64,7	60,6-64,7	60,8-64,9	58,7-64,0	60,0-65,2
19*	63,6-65,6	63,7-65,5	63,8-65,7	62,7-65,1	63,8-66,3
20	64,6-66,7	64,7-66,4	64,9-66,7	64,1-66,2	65,3-67,2
21*	65,6-69,4	65,5-69,6	65,7-69,6	65,3-68,8	66,3-69,9
22	68,0-70,3	67,8-70,4	68,1-70,5	67,4-68,7	68,7-70,8
23*	69,5-71,6	69,5-71,5	69,6-71,7	68,7-70,9	69,9-72,1
24	70,3-74,6	70,4-74,7	70,2-74,4	69,7-74,1	70,8-75,3
25*	73,4-75,9	73,1-76,0	73,1-75,9	72,9-75,7	74,1-77,1
26	75,9-78,9	76,0-78,8	75,9-78,9	75,7-78,7	77,1-80,2
27*	77,8-80,7	77,7-80,5	77,6-80,4	77,6-80,3	79,0-81,7
28	79,0-81,8	78,9-81,7	78,9-81,6	78,7-81,5	80,2-82,7
29*	80,7-83,1	80,6-83,1	80,5-83,0	80,3-83,1	81,7-84,4
30	81,8-84,1	81,7-84,0	81,6-83,8	81,5-84,4	82,9-85,7
31*	83,4-85,6	83,3-85,3	83,0-85,3	83,4-85,8	84,6-87,0
32	84,0-86,3	84,1-86,1	83,9-86,0	84,4-86,8	85,7-88,1
33*	85,6-89,1	85,4-88,9	85,2-88,8	85,9-89,7	87,1-90,8

(*) – позначення лівобережних закрутів

Таблиця 2 – Зміна характеристик вільно меандруючих закрутів ділянки нижнього Дністра

Вимірник	Рік	Номер закруту																
		1	2*	3	4*	5	6*	7*	8	9*	10	11*	12	13*	14	15*	16	17*
Крок закруту, λ , км	1877	1,94	2,08	1,20	1,54	0,84	2,58	0,70	0,88	1,26	1,86	2,94	2,90	1,78	1,68	1,08	1,44	0,34
	1910	-	-	1,40	1,52	0,82	2,56	0,90	0,92	0,98	1,88	3,02	3,06	1,76	1,58	1,08	1,36	0,68
	1944	-	-	1,40	1,52	0,76	2,50	0,94	0,92	1,10	1,88	2,94	3,00	1,70	1,56	1,06	1,20	0,46
	1983	2,02	2,10	1,26	1,68	0,66	2,54	0,76	0,80	1,12	1,60	3,20	3,00	1,68	1,64	1,12	-	-
	2007	2,02	2,12	1,26	1,80	0,68	2,40	0,86	0,76	1,32	1,54	3,06	3,08	1,64	1,52	1,16	-	-
Довжина закруту, S , км	1877	2,54	3,52	4,74	4,32	2,12	3,84	3,82	3,52	2,82	5,02	4,86	4,26	2,82	5,48	5,00	4,78	4,28
	1910	-	-	5,16	4,28	1,72	3,84	3,82	3,54	2,64	4,72	4,64	4,42	2,86	5,18	4,80	4,10	4,12
	1944	-	-	5,16	4,42	1,94	3,84	3,82	3,54	2,72	4,74	4,64	4,30	2,76	4,92	4,66	3,84	4,10
	1983	2,86	3,48	5,16	4,64	1,88	3,92	4,04	3,76	2,92	5,34	5,44	4,40	2,78	5,52	5,02	-	-
	2007	2,86	3,78	5,18	4,64	1,86	3,92	4,14	3,84	3,14	5,40	5,50	4,58	2,82	5,26	4,72	-	-
Ступінь розвитку закруту, S/λ	1877	1,31	1,69	3,95	2,81	2,52	1,49	5,46	4,00	2,24	2,70	1,65	1,47	1,58	3,26	4,63	3,32	12,59
	1910	-	-	3,69	2,82	2,10	1,50	4,24	3,85	2,69	2,51	1,54	1,44	1,63	3,28	4,44	3,01	6,06
	1944	-	-	3,69	2,91	2,55	1,54	4,06	3,85	2,47	2,52	1,58	1,43	1,62	3,15	4,40	3,20	8,91
	1983	1,42	1,66	4,10	2,76	2,85	1,54	5,32	4,70	2,61	3,34	1,70	1,47	1,65	3,37	4,48	-	-
	2007	1,42	1,78	4,11	2,58	2,74	1,63	4,81	5,05	2,38	3,51	1,80	1,49	1,72	3,46	4,07	-	-
Кут входу, $\alpha_{вх}^{\circ}$	1877	19	28	65	38	61	60	44	37	66	65	22	48	47	37	54	35	131
	1910	-	-	37	29	74	67	58	39	56	66	29	34	50	52	53	45	73
	1944	-	-	47	31	83	72	41	43	64	39	24	22	41	61	41	63	117
	1983	21	18	40	34	86	64	32	34	68	50	24	60	54	53	58	-	-
	2007	16	19	41	33	76	65	41	49	72	60	20	57	57	61	61	-	-
Кут виходу, $\alpha_{вих}^{\circ}$	1877	17	17	44	31	63	44	42	30	19	61	26	12	38	31	41	24	50
	1910	-	-	63	37	70	58	49	28	20	48	35	12	51	21	47	18	64
	1944	-	-	72	32	72	61	49	38	31	48	30	9	43	22	56	31	86
	1983	20	28	50	26	70	52	59	51	39	49	16	10	38	36	37	-	-
	2007	29	22	50	28	72	66	43	40	41	33	26	12	38	25	46	-	-
Кут розвороту, α°	1877	36	45	109	69	124	104	86	67	85	126	48	60	85	68	95	59	181
	1910	-	-	100	66	144	125	107	67	76	114	64	46	101	73	100	63	137
	1944	-	-	119	63	155	133	90	81	95	87	54	31	84	83	97	94	203
	1983	41	46	90	60	156	116	91	85	107	99	40	70	92	89	95	-	-
	2007	45	41	91	61	148	131	84	89	113	93	46	69	95	86	107	-	-

Продовження табл.2

Вимірник	Рік	Номер закруту															
		18	19*	20	21*	22	23*	24	25*	26	27*	28	29*	30	31*	32	33*
Крок закруту, λ , км	1877	2,00	0,66	0,76	0,88	1,12	1,18	1,10	0,38	0,84	1,30	1,86	1,78	1,36	1,56	1,40	2,04
	1910	2,00	0,68	0,74	0,84	1,26	1,16	1,16	0,50	0,86	1,14	1,96	1,70	1,42	1,56	1,42	2,18
	1944	1,94	0,64	0,88	0,90	1,20	1,22	1,24	0,36	0,88	1,2	1,98	1,92	1,36	1,60	1,46	2,12
	1983	-	0,70	0,74	0,58	1,28	1,52	0,92	0,34	0,86	1,28	1,66	1,70	1,46	1,40	1,58	2,02
	2007	-	0,76	0,70	0,62	1,14	1,60	0,84	0,34	0,96	1,18	1,48	1,78	1,50	1,44	1,46	2,18
Довжина закруту, S , км	1877	4,66	2,28	2,12	4,22	2,56	2,24	4,32	2,64	2,96	2,86	2,82	2,52	2,36	2,22	2,22	3,66
	1910	4,36	1,96	2,12	4,28	2,66	2,12	4,08	3,04	3,06	2,76	2,82	2,52	2,30	2,12	2,22	3,82
	1944	4,48	1,96	2,12	4,28	2,68	2,14	4,10	3,04	3,06	2,92	2,84	2,74	2,24	2,08	2,22	3,82
	1983	-	2,46	2,18	3,50	2,24	2,14	4,54	2,94	2,96	2,76	2,84	2,76	2,94	2,58	2,62	4,10
	2007	-	2,46	1,88	3,48	2,16	2,14	4,54	2,96	2,96	2,60	2,54	2,76	2,94	2,70	2,62	4,10
Ступінь розвитку закруту, S/λ	1877	2,33	3,45	2,79	4,80	2,29	1,90	3,93	6,95	3,52	2,20	1,52	1,42	1,74	1,42	1,59	1,79
	1910	2,18	2,88	2,86	5,10	2,11	1,83	3,52	6,08	3,56	2,42	1,44	1,48	1,62	1,36	1,56	1,75
	1944	2,31	3,06	2,41	4,76	2,23	1,75	3,31	8,44	3,48	2,43	1,43	1,43	1,65	1,30	1,52	1,80
	1983	-	3,51	2,95	6,03	1,75	1,41	4,93	8,65	3,44	2,16	1,71	1,62	2,01	1,84	1,66	2,03
	2007	-	3,24	2,69	5,61	1,89	1,34	5,40	8,71	3,08	2,20	1,72	1,55	1,96	1,88	1,79	1,88
Кут входу, $\alpha_{вх}^{\circ}$	1877	54	76	52	78	48	46	38	94	112	21	45	28	54	15	50	42
	1910	28	75	48	60	48	48	29	96	98	23	40	32	52	29	54	78
	1944	21	63	32	53	26	26	42	84	77	44	44	38	49	28	48	78
	1983	-	64	42	121	57	43	38	81	78	22	20	16	59	22	52	70
	2007	-	66	54	114	62	23	50	99	69	22	27	14	42	18	24	60
Кут виходу, $\alpha_{вих}^{\circ}$	1877	38	58	60	42	30	74	74	93	80	34	28	28	18	44	13	48
	1910	40	34	30	58	28	46	82	101	52	34	24	38	16	23	8	17
	1944	16	44	32	28	20	30	38	98	69	52	52	30	16	26	20	38
	1983	-	48	36	62	22	45	78	112	62	38	22	50	20	30	8	19
	2007	-	33	32	34	21	38	97	104	69	41	55	31	19	40	15	24
Кут розвороту, α°	1877	92	134	112	120	78	120	112	187	192	55	73	56	72	59	63	90
	1910	68	109	78	118	76	94	111	197	150	57	64	70	68	52	62	95
	1944	37	107	64	81	46	56	80	182	146	96	96	68	65	54	68	116
	1983	-	112	78	183	79	88	116	193	140	50	50	78	38	74	60	67
	2007	-	99	86	148	83	61	147	203	138	63	82	45	61	58	39	84

Таблиця 3 – Співставлення результатів розрахунку вимірників закрутів (%)

Вимірник	Рік	Номер закруту																
		1	2*	3	4*	5	6*	7*	8	9*	10	11*	12	13*	14	15*	16	17*
Крок закруту, $\lambda(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1910	-	-	117	99	98	99	129	105	78	101	103	95	99	94	100	94	200
	1944	-	-	117	99	90	97	134	105	87	101	100	97	96	93	98	83	135
	1983	104	101	105	109	79	98	109	91	89	86	109	97	94	98	104	-	-
	2007	104	102	105	117	81	93	123	86	105	83	104	94	92	90	107	-	-
Довжина закруту, $S(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1910	-	-	109	99	81	100	100	101	94	94	95	104	101	95	96	86	96
	1944	-	-	109	102	92	100	100	101	96	94	95	101	98	90	93	80	96
	1983	113	99	109	107	89	102	106	107	104	106	112	103	99	101	100	-	-
	2007	113	107	109	107	88	102	108	109	111	108	113	108	100	96	94	-	-
Ступінь розвиненості закруту, $S/\lambda(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1910	-	-	93	100	83	101	78	96	120	93	93	98	103	101	96	91	48
	1944	-	-	93	104	101	103	74	96	110	93	95	98	102	97	95	96	71
	1983	108	98	104	98	113	104	97	118	116	124	103	100	104	103	97	-	-
	2007	108	105	104	92	108	110	88	126	106	130	109	101	109	106	88	-	-
	Рік	Номер закруту																
		18	19*	20	21*	22	23*	24	25*	26	27*	28	29*	30	31*	32	33*	
Крок закруту, $\lambda(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	1910	100	103	97	95	113	98	105	132	102	88	105	96	104	100	101	107	
	1944	97	97	116	102	107	103	113	95	105	92	106	108	100	103	104	104	
	1983	-	106	97	66	114	129	84	89	102	98	89	96	107	90	113	99	
	2007	-	115	92	70	102	136	76	89	114	91	80	100	110	92	104	107	
Довжина закруту, $S(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	1910	94	86	100	101	104	95	94	115	103	97	100	100	97	95	100	104	
	1944	96	86	100	101	105	96	95	115	103	102	101	109	95	94	100	104	
	1983	-	108	103	83	88	96	105	111	100	97	101	110	125	116	118	112	
	2007	-	108	89	82	84	96	105	112	100	91	90	110	125	122	118	112	
Ступінь розвиненості закруту, $S/\lambda(\%)$	1877	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	1910	94	83	103	106	92	96	90	88	101	110	95	105	93	95	99	98	
	1944	99	89	86	99	98	92	84	122	99	111	95	101	95	91	96	100	
	1983	-	102	106	126	77	74	126	124	98	98	113	115	116	129	105	113	
	2007	-	94	96	117	83	70	138	125	88	100	113	110	113	132	113	105	

Аналіз таблиць 2 та 3 зводиться до наступного:

- *Середня величина кроку закруту* на ділянці річки – 1,44 км. Тенденція до збільшення кроків закрутів за весь період досліджень спостерігається для 16 закрутів (48 %), в інших випадках кроки закрутів зменшились. Для закрутів № 13*, 16, 18 λ має поступове зменшення. Закрути № 16 та 18 після 1944 р. об'єднуються у П-подібний закрут після прориву перешийку лівобережного закруту № 17*, частина якого відділяється від русла та переходить у староріччя. Для закруту № 17* *максимальне збільшення кроку закруту* на 340 м (вдвічі) мало місце в період 1877-1910 рр.

Максимальний крок закруту у 1877 р. склав 2,94 км (закрут № 11*); у 1910 р. – 3,06 км (№ 12); у 1944 р. – 3,00 км (№ 12); у 1983 р. – 3,20 км (№ 11*); у 2007 р. – 3,08 км (№ 12). *Мінімальний крок закруту* у 1877 р. – 0,34 км (закрут № 17*), далі для закруту № 25* - 0,50 км (1910 р.); 0,36 км (1944 р.); 0,30 км (1983 р.); 0,34 км (2007 р.).

Максимальне збільшення λ на 420 м (36%) за весь період досліджень має закрут № 23*, а *максимальне зменшення величини λ* на 260 м (30 %) в закрут № 21*. В середині періоду (1877-1910 рр.) крок закруту № 21* зменшився відносно базової величини на 34 %.

- *Середня довжина закрутів S* становить 3,48 км. В межах досліджуваної ділянки річки з вільним меандруванням є закрути, на яких відбувається подовження довжини S (27% – 9 закрутів), зменшення довжин закрутів (2 закрути) та постійною довжиною (4 закрути), що в сумі складають близько 2% від загального числа закрутів. У всіх інших випадках зміна довжин в часі відбувалась хаотично, що може бути пов'язано з рядом причин, які викликають відхилення в закономірному циклі розвитку меандрів: наявність алювіальних відкладів у річковий долині, що обмежують меандрування закрутів; різні стадії розвитку суміжних закрутів; сповзання закрутів униз по течії. Певне відхилення параметрів закрутів від закономірного розвитку також може бути пов'язано з проведенням інтенсивної господарської діяльності у прибережних ділянках річки на протязі періоду досліджень.

Максимальна довжина S характерна для закруту № 14 - 5,48 км (1877 р.), 5,18 км (1910 р.), 5,52 км (1983 р.), а також 5,16 км на закруті № 3 (1944 р.) і закруту № 11* 5,50 км (2007 р.). *Мінімальна довжина* у 1877 р. – 2,12 км (закрути № 5 та № 20); далі для закруту № 5 у 1910 р. – 1,72 км; у 1944 р. – 1,94 км; у 1983 р. – 1,88 км; у 2007 р. - 1,86 км.

Максимальне збільшення S на 580 км (25 %) відбулося на закруті № 30 та на 460 м (22 %) на закруті № 31. закруті № 30 (25 % або 580 км), на 22 % (460 м) для сусіднього 31-го* закруту. За 130 років *максимальне зменшення довжини* на 740 м (18 %) спостерігається для закруту № 20.

- Аналіз середніх величин *ступенів розвитку закрутів* показав, що у початкових стадіях розвитку (за умови $S/\lambda=1,4\div 1,6$) знаходяться 6 закрутів (18 %), решта закрутів знаходяться у завершальній стадії розвитку. Максимальне середнє значення $S/\lambda=9,19$ має закрут № 17* (1877 р.), мінімальне - № 1 – 1,31 (1877 р.). Судячи з величини розвитку 9,19 закрут наближається до завершальної стадії розвитку – прориву перешийка та переходу частини петлі закруту у староріччя, що й відбулося в подальшому. Середній коефіцієнт розвитку закрутів складає 2,97. По довжині досліджуваної ділянки спостерігається чергування закрутів з різними стадіями розвитку, яке може викликати зміни морфометричних характеристик меандр у часі та порушення закономірності їх розвитку.

У 1877 р. *максимальне відношення S/λ* склало 12,6 (закрут № 17*); у 1910 р. – 6,08 (№ 25*); у 1944 р. – 8,91 (№ 17*); у 1983 р. – 9,80 (№ 25*);

у 2007 р. – 8,71 (№ 25*). *Мінімальне відношення S/λ* становило 1,31 (1877 р.) для закруту № 1; 1910 р. – 1,30 (№ 31*); 1944 р. – 1,36 (№ 31*); 1983 р. – 1,41 (№ 23*); 2007 р. – 1,34 (№ 23*).

Максимальне збільшення ступеню розвитку S/λ з 3,93 до 5,40 (38 %) за весь період досліджень має закрут № 24 і з 1,42 до 1,88 (24 %) закрут № 31*.

Максимальне зменшення S/λ з 1,90 до 1,34 (30 % від базового значення) має закрут № 23*. Для цього закруту відбулося суттєве збільшення кроку та віддалення точок перегину закруту.

Виходячи із результатів, можна сказати, що максимальні значення кроків закрутів, довжин закрутів та відношень S/λ не співпадають в різні роки.

Аналіз розрахованих показників показав, що максимальні значення кроків і довжин закрутів та відношень S/λ для одного і того ж закруту в різні роки не співпадають.

Подальші розрахунки морфометричних показників закрутів показали:

- *Максимальна ширина поясу меандрування* спостерігається між вершинами закрутів № 13*-14 та 14-15* і досягає величини 2,5 км. *Мінімальна ширина поясу меандрування* – 800 м – відноситься до закрутів № 30-31*, 31*-32.

- Закрути № 14 та № 31*, що утворюють з сусідніми закрутами відповідно найбільшу та найменшу ширину поясу меандрування, мають також найменше та найбільше значення висоти закруту. Для закруту № 14 *максимальна висота* досягла значення 2,12 км. Закрут № 31* має *мінімальну висоту* – 0,83 км.

- Меридіан (30°сх.д.) проходить через населені пункти Старокозаче, Крокмаз і Градениці. На захід від меридіану біля Дністра знаходяться молдавські села Пуркари, Олонешти, Крокмаз; на схід – Тудорово і Паланка.

Біля с. Пуркари розташовані закрути № 31*, 32, 33*. Відстань від вершини закруту № 31* до меридіану складає 7,14 км (1877 р.), і 7,32 км (2007 р.). Таким чином, за 130-ти річний період досліджень закрут № 31* віддалився на захід від меридіану на 180 м. Вершина закруту № 32 знаходилась на відстані 8,28 км (1877 р.) на захід від меридіану, і 8,64 км (2007 р.), тобто закрут змістився на захід на 360 м.

Поблизу с. Олонешти знаходяться закрути річки № 26-29*. Відстань від меридіану до вершини лівобережного закруту № 27* склала 4,72 км (1877 р.) і 3,42 км (2007 р.), тобто закрут змістився у південно-східному напрямку на 1,3 км.

На схід від Крокмаз розташовано закрут № 14. Відстань від вершини закруту до меридіану – 1,46 км (1877 р.) і за період вона зменшилась на 740 м (2007 р.).

Закрути № 11*-12 розташовані біля с. Тудорово. Вершина закруту № 11* знаходиться в 4,64 км на схід від меридіану, а через 130 років вона перемістилась на 40 м далі на південний схід. Вершина закруту № 12 наблизилась до меридіану з 1,74 км до 1,64 км.

Закрути № 5-10 знаходяться поблизу с. Паланка. Найбільше зміщення має закрут № 7* з 7,04 км (1877 р.) до 8,06 км (2007 р.). Мінімальне зміщення спостерігається в закруті № 5, вершина якого віддалилась від меридіану на 20 м за 130-ти річний період.

Середнє зміщення закрутів на схід від меридіану (№ 1-13*) становить близько 300 м, на захід від меридіану – 750 м (№ 14-33*). Значне зміщення відносно меридіану західних закрутів свідчить про те, що більшість з них знаходяться у ранній стадії розвитку, коли високі швидкості планових деформацій сприяють їх сповзанню вниз. Закрути (№ 1-13*) на схід від меридіану значних зміщень відносно базових положень не зазнають.

В період з 1983-2007 рр. *максимальне зміщення* відносно меридіану на 460 м спостерігається на західному закруті № 31*, довжина фронту розмиву якого становив 2,34 км, з площею розмиву 83 га.

На завершення розглянемо найбільш характерні закрути.

*Закрут №. 23** має *максимальне збільшення кроку закруту* на 420 м (36 %) за весь період досліджень. Крок закруту сягає величини 1,18 км (1877 р.), 1,16 км (1910 р.), 1,22 км (1944 р.), 1,6 км (2007 р.).

Довжина цього закруту, що становить 2,24 км (1877 р.), 2,12 км (1910 р.), 2,14 км (1944-2007 рр.), за період досліджень зменшилась на 4% (100 м).

Ступінь розвитку S/λ за період досліджень зменшувалась з величини 1,90 до 1,34 (30 %).

Максимальний кут входу $\alpha_{\text{вх}}^{\circ}=48^{\circ}$ був у 1910 р., а *мінімальний* - 23° (2007 р.). Кут виходу за період досліджень зменшився з 74° до 38° .

Закрут № 30 має *максимальне збільшення довжини* на 140 м (25 %). Довжина закрут в період 1877-1944 рр. зменшилась на 120 м (5 %) з 2,36 до 2,24 км. З 1944 р. величина S зросла на 25 % (580 м) відносно 1877 р., досягла значення 2,94, яке в подальшому не змінювалось.

Крок в цьому закруті досягає величини 1,36 км (1877 р.), 1,42 км (1910 р.), 1,36 км (1944 р.), 1,46 км (1983 р.), 1,50 км (2007 р.) і за період досліджень збільшує свою довжину на 140 м (25 %).

Середнє значення S/λ за період досліджень для закруту – 1,8. Кутіві параметри суттєво не змінювались.

Закрут № 24 має *максимальне підвищення ступеню розвитку* S/λ з 3,93 до 5,40 (38 %).

Крок цього закруту мав величину 1,10 км (1877 р.), 1,16 км (1910 р.) та 1,24 км (1944 р.), різко зменшується до величини 0,92 км (84 % від базового значення), а з 1983 по 2007 р. λ зменшується на 8 % до значення 0,84 км.

Довжина цього закруту становила *максимально зменшилась* у період 1877-1910 рр. – на 6 %, після чого почалося її поступове зростання. З 1983 по 2007 рр. значення довжини закруту залишалось постійним і дорівнювало 4,54 км, що перевищує на 5 % базове значення.

Кут входу $\alpha_{\text{вх}}^{\circ}$ збільшився за період досліджень на 12° , кут виходу $\alpha_{\text{вих}}^{\circ}$ збільшився на 23° .

Висновки та перспективи подальших досліджень:

1. За ступенем розвитку близько 80 % розглянутих закрутів нижнього Дністра знаходяться у стадії завершення свого розвитку

2. Ширина поясу меандрування розглянутих закрутів зменшується уверх проти течії із зменшення ширини річкової заплави.

3. Розраховані кількісні вимірники меандруючих закрутів русла нижнього Дністра дозволяють визначити найбільш інтенсивно зростаючі закрути та вразливі до подальшого розмиву ділянок закрутів, з метою проведення відповідних берегоукріплювальних заходів або можливого випрямлення русла.

4. Аналіз показників руслових деформацій на 70-ти км русла нижнього Дністра показав, що зміщення русла, в основному, відбувається в східному (лівобережному) та південному напрямках, що співпадає з загальним південно-східним нахилом поверхні Дунайсько-Дністровської підобласті Причорноморської низовини.

5. Розглянуті морфометричні показники руслових деформацій 70-ти км меандруючого русла нижнього Дністра в подальших дослідженнях дозволять визначити планові переміщення макроформ за 130-ти річний період досліджень та провести уточнення проходження кордону між Молдовою та Україною (Одеська область).

Список літератури

1. *Обухов Є.В.* Економіко-екологічні оцінки проектів великих українських водосховищ: Монографія. – Одеса: ТОВ «ІНВАЦ», 2008. – 100 с.
2. *Промежуточный отчёт по теме № 237 «Изучение гидрологического режима р. Днестр у с. Кагараш при отработке песчано-гравийных смесей земснарядями».* г. Одесса – 1983 г. – 99 с.
3. *Леви И.И.* Инженерная гидрология. – М.: Высшая школа, 1968 – 240 с.
4. *Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1.* – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
5. *Борік С.А., Єхніч М.П.* Методичні вказівки до практичних занять по курсу «Динаміка руслових процесів. Визначення типу руслового процесу та його вимірників». – Одеса, ОГМІ, 1996. – 22 с.
6. *Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса. – Л.: Гидрометеиздат, 1982 – 272 с.
7. *Гришанин К.В.* Динамика русловых потоков. – Л.: Гидрометиздат, 1979. – 311 с.
8. *Гончаров В.Н.* Основы динамики русловых потоков. – Л.: Гидрометиздат, 1954. – 452 с.
9. *Серия топографических карт «Области Украины»:* Одесская область. – К.: ГП «КВКФ», 2009.
10. *Шуберт Ф. Ф.* «Военно-Топографические карты Российской империи» - 1877 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ckit.ru>.

Влияние русловых процессов на конфигурацию и параметры руслового потока в нижнем течении Днестра

Обухов Е.В., Жилик А.Д.

В статье приводится гидроморфологический анализ руслового процесса и русловых деформаций в нижнем течении Днестра в пределах Одесской области на основе топографических карт разных лет.

Ключевые слова: *русловый процесс, деформация русла, состояние динамического равновесия, типизация руслового процесса, макроформы, свободное меандрирование, излучина, измерители излучин, морфометрические характеристики.*

The influence of riverbed processes on configuration and parameters of riverbed flow in downstream of Dniester river

Obukhov E.V., Zhilik A.D.

In the article the hydromorphological analysis of riverbed process and riverbed deformations is described in the downstream of Dniester within the limits of the Odessa region on the basis of topographical maps of different years.

Keywords: *riverbed process, deformation of riverbed, state of dynamic equilibrium, typification of river-bed process, macroform, free meandering, bend, measuring devices of bends, morphometric characteristics.*