

УДК 504.45(285.3):613.3 (477.74), DOI 10.31210/visnyk2018.02.18
© 2018

*Степова О. В., кандидат технічних наук,
Рома В. В., старший викладач*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА КИСНЕВИЙ РЕЖИМ РІЧКИ ПСЕЛ

Рецензент – кандидат технічних наук, професор Ю. С. Голік

Актуальність теми обумовлена необхідністю визначення змін гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного стану водних об'єктів України в умовах антропогенного впливу та глобального потепління з метою оптимізації управління водними ресурсами. Метою досліджень є вивчення впливу змін клімату на якість водних ресурсів річки Псел залежно від температурного режиму і кількості опадів у Полтавській області. В роботі розглянуто вплив глобального потепління, а саме зміни температурного режиму повітря та кількості опадів на якісні та кількісні характеристики річки Псел на території Полтавської області. За допомогою статистичних методів доведено існування кореляційного зв'язку між параметрами клімату та якісними характеристиками водойми. Результати досліджень доцільно враховувати під час розробки схем адаптації регіону до умов глобального потепління та у процесі керування водохоронною діяльністю в басейні річки Псел. Практичне значення результатів полягає в наданні оцінок змін характеристик водних ресурсів річки Псел, виявленні наслідків змін клімату на гідрологічний, гідрохімічний та гідроекологічний режими річки, встановленні взаємозв'язків між підвищенням середньорічної температури води та кисневим режимом водойми. Результати роботи у подальшому будуть використані під час розроблення регіональних екологічних програм та схем оптимізації поводження з водними ресурсами.

Ключові слова: *глобальне потепління, водні об'єкти, температура, повітря, кількість опадів, якість води.*

Постановка проблеми. Клімат планети є складною системою, що змінюється в результаті процесів взаємодій між атмосферою, океаном і людиною. Ці елементи перебувають у збалансованій рівновазі, яка нині руйнується за рахунок антропогенної діяльності людини. Відомо, що на формування екологічних проблем і на стан поверхневих вод впливають як природні, так і антропогенні чинники.

Глобальне потепління торкнулось більшості країн світу, зокрема й України, що призводить до виникнення надзвичайних ситуацій. На сьогодні глобальні зміни клімату є злободенною

проблемою, а їх вплив набуває відчутних масштабів. Зміна клімату вже відбувається і цей процес буде продовжуватись. Тому незалежно від того, чи причетна до цього людина чи ні, необхідно вживати заходи з протидії цим змінам, стримувати темпи зростання температури з тим, щоб уникнути небезпечних і незворотних наслідків для навколишнього середовища.

Погіршення екологічного стану поверхневих вод суходолу зумовлено якісним та кількісним виснаженням факторів їх формування, що у низці випадків унеможливує їх використання для господарських цілей.

На формування якості води значним чином впливають фізико-географічні та кліматичні умови річкового басейну. Водні ресурси мають високу чутливість до зміни клімату, тому виникає необхідність їх оцінки в існуючих антропогенних умовах. Дослідження впливу змін клімату (а саме температури повітря та опадів) на якість води річки Псел допоможе адаптувати поводження з водними ресурсами водойми.

Екологічний стан поверхневих водойм та глобальне потепління викликають необхідність комплексних досліджень щодо аналізу впливу змін клімату на стан водних ресурсів України, зокрема річки Псел на території Полтавської області.

Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Актуальність питання не викликає сумніву, не дивлячись на те, що велика кількість досліджень приділена цьому питанню. Питанням щодо оцінки впливу зміни кліматичних факторів на характеристики поверхневих водних об'єктів приділяли увагу відомі вітчизняні вчені. Потрібно відмітити праці Н. С. Лободи, О. М. Адаменка, Я. О. Адаменка, В. М. Шмандія, М. М. Приходька.

Підписання Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату представниками 175 країн свідчить про те, що зміна клімату є значною загрозою навколишньому середовищу та економічному розвитку [3].

Об'єктивну оцінку змін, що відбулися в кліматичній системі, періодично надає Міжурядова

група експертів зі змін клімату (МГЕЗК). У 2007 році була прийнята Четверта доповідь з оцінки змін клімату МГЕЗК, в якій відмічалось, що одинадцять років з останніх дванадцяти (1995–2006) були найтеплішими за всю історію інструментальних спостережень за температурою поверхні Землі [8, 9, 11]. За 100-річний період (1906–2005 рр.) зростання глобальної температури за лінійним трендом дорівнює 0,74 °C [1, 7] і тенденція її збільшення зберігається.

Автори [6] зазначили, що причиною надзвичайної ситуації на Харківщині, наслідком якої стала загибель риби на водосховищі, є погіршення екологічного стану водних об'єктів, зміна гідрологічного режиму та потепління клімату.

Дослідження впливу великомасштабних атмосферних процесів на коливання річних опадів, середніх багаторічних температур повітря та характеристик стоку України було виконано Н. С. Лободою [4].

Однак аналіз попередніх досліджень дає змогу констатувати недостатню вивченість багаторічних змін клімату та його наслідків для басейнової екосистеми р. Псел у межах Полтавської області.

Метою досліджень є вивчення впливу змін клімату на якість водних ресурсів річки Псел залежно від температурного режиму і кількості опадів у Полтавській області.

Для досягнення мети були сформульовані та вирішені такі *задачі*:

- виявити тенденції змін кліматичних чинників та характеристик стоку, що відбулися за минулі два десятиріччя на основі даних гідрометорологічних спостережень;
- з'ясувати особливості гідрохімічного режиму та надати оцінку гідроекологічному стану вод річки Псел в останні десятиріччя;
- з'ясувати взаємозв'язок між зміною кліматичних факторів та екологічним станом річки Псел на території Полтавської області.

Об'єктом досліджень є вплив змін клімату на стан поверхневих вод річки Псел Полтавської області. *Предмет досліджень* – поверхневі води річки Псел на території Полтавської області.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідження впливу кліматичних чинників на екологічний стан річки Псел було досліджено зміни середньорічної температури повітря з 1915 по 2016 роки (м. Полтава), кількість опадів у 1951–2016 рр. у Полтавській області, гідрохімічні та гідрологічні характеристики водного джерела.

Методи дослідження:

- статистичні методи (розрахунки статистичних параметрів стоку, кореляційний аналіз);

- методи оцінки якості вод на основі гідрохімічних показників.

Результати досліджень. Водозбір річки Псел практично цілком розташований у Лісостеповій зоні. Кліматичні умови Лісостепу визначаються досить високим припливом сонячного тепла. Характерною ознакою клімату тут виступає нестабільність зволоження: більш вологі роки чергуються з посушливими, можливе формування суховіїв.

Річкова мережа річки помірно розвинута, середня щільність становить 0,27 км/км² для р. Псел. Загальна кількість річок у межах водозбору р. Псел становить 1730. Гідрогеологічні умови характеризують здатність підземного басейну річок до акумуляції та подальшого спрацювання запасів води. Підземні води є постійним джерелом живлення річок, визначаючи у маловодні періоди їхній режим стоку.

Вченими стверджується, що одним із факторів впливу на екологічний стан водних об'єктів є значне підвищення температури повітря за багаторічний період, що призводить до зміни режимів та якості водойм.

На території України за останні 100 років середня річна температура повітря підвищилася на 0,7 °C і тенденція її збільшення зберігається [10].

За даними метеостанції Полтави досліджено зміни температури повітря (рис. 1) та опадів у межах міста Полтава. Виявлена тенденція до зростання середніх річних температур повітря та сум опадів.

Зростання температур повітря більш інтенсивно відбувається у холодний період, але середні значення за цей період не виходять за межі від'ємних. Збільшення температур теплого періоду набуло інтенсивності лише на початку сторіччя.

Крім температурного режиму, на функціонування екосистем та умови життєдіяльності людини значний вплив має зволоження території, яке визначається кількістю атмосферних опадів. Оподи холодного періоду практично не змінилися, але встановлена тенденція до зростання опадів у теплий період. Потепління у холодний період сприяє зростанню кількості відлиг та збільшує втрати під час формування весняного водопілля.

Значна частина талої води переходить у підземні водоносні горизонти, що обумовлює збільшення стоку межени. Зростання опадів за рік не перевищує 20 % і відбувається, головним чином, у теплий період.

Річний стік є інтегральною характеристикою водних ресурсів і одним із перших відчуває

вплив потепління.

Порівняльний аналіз характеристик стоку показав, що річний стік річки Псел значно зменшився. Середній багаторічний максимальний стік зменшився на 50 % (рис. 2).

Під час дослідження температурного режиму річки виявлена тенденція суттєвого збільшення середньорічної температури води (рис. 3).

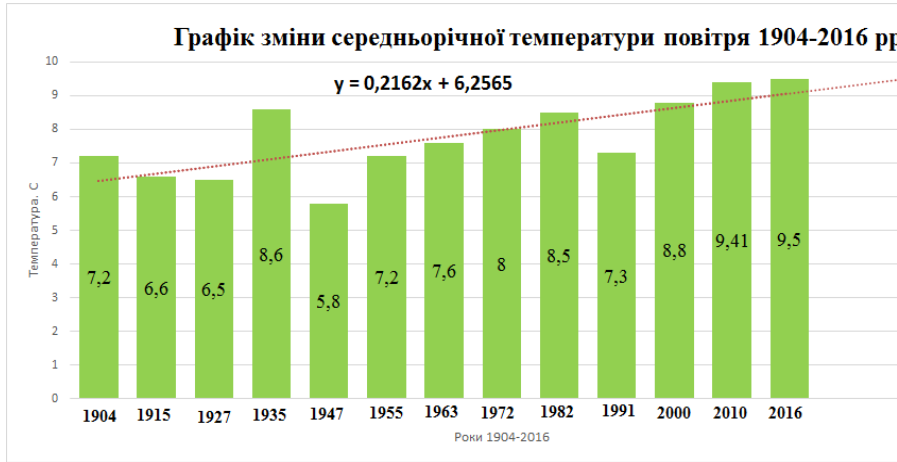


Рис. 1. Графік зміни середньорічної температури повітря

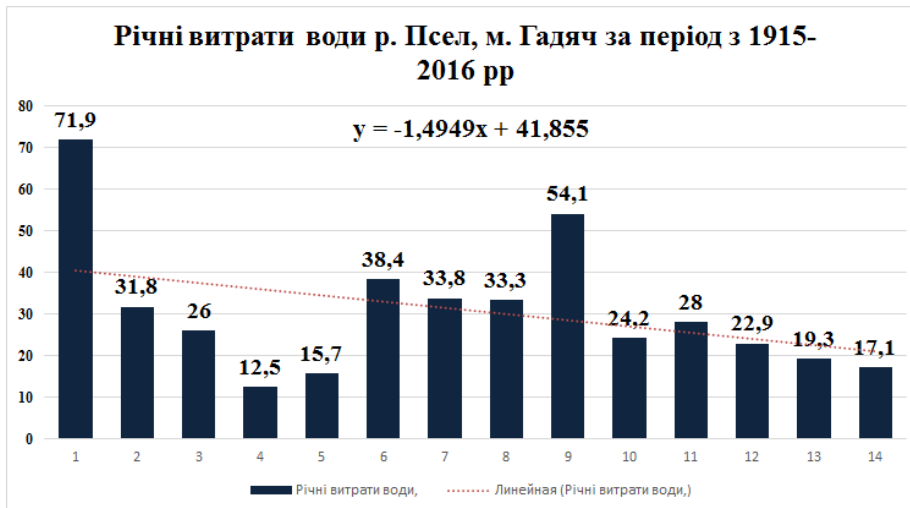


Рис. 2. Динаміка річних витрат р. Псел (створ м. Гадяч)

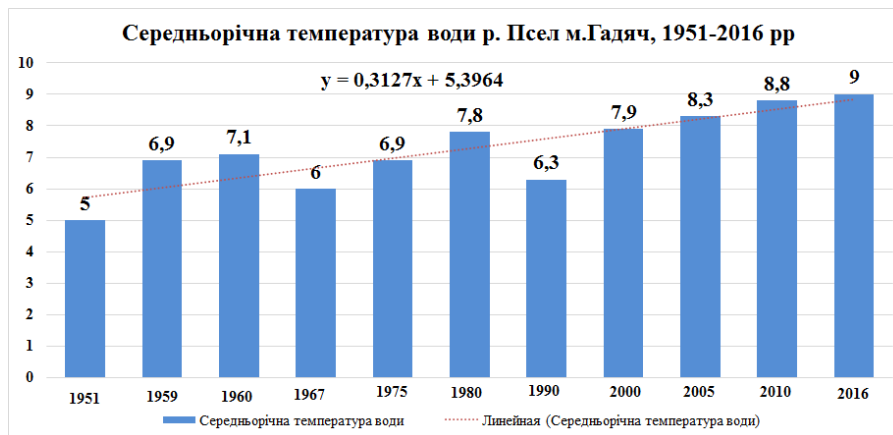


Рис. 3. Динаміка середньорічної температури води р. Псел (створ м. Гадяч)

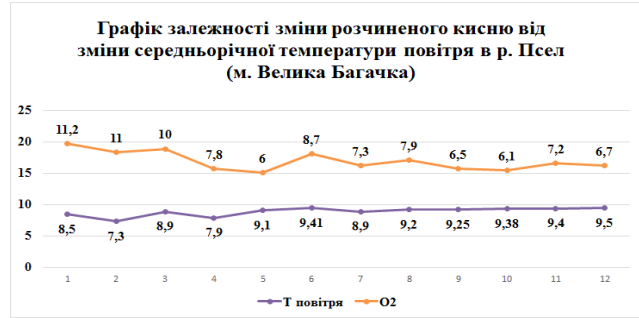
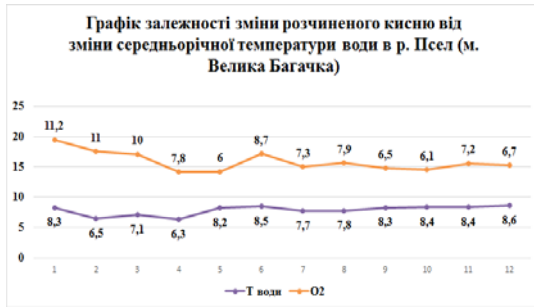


Рис. 4. Графіки зміни вмісту розчиненого кисню залежно від середньорічної температури води р. Псел та повітря

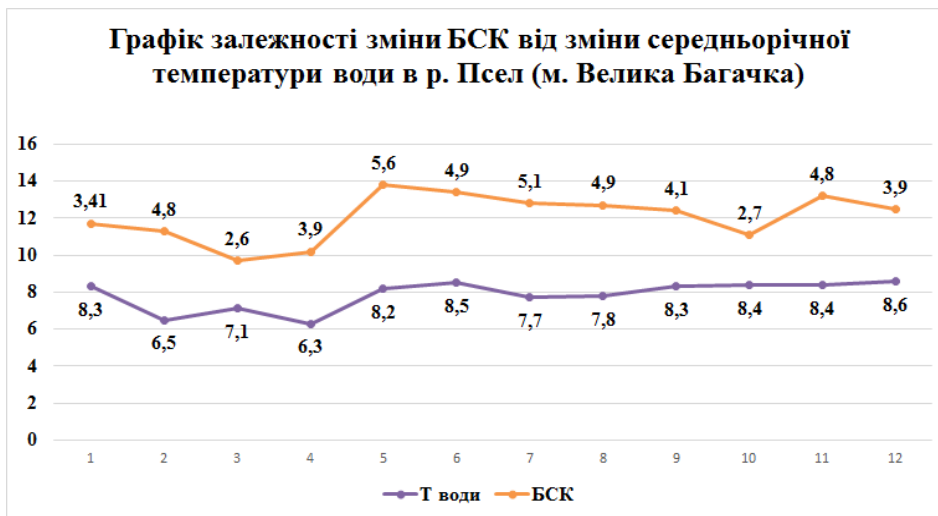


Рис. 5. Графік залежності зміни БСК від середньорічної температури води р. Псел

Підвищення температури води призводить до погіршення кисневого режиму водойми. За недостатньої кількості кисню у воді в кілька разів зменшується швидкість розкладання нафтопродуктів. Збільшення температури води, яке супроводжує глобальне потепління, сприятиме інтенсивному розпаду фенолів та СПАР, що потрапляють у водойму зі скидами стічних вод та поверхневими зливами.

Також було проаналізовано залежність якості води за показником БСК від зміни температурного режиму річки (рис. 5). Показники БСК визначали для створів, що знаходяться найближче до досліджуваних метеостанцій.

Перевищення нормативу за БСК свідчить про те, що якість води в усіх досліджуваних пунктах моніторингу не відповідає нормативам і залежить від метеорологічних показників, при цьому швидкість процесу споживання кисню збільшується в 2–3 рази в разі підвищення температури на 10 °С [5].

На основі отриманих даних спостережень проведено кореляційний аналіз між зміною температури повітря та води та показником розчинений кисень, БСК₅.

Результати розрахунків підтвердили припущення про наявність кореляційного зв'язку між зазначеними показниками, а саме коефіцієнт кореляції між показниками температура води – БСК дорівнює 0,83, розчинений кисень – температура повітря – 0,78, температура води – розчинений кисень – 0,89. Отже, існує суттєва залежність між параметрами.

Зміни клімату впливають на умови формування стоку і призводять до його перерозподілу у межах року, що впливає на хімічний склад та якість води. Встановлено, що величини мінералізації зменшуються у період весняного водопілля та збільшуються у зиму та літньо-осінню межені. Найбільші значення мінералізації на досліджуваній річці спостерігаються у період зимової межені. В маловодні роки, коли переважає внесок підземного живлення у формування стоку, мінералізація усередині року змінюється незначно.

Зміни водності та температур повітря і води визначають, насамперед, особливості кисневого режиму річок. Збільшення швидкості течії сприяє насиченню води киснем.

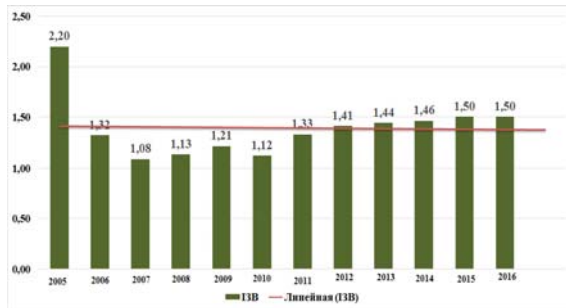


Рис. 6. Динаміка ІЗВ р. Псел у створі м. Гадяч

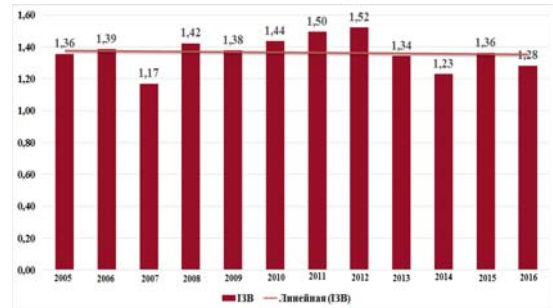


Рис. 7. Динаміка ІЗВ р. Псел у створі смт Велика Багачка

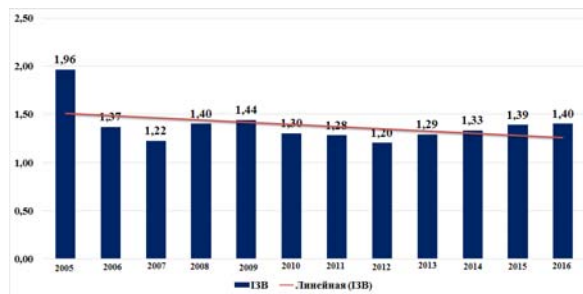


Рис. 8. Динаміка ІЗВ р. Псел у створі с. Запілья

Саме в меженний період зменшується швидкість течії та турбулентне перемішування, що гальмує зростання вмісту кисню у воді. Тому в період зимової межени кількість кисню у воді максимально скорочується.

Річка Псел найбільше підлягає порушенню кисневого режиму і заморам риб у зимову межень.

У роботі проведено оцінку якості води досліджуваного поверхневого водного джерела Полтавської області за методикою визначення індексу забруднення води (ІЗВ) у трьох створах контролю (створ м. Гадяч, смт Велика Багачка, с. Запілья) [2]. За нормативні були обрані гранично допустимі концентрації речовини у водоймах рибогосподарського користування. Розрахунки комплексного показника (ІЗВ) проводились на основі багаторічних даних гідрохімічного моніторингу на річкових постах за період 2000–2016 рр. з урахуванням наступних гідрохімічних показників: загальне залізо, нітриту, амоній-іони, фосфати, БПК, нафтопродукти. Було розглянуто результати 305 вимірювань гідрохімічних показників на р. Псел. Середній показник ІЗВ за досліджуваній проміжок часу становить 2,059. Результати розрахунків наведено на рисунках 6–8.

Виявлено, що води річки Псел по всій довжині є «забрудненими» або «помірно забрудненими». Спостерігається загальна тенденція спадання

рівня ІЗВ, з піками зростання у 2002, 2003 та 2009 роках.

Основними забруднюючими речовинами є кремній, залізо, нафтопродукти, феноли та СПАР. У своїй більшості концентрації цих речовин змінюються по гідрологічних сезонах і залежать від температурного та кисневого режиму річок та їх водності.

За критеріями якості води встановлено, що найбільше забруднення відбувається навесні, коли настає інтенсивний злив забруднюючих речовин з поверхні водозбору. Найбільше забруднення у сезон літо – осінь встановлено для санітарно-токсикологічного критерію.

Висновок. У роботі оцінено зміни кліматичних чинників та водних ресурсів досліджуваної території за минулі два десятиріччя.

За даними спостережень метеостанції Полтави виявлені статистично значущі тенденції до зростання середніх температур повітря за рік, теплий та холодний періоди. Встановлено, що температури холодного періоду зростають інтенсивніше, ніж температури теплого періоду. Зростання опадів за рік не перевищує 20 % і відбувається, головним чином, у теплий період.

Зазначено, що вплив змін клімату (а саме температури повітря та опадів) на абіотичні чинники водного об'єкту проявляється насамперед у змінах водності, температурного режиму річки та впливають на якісний стан водойми.

За даними моніторингових досліджень була проведена оцінка екологічного стану р. Псел. Розрахунки ІЗВ показали, що води річки Псел по всій довжині є «забрудненими» або «помірно забрудненими».

Дослідження особливостей внутрішньорічного розподілу якості вод річки Псел показало, що найбільший ступінь забруднення відбувається переважно навесні. На базі даних гідрохімічних

спостережень виявлені залежності гідрохімічних показників від температури води та повітря. Побудова моделей визначення впливу кліматичних чинників на екологічний стан річки за досліджуваний період показала необхідність обов'язкового врахування цих чинників у процесі керування водоохоронною діяльністю в басейні р. Псел.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Барабаш М. Б., Корж Т. В., Татарчук О. Г.* Дослідження змін та коливань опадів на рубежі ХХ і ХХІ ст. в умовах потепління глобального клімату. – УкрНДДГМІ, 2004. – 253: 92–102.

2. *Голік Ю. С., Ілляш О. Е., Степова О. В.* Екологічний стан басейну річки Дніпро в Полтавській області / Вісник Інженерної академії України. – №1, 2013. – С. 197–200.

3. *Корчемлюк М., Приходько М., Архипова Л.* Вплив змін клімату на водний режим гірської частини басейну р. Прут. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – 2016. – С. 118–128.

4. *Лобода Н. С., Сербова З. Ф., Божок Ю. В.* Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління А1В) // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – Вип. 15. – С. 149–159.

5. *Мельник Ю. С., Підліснюк В. В., Козловська Т. Ф.* Сталість якості водних ресурсів східної України в умовах змін клімату // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. – Випуск 2/2011 (67). – Частина 1. – С. 126–130.

6. *Рибалова О. В., Блан С. В.* Аналіз причин виникнення надзвичайних ситуацій масової загибелі риби в Харківській області // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2012. – № 6/10 (60). – С. 17–21.

7. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.) / За ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 312 с.

8. *Christensen J. H., Hewitson B., Busuioc A. et*

al. Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. and Miller H. L. (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2007. – 94 p.

9. *Corobov R., Sheridan S., Overcenko A., Terinte N.* Air temperature trends and extremes in Chisinau (Moldova) as evidence of climate change // Clim. Res. – 2010. Vol. 42: 247–256.

10. *Korchemlyuk M., Arkhipova L.* Estimation of key pressures on Prut river basin in Ukrainen. Екологічна безпека. – Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського. – Кременчук : КрНУ, 2015. – Випуск 1/2015(19). – С. 41–45. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Ekol_bezpeka/index.html.

11. *Trenberth K. E., Jones P. D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J. A., Rusticucci M., Soden B., Zhai P.* 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WorkingGroup I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., Miller H. L. (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – ast, 8, 89–115.

ANNOTATION

Stepova O. V., Roma V. V. Analysis of influence of climatic terms' changes is on the oxygen mode of Psel river.

The climate of the planet is a complex system that changes as a result of processes of interaction between the atmosphere, the ocean and man. These elements are in a balanced equilibrium, which is

now being destroyed by man's human activity. The urgency of the theme is due to the necessity of determining changes in the hydrological, hydrochemical and hydroecological state of water objects of Ukraine in the conditions of anthropogenic influence and global warming in order to optimize the management of water resources.

The purpose of the research is to study the impact of climate change on the quality of water resources of Psel river, depending on the temperature regime and rainfall in Poltava region.

The paper examines the effects of global warming, namely changes in the temperature regime of air and rainfall on qualitative and quantitative characteristics of Psel river in the territory of Poltava region. Using statistical methods, the existence of a correlation between climate parameters and qualitative characteristics of the reservoir has been proved. The results of the research should be taken into account when developing the schemes of adaptation of the region to the conditions of global warming and in the management of water protection activities in

the basin of Psel river.

The practical value of the results is to provide estimates of changes in the characteristics of the water resources of Psel river; detecting the effects of climate change on the hydrological, hydrochemical and hydroecological regimes of the river; establishing interrelationships between raising the average annual water temperature and the oxygen regime of the reservoir.

The results of the work in the future will be used in the development of regional environmental programs and schemes for optimizing the management of water resources.

Key words: *global warming, water objects, temperature, air, rainfall, water quality.*