

component of ER bodies, we may assume that ER bodies are the original depositories of this protein under the influence of irradiation as the indicators of the activity of  $\beta$ -glucosidase after X-ray radiation at a dose of 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 Gy as a molecular marker of ionizing radiation have been considered.

*Key words: X-ray radiation, Arabidopsis thaliana,  $\beta$ -glucosidase activity*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 11.04.2016

УДК 574.2

Х. В. ЧЕРЧЕНКО

Міжвідомча лабораторія моніторингу екосистем Азовського басейну Інституту морської біології та Мелітопольського державного педагогічного університету імені Б. Хмельницького  
вул. Гетьманська, 20, Мелітополь, 72312

## **ВПЛИВ ПРИРОДНОЇ ТА АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА РІЧКОВІ ЕКОСИСТЕМИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИАЗОВ'Я**

Річкові екосистеми перебувають під постійним впливом як природних так і антропогенних перетворень. Серед чинників викликаних людською діяльністю слід виділити зарегулювання русла річки. В поєднанні з глобальними змінами клімату це призводять до незворотних процесів трансформації як гідрологічних характеристик так і біологічної складової річки.

*Ключові слова: стік річок, зарегулювання русла, зміна клімату, іхтіофауна*

**Вступ.** Упродовж тривалого періоду і донині степові річки перебувають під постійним використанням різноманітних господарських заходів [4]. Друга половина ХХ ст. відзначалась значним втручанням людини у гідрологічний режим річок, при чому на фоні антропогенних перетворень існують цілком закономірні природні зміни. Одними з них є як природна деформація русла під впливом різних ландшафтоутворюючих процесів, так і глобальна зміна клімату (перерозподіл атмосферних опадів та підвищення температури повітря у приземному шарі) [3].

Поєднання впливу природних та викликаних людською діяльністю чинників на процеси трансформації річкових екосистем потребують все більш детального та комплексного вивчення. Сучасне екстенсивне водокористування на малих річках призводить до таких негативних наслідків як руйнування природних біоценозів, а також вторинне забруднення за рахунок нерівномірного продукування біомаси [5].

Визначення показників біологічної складової, як основи стабільності водних екосистем, є одним з головних питань щодо відновлення водних ресурсів [1]. Таким чином, актуальність обраної теми стає більш гострою та вимагає нагального дослідження.

Основною метою є виявлення впливу зарегулювання та запруднення річок на трансформацію гідроекосистем Північно-Західного Приазов'я на фоні природних змін.

Досягнення поставленої мети зводиться до наступних задач:

- простежити динаміку ходу температурного режиму та атмосферних опадів в басейнах досліджуваних річок;
- проаналізувати статистичну значимість кліматоутворюючих чинників та виявити подальші тенденції;
- простежити довготривалі зміни в гідрологічному режимі досліджуваних річок;
- охарактеризувати стан різноманіття іхтіофауни під впливом комплексу природних та антропогенних змін.

**Матеріал і методи досліджень**

Матеріалом для вивчення питання стали спеціалізовані масиви багаторічних даних за гідрологічним режимом річок Приазов'я, температури повітря та кількість атмосферних опадів по гідрометеорологічним станціям (ГМС), розташованих у північно-західній частині Азовського моря, Центральної геофізичної обсерваторії та дані вільного доступу NOAA. За періоди дослідження були обрані найбільш достовірні та неперервні ряди даних. З точки зору гідрологічних досліджень, район Приазов'я відноситься до маловивчених. Розподіл постів по території має вкрай нерівномірний характер з частими і довготривалими переривами у спостереженнях, що значно ускладнює дослідження водного режиму річок. Так, в межах території систематичні спостереження за гідрологічним режимом проводились лише по 4 постах з найбільш тривалими періодами спостережень 76 років (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік діючих гідрологічних постів на річках Північно-Західного Приазов'я

№ за/п	Річка-пост	Період дії		Число років, <i>n</i>
		Відкр.	Закр.	
1.	р. Молочна – с. Терпіння	01.01.1952	діє	60
2.	р. Лозуватка – с. Ново-олексіївка	30.10.1974	діє	38
3.	р. Обитічна – м. Приморськ	28.09.1936	діє	76
4.	р. Берда – с. Осипенко	17.05.1962	діє	51

За допомогою статистичного аналізу опрацьовані часові ряди зміни метеорологічних величин по станціях Генічеськ, Мелітополь, Ботієве, Бердянськ, Маріуполь з періодами спостережень 1951-2014 рр. Розрахунки та аналіз даних були виконані за допомогою програмного забезпечення Excel та Statistica.

Для виділення змін в структури іхтіоценозів річок були обрані періоди: початок зарегулювання стоку (до 1960 р.) та після зарегулювання – до тепер. За основні критерії оцінки були обрані окремі екологічні групи риб за класифікацією по відношенню до течії (реофіли – риби проточних вод, лімнофіли – риби стоячих вод та індіференти – мешканці проточних та стоячих вод) та солоності води (морські, прісноводні, солонуватоводні та різноводні) [2].

**Результати досліджень та їх обговорення**

Результати спостережень за даними Всесвітньої метеорологічної організації свідчать про те, що практично для всіх континентів і більшості океанів на початку ХХІ ст. виявили порушення регіонального клімату, особливо це стосується температури повітря [8]. Проте зміна клімату певною мірою має природний характер. Доказом цього є свідчення історичних документів, про відносно теплі та холодні довготривалі проміжки часу.

Так, приблизно до початку 40-х років ХХ ст. спостерігалось відносно швидке зростання температури повітря в приземному шарі. Після чого до середини 50-х років – в Північній півкулі відмічалось зниження значень температури. Наступне підвищення показників відбувалось до кінця 80-х років, з досить різким зростанням приземної температури повітря починаючи з 90-х років й понині [10].

Невід'ємною властивістю метеорологічних параметрів є їх просторово-часова мінливість, яка обумовлена накладанням та взаємодією великого числа факторів. Це призводить до необхідності опису їх властивостей за допомогою статистичних характеристик [7].

Таблиця 2

Статистичний аналіз середніх річних сум опадів по ГМС упродовж 1966-2014 рр.

Станція	<i>n</i>	$M \pm$	Min	Max	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцес
Генічеськ	65	388,7±101,3	101	617	0,20	0,36
Мелітополь	64	465,6±98	287	741,7	0,79	0,81
Бердянськ	64	475,1±118,9	223	894	1,18	3,2
Ботієве	64	430,6±107,5	247	961,1	1,39	3,49
Маріуполь	64	505,6±112,2	271,9	852,7	0,53	0,83

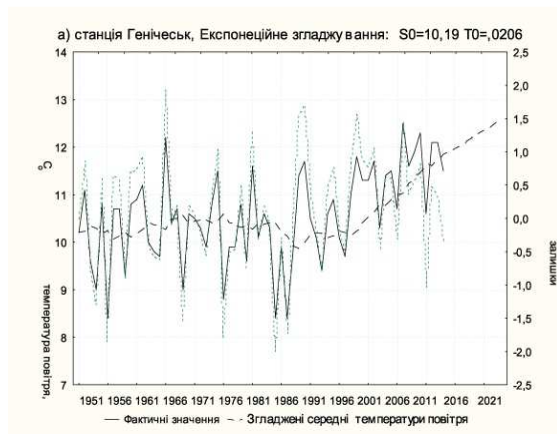
Всі ряди даних сум опадів та температури були перевірені на однорідність (табл. 2, 3) за допомогою тесту Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Уїлка [9].

Таблиця 3

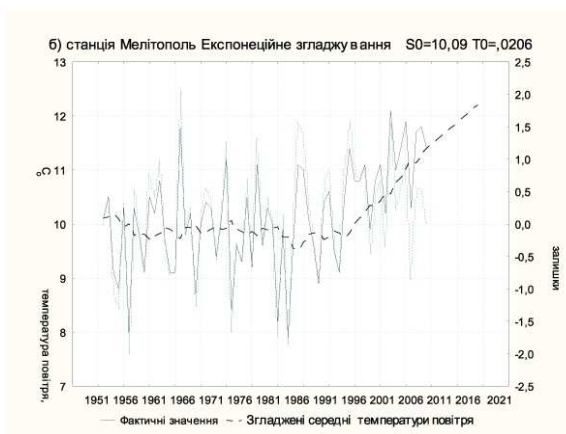
Статистичний аналіз середньорічних значень температури по ГМС упродовж 1966-2014 рр.

Станція	<i>n</i>	$M \pm$	Min	Max	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцес
Генічеськ	64	10,6±0,98	8,4	12,5	-0,24	-0,32
Мелітополь	64	10,1±0,97	7,9	12,1	-0,19	-0,32
Бердянськ	64	10,4±0,96	8,0	12,4	-0,27	-0,17
Ботієве	64	9,8±0,91	7,6	11,7	-0,28	-0,11
Маріуполь	64	9,5±0,97	7,3	11,5	-0,26	-0,43

Для того, щоб виявити довготривалі тенденції зміни клімату та відокремити короткоперіодичні коливання, було використано метод згладжених середніх. Він є найбільш розповсюдженим при дослідженні зміни клімату [12]. Для кожного ряду були побудовані апроксимовані криві, які дозволяють найбільш чітко простежити тренд кліматичних параметрів, а також можливі напрями їх подальших змін (рис. 1-5). Аналіз рядів даних температури та суми опадів для кожної станції дозволив виявити загальні тенденції в зміні кліматичних показників на території Північно-Західного Приазов'я. Так, криві ходу температури відображають те, що найбільш інтенсивні зміни припадають на період з 1991-2010-х років порівняно з кліматологічною стандартною нормою Кадастру (1961-1990 рр.) [6]. Проте, в цілому амплітуда коливання середньої температури за всі роки не перевищує середнього квадратичного відхилення.



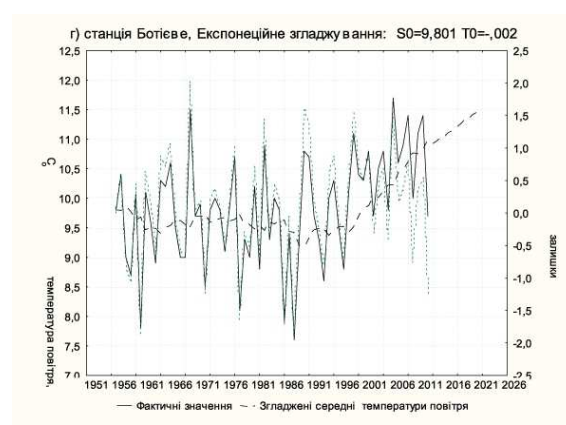
1.1



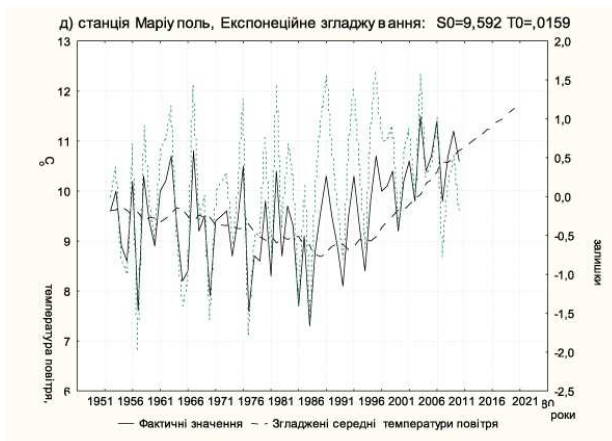
1.2



1.3



1.4



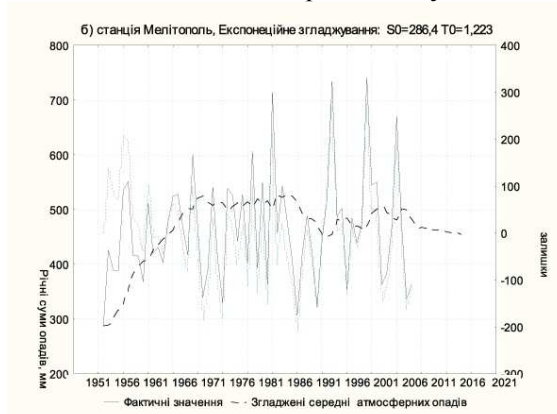
1.5

Натомість, суми опадів відрізняються сильною мінливістю із року в рік. В той же час при аналізі багаторічних спостережень простежується певна тенденція у збільшенні суми атмосферних опадів (рис. 2). Зміни показників по всіх станціях мають досить неоднозначний характер. Починаючи з початку наявних спостережень й приблизно до 70-х років, лінія згладжених середніх має досить чіткий позитивний характер.

Суттєвою відмінністю останнього десятиріччя є наявність піків з аномально високими показниками суми опадів по всіх досліджуваних станціях з помітною синхронністю у часі.



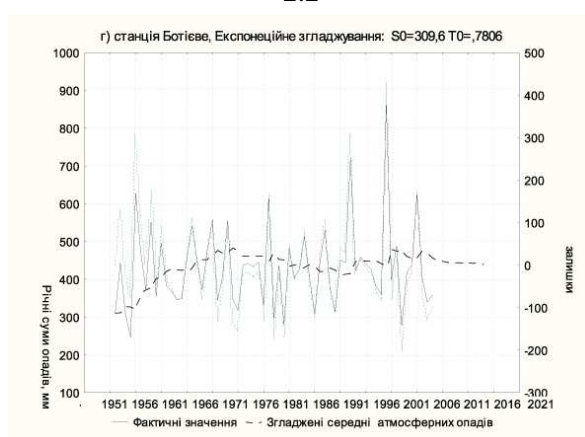
2.1



2.2



2.3



2.4



2.5

Антропогенний фактор різної тривалості, поширення та ступеню впливу загалом має локальний характер, хоча за впливом може бути досить глобальним. Події середини ХХ ст. для річок регіону стали досить значними з точки зору антропогенної трансформації. В цей час відбулося потужне меліоративне, гідроенергетичне та кар’єрно-техногенне навантаження. Найважливішими чинниками впливу на стік річок є безповоротний забір, вилучення стоку при заповненні ставів і водосховищ. Окрім безповоротного водозабору, на річковий стік впливає зарегулювання русел річок [11]. Лише на р. Молочна створено близько 87 ставків і водосховищ із загальною площею дзеркала води понад 1000 га (табл. 4).

Таблиця 4

Наявність ставків та водосховищ в басейнах річок Північного-Західного Приазов’я

Басейн річки	Ставки		Водосховища	
	к-ть, шт.	площа, га	к-ть, шт.	площа, га
Великий і Малий Утлюк	23	561,7	-	-
Молочна	81	536,2	6	497
Обитічна	56	472,1	4	215,2
Лозуватка	12	180,0	1	40,0
Берда	56	375,6	5	491,8
Інші річки	42	579,2	-	38,5
Разом	270	2704,8	16	1282,5

Як виявилось згодом, такі зміни у водному режимі річок були досить сильними та мали катастрофічні наслідки. Так, внаслідок будівництва великих водосховищ у 60-х рр. тривалість водообміну на річках України зменшилась у 7-13 разів [4]. Поряд з цим спостерігалось уповільнення швидкості течії, впав рівень води, збільшилась кількість перешкод для міграції риб та зросла мінералізація води [2]. Така ж ситуація спостерігалась і на річках досліджуваного регіону.

Для того, щоб визначити багаторічні зміни стоку річок Північно-Західного Приазов’я, починаючи з 1920-х років, за умов відсутності гідрометричних спостережень, було застосовано метод інтерполяції між даними річок-аналогів. Згідно настанов СНіП 2.01.14-83 значення середнього багаторічного стоку досліджуваних річок були визначенні шляхом інтерполяції між довготривалими рядами даних річок Прикубанської низовини, що протікають у схожих фізико-географічних та з урахуванням всіх місцевих факторів [13].

В багаторічних коливаннях стоку, де за умовний період початку року вважається грудень, а кінець – листопад, на досліджуваних річках виділяють три багатоводні періоди: 1963-1971 рр.; 1977-1987 рр.; 2003-2006 рр. та маловодні роки 1953-1962 рр.; 1972-1976 рр.; 1988-2002 рр. з наявним одним багатоводним роком (1998). Згідно отриманих даних був реконструйований багаторічний хід водності річок регіону (рис. 3). Для об’єктивнішої

кількісної оцінки стоку річок розглянуто середні значення за два періоди 1923-1969 та 1970-2014 рр. Перший період до початку будівництва водосховищ та ставів, другий після завершення будівництва та початком багаторічного регулювання стоку:

- середній природний стік складав  $0,56 \text{ км}^3$  та характеризується відносно стабільним стоком води в річках;
- з порушеним режимом показники вже складають  $0,33 \text{ км}^3$ .

Всі зазначені природні та антропогенні фактори мають своє пряме відображення у формуванні еколого-гідрологічного режиму річок Північно-Західного Приазов'я.

Збільшення кількості водосховищ тягне за собою збільшення площі водного дзеркала поверхні, що на ряду з підвищенням температури повітря у досліджуваному регіоні, може суттєво впливати на водність річок через збільшення інтенсивності випаровування. В свою чергу природний фактор як кількість атмосферних опадів, який прямим чином впливає на водність річок, не можливо чітко прослідити. Кореляційні зв'язки між кількістю атмосферних опадів та стоком як по окремих річках, так і в узагальненому притоку з досліджуваного регіону не виявили жодної залежності та знаходяться на рівні 0,3. Це може пояснюватись наявністю каскаду ставків, які утримують природний хід води в річках, а також слабкою мережею метеорологічних станцій, які не можуть надати об'єктивної інформації.

Формування стоку за останні 60 років відбувалося під впливом суттєвих антропогенних втручань, що в свою чергу вплинули на подальшу трансформацію структури іхтіофауни.

Через втручання людини у природний річковий стік відбулися значні перетворення у структурі іхтіоценозів. Так, в залежності від інтенсивності течії відбулися суттєві перетворення у видовому та кількісному складі риб. При вивченні іхтіофауни за роки досліджень було встановлено, що в річках регіону переважають лімнофіли (27,6-56,3 %) та помірні реофіли (12,5-38,6 %). Види реофіли та індиференти представлені в межах 3,8-17,2 %. Групи наявні упродовж всього досліджуваного періоду, але останній період відзначився збіднінням реофільної та збагаченням лімнофільної фаун. Поряд з цим перерозподіл видового складу також змінився у відповідності до гідрохімічних показників. При аналізі сучасного періоду спостерігається подальше збагачення прісноводної (з 6 до 14) та різноводної (з 3 до 9) груп. Натомість, у три рази скоротилася кількість морських видів [2].

Такий перерозподіл демонструє загальну тенденцію зміни гідрологічного режиму, що веде за собою перехід річок зі стану проточних у малопроточні водотоки. Доказом цього слугують кореляційні зв'язки між кількістю лімнофільних (-0,95) та реофільних видів (0,94) в порівнянні з об'ємом стоку [2].

## Висновки

1. При аналізі змін основних кліматичних показників було виявлено підвищення температури повітря в останнє двадцятиріччя та збільшення появи років з аномально високими річними сумами опадів.
2. Статистична обробка даних за атмосферними опадами та температурою повітря в більшості випадків не виявила значущих відхилень. Так показники температури повітря знаходяться в межах стандартного відхилення, що в свою чергу не дає змогу говорити про аномальне потепління приземного шару землі. Проте явище залишається наявним, та в подальшому може перейти у сталий висхідний тренд.
3. Внесок природного фактору у зміну водності річок північно-західного Приазов'я можна оцінити за рахунок збільшення середніх температур повітря та відповідно збільшенням інтенсивності випаровування з водної поверхні.
4. Виявлені значні зміни у природному стоку всіх досліджуваних водотоків за рахунок людської діяльності, зокрема зарегулювання русел річок. Так, природний стік річок зменшився з  $0,56 \text{ км}^3$  (період природного стоку 1923-1969 рр.) до  $0,33 \text{ км}^3$  (період багаторічного регулювання стоку 1970-2014 рр.);
5. Через комплекс природно-антропогенних чинників було виявлено зміни у структурі іхтіоценозу, що спостерігаються у вигляді суттєвих перетворень у видовому та кількісному складі риб заекологічними групами.

1. *Водна* рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення — К., 2006. — 240 с.
2. *Демченко Н. А.* Структура іхтіоценозів річок північно-західного Приазов'я та закономірності їх формування / Н. А. Демченко // Вісн. Запоріж. нац. ун-ту: зб. наук. праць. — Запоріжжя, 2011. — № 1. — С. 38—46.
3. *До питання* про гідрологічний, гідрохімічний та гідробіологічний стан малих річок Північно-Західного Приазов'я / [Алексєв М. О., Безручко Г. А., Гаркуша Г. І. та ін.] // Проблеми малих річок України. — К.: Наукова думка, 1974. — С. 3—4.
4. *Зуб Л. М.* Малі річки України: характеристика, сучасний стан, шляхи збереження / Л. М. Зуб, Г. О. Карпова. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до джерела: <http://www.77.121.11.22/ecolib/3/4/15.doc>
5. *Игошин Н. И.* Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидрологические аспекты : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Н. И. Игошин. — Харьков: Бурун Книга, 2009. — 240 с.
6. *Кліматологічні* стандартні норми (1961 – 1990 рр.) / [Л. І. Денисович, Н. І. Майлат, Ж. О. Кузнєцова та ін.]. — К.: Український науково - дослідний гідрометеорологічний інститут, Центральна геофізична обсерваторія, 2002. — 446 с.
7. *Малинин В. Н.* Статистические методы анализа гидрометеорологической информации: [учебник] / В. Н. Малинин. — СПб.: изд. РГГМУ, 2008. — 408 с.
8. *Мартазінова В. Ф.* Аномальність погодних умов Антарктичного півострова в районі розташування Української антарктичної станції "Академік Вернадський" [Електронний ресурс] / В. Ф. Мартазінова, С. В. Клок // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. — 2012. — Вип. 262. — С. 91—101. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npundgi\\_2012\\_262\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npundgi_2012_262_8).
9. *Маслицкий С. Э.* Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Маслицкий. — Мн.: Институт рыбного хозяйства, 2009. — 76 с.
10. *Орлеанская Е. С.* Изменение глобальной экосистемы в период потепления климата [Електронний ресурс] / Е. С. Орлеанская // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). — 2011. № 1. — С. 223—227. - Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-globalnoy-ekosistemy-v-period-potepleniya-klimata>
11. *Паламарчук М. М.* Водний фонд України: довідковий посібник / М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна — К.: Ніка-Центр, 2006. — 320 с.
12. *Пановский Г. А.* Статистические методы в метеорологии / Г. А. Пановский, Г. В. Брайер — Л.: Гидрометиздат, 1967. — 242 с.
13. *Пособие* по определению расчетных гидрологических характеристик (СНиП 2.01.14-83) [Чинний від 1983-07-15]. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 447 с. — (внесений до переліку нормативних документів).

*Х. В. Черченко*

Межведомственная лаборатория мониторинга экосистем Азовского бассейна Института морской биологии и Мелитопольского государственного педагогического университета имени Б. Хмельницкого

#### ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИИ НА РЕКАХ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Речные экосистемы находятся под постоянным воздействием как природных так и антропогенных преобразований. Среди факторов вызванных человеческой деятельностью следует выделить зарегулирования русла реки. В сочетании с глобальными изменениями климата это приводит к необратимым процессам трансформации как гидрологических характеристик так и биологической составляющей реки.

*Ключевые слова:* сток рек, зарегулирования русла, изменение климата, ихтиофауна

*Kh. V. Cherchenko*

Interagency laboratory on monitoring Azov Sea ecosystems Institute of Marine Biology and B. Khmel'nitsky Melitopol State Pedagogical University

#### NATURAL AND ANTHROPOGENIC INPUTS TO THE WATER ECO-SYSTEM TRANSFORMATION NORTH-WESTERN RIVERS OF AZOV BASIN

Rivers ecosystem has been always influenced by natural and human transformation. This Review considers the variation of meteorological data (temperature regime and precipitation) involved in

runoff of rivers to warming period. River flow derives ultimately from precipitation, according to global climate change this factor needs more detailed analysis. In order to identify long-term trends in climate change and separate short-period fluctuations used method of smoothed average. It helps understand periodic structures and long-term trend changes of climate fluctuations. Statistical analysis shows that the temperature level has been on a positive trend since the beginning of the 1980s which is also liken measured in rest of the World. Nevertheless, it is found that long period characteristics of temperature fluctuations are the periodic structures.

Long-term data of variability in intensity, timing, and duration of precipitation (as rain or as snow) reflect on local flow patterns. Besides rivers transformation cannot simply be explained by natural variability alone. In other side we have huge human impact.

Among anthropogenic factors on the north-west rivers in Azov basin most significant one belong to regulation flow regime. For many rivers dams are the primary causes of altered flow regimes. Streamflow quantity is critical components of water quality, and the ecological integrity of river systems. Streamflow is strongly correlated with many critical physicochemical characteristics of rivers, such as water temperature, channel geomorphology, and habitat diversity. Changes in flow limits the distribution and abundance of riverine species and regulates the ecological integrity systems.

This paper includes observation of long-term streamflow data. Concerning rivers lacking data, analyses were extended statistically from gauged streams in the same geographic area. This operation shows a trend in hydrological characteristic from flowing waters to low flow regime.

According to intensity of stream occurred significant transformation in composition of fish, such a replacement rheophile to limnofilic type.

Biological factors are one of the significant in determination of the surface water quality.

Nowadays effects of human alteration of natural flow regimes bring ecological degradation and loss of biological diversity. In combination with the global climate change it can result into irreversible process.

*Key words: runoff, regulation flow, climate change, ichthyofauna*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 24.05.2016