

УДК 574.632; 574.24

С. М. Смирнова, Т. А. Васильєва, В. М. Смирнов
 Миколаївський національний університет ім. В. О. Сухомлинського, м. Миколаїв,
 Чорноморський національний університет ім. П. Могили, м. Миколаїв

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У РИБАХ РОДИНИ БИЧКОВІ (GOBIIDAE) В МЕЖАХ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ

Проаналізовано вміст важких металів у рибах родини Бичкові Бузького лиману. Встановлено, що в голові риб переважно депонуються Cr (майже 100%), плавці акумулюють Pb (34%), Zn, Ni (28%), луска - Ni (37%), Fe, Cu (30%), Mn (28%), тельбухи Fe (26%), Cu, Pb (23%), кісткова тканина - Zn (22%). М'які тканини є деконцентраторами важких металів.

Ключові слова: важкі метали, накопичення, риби родини Бичкові, Бузький лиман.

Робота є фрагментом НДР «Екологічні основи біобезпеки навколишнього середовища» № державної реєстрації 0407U0032114.

Останнім часом відмічається підвищена цікавість щодо рівнів накопичення важких металів (далі - ВМ) у гідробіонтах, як контрольованих елементів у навколишньому середовищі, здатних здійснювати токсичну дію за рахунок кумулятивного ефекту [2, 4]. Дані про мікроелементний склад органів та тканин риб можна використовувати для оцінки якості водоймища [2].

У сучасних умовах гідроекосистема Бузького лиману зазнає інтенсивного антропогенного впливу: 12 водокористувачів здійснюють скиди технологічних вод у Бузький лиман [3]. Дослідник [6] відмічає, що антропогенне навантаження на водні об'єкти певним чином впливає на підвищення рівнів забруднення водойм та призводить до накопичення аномально високих рівнів ВМ у органах та тканинах риб в місцях скиду промислових та міських стоків. Однак слід зазначити, розподіл мікроелементів в організмі риб визначається їх фізіологічною активністю у виконанні різних функцій, що спостерігається лише тоді, коли рівень накопичення їх в органах і тканинах не перевищує біотичних концентрацій. У разі перевищення адаптаційного бар'єру дана закономірність порушується та високі рівні ВМ спостерігаються в органах, які приймають участь у виведенні токсичних елементів з організму [1].

Метою роботи було визначення загальних тенденцій рівнів накопичення важких металів (Mn, Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Fe) у рибах родини Бичкові Бузького лиману.

Матеріал та методи дослідження. Матеріалом дослідження слугували зразки риб родини Бичкові, які виловлені у період з 15.09.2015 р. по 20.09.2015 р. Загальна кількість проаналізованих риб становила 75 екземплярів. В кожній точці відбору ловили п'ятнадцять представників родини Бичкові для складання змішаної проби. Для визначення валового вмісту ВМ (Mn, Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Fe) у зразках риб родини Бичкові використовували метод атомно-абсорбційної спектроскопії з застосуванням приладу ААС-115М1 [5].

Результати дослідження та їх обговорення. У рибах родини Бичкові виявлені загальні закономірності накопичення і розподілу ВМ. Більшість ВМ накопичується у покривних тканинах, які безпосередньо контактують з водою (плавці, луска), що свідчить про потрапляння хімічних елементів в організм риб безпосередньо з водного середовища (табл 1).

Також, підвищений вміст металів виявлено в більш активних у функціональному відношенні органах, де вони необхідні для здійснення фізіологічних функцій та у тих, які беруть активну участь у виведенні надлишку металів з організму (тельбухи, які включають печінку, нирки, селезінку, гонади, нирки, кишківник і зябра). Автори [1] роблять висновок про те, що головними вивідними шляхами є видільна система, шлунково-кишковий тракт і залозистий епітелій зябер.

В роботі проаналізовано розподіл ВМ у % з визначенням пріоритетних рівнів накопичення у рибах родини Бичкові в межах Бузького лиману (табл. 2,3).

Цинк переважно накопичується у плавцях на рівні 15,8 мг/кг (28%), в меншому ступені – у лусці та кістках на рівні 13,2 мг/кг (23%) та 12,5 мг/кг (22%) відповідно. Автори відмічають, що цинк входить до складу багатьох ферментів, його надлишок або нестача приводить до порушення

всіх функцій ферментативних систем і пригнічення функціонального стану різних бар'єрних апаратів організму [2].

Таблиця 1

Вміст важких металів у частинах риб родини Бичкові

Метал, мг/кг						
Zn	Pb	Cr	Ni	Cu	Mn	Fe
Голова						
2,93-5,21 3,97	0,22-0,56 0,45	0,51-0,81 0,63	0,11-0,19 0,14	0,11-0,15 0,13	4,96-13,13 9,35	3,05-4,36 3,89
Плавці						
11,58-17,64 15,80	мчп-1,53 1,00	мчп	0,04-0,60 0,41	0,56-1,20 0,73	17,3-44,26 28,44	9,31-22,45 16,07
Луска						
10,67-15,25 13,21	мчп-1,98 0,40	мчп	мчп-1,44 0,55	0,80-1,68 1,06	17,26-39,30 28,88	20,26-35,5 25,71
Тканини						
2,24-8,14 3,52	мчп-0,10 0,04	мчп	мчп-0,15 0,06	0,06-0,15 0,11	133-2,54 2,08	2,49-5,70 3,84
Тельбухи						
5,57-20,06 8,38	мчп-1,95 0,67	мчп	мчп-0,52 0,11	0,20-2,23 0,93	2,97-44,86 21,82	9,08-43,36 22,42
Кістки						
8,20-17,71 12,49	мчп-1,23 0,40	мчп	мчп-0,43 0,20	0,39-0,52 0,44	907-22,40 14,05	6,61-33,41 15,20

Примітка. У числівнику – крайні значення (min-max); у знаменнику – середнє арифметичне (aver); мчп – менше чутливості прибору.

Таблиця 2

Розподіл важких металів у рибах родини Бичкові, %

Загальний вміст металу, мг/кг	голова	плавці	луска	тканини	тельбухи	кістки
1	2	3	4	5	6	7
Zn						
∑57,37	3,97	15,8	13,21	3,52	8,38	12,49
%	7	28	22	6	15	22
Pb						
∑2,96	0,45	1	0,4	0,04	0,67	0,4
%	15	34	14	1	23	14
Cr						
∑0,63	0,63	мчп	мчп	мчп	мчп	мчп
%	100	-	-	-	-	-
Ni						
∑1,47	0,14	0,41	0,55	0,06	0,11	0,2
%	10	28	37	4	7	14
Cu						
∑3,40	0,13	0,73	1,06	0,11	0,93	0,44
%	4	21	31	3	27	13
Fe						
∑87,13	3,89	16,07	25,71	3,84	22,42	15,2
%	4	18	30	4	26	17
Mn						
∑104,62	9,35	28,44	28,88	2,08	21,82	14,05
%	9	27	28	2	21	13

Плюмбум концентрується у плавцях та тельбухах на рівні 1 мг/кг (34%) та 0,67 мг/кг (23%) відповідно. Хром визначений лише у голові риб у кількості 0,63 мг/кг, що склало 100%. Нікель накопичується у лусці та плавцях у кількості 0,55 мг/кг (37%) та 0,41 мг/кг (28%) відповідно, в меншому ступені у кістках до 0,2 мг/кг (14%). Концентрація купруму в частинах дослідних риб визначена у лусці та тельбухах у кількості 1,06 мг/кг (31%) та 0,93 мг/кг (27%) відповідно. Також відмічено високий вміст купруму у плавцях на рівні 0,73 мг/кг (21%). Ферум депонується у лусці у кількості 25,71 мг/кг (30%).

Також високі концентрації феруму визначені у тельбухах на рівні 22,42 мг/кг (26%). Він депонується у печінці, як складні залізобілкові комплекси і витрачається переважно для синтезу гемоглобіну [2].

За здатністю до накопичення ВМ окремих частин риб можна побудувати ряди зменшення в наступній послідовності (табл. 3).

Таблиця 3

Ранжирування вмісту важких металів у рибих родини Бичкові

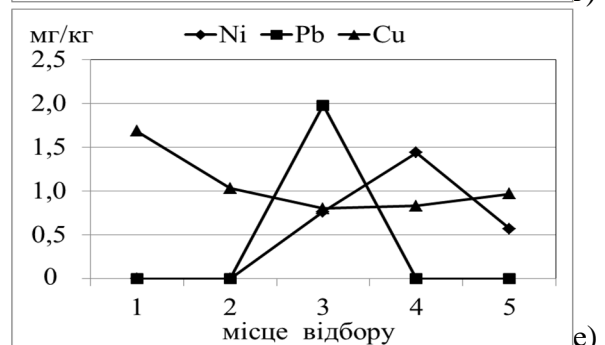
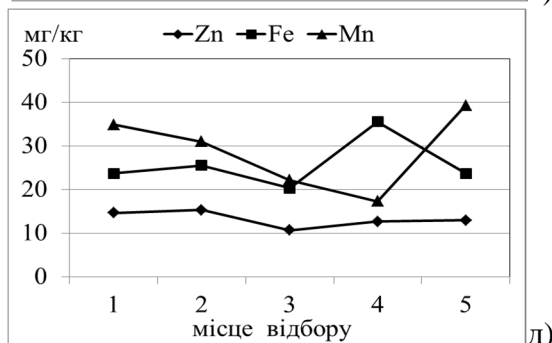
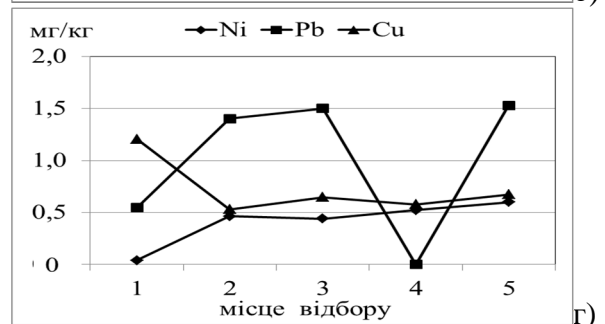
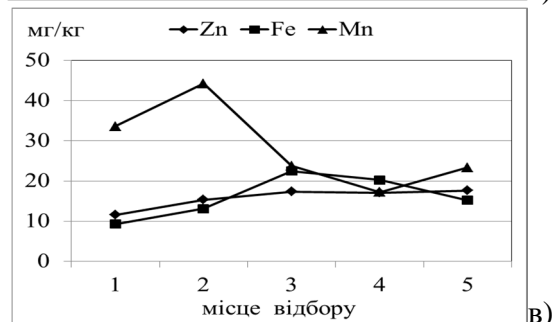
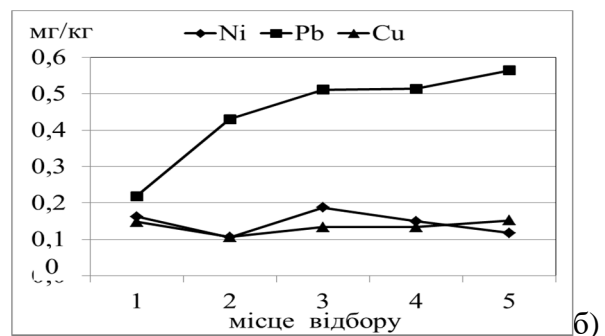
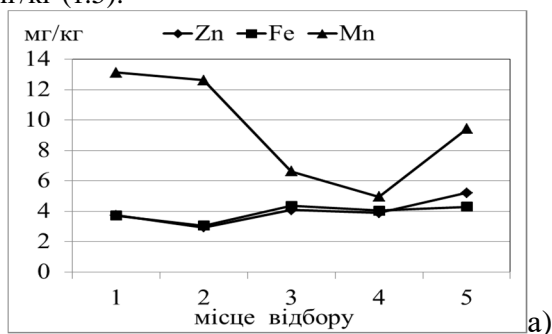
Частина риби	Ряд накопичення у %
Голова	Cr (100) > Pb (15) > Ni (10) > Mn (9) > Zn (7) > Fe, Cu (4)
Плавці	Pb (34) > Ni, Zn (28) > Mn (27) > Cu (21) > Fe (18)
Луска	Ni (37) > Cu (31) > Fe (30) > Mn (28) > Zn (23) > Pb (14)
Тканини	Zn (6) > Ni, Fe (4) > Cu (3) > Mn (2) > Pb (1)
Тельбухи	Fe (26) > Cu, Pb (23) > Mn (21) > Zn (15) > Ni (7)
Кістки	Zn (22) > Fe (17) > Pb, Ni (14) > Cu, Mn (13)

Переважне накопичення ВМ характерне для голови, плавців та тельбухів, але не визначено значних рівнів акумуляції металів (Zn, Ni, Fe, Mn, Pb, Cu) у тканинах риб, які споживають люди.

Слід привернути увагу до варіабельності вмісту ВМ у рибих вниз за течією Бузького лиману, яка є мінливим показником в залежності від сезонних коливань елементів у водних товщах та формується під дією антропогенних скидів стічних вод 12 водокористувачів, які розташовані на лівому березі лиману.

Фізико-хімічні параметри водного середовища, властивість іонів металів адсорбуватися на покривних тканинах, здатність їх накопичуватися в трофічних ланцюгах обумовлюють різні варіації накопичення ВМ у частинах риб родини Бичкові. Ця обставина спонукала нас проаналізувати просторовий розподіл вмісту ВМ у рибих родини Бичкові за течією Бузького лиману. (рис.1).

Визначено, відсутність значного варіювання вмісту Zn, Fe, Ni, Cu в голові риб (рис. 1а,б). Вміст Pb зростає з 0,22 (т.1) до 0,56 мг/кг (т.5), вміст Mn навпаки зменшується з 13,13 (т.1) до 9,43 мг/кг (т.5).



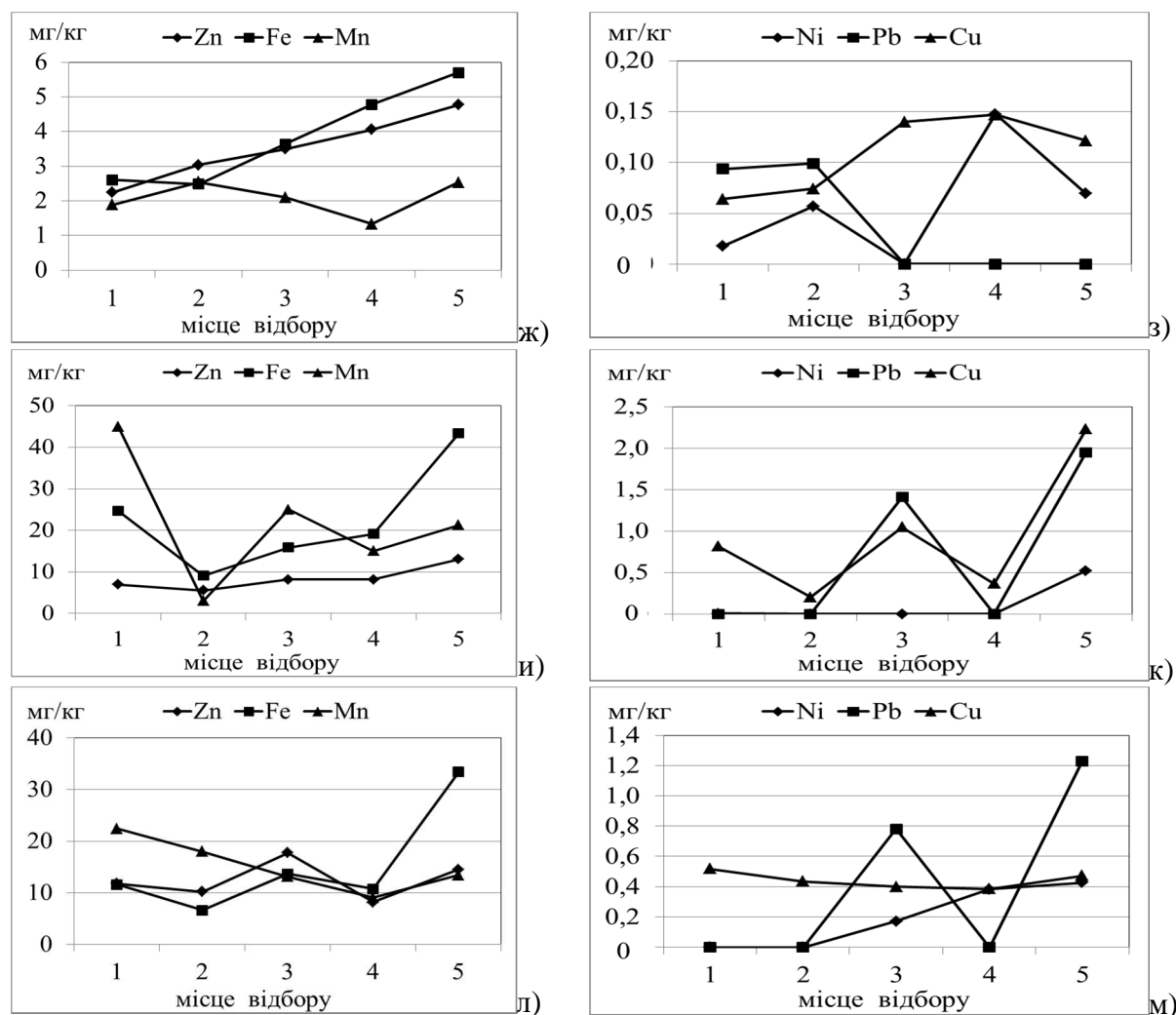


Рис. 1. Просторовий розподіл вмісту важких металів у рибах родини Бичкові за течією Бузького лиману. Примітки: 1. Варварівський міст – 1; с. Стара Богданівка – 5; 2. Вміст важких металів у: а,б - голові; в,г - плавцях; д,е - лусці; ж,з - тканинах; и,к – тельбухах; л,м – кістках.

Луска та плавці безпосередньо контактують із водним середовищем та виконують бар'єрну функцію. Плавці виявляють здатність підтримувати відносно сталий вміст елементів (рис. 1в,г): Zn ($15,8 \pm 2,34$), Fe ($16,07 \pm 6,35$), Ni ($0,41 \pm 0,08$), Cu ($0,73 \pm 0,21$). Концентрація мангану в плавцях знижується за течією лиману від 44,26 (т.2) до 23,35 мг/кг (т.5). Варіації Pb визначені в інтервалі значень: від 0,05 (т.4) до 1,53 мг/кг (т.5), чіткої періодичності зміни даних не спостерігається. Плюмбум в лусці визначений лише у риб, які водяться в межах с. Радсад. Також луска здатна накопичувати Zn ($13,21 \pm 2,43$), Cu ($1,06 \pm 0,26$), Mn ($28,88 \pm 11,97$), Fe ($25,71 \pm 5,14$). Ni ($0,92 \pm 0,38$) (рис. 1д,е).

Вниз за течією лиману в тканинах риб зростає Zn (від 2,24 (т.1) до 4,77 мг/кг (т.5)) та Fe (від 2,6 (т.1) до 5,7 мг/кг (т.5)). Висока концентрація Ni визначена у т.4 та складає 0,15 мг/кг. Манган накопичується у тканинах на рівні ($2,08 \pm 0,45$) (рис. 1ж,з).

Ni накопичується лише у тканинах риб поблизу с. Стара Богданівка на рівні 0,52 мг/кг (т.5), Pb визначений у т.3 (1,41) та т.5 (1,95 мг/кг). Максимальний вміст Cu на рівні 2,23 мг/кг визначений в межах с. Радсад (т.5), чіткої періодичності зміни даних не спостерігається. Вміст Zn повільно зростає від 5,57 (т.2) до 13,07 мг/кг (т.5). Fe та Mn мають широкий інтервал варіювання в межах (9,08-43,36) та (2,97-44,86) мг/кг відповідно (рис. 1и,к).

Pb визначений у кістковій тканині в межах – с. Радсад (т.3) та с. Стара Богданівка (т.5) на рівні 0,78 та 1,23 мг/кг відповідно. Вміст Cu варіює у межах ($0,44 \pm 0,8$), Zn ($12,5 \pm 5,21$). Fe та Mn мають широкий інтервал варіювання в межах (6,61-33,41) та (9,07-22,4) мг/кг відповідно. Ni у кістковій тканині визначений на ділянці лиману в межах с. Радсад (т.3) с. Новобогданівка (т.4) та с. Стара Богданівка (т.5) та має тенденцію до зростання: 0,17; 0,38 та 0,43 мг/кг відповідно (рис. 1л,м).

Шасумок

Важкі метали в організмі риб розподіляються згідно певним закономірностям. В значних кількостях вони здатні накопичуватися в тканинах, контактуючих з навколишнім середовищем (у плавцях, до Pb (34%), Zn, Ni (28%); у лусці –Ni (37%), Fe, Cu (30%), Mn (28%)). Цей факт свідчить про те, що метали в значній мірі потрапляють в організм безпосередньо з водного середовища. Встановлено, що Cr майже на 100% депонується в голові риб. Тканини являються деконцентраторами важких металів, які споживає людина у їжу. У тельбухах концентрується до 26% Fe, що пояснюється реалізацією функції кровотворення у печінці. Zn до 22% акумулюється у кістковій тканині.

Перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження може слугувати початком цілеспрямованого спостереження за станом гідробіонтів Бузького лиману в умовах антропогенного навантаження, з орієнтуванням на рівні накопичення важких металів у частинах риб родини Бычкові.

Список літератури

1. Курант В. З. Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риб: (огляд) / В. З. Курант, В. О. Хоменчук, В. Я. Бияк // – Тернопіль, 2011. – Вип. 2 (47) – С. 262-269.
2. Мельник А. П. Вміст та розподіл важких металів в органах і тканинах промислових видів риб Київського водосховища / А. П. Мельник, С. В. Курганський, Н. М. Власова [та ін.] // Рибогосподарська наука України. - 2009. - № 1. - С. 93-99.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2014 році. – М.: Миколаївська обласна державна адміністрація Управління екології та природних ресурсів. – 2015. – 215 с.
4. Ситник Ю. М. Вміст важких металів в органах та тканинах риби деяких ставків річки Нивка (Київ) / Ю. М. Ситник // Рибогосподарська наука України : науковий журнал. - 2012. - N 2. - С. 106-110.
5. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев. // - Л.: Химия, -1983. - 144 с.
6. Eister R. Compendium of Trace Metals and Marine Biota, Volume 2: Vertebrates / R. Eister // - Elsevier Science, - 2009. - 522 p.

Реферати

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЫБАХ СЕМЕЙСТВА БЫЧКОВЫЕ (GOBIIDAE) В ПРЕДЕЛАХ БУГСКОГО ЛИМАНА

Смирнова С. М., Васильева Т. А., Смирнов В. Н.

Проанализировано содержание тяжелых металлов в рыбах семейства Бычковые Бугского лимана. Установлено, что в голове рыб преимущественно депонируется Cr (почти 100%), плавники аккумулируют Pb (34%), Zn, Ni (28%), чешуя - Ni (37%), Fe, Cu (30%), Mn (28 %), внутренние органы Fe (26%), Cu, Pb (23%), костная ткань - Zn (22%). Мягкие ткани являются деконцентраторами тяжелых металлов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, накопления, рыбы семейства Бычковые, Бугский лиман.

Стаття надійшла 5.06.2016 р.

FEATURES OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN FISHES FAMILY GOBIES (GOBIIDAE) WITHIN BUG ESTUARY

Smirnova S. M., Vasilieva T. A., Smirnov V. M.

The content of heavy metals was analyzed in fishes family Gobies of Bug estuary. Found that in the head of fish mainly concentrates Cr (almost 100%), fins accumulate Pb (34%), Zn, Ni (28%), squama - Ni (37%), Fe, Cu (30%), Mn (28 %), offal - Fe (26%), Cu, Pb (23%), bone - Zn (22%). Soft tissues are not accumulate heavy metals.

Key words: heavy metals, accumulation, fish family gobies, Bug estuary.

Рецензент Білаш С.М.