

УДК [628.19:574](282.247.322)

*С. А. Афанасьев, Л. В. Гулейкова, Е. Н. Летицкая,  
П. Н. Линник, Л. С. Кипнис, В. А. Жежеря, Е. П. Белоус*

### **ВЛИЯНИЕ ЗАЛПОВОГО СБРОСА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД НА ЭКОСИСТЕМУ МАЛОЙ РАВНИННОЙ РЕКИ**

По результатам проведенных гидрохимических и гидробиологических исследований р. Хоморы и участка р. Случь выше и ниже впадения р. Хоморы дана оценка изменения качества воды, экологического состояния и биоразнообразия после залповых сбросов неочищенных вод.

***Ключевые слова:** малые реки, экосистемы, залповые загрязнения, биотические компоненты, экологическое состояние.*

Наиболее распространенными среди антропогенных нагрузок на речные экосистемы являются зарегулирование стока, канализация, расчистка и углубление дна, осушение пойм, загрязнение сточными водами промышленных предприятий, сельскохозяйственного производства и коммунального хозяйства. Воздействия такого рода приводят к различным нарушениям гидрологического и гидрохимического режимов рек, изменениям структурно-функциональных характеристик сообществ гидробионтов, что отрицательно сказывается на биологическом разнообразии, самоочистительной способности водотоков и, в конечном счете, на их экологическом состоянии [3, 19, 25]. В этой связи актуальны исследования откликов сообществ водных организмов на изменение экологических условий в малых реках для прогнозирования возможных последствий тех или иных нагрузок, планирования мероприятий по предотвращению деградационных процессов и восстановлению природного состояния речных экосистем.

Решение «проблем малых рек» в условиях аварийных/залповых загрязнений на примере конкретной реки может стать важным шагом при разработке научно-обоснованных подходов по улучшению экологического состояния рек с подобными проблемами в их бассейнах, возникшими в результате хозяйственной деятельности [2, 24, 25].

Экосистемы р. Случь и ее притока р. Хоморы являются уникальными природными комплексами, характеризующимися своеобразием ландшафтов, разнообразием флоры и фауны. В отличие от многих других малых и средних рек, здесь сохранились в относительно ненарушенном естествен-

© С. А. Афанасьев, Л. В. Гулейкова, Е. Н. Летицкая, П. Н. Линник,  
Л. С. Кипнис, В. А. Жежеря, Е. П. Белоус, 2017

ном состоянии морфометрическое строение речной долины и гидрологический режим. В апреле 2016 г. в р. Хоморе, вследствие залпового сброса неочищенных сточных вод из неустановленного источника, была зарегистрирована массовая гибель рыб, моллюсков, ракообразных и других гидробионтов. Возникла реальная угроза качеству вод как р. Хоморы, так и нижележащего участка р. Случь, являющейся источником питьевого водоснабжения г. Новоград-Волинского, а также ухудшения экологического состояния и сокращения численности и видового разнообразия гидробионтов, в том числе редких, исчезающих и уязвимых беспозвоночных и рыб.

Целью настоящей работы была оценка изменения качества воды, экологического состояния и биоразнообразия р. Хоморы и участка р. Случь выше и ниже ее впадения после залповых сбросов неочищенных вод, а также определение эффективности различных дескрипторов для оценки влияния залповых загрязнений на экосистемы равнинных рек.

**Материал и методика исследований.** Река Хомора — левый приток р. Случь. Ее длина 114 км, площадь водосборного бассейна 1 465 км<sup>2</sup>, ширина русла в верховьях 5—8 м, в нижнем течении 20—25 м. Антропогенный пресс на реку обусловлен поступлением поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий и неочищенных промышленных и бытовых сточных вод. Река Случь — правый приток р. Горынь (бассейн р. Припяти), ее длина 451 км, площадь бассейна 13 900 км<sup>2</sup>. Реки протекают по территории Украинского Полесья.

Исследования проводили в апреле 2016 г. через семь — десять дней после залпового сброса неочищенных сточных вод из неустановленного источника, предположительно находящегося на границе Хмельницкой и Житомирской областей, и включали сбор гидрохимических, токсикологических, гидробиологических и ихтиологических проб на русловом участке р. Хоморы и р. Случь выше и ниже впадения притока на следующих станциях: ст. 1 — р. Хомора, пгт Понинка; ст. 2 — р. Хомора, на границе Хмельницкой и Житомирской областей (7-й км от устья); ст. 3 — р. Хомора, пгт Першотравенск (4-й км от устья); ст. 4 — р. Хомора, устье; ст. 5 — р. Случь, 100 м выше впадения р. Хомора; ст. 6 — р. Случь ниже впадения р. Хомора; ст. 7 — р. Случь ниже г. Барановки.

Пробы воды для гидрохимических исследований отбирали с помощью батометра Руттнера. Для отделения взвешенных веществ использовали нитроцеллюлозные фильтры с диаметром пор 0,4 мкм (Synrog, Чехия). Значения рН воды измеряли с помощью рН-метра рН-150МИ. Значения перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемости, содержание растворенного кислорода, концентрацию неорганических форм азота и фосфора, железа устанавливали по общепринятым методикам [15, 21]. Содержание Mn и Cu находили хемилюминесцентным методом с использованием люминола [16, 28]. Общее содержание углерода растворенных органических соединений ( $C_{орг}$ ) рассчитывали по результатам определения БО по формуле  $C_{орг} = 0,375 \text{ БО}$ .

## 1. Оценка состояния водоема в соответствии с реакцией тест-организма

Экологическое состояние	Чистый	Достаточно чистый	Слабо загрязненный	Загрязненный	Сильно загрязненный
Интегральный балл токсичности	1	2	3	4	5
Смертность животных тест-организмов, %	< 10	10—20	21—33	34—50	> 50
Ингибирование или стимуляция роста растительных тест-организмов, %	< 10	10—25	26—50	51—75	> 75

Биотестирование воды и водных вытяжек донных отложений проводили на растительных и животных тест-организмах согласно стандартных методов [6] и рекомендаций [4, 12]. Для обобщения результатов, полученных при биотестировании, использовали пятибалльную шкалу (табл. 1).

Сбор и обработку гидробиологического и ихтиологического материала осуществляли согласно общепринятым методикам [12, 14, 20, 22]. Для каждой станции были заполнены специально разработанные формы Полевых протоколов [1]. Специфика современного подхода оценки экологического состояния водных объектов базировалась на приоритетном значении биоты. Это общепринятое положение для стран Европейского сообщества закреплено в Водной Рамочной Директиве/2000/ЕС [1, 27]. Также для оценки качества вод использовали нормативно-методический документ «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [13].

*Результаты исследований и их обсуждение*

В ходе натурных исследований было обнаружено, что в воде р. Хоморы на всем протяжении от границы областей содержание растворенного кислорода было крайне низким — от 0 до 0,83 мг/дм<sup>3</sup>. На дне отмечались значительные бактериально-илистые отложения серо-черного цвета. На всех участках наблюдения (приблизительно 7 км) отмечена гибель рыб, в основном уклей, леща, щиповки, бычка-песочника и даже таких стойких к загрязнению видов, как карась, а также полная гибель двустворчатых моллюсков. На каждых ста погонных метрах береговой линии было зарегистрировано 7—10 экз. погибших взрослых рыб и множество молодежи, которая не подлежала учету.

Исследования р. Случь выше и ниже впадения р. Хоморы показали, что участок 100 м выше впадения р. Хоморы характеризовался значительным разнообразием рыб и макробеспозвоночных. Содержание растворенного в воде кислорода достигало 9,5 мг/дм<sup>3</sup>. Ниже впадения притока экологическое состояние значительно ухудшилось: встречались отдельные особи мертвой рыбы и полностью отсутствовали двустворчатые моллюски. Содержание кислорода в воде снизилось до 7,7 мг/дм<sup>3</sup>. Участок р. Случь ниже г. Барановка (ст. 7) характеризовался значительными илистыми отложениями серо-чер-

**2. Масса взвешенных веществ и гидрохимические показатели рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)**

Станции отбора проб	Масса взвеси, мг/дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	pH	ПО, мг О/дм <sup>3</sup>	БО, мг О/дм <sup>3</sup>	C <sub>орг</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
Ст. 1 — р. Хомора, пгт Понинка	6,2	9,24	7,45	13,1	35,2	13,2
Ст. 2 — р. Хомора, на границе областей	16,5	0,00	7,64	22,5	44,8	16,8
Ст. 3 — р. Хомора, пгт Першотравенск	13,5	0,23	7,46	21,2	41,9	15,7
Ст. 4 — р. Хомора, устье	12,1	0,83	7,35	19,8	40,0	15,0
Ст. 5 — р. Случь выше впадения р. Хомора	9,2	9,50	7,82	14,6	27,2	10,2
Ст. 6 — р. Случь, ниже впадения р. Хомора	7,3	7,67	7,87	15,2	33,6	12,6
Ст. 7 — р. Случь, ниже г. Барановка	7,5	6,94	8,01	12,8	30,4	11,4

ного цвета. По береговой линии отмечено большое количество погибших раков (4—6 экз/м<sup>2</sup>) и рыб примерно 1—4-х летнего возраста (3—5 экз/м<sup>2</sup>), а также погибшие двусторчатые моллюски. Содержание кислорода в воде не превышало 6,94 мг/дм<sup>3</sup>.

Пробы воды р. Хоморы отличались значительным содержанием мелко-дисперсных коллоидных частиц, которые не удавалось извлечь даже в процессе мембранной фильтрации при использовании фильтров с диаметром пор 0,4 мкм.

В условиях дефицита растворенного в воде кислорода было заметным и некоторое снижение pH воды. В р. Случь (ст. 5—7) этот показатель оказался выше, чем в р. Хоморе.

Концентрацию растворенных органических веществ (РОВ) оценивали по значениям перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемости воды, которые изменялись в пределах соответственно 12,8—22,5 и 27,2—44,8 мг О/дм<sup>3</sup>. Содержание органического углерода (C<sub>орг</sub>), рассчитанное по результатам определения БО, изменялось от 16,8 до 10,2 мг/дм<sup>3</sup>. Вниз по течению реки концентрация РОВ снижалась (табл. 2). В целом же полученные показатели указывают на загрязнение исследуемой реки органическими веществами, поскольку для речных вод в ранневесенний период они оказались высокими.

Анализ компонентного состава РОВ в воде р. Хоморы свидетельствует о высоком содержании углеводов. Концентрация этой группы легкоокисляе-

### 3. Концентрация неорганических форм азота и фосфора в воде рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)

Станции отбора проб	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>неорг.</sub>	P <sub>неорг.</sub> мг P/дм <sup>3</sup>
	мг N/дм <sup>3</sup>				
Ст. 1 — р. Хомора, пгт Понинка	0,40	0,005	0,230	0,635	0,101
Ст. 2 — р. Хомора, на границе областей	1,83	0,011	0,126	1,967	0,085
Ст. 3 — р. Хомора, пгт Першотравенск	1,52	0,014	0,011	1,545	0,087
Ст. 4 — р. Хомора, устье	0,63	0,020	0,095	0,745	0,088
Ст. 5 — р. Случь выше впадения р. Хомора	0,47	0,005	0,079	0,554	0,080
Ст. 6 — р. Случь, ниже впадения р. Хомора	0,61	0,005	0,123	0,738	0,149
Ст. 7 — р. Случь, ниже г. Барановка	1,40	0,005	0,123	1,528	0,105

мых органических веществ ближе к источнику загрязнения составляла 5,2 мг/дм<sup>3</sup>. Среди неорганических форм азота доминировал аммонийный, концентрация которого изменялась в пределах 0,40—1,83 мг N/дм<sup>3</sup>, наибольшей она была на отрезке реки ближе к месту загрязнения (табл. 3).

Доминирование аммонийного азота обусловлено тем, что его окисление не происходило либо существенно замедлялось в связи с дефицитом растворенного в воде кислорода. В то же время, концентрации нитритного (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) и нитратного (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) азота оказались невысокими. Несколько повышенной была концентрация неорганического фосфора (P<sub>неорг.</sub>), хотя его заметного влияния на состояние биоты, в частности ихтиофауны, ожидать не следует.

Данные о содержании некоторых тяжелых металлов (меди, марганца и железа), в воде рек Хомора и Случь представлены в таблице 4. Концентрация Cu(II) в устье р. Хомора возросла более чем в два раза, это в определенной степени отразилось на содержании этого металла в р. Случь.

Содержание марганца в значительной степени зависит от концентрации растворенного в воде кислорода. В условиях его дефицита и формирования анаэробных условий на границе раздела «вода — донные отложения» Mn(II) активно мигрирует из последних, накапливаясь в водной толще и существует в ней в растворенном состоянии до тех пор, пока не произойдет аэрация воды [8]. В анаэробных условиях концентрация растворенного марганца достигала 514,0—685,0 мкг/дм<sup>3</sup>, а растворенного железа — 136,6—288,0 мкг/дм<sup>3</sup>. Это связано с поступлением металлов из донных отложений в воду при дефиците растворенного кислорода [9].

#### 4. Концентрация растворенной формы (мкг/дм<sup>3</sup>) некоторых тяжелых металлов в воде рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)

Станция отбора проб	Cu(II)	Mn(II)	Fe(III)
Ст. 1 — р. Хомора, пгт Понинка	12,8	43,6	73,6
Ст. 2 — р. Хомора, на границе областей	12,0	685,0	288,0
Ст. 3 — р. Хомора, пгт Першотравенск	—	—	—
Ст. 4 — р. Хомора, устье	38,2	514,0	136,6
Ст. 5 — р. Случь выше впадения р. Хомора	8,7	28,5	79,9
Ст. 6 — р. Случь, ниже впадения р. Хомора	35,7	38,7	105,0
Ст. 7 — р. Случь, ниже г. Барановка	30,8	42,8	111,4

П р и м е ч а н и е. «—» — определения не проводились.

По результатам биотестирования на животных и растительных тест-организмах исследованные участки водоемов могут быть охарактеризованы следующим образом: ст. 2, 3, 4, 6 — вода слабозагрязненная, донные отложения загрязненные — сильно загрязненные, ст. 1, 5, 7 — вода достаточно чистая, донные отложения слабозагрязненные (табл. 5). Донные отложения на ст. 2 и 3 (район предполагаемого источника загрязнения) характеризовались острой токсичностью по отношению к растительным и животным тест-организмам.

Одним из показателей экологического состояния рек является состав и структура фитопланктона. Характерным было резкое уменьшение количества его видов в р. Хоморе на ст. 2 и 3 за счет представителей отдела Chlorophyta (табл. 6). Из состава выпали *Coelastrum microporum* Nägeli, *Golenkinia radiata* Chodat, *Lagerheimia genevensis* (Chodat) Chodat, *Scenedesmus armatus* (Chodat) Chodat и *Desmodesmus intermedius* (Chodat) E. Hegewald. Это происходило, вероятно, под влиянием залпового сброса загрязненных вод, поступающих с вышерасположенного участка реки. Также можно констатировать отсутствие массового развития водорослей как в р. Хоморе, так и в р. Случь ниже ее впадения. Численность колебалась в пределах 1 350—4 832,5 тыс. кл/дм<sup>3</sup>, биомасса — 1,53—4,16 мг/дм<sup>3</sup>. Сапробиологический анализ исследованных участков, проведенный по индикаторным видам фитопланктона, показал их принадлежность к β-мезо- и β-α-мезосапробной зоне.

В составе зоопланктона исследованных участков рек Хомора и Случь зарегистрировано 45 видов (в том числе таксонов разного ранга) из трех основных таксономических групп, среди которых 25 — коловратки (Rotatoria), 15 — веслоногие ракообразные (Copepoda) и 5 — ветвистоусые ракообразные (Cladocera). По количеству видов и по доминирующим родам зоопланктон характеризовался как ротаторно-копеподный, что является естественным для равнинных рек в весенний период.

### 5. Результаты биотестирования проб воды и донных отложений (ДО) рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)

Станции отбора проб		Смертность <i>Daphnia magna</i> (48 час), %	Ингибирование роста <i>Lemna minor</i> (14 сут), %	Интегральный балл токсичности
Ст. 1 — р. Хомора,	вода	16,6	26,4	2,5
пгт Понинка	ДО	23,3	29,4	3,0
Ст. 2 — р. Хомора,	вода	33,3	26,8	3,0
на границе областей	ДО	85,0	56,0	4,5
Ст. 3 — р. Хомора,	вода	40,0	23,5	3,0
пгт Першотравенск	ДО	100,0	72,6	4,5
Ст. 4 — р. Хомора,	вода	20,0	28,5	2,5
устье	ДО	46,6	38,0	3,5
Ст. 5 — р. Случь,	вода	13,3	18,0	2,0
выше впадения р. Хомора	ДО	26,6	25,2	2,5
Ст. 6 — р. Случь,	вода	23,3	28,6	3,0
ниже впадения р. Хомора	ДО	40,0	43,4	3,5
Ст. 7 — р. Случь,	вода	10,0	19,6	2,0
ниже г. Барановка	ДО	30,5	34,7	3,0

Уровень развития зоопланктона р. Хомора был невысоким (численность в пределах 27,59—295,09 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса 0,06—0,66 г/м<sup>3</sup>). Отмечено резкое уменьшение количественных показателей на ст. 2 и 3. В р. Случь количественные показатели были заметно выше (численность 295,09—438,49 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса 1,19—2,26 г/м<sup>3</sup>) (табл. 7). Максимальные показатели зарегистрированы выше впадения р. Хомора (Ст. 5), минимальные — ниже по течению, где заметно ощущается влияние притока. В доминирующий комплекс входили коловратки *Keratella quadrata* Müller, *Synchaeta* sp., *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Asplanchna priodonta* Gosse, а также индикаторы органического загрязнения — бделлоидные коловратки. Сапробиологический анализ изученных участков рек, проведенный по индикаторным видам зоопланктона, показал соответствие их β-мезо- и β-α-мезосапробной зоне, которые относятся к категории слабо загрязненных вод класса «загрязненные».

Структурные особенности донной фауны исследованных рек определяются, главным образом, спецификой их условий. Так, участок р. Хоморы возле пгт Понинка (ст. 1) характеризовался высоким таксономическим и видовым разнообразием как на рыхлых грунтах (песок и гравий), так и в обрастаниях камней и растительности. Показатели количественного развития зообентоса демонстрируют их природную структуру, что свидетельствует о достаточно благоприятных условиях (табл. 8).

**6. Таксономический состав и количественные показатели фитопланктона рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)**

Отделы водорослей	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7
Bacillariophyta	15	9	6	9	14	15	11
Charophyta	—	1	1	1	—	1	—
Chlorophyta	12	4	7	16	20	7	9
Цианопрокaryota	—	—	1	—	—	—	—
Euglenophyta	1	3	1	1	1	3	1
Chrysophyta	2	2	2	2	2	1	2
Xanthophyta	—	—	—	—	1	—	—
Dinophyta	1	—	—	—	—	1	1
Всего	31	19	18	29	38	28	24
Численность, тыс. кл/дм <sup>3</sup>	2662,5	1350,0	4225,0	4832,5	4800,0	2425,0	2425,0
Биомасса, мг/дм <sup>3</sup>	3,58	1,53	4,16	3,50	3,58	3,39	2,78

**7. Таксономический состав и количественные показатели зоопланктона рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)**

Таксономические группы	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7
Rotatoria	10	12	15	14	13	13	11
Cladocera	3	3	2	2	3	2	2
Copepoda	2	4	8	6	8	4	7
Всего	15	19	25	22	24	19	20
Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>	295,09	35,18	27,59	112,17	719,89	438,49	512,38
Биомасса, г/м <sup>3</sup>	0,66	0,06	0,07	0,19	2,26	1,19	1,58

Участок р. Хоморы ниже границы областей (ст. 2—4) характеризовался преобладанием массива серых илистых отложений с гнилостным запахом, что значительно подавляет развитие макробеспозвоночных. Здесь отмечено резкое снижение количественных показателей и очень бедный видовой состав. Незначительное увеличение численности и биомассы происходило лишь в устьевом участке.

Участок р. Случь выше устья р. Хоморы (ст. 5) характеризовался чистыми песками с незначительной примесью ила. Именно здесь сконцентрирована большая часть как биомассы, так и видового богатства зообентоса. Биомасса «мягкого» бентоса не превышала 3 г/м<sup>2</sup>, а на заиленных песках достигала 15 г/м<sup>2</sup>. Заросли макрофитов в основном русле не покрывали значительных площадей из-за большой скорости течения и подвижности грунтов,

**8. Количество видов основных индикаторных групп макробеспозвоночных рек Хомора и Случь (апрель 2016 г.)**

Группы организмов	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7
Spongia	1	—	—	—	1	—	—
Nematoda	1	—	—	—	1	—	1
Oligochaeta	6	1	2	—	6	3	2
Hirudinea	3	1	—	—	3	1	—
Copepoda	2	2	—	2	4	—	—
Cladocera	2	—	—	—	2	—	1
Ostracoda	1	—	—	—	1	—	—
Isopoda	1	—	—	—	1	—	1
Amphipoda	—	—	—	—	1	—	—
Hydracarina	—	—	—	—	—	—	1
Ephemeroptera	1	—	—	—	3	1	—
Odonata	3	—	—	—	4	1	—
Plecoptera	1	—	—	—	1	—	—
Megaloptera	—	—	—	—	1	—	—
Coleoptera	—	—	—	—	3	1	—
Lepidoptera	—	—	—	—	1	—	—
Trichoptera	6	—	—	—	10	—	—
Chironomidae	11	—	—	—	19	3	—
Diptera	4	—	—	—	3	—	2
Gastropoda	2	—	1	1	10	2	5
Bivalvia	—	—	—	—	4	—	1
Количество таксонов	15	3	2	2	20	7	8
Количество видов	45	4	3	3	79	12	14
Индекс ТВІ	8	2	2	2	9	3	4

поэтому фитофильная фауна не играла существенной роли в общей структуре сообществ.

На участке р. Случь ниже впадения р. Хоморы (ст. 6, 7) в прибрежной полосе отмечено интенсивное заиление грунтов. В бентосном сообществе доминировали виды-индикаторы органического загрязнения вод — *Viviparus viviparus* (Linnaeus) и *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer), биомасса которых достигала соответственно 4000 и 400 г/м<sup>2</sup>. Псаммофильные биоценозы, представленные в основном Oligochaeta и Chironomidae, характеризовались меньшей биомассой. Значительных показателей численности 1100 экз/м<sup>2</sup> в

этой части реки достигали личинки *Chironomus plumosus* (Linnaeus), нетипичные для псаммофильных и реофильных биоценозов.

Специальные ихтиологические исследования р. Хоморы не проводили, регистрировали лишь количество погибшей рыбы. В то же время, существуют литературные и наши более ранние данные о видовом составе рыб в бассейне р. Случь, которые с большой степенью вероятности могут встречаться и в р. Хоморе [5, 18, 23]. Современный видовой состав круглоротых и рыб р. Случь достаточно богат и насчитывает 35 видов, 33 из которых было подтверждено нашими данными. Из них 22 вида карповых, три вида окуневых, два вида колюшковых, по одному виду семейств сомовых, икталуровых, миноговых, головешковых, щуковых и вьюновых.

В бассейне р. Случь обитают представители раритетной ихтиофауны, занесенные в Красную книгу Украины и в Списки МСОП: минога украинская *Eudontomyzon mariae* (Berg), существование которой подтверждается уловом единичных экземпляров ниже г. Новоград-Волинского (в частности личинки миноги были нами обнаружены 03.08 2010 г.), елец обыкновенный *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus), голянь озерный *Eupallasella percnurus* (Pallas), марена обыкновенная *Barbus barbatus* (Linnaeus), карась обыкновенный (золотистый) *Carassius carassius* (Linnaeus), налим *Lota lota* (Linnaeus) [оригинальные данные, 17, 26]. В соответствии с Бернской конвенцией, таким видам рыб, как горчак *Rhodeus sericeus* (Pallas), жерех *Aspius aspius* (Linnaeus), сом обыкновенный *Silurus glanis* (Linnaeus) присвоен охранный статус [7].

При биоиндикации исследуемых рек по всем критериям было установлено, что вода р. Хоморы в пгт Понинка (ст. 1) соответствовала 2-му классу качества вод «достаточно чистые» с высоким биологическим разнообразием ихтиофауны, макробеспозвоночных и растительности.

Участок р. Хоморы на границе Хмельницкой и Житомирской областей до устьевой зоны (ст. 2—4) характеризовался значительными бактериально-илистыми отложениями серо-черного цвета. На всем протяжении участка отмечена гибель рыб (карася, уклей, леща, щиповки, бычков), на каждые 100 метров береговой линии встречалось 7—10 экз. взрослых особей и в массе молодь. Отмечена гибель всех двустворчатых моллюсков. Качество воды соответствовало 4—5-му классу качества «сильно загрязненная — загрязненная».

Участок р. Случь выше впадения р. Хоморы (ст. 5) характеризовался высоким биологическим разнообразием ихтиофауны и беспозвоночных и соответствовал 2-му классу качества воды «достаточно чистые»

На участке р. Случь ниже впадения р. Хоморы (ст. 6) отмечена гибель рыбы и двустворчатых моллюсков. Качество воды соответствовало 3-му классу «слабо загрязненные».

В р. Случь в районе г. Барановка (ст. 7) отмечены значительные илистые отложения серо-черного цвета. Вдоль береговой линии зарегистрирована

гибель большого количества ракообразных и рыб (4—6 экз/м<sup>2</sup>). Качество воды соответствовало 4-му классу — «загрязненные».

### Заключение

В результате анализа полученных данных установлено, что в воду реки, вероятнее всего, попали органические вещества с Понинковской картонно-бумажной фабрики, территориально расположенной на р. Хомора ниже ст. 2. Коллоидная фаза была представлена органическими веществами, характерными для картонно-бумажного производства (в частности остатками крахмала, клея, волокон, наполнителя и, возможно, других веществ), которые могли накопиться в сточных водах. Очевидно, что в момент сброса концентрация отмеченных органических веществ в воде р. Хоморы могла быть значительно выше. Наши исследования проведены на несколько дней позже, когда часть веществ подверглась деструкции и разбавлению стоком реки. Анализ значений ПО и БО показывает, что при залповом сбросе примерно 50% РОВ составляли легкоокисляемые органические соединения, которые быстро окислялись растворенным в воде кислородом и снижали его содержание в воде до аналитического нуля. В такой ситуации в воде формировались условия, вызывающие замор рыбы и других гидробионтов. Соотношение показателей токсичности свидетельствует о накоплении загрязняющих веществ в донных отложениях р. Хоморы непосредственно ниже по течению от картонно-бумажной фабрики, что может указывать на периодическое прохождение залповых сбросов в этом районе исследований.

Влияние залпового сброса с высоким содержанием легкодоступных органических веществ привело к существенным изменениям структуры сообществ гидробионтов ниже ст. 2 и в р. Случь ниже впадения р. Хоморы. Произошло резкое уменьшение количества видов планктонных водорослей отдела Chlorophyta. В зоопланктоне увеличилась доля коловраток рода *Brachionus* и бделлоидных коловраток и снизились количественные показатели. Изменения структурных показателей сообщества донных беспозвоночных, выражающиеся в резком снижении видового богатства и количественных показателей, доминировании устойчивых к загрязнению олигохет и хирономид, также свидетельствуют об избыточном поступлении органических соединений. На участке р. Случь ниже впадения р. Хоморы отмечено присутствие нетипичного для псаммофильных и реофильных биоценозов вида *Chironomus plumosus*, что является признаком неблагоприятных условий.

Наиболее ярким проявлением залпового сброса была массовая гибель рыб и других гидробионтов в исследуемых реках, обусловленная резким снижением содержания растворенного кислорода, расходуемого на окисление большого количества одномоментно поступивших органических веществ. Кроме того, не менее важной причиной гибели рыб и гидробионтов, по нашему мнению, могли быть мелкодисперсные коллоидные частицы, которые, попадая на жабры, блокируют и существенно снижают их функциональную роль.

На основании проведенных исследований можно заключить, что р. Хомора, а также р. Случь в непосредственной близости к месту впадения притока, находятся под влиянием периодически повторяющихся залповых сбросов загрязняющих стоков картонно-бумажной фабрики. Реакция биоты на каждое залповое загряз-

нение в целом соответствует описанной ранее для горных рек [2]. Однако, в условиях равнинной реки, когда создаются предпосылки к накоплению загрязняющих веществ в донных отложениях, восстановления сообществ (в первую очередь донных) не происходит. Кроме того, усиленное илонакопление с высоким содержанием нетипичных для реки органических веществ само по себе может спровоцировать залповое вторичное загрязнение, например, при сильных дождевых паводках. В этой связи, кроме традиционных для оздоровления рек рекомендаций относительно недопущения аварийных ситуаций и необходимости ограничить поступления неочищенных сточных вод, а также ограничения использования воды в хозяйственно-бытовых целях, в данном случае нам представляется необходимым создание перехватывающего биоплато, способного аккумулировать коллоидные частицы при залповых сбросах.

\*\*

*За результатами гідрохімічних, токсикологічних та гідробіологічних досліджень р. Хомори та ділянки р. Слuch вище та нижче впадіння р. Хомори дана оцінка змін якості води, екологічного стану і біорізноманіття після залпових скидів неочищених вод.*

\*\*

*On the basis of results of hydrochemical and hydrobiological investigations of the Khomora River and section of the Sluch River upstream and downstream confluence with the Khomora River assessment was carried out of changes of the water quality, ecological state and biodiversity after the volley discharges of untreated sewages.*

\*\*

1. Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидрозкосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 5. — С. 3—18.
2. Афанасьев С.А. Реакция биоты горных рек на залповые загрязнения // Там же. — 2002. — Т. 38, № 2. — С. 42—50.
3. Восстановление и охрана малых рек. Теория и практика / Под ред. К.К. Эдельштейна, М.И. Сахаровой. — М.: Агропроиздат, 1989. — 317 с.
4. Гончарова М.Т., Ляшенко А.В. Оцінка токсичності донних відкладів водних об'єктів Дунайського біосферного заповідника // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2011. — № 2. — С. 89—93.
5. Гідроекосистеми заповідних територій верхньої Прип'яті в умовах кліматичних змін / За ред. В.Д. Романенка, С.О. Афанасьєва, В.І. Осадчого. — К.: Кафедра, 2013. — 227 с.
6. ДСТУ 4173:2003. Визначення гострої токсичності води на ракоподібних *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).
7. Конвенція про охорону дикої фауни і флори та середовищ існування в Європі (Берн, 1979). — К.: Мінекобезпеки України, 1998. — 76 с.
8. Линник П.Н. Причины ухудшения качества воды в Киевском и Каневском водохранилищах // Химия и технология воды. — 2003. — Т. 25, № 4. — С. 384—403.
9. Линник П.Н., Жежеря В.А., Жежеря Т.П. Миграция химических элементов в системе «донные отложения — вода» поверхностных водоемов

- при воздействии различных факторов среды // Экол. химия. — 2016. — Т. 25, № 4. — С. 223—241.
10. Мережко А.И., Пасичный А.П., Якубовский К.Б. и др. Экология малой реки. — Киев, 1988. — 153 с.
  11. Мережко О.И., Хімко Р.В. Оздоровлення малих річок: екологічні основи. — К.: Інтерекоцентр, 1998. — 56 с.
  12. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенка. — К.: Логос, 2006. — 408 с.
  13. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями*. — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 28 с.
  14. Мовчан Ю. В. Рыбы Украины // Зб. праць Зоол. музею. — 2008—2009. — № 40. — С. 47—86.
  15. Набиванець Б.Й., Осагчий В.І., Осагча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. — К.: Наук. думка, 2007. — 456 с.
  16. Набиванець Б.И., Линник П.Н., Калабина Л.В. Кинетические методы анализа природных вод. — Киев: Наук. думка, 1981. — 140 с.
  17. Никольский А.М. Животный мир Полесья // Очерк работ Западной экспедиции по осушению болот. — СПб., 1899. — С. 217—284.
  18. Пенязь В.С. Рыбы реки Припяти // Уч. зап. Белгосуниверситета. Сер. биологическая. — 1957. — Вып. 33. — С. 107—146.
  19. Поліщук В.В. Малі річки України та їх охорона. — К., 1988. — 32 с.
  20. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
  21. РД 34.37.523.9-88 Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения фосфатов. — М., 1988. — 8 с.
  22. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений* / Под ред. В.А. Абакумова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 240 с.
  23. *Управление трансграничным бассейном Днепра: суббассейн реки Припяти* / Под ред. А. Г. Ободовского, А. П. Станкевича и С. А. Афанасьева. — Киев: Кафедра, 2012. — 447 с.
  24. Усов А.Е., Афанасьев С.А., Гулейкова Л.В. и др. Экологические риски, возникающие вследствие сброса загрязненных вод г. Чернигова в водотоки // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 1. — С. 45—58.
  25. Усов А.Е., Серега Т.Н., Гулейкова Л.В., Афанасьев С.А. Оценка состояния малой реки в условиях интенсивной хозяйственной деятельности и пути его улучшения // Там же. — 2007. — Т.43, № 1. — С. 24—37.
  26. Фауна України. Риби. Т. 8. Вип. 1. — К.: Наук. думка, 1980. — 352 с.
  27. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Off. J. European Communities. — 22.12.2000. — L. 327. — P. 1—72.
  28. Linnik P.N. Complexation as the most important factor in the fate and transport of heavy metals in the Dnieper water bodies // Anal. Bioanal. Chem. — 2003. — Vol. 376. — P. 405—412.