

УДК 556.551 (477.74)(28)

Іванова Н. О.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ПРОЗОРИСТЬ ТА КОЛІР ВОДИ САСИКА ЯК АБІОТИЧНІ КОМПОНЕНТИ ЙОГО ЕКОСИСТЕМИ

Ключові слова: Сасик; лиман; водосховище; оптичні властивості водних мас.

Вступ. Сасик – унікальне водосховище, створене на базі Причорноморського лиману (рис.1). Воно розташоване біля дельти Дунаю на півдні України і на сьогодні функціонує як накопичувач дунайської води. Це – значна за розмірами мілководна водойма, водні маси якої формуються за рахунок різних за генезисом джерел (річки Когильник і Сарата, канал Дунай-Сасик).

В умовах сповільненого водообміну, незважаючи на інтенсивне перемішування, трансформація вод, що надходять до водосховища, є досить слабкою. Це обумовлює формування в різних ділянках водойми контрастних за властивостями водних мас. Для визначення цих контрастів можна використовувати такі гідрофізичні характеристики як оптичні властивості води. До них відносяться, перш за все, прозорість і колір.

Ці показники є обов'язковими в різних нормативних документах та класифікаціях якості води [6], зокрема належать до елементів визначення екологічного стану водних об'єктів згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС [8]. Слід зазначити, що в гідроекологічних та гідробіологічних дослідженнях використовують й інші спеціальні гідрооптичні показники: показник ослаблення сонячного світла (екстинції), коефіцієнт підводної освітленості, товщина фотичного шару води тощо [16, 5, 13]. Та їх визначення потребує залучення складної апаратури і трудомістких методик. Тому особливо важливим є встановлення зв'язків з простими за способом вимірювання показниками.

Прозорість і колір води – це інтегровані характеристики, обумовлені цілим комплексом гідрологічних факторів. В цілому, вони схожі, але відрізняються особливістю впливу для кожної окремої водойми. Для водосховища Сасик цікаво не лише визначити основні чинники формування оптичних властивостей води, а й прослідкувати їх динаміку внаслідок перетворення водойми.

Вихідні передумови. Вивчення оптичних властивостей водних мас Сасика раніше вже проводилося, наприклад, при екологічному обґрунтуванні вибору траси водогосподарського комплексу Дунай-Дніпро (1980 р.) [9] та в перші роки існування водосховища (1985-1987 рр.) науковцями Інституту гідробіології НАН України [2, 13, 14]. На сучасному етапі існування водойми такого роду досліджень не було.

Отже, метою даної роботи є оцінка динаміки прозорості та кольору води в часі, аналіз основних факторів впливу на оптичні властивості водних мас та визначення розподілу їх значень по акваторії водосховища на сучасному етапі його існування.

Матеріали та методи досліджень. В роботі використані дані власних експедиційних досліджень на водосховищі впродовж 2013-2014 років, матеріали лабораторії Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії (ДГМО) за 2001-2013 роки, а також літературні джерела [1-19].

Дані ДГМО є щоквартальними. Виміри проводяться на стаціонарному водопосту в с. Борисівка, де відносна прозорість визначається в лабораторних умовах за методом шрифту.

Натурні дослідження проводилися на 17 станціях, розташованих по всій акваторії водосховища (див. рис. 1). Для визначення відносної прозорості води за стандартною методикою використовувався диск Секкі [19], а кольору води – шкала Фореля-Уле [16]. Необхідно підкреслити, що кольоровість води, на відміну від кольору, визначається за біхроматною шкалою і виражається в градусах [16]. Обидва показники – індикатори забарвлення води, але методики їх визначення є незіставними.

Виклад основного матеріалу. Колір води – відносно стійка характеристика, що відображає зв'язок між фізико-географічними особливостями басейну та власне режимом водойми [16], а також оцінює кількість розчинених у воді речовин. Саме колір дозволяє наочно виділяти різні за екологічними особливостями водні маси, а прозорість, яка залежить від наявності у воді зависей – опосередковано судити про їх переміщення. Тому розподіл цих ознак по акваторії може бути підґрунтям для районування водного об'єкту [15].

На прозорість води в різних водоймах впливає багато факторів, а саме, кількість завислих речовин (каламутність), кольоровість та турбулентне перемішування, глибина водойми, її розмір та інтенсивність розвитку гідробіологічних процесів.

Щодо Сасика, то внаслідок перетворення його на водосховище, деякі чинники зазнали змін. Для того, щоб краще оцінити динаміку показників, в існуванні водойми виділяють два основні етапи: лиман-озеро (до 1978 р.) та водосховище, що включає становлення (1980-90-ті рр.) і сучасний період.



Рис. 1. Схема водосховища Сасик: 1 – населений пункт; 2 – місце існування Кундуцької прорви; 3 – дамба; 4 – шлюз; 5 – насосні станції (НСВ, ГНС-2, ГНС-3); 6 – водомірний пост ДГМО; 7 – станції досліджень в 2013-2014 рр.

Лиман-озеро Сасик було утворено в гирловій частині затопленої морем загальної долини річок Когильник і Сарата [4]. Площа акваторії водойми становила 208-210 км², довжина по осі – 35 км, ширина – до 11-12 км, середня глибина складала до 2 м при максимальній 3,2-3,3 м. В природному стані Сасик мав періодичний зв'язок з морем через прорви та прорани, діючою з яких, в основному, була так звана Кундуцька прорва шириною 100-200 м (див. рис. 1). Саме надходження морської води обумовлювало неоднорідність забарвлення водних мас по акваторії водойми.

Найбільш поширена прозорість води в лимані-озері Сасик (Кундук) до утворення водосховища становила 0,7-0,9, а максимальна – 1,2 м. Це – одне з найменших значень показника серед усіх лиманів Північно-Західного Причорномор'я. Водні маси водойми на той час, в основному, мали жовтий колір (XV-XVI).

Головна причина малої прозорості та переважно жовтого забарвлення води – значна площа мілководь з глинистими мулами, які легко змулюються під дією вітрового хвилювання. Сасик серед лиманів займав перше місце за площею їх залягання – 109,6 км², що становило 51,6% акваторії [7]. Окрім цього, на малій глибині вода швидко прогрівалася, а тому добре розвивався фітопланктон, що також сприяло зменшенню прозорості.

Ще одна причина – великі розміри та овальна форма водойми, які обумовлювали хвилювання водної поверхні під дією вітру будь-якого напрямку. Це, в свою чергу, викликало постійне скаламучування водних мас.

Епізодичність надходження морських вод до Сасика обумовлювала різкі коливання рівня з амплітудою до 1,69 м. Разом з вітровим хвилюванням це спричиняло активну абразію берегів, висота яких сягала 13 м. За свідченнями дослідників [1], даний процес спостерігався повсякчасно при будь-якій висоті хвиль, чому сприяла і літологія берегових схилів. Ю. Д. Шуйський [17] відмічає, що берегові борти лиману-озера в середній та нижній частинах складені переважно податливими до розмиву лесовидними породами, а нижче урізу – піщано-глинистими відкладами пліоцен-четвертичних терас. Як наслідок – підвищення каламутності і зниження прозорості води в прибережній смузі.

Отже, на першому етапі існування водойми основними факторами формування оптичних показників води були змулення донних відкладів та надходження алохтонних завислих речовин внаслідок абразії берегів.

Другий етап розпочався будівництвом каналу Дунай-Сасик в 1978 році (див. рис. 1). Лиман-озеро було відокремлено від моря дамбою та перетворено на водосховище у складі Дунай-Дністровської зрошувальної системи (ДДЗС). Його функцією в системі мало стати регулювання постачання води на іригаційні масиви з використанням наявної робочої ємності [2].

В 1980-му році радою міністрів СРСР було прийнято постанову, якою передбачалося створити водогосподарський комплекс (ВГК) Дунай-Дніпро – систему каналів та водосховищ на базі Причорноморських лиманів задля перекидання частини стоку р. Дунай в райони з дефіцитом водних ресурсів. Сасик був включений до траси ВГК. Вода з Дунаю по новому каналу мала надходити до південно-західної частини водойми, а виходити – в північно-східній по каналу, який би з'єднував Сасик з Нижньодністровським водосховищем.

В проекті ВГК було заплановано підвищення рівня води у водоймі так, щоб середні глибини склали 7,3 м. Це дозволило би регулювати біля 1 км³ води у створеному водосховищі, а також значно зменшило площу мілководь та обмежило вітровий вплив на змулення донних відкладів. Прогнозована прозорість води у

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.1(40)

водосховищі передбачалася меншою, ніж в лимані: переважаюча – 0,3-0,7 м, максимальна – 1,0 м, мінімальна – 0,2 м [9].

Основна причина зменшення прозорості у водосховищі – надходження за рік 16 км³ дунайської води, а з нею 2,73 млн т завислих речовин. Водойма мала стати відстійником, де б акумулювалося 95,5-98,1 % твердого стоку дунайського походження [10].

Та водогосподарський комплекс не було створено і водосховище Сасик залишилось як елемент ДДЗС. На початку 1990-х років забір води з нього на зрошення припинився через її невідповідність нормам за мінералізацією.

Період до цього часу в існуванні водойми умовно називаємо становленням.

Визначальним фактором формування оптичних властивостей водних мас водосховища стало надходження дунайської води. В комплексі з іншими чинниками це спричинило не лише підвищення каламутності, а й збільшення контрастності вод на різних ділянках водойми та в часі [2,11,14]. Якщо в цілому по водосховищу в період становлення диск Секкі було видно до глибини 0,1-0,5 м [14], то, наприклад, у серпні 1985 р. діапазон значень прозорості складав 0,1-1,3 м, а у вересні цього ж року – 0,05-0,9 м [2]. Мінімальні значення показника спостерігалися в центральній частині водойми, максимальні – в південно-східній.

Значна контрастність водних мас поряд з іншими характеристиками стала підставою для виділення північного та південного районів водосховища. Так, влітку 1986 року в північному районі прозорість води (за диском Секкі) складала 0,30 м, а в південному – 0,37 м. Відрізнялися й інші оптичні показники, пов'язані з прозорістю. Наприклад, показник ослаблення сонячного світла в діапазоні ФАР в південному районі був дещо меншим, ніж в північному (7,44 проти 10,5). Тому й потужність фотичного шару тут була більша (0,77 проти 0,37 м) [2].

Колір води у водосховищі в період становлення змінювався від зеленувато-жовтого (XIII) до жовтувато-коричневого (XIX-XX). Визначеної закономірності в розподілі даного показника по акваторії не виявлено. Як і прозорість, забарвлення водних мас багато в чому визначається внутрішньоводоймовою динамікою [2,14]. Можна лише відзначити, що світліші відтінки були зафіксовані в центральній частині водосховища, а темніші – в північній (верхів'я водойми). Це пояснюється надходженням забарвлених органічних речовин зі стоком річок Когильник і Сарата та інтенсивним змулюванням донних відкладів найбільш мілководної північної частини водойми.

Сучасним вважаємо період з початку 2000-х років. Саме з цього часу в с. Борисівка в північній частині водосховища діє стаціонарний пост ДГМО. На жаль порівняння матеріалів ДГМО з визначеними нами в натурних умовах є некоректним через використання різних методик, тому аналізуємо їх окремо.

На рис. 2 бачимо, що найбільшою прозорістю води відзначалися 2002-2004 роки. Тоді середня прозорість по шрифту складала 0,26 м, а максимальна – 0,31 м. З 2005 року значення показника зменшилося і лише взимку та влітку 2006 року перевищувало позначку 0,15 м (рис. 2).

Щодо сезонності зміни показника, то найбільшою прозорістю вода частіше відзначається взимку, а найменшою – восени (рис. 3).

В 2013-2014 роках автором проводилися дослідження оптичних показників водних мас водосховища по всій його акваторії в різні сезони (рис. 4,5).

За цей період прозорість води змінювалася в широкому діапазоні – від 0,20 до 0,85 м. Чітких закономірностей розподілу показника на окремих станціях в різні сезони року не було виявлено. Але помічена певна схожість оптичних властивостей водних мас у декількох групах станцій. Це стало підставою для умовного виокремлення не

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.1(40)

двох, як в період становлення, а трьох (північного, центрального та південного) районів водосховища (табл. 2).

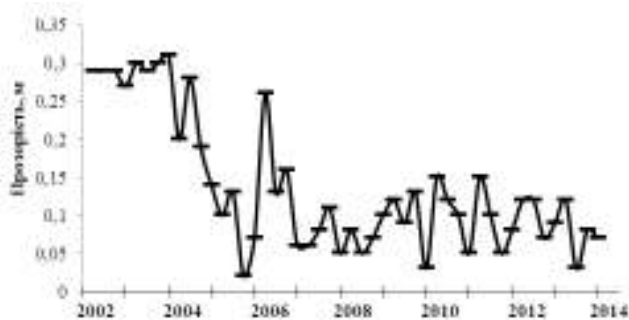


Рис. 2. Значення прозорості води по шрифту в північному районі водосховища Сасик за 2002-2013 рр. (дані ДГМО)

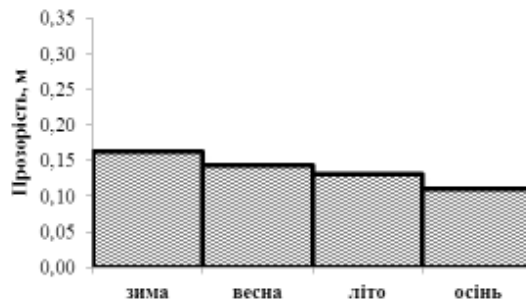


Рис. 3. Сезонні зміни прозорості води по шрифту в північному районі водойми за 2002-2013 рр. (осереднені дані ДГМО)

Таблиця 2. Оптичні показники водних мас за умовними районами водосховища Сасик

Сезон Район водосховища	Літо 2013 р.		Осінь 2013 р.		Весна 2014 р.		Літо 2014 р.	
	Прозорість, м	Колір	Прозорість, м	Колір	Прозорість, м	Колір	Прозорість, м	Колір
Північний (верхів`я) (станції №11-14)	0,50	XV-XIX	0,43	XV-XVI	0,25	XIV-XVII	0,39	XIII-XVII
Центральний (станції № 8-10,15-17)	0,58	XV-XVII	0,47	XV-XVI	0,26	XV-XVIII	0,47	XIV-XV
Південний (станції №1-7)	0,64	XII-XVIII	0,50	XII-XVI	0,26	XIV-XVII	0,44	XIII-XVII
Водосховище	0,59	XII-XIX	0,47	XII-XVI	0,26	XIV-XVIII	0,44	XIII-XVII

Влітку 2013 року середня прозорість води в Сасику складала 0,59 м при максимумі 0,85 м та мінімумі 0,45 м. Найпрозорішою була вода на трьох станціях південного та одній станції центрального району.

Необхідно зауважити, що під час цих натурних досліджень був відсутній один з найголовніших факторів формування властивостей водних мас у водосховищі – надходження води по каналу Дунай-Сасик. При цьому майже на всій акваторії водойми спостерігалось значне хвилювання під дією північного та північно-західного вітру.

Восени 2013 року середнє значення показника прозорості зменшилося до 0,47 м. Під час проведення виїзду дунайська вода, як і влітку, до водосховища не надходила, а хвилювання водної поверхні відбувалося при дії південного вітру.

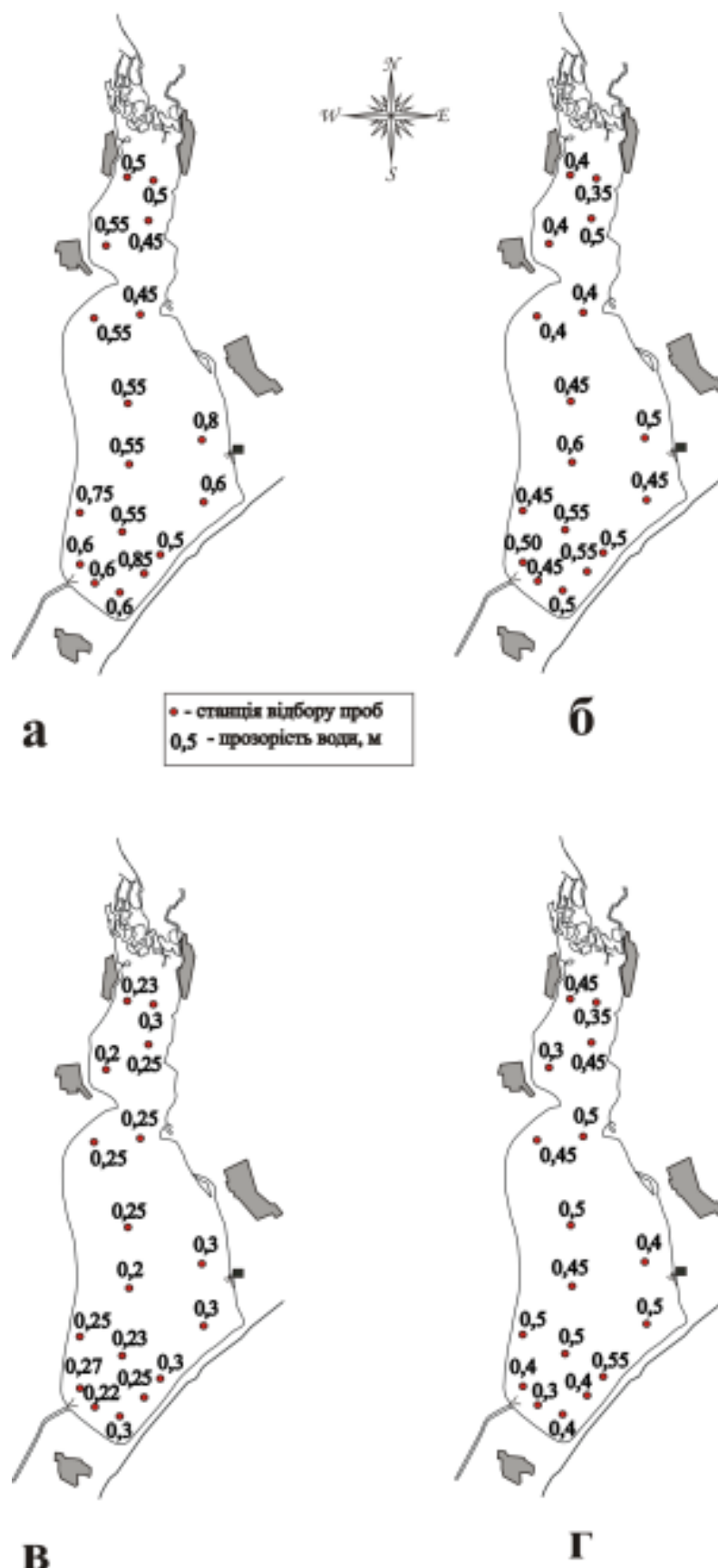


Рис. 4. Розподіл прозорості води у водосховищі Сасик: а – літо (06.08.2013 р.); б – осінь (02.11.2013 р.); в – весна (08.05.2014 р.); г – літо (06.08.2014 р.).

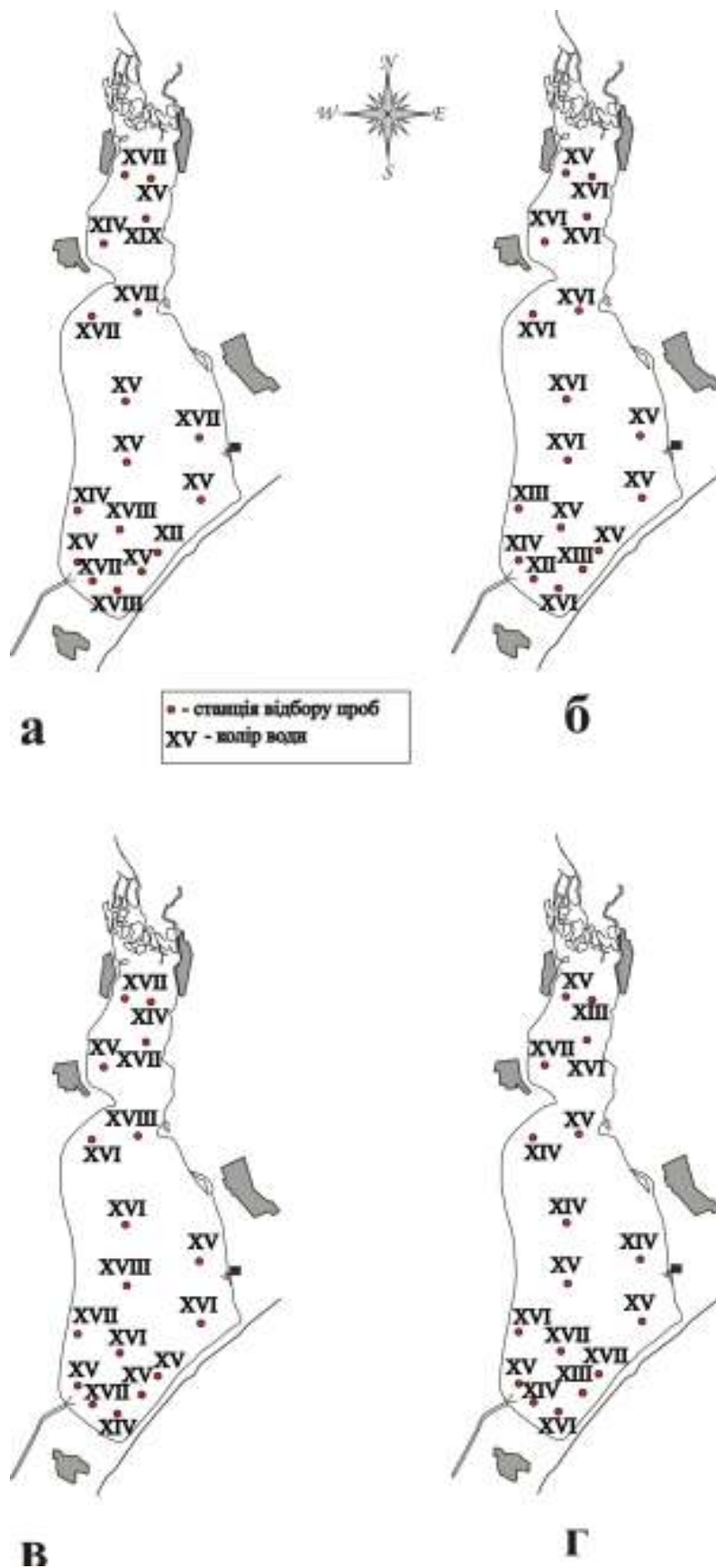


Рис. 5. Розподіл кольору води у водосховищі Сасик: а – літо (06.08.2013 р.); б – осінь (02.11.2013 р.); в – весна (08.05.2014 р.); г – літо (06.08.2014 р.)

Навесні 2014 року спостерігалася найнижча за період досліджень прозорість води – 0,26 м, яка була характерною для всіх районів водойми. Таку умовну однорідність можна пояснити впливом надходження великої кількості води з Дунаю, що призвело до значного підняття рівня води у водосховищі.

Влітку 2014 року середня прозорість була нижчою, ніж влітку та восени 2013 року, і склала 0,44 м. На відміну від попередніх спостережень, серед районів найбільшим значенням показника характеризувався центральний. Це було обумовлено роботою каналу Дунай-Сасик та вищою у порівнянні з попереднім роком температурою повітря, що призвело до активнішого розвитку фітопланктону.

На відміну від сезонної зміни показників, визначеної за даними ДГМО (рис. 3), найменша середня прозорість по акваторії водосховища нами була зафіксована навесні, а найвища – влітку. Це підтверджує комплексність впливу різноманітних факторів на оптичні показники водних мас та нестійкість їх прояву.

Різниця між граничними значеннями прозорості води, виміряними майже одночасно на різних станціях по акваторії водойми, як і характеристика відтінків забарвлення води, свідчить про неоднорідність водних мас. Найбільшою вона була під час досліджень влітку 2013 року і склала 0,40 м, восени 2013 року та влітку 2014 зменшилася до 0,25 м, а навесні 2013 року – до 0,10 м.

В період досліджень найменш прозорою вода була в північному районі Сасика (верхів'я). При відсутності надходження дунайської води більшою прозорістю відрізнявся південний район, а під час роботи каналу – центральний (див. табл. 2). Схожий розподіл показника по акваторії водойми був відзначений ще в період становлення водосховища [2].

За весь час проведення досліджень колір води Сасика змінювався від жовтувато-зеленого (XII номер стандартної шкали кольору) до жовтувато-коричневого (XIX) з домінуванням жовтого (XV-XVI) (рис.5,6). Це майже відповідає діапазону значень показника у період становлення водосховища (XIII-XX).

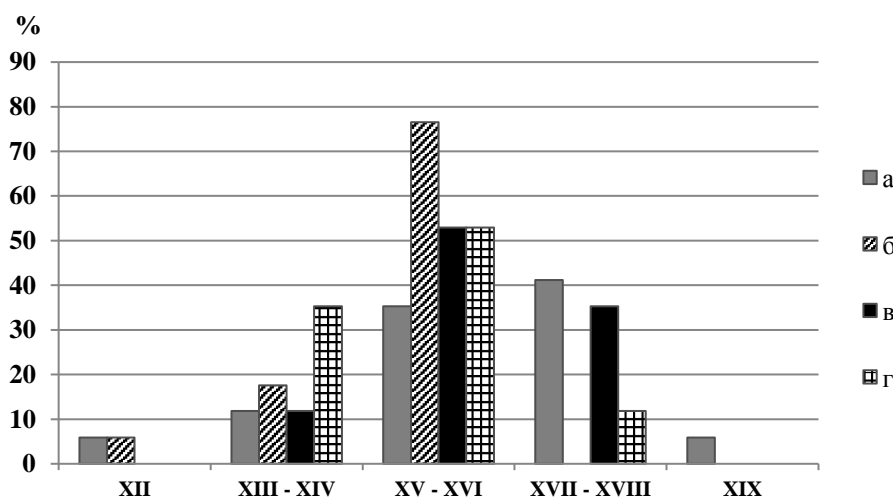


Рис. 6. Зустрічаємість кольору води у водосховищі Сасик: а – літо (06.08. 2013 р.); б – осінь (02.11.2013 р.); в – весна (08.05.2014 р.); г – літо (06.08.2014 р.)

Серед досліджуваних сезонів 2013-2014 рр. максимальним діапазоном відтінків кольору відзначилася сасицька вода влітку 2013 року (див. рис. 6). Найчастіше зустрічалися коричнювато-жовтий (XVII, XVIII) та жовтий (XV) кольори.

Вони були характерними для всього центрального, а також для крайніх станцій північного та південного районів водосховища.

Восени 2013 року кольорова гамма водних мас зменшилася до трьох відтінків, серед яких значно виділявся жовтий (XV, XVI). Він зустрічався на більшій частині акваторії водойми, і лише на чотирьох станціях північного району було відмічено жовтувато-зелений (XII) та зеленувато-жовтий (XIII, XIV) кольори.

Навесні 2014 року домінуючим кольором залишався жовтий (XV, XVI), а також часто зустрічався коричнювато-жовтий (XVII, XVIII). Зеленувато-жовтим (XIV) відтінком відрізнялася вода лише двох крайніх з півдня та півночі станціях, для яких характерною була висока температура води та близькість значних масивів вищої водної рослинності.

Влітку 2014 року діапазон коливань відтінків кольору води зменшився у порівнянні з літом 2013. Домінував жовтий (XV- XVI), а також часто зустрічався зеленувато-жовтий (XIII, XIV) колір, який є індикатором інтенсивного розвитку фітопланктону.

Сезонність зміни та розрізненість по акваторії водосховища відтінків кольору води свідчать про різноманіття причин, що його обумовлюють, а також про малу трансформацію вод річок і каналу, які надходять до водойми.

Досить цікавим є аналіз можливого взаємозв'язку між досліджуваними показниками у водосховищі. Логічно припустити, що зі збільшенням прозорості вода набуває світлішого (ближчого до блакитного) кольору. Наприклад, таку зворотну залежність було виявлено для водосховищ Дніпровського каскаду ($N_k=144-61 \cdot П$, $r^2=0,66$) [16] та озера Байкал ($\lg N_k=1,55-0,71 \cdot \lg П$, $r^2=0,79$) [5].

За нашими дослідженнями, в деякі сезони у водосховищі Сасик зеленуватий відтінок мала вода на станціях з вищою за середню прозорістю. Але певної достовірної залежності не було виявлено через значну розрізненість забарвлення і невеликий діапазон значень прозорості води по станціях. Лише навесні 2014 року при мінімальних значеннях прозорості та кількості відтінків кольору води визначено слабку залежність між цими показниками ($П=0,57-0,02 \cdot N_k$, $r^2=0,59$) (рис. 7). В цей період водосховище наповнювалося дунайською водою, що обумовило більшу за звичайну однорідність водних мас та мінімізувало вплив інших значущих факторів.

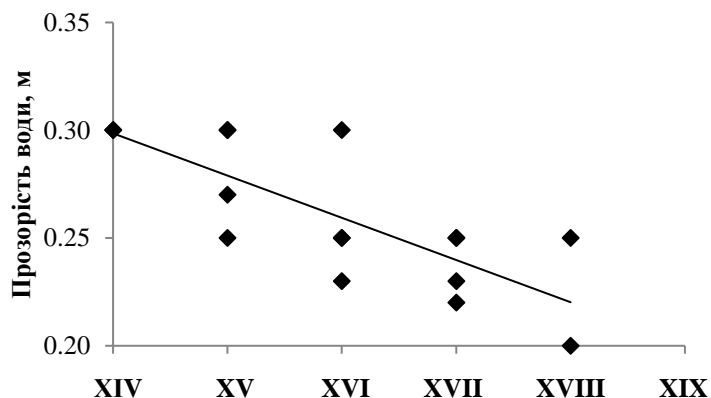


Рис. 7. Зв'язок прозорості з кольором води навесні 2014 р.

Після утворення водосховища, окрім надходження дунайської води, інші причини формування оптичних властивостей водних мас не змінилися.

Під час натурних досліджень одночасно були зроблені й проміри водойми, тому можна визначити залежність прозорості від глибини. В різні сезони спостереження проводилися на одних й тих самих станціях (див. рис.1), але через неоднакову наповненість водойми вони відзначалися різними глибинами. Влітку 2013 та навесні 2014 року прозорість води не корелювала з глибиною, а восени 2013 та влітку 2014 року визначена непевна залежність між показниками ($P=0,219+0,118 \cdot h$, $r^2=0,55$; $P=0,196+0,121 \cdot h$, $r^2=0,57$) (рис. 8). Тобто зі збільшенням глибини збільшується і прозорість води, що логічно, хоча не завжди відповідає дійсності.

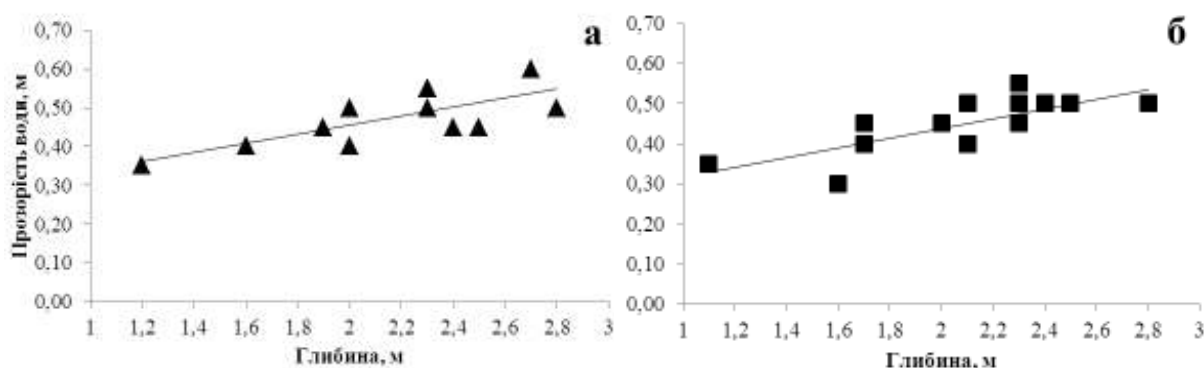


Рис. 8. Залежність прозорості води від глибини у водосховищі Сасик: а – осінь (02.11.2013 р.); б – літо (06.08.2014 р.)

На оптичні властивості водних мас впливають і погодні умови, а саме вітер та сонячна радіація. На водосховищі Сасик не було проведено достатню кількість спостережень для визначення залежності між швидкістю вітру та прозорістю, але вона є характерною для багатьох водойм. Наприклад, на Рибинському водосховищі при дії вітру, швидкість якого перевищує 10-12 м/с, прозорість води зменшується через змулювання мінеральних частинок ґрунту та збільшення кількості триптоні. В умовах штормової погоди прозорість в центральній частині водойми знижується вдвічі [15]. Щодо водосховища Сасик, то неодноразово зазначалося [2, 13], що саме вітровий вплив тут обумовлює ступінь та особливості гідродинамічної активності водних мас, а це безпосередньо визначає їх оптичні властивості.

Сонячна радіація більше впливає на колір води – її знебарвлення під дією сонячного світла пов'язано з процесом коагуляції забарвлених органічних сполук, що знаходяться у воді в колоїдному стані.

З іншого боку, на поширення у воді променевої енергії сонця впливає прозорість. На каскаді Дніпровських водосховищ встановлено [16], що при постійній висоті Сонця глибина проникнення сонячної радіації збільшується зі зростанням прозорості. В свою чергу показник вертикального послаблення світла має зворотню залежність із глибиною видимості диска Секкі [5, 14, 16]. Ця закономірність характерна й для інших водойм, зокрема для Сасика.

Відомості про прозорість є важливим аргументом для прогнозу якості та біопродуктивності водойми. Тому важливо визначити співвідношення між цим показником та його визначальними чинниками, основним з яких є кількість завислих у воді речовин (ρ , $г/м^3$). Загальновідоме зворотнє співвідношення між цими характеристиками, яке є особливим для кожної водойми [14].

Для водосховища Сасик залежність між показниками була визначена за багаторічними осередненими даними ДГМО ($P=1,78 \cdot \rho^{-0,648}$, $r^2=0,67$) (рис. 9). Необхідно зазначити, що восени та навесні зв'язок сильніший за середній, а взимку – слабший.

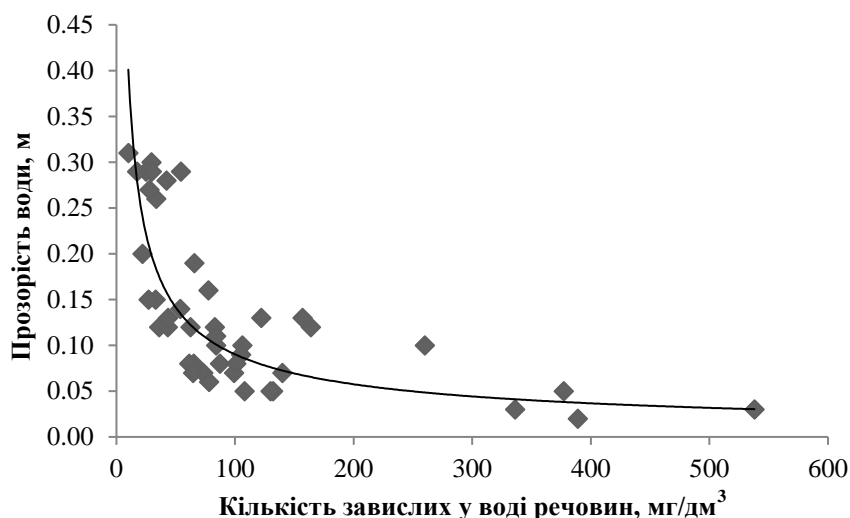


Рис. 9. Зв'язок прозорості води Сасика, виміряної по шрифту, з кількістю завислих речовин (за даними ДГМО)

Окрім загальної кількості завислих у воді речовин, на прозорість і колір води впливає їх склад, зокрема вміст органічної речовини (ППП, %). Так, при однакових концентраціях завислих речовин більшому вмісту органічної складової відповідає більша прозорість води. На багатьох водоймах виявлено, що ця закономірність зберігається при будь-яких умовах ($P=1,90 \cdot \rho^{-0,513} \cdot 10^{0,006(\text{ППП})}$, $r^2=0,78$) [12]. У водосховищі Сасик, за даними натурних досліджень, вміст органічної речовини змінювався від 5 до 90 %. При такому значному діапазоні значень та невеликій кількості проб не вдалося виявити кореляційну залежність.

Щодо впливу каламутності води на її колір, то зі збільшенням кількості завислих речовин забарвлення води стає темнішим (жовте чи коричнювато-жовте). Але кореляційно достовірного зв'язку між цими показниками для Сасика не було знайдено, тому що більший вплив на забарвлення води мають розчинені в ній речовини – сполуки гумінових та фульвокислот. Також колір води, як і кольоровість, влітку та навесні може збільшуватись при концентрації планктону, але в дуже невеликих межах. Процес відмирання фітопланктону восени на цих показниках вже майже не відображається.

Вплив фітопланктону на прозорість води залежить від погодних умов. Наприклад, під час штилю водорості концентруються в поверхневому шарі, зменшуючи значення прозорості, а хвилювання розподіляє їх більш рівномірно в товщі води.

Прозорість води опосередковано пов'язана з коефіцієнтом вертикального послаблення швидкості фотосинтезу, так як обидва показники залежать від середньої каламутності води. Так, у водосховищі Сасик і прозорість, і коефіцієнт вертикального послаблення швидкості фотосинтезу в середньому в 2-3 рази нижчі за аналогічні показники в річці Дунай [3]. Визначено також, що глибина евфотичної

зони водосховища поступово збільшується при віддаленні від гирла каналу Дунай-Сасик.

За прозорістю також можна судити про трофічний статус водойми, а саме визначати індекс трофності за Р. Карлсоном [18]. Наприклад, в літній період 2013 року у водосховищі Сасик він дорівнював 67,6, влітку 2014 року – 71,8, восени – 70,9, а навесні складав 79,4. Тобто в будь-яку пору року водосховище відноситься до гіпертрофічних водойм (значення індексу більше 60).

Отже, в сучасний період, як і в період становлення водосховища, основним фактором формування оптичних властивостей водних мас Сасика залишається надходження дунайської води.

На сьогодні прогнозувати подальший стан водойми дуже складно, так як є декілька варіантів її існування. Наприкінці 2015 року Одеська обласна рада прийняла рішення «Про відновлення екосистеми морського лиману Сасик та реабілітацію прилеглих територій», яким визначила необхідність будівництва з'єднувального каналу Сасик-Чорне море. Це означає, що морська вода знову буде наповнювати водосховище, що неодмінно відіб'ється й на оптичних властивостях його водних мас. Вірогідно, прозорість води збільшиться до значень лиманного етапу (до 1,2 м). Але ще неясно, як у випадку роздамбування буде працювати існуючий канал Дунай-Сасик. Якщо дунайська вода і надалі надходитиме до водойми, це обумовить ще більшу контрастність оптичних властивостей водних мас Сасика.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що оптичні властивості води Сасика є досить неоднорідними. Вони змінюються на різних етапах існування водойми як в часі, так і по акваторії.

В сучасних умовах прозорість води Сасика варіює в значних межах – від 0,2 до 0,85 м. Домінуючим є жовтий колір (XV-XVI) води. Виділено три різні за оптичними властивостями водних мас райони водосховища – північний, центральний та південний. В період досліджень найменш прозорою вода була в північному районі водосховища.

Найбільшою прозорістю вода Сасика частіше відзначається взимку, а найменшою – восени. Специфіка коливань відтінків кольору водних мас протягом року в різних районах водойми залежить від характеристик води притоків та особливостей гідродинамічного режиму водойми.

Основними факторами формування оптичних властивостей є морфологічні особливості (форма і глибина водойми), погодні умови (вітер та сонячна радіація), кількість завислих у воді речовин, які до водойми потрапляють зі стоком річок та каналу, змулювання глинистих донних відкладів та внаслідок абразії берегів. Важливою для забарвлення та прозорості води також є органічна складова, яка включає живі організми (фіто- та зоопланктон).

Список літератури

1. Амброз Ю. О. Геоморфологія берегів лиману Сасик / Ю. О. Амброз // Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР. – 1970. – Випуск 4. – С.64-72.
2. Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения / [Жарченко Т. А., Тимченко В. М., Иванов А. И. и др.]; отв. ред. Л. П. Брагинский. АН УССР. Ин-т гидробиологии. – К. : Наук. думка, 1990. – 276 с.
3. Давидович Н. А. Вертикальное распределение продукции фитопланктона на советском участке Дуная и в Сасыкском водохранилище / Н. А. Давидович // Гидробиологический журнал. – 1991. – Т.27, № 1. – С. 7-11.
4. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения / под ред. Г. И. Швобса. – Л. : Наука, 1988. – 304 с.
5. Маньковский В. И. Оптические характеристики вод озера Байкал и их взаимные корреляции / В. И.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.1(40)

Маньковский, П. П. Шерстянкин // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 48, № 4. – С. 512-520. **6.** Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. [та ін.]. – К., 2001. – 48 с. **7.** Новиков Б. И. Донные отложения лиманов Северо-западного Причерноморья и их влияние на качество воды при опреснении / Б. И. Новиков // Гидробиология Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья : Сб. науч.тр. ; [отв. ред. Л. П. Брагинский]. – Киев : Наук. думка, 1986. – С. 3 – 19. **8.** Протасов А. А. Взаимосвязь между показателями прозрачности воды и развитием водорослей планктона в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС / А. А. Протасов, Т. Н. Новоселова // Ядерна енергетика та довкілля. – 2015. – № 1 (5). – С. 50-52. **9.** Романенко В. Д. Экологические проблемы межбассейновых перебросок стока (на примере водохозяйственного комплекса Дунай-Днепр) / В. Д. Романенко, О. П. Оксіюк, В. Н. Жукинський [и др.] ; отв. ред.: К. М. Сытник ; АН Украинской ССР, Ин-т гидробиологии . – Київ : Наукова думка, 1984 . – 256 с. **10.** Тимченко В. М. Взвешенные наносы Дуная в системе водохозяйственного комплекса Дунай-Днепр / В. М. Тимченко // Гидробиологический журнал. – 1984. – Т.20, №4. – С. 73-85. **11.** Тимченко В. М. Гидрологические факторы формирования гидробиологического режима Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья / В. М. Тимченко // Гидробиология Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья : Сб. науч.тр. ; [отв. ред. Л. П. Брагинский]. – Киев : Наук. думка, 1986. – С. 3 – 19. **12.** Тимченко В. М. О связи прозрачности воды с содержанием взвешенных веществ в крупных реках и водоемах Украины/ В. М. Тимченко, П. В. Сипченко // Гидробиологический журнал. – 1984. – Т.20, №1. – С. 66-69. **13.** Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В. М. Тимченко. – К. : Наукова думка, 2006. – 384 с. **14.** Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья / В. М. Тимченко. – К. : Наук. думка, 1990. – 240 с. **15.** Фортунатов М. А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатели его режима / М. А. Фортунатов // Труды Института биологии водохранилищ. – М.-Л. : 1959. - Выпуск 2(5). – С. 246-357. **16.** Шмаков В. М. Гидролого-экологические аспекты режима солнечной энергии в водохранилищах Днепровского каскада / В. М. Шмаков ; [отв. ред. И. К. Никитин]. Ин-т гидробиологии АН УССР. – К. : Наук. думка, 1988. – 168 с. **17.** Шуйский Ю. Д. Природа Причерноморских лиманов : [монография] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец ; Одес. нац. ун-т им. И. И. Мечникова. - О. : Астропринт, 2011. - 273 с. **18.** Carlson R. E. A tropic state index for lakes / R. E. Carlson // Limnology and Oceanography. – 1977. – 22. – P. 361-369. **19.** Steel E. A. A comparison of methods for measuring water clarity / E. A. Steel, S. Neuhauser // Journal of the North American Benthological Society. – 2002. – 21. – P. 326-335.

Прозорість та колір води Сасика як абіотичні компоненти його екосистеми
Іванова Н. О.

Виконано аналіз оптичних властивостей водних мас водосховища Сасик на різних етапах його існування. Визначено розподіл значень прозорості та кольору води по акваторії водойми за даними 2013-2014 рр. Встановлено фактори їх формування та взаємозв'язки між показниками.

Ключові слова: Сасик; лиман; водосховище; оптичні властивості водних мас.

Прозрачность и цвет воды Сасыка как абиотические компоненты его экосистемы
Иванова Н. А.

Проанализированы оптические свойства водных масс водохранилища Сасык на разных этапах его существования. Определено распределение значений прозрачности и цвета воды по акватории водоема согласно данным 2013-2014 гг. Установлены факторы их формирования и взаимосвязи между показателями.

Ключевые слова: Сасык; лиман; водохранилище; оптические свойства водных масс.

Water clarity and color of the Sasyk reservoir both abiotic components of its ecosystem
Ivanova N. O.

In this paper have been analyzed the optical properties of water masses of the Sasyk reservoir. It was found that the water clarity and color of water of the Sasyk reservoir are highly heterogeneous and vary at different stages of its existence.

Prior to the conversion of the Sasyk lake (up to 1978), the most common water clarity was 0,7-0,9 m, and the dominant color of water was yellow (XV-XVI). At this stage, the major factors in the formation of the optical properties of water masses were the stirring up bottom sediments and the supply of allochthonous suspended matter as a result of coastal abrasion.

At the stage existence the reservoir in the period establishment (1980-90-ies) there was a change of abiotic environmental conditions. The major factor in the formation of the optical properties of water masses of the Sasyk reservoir has become the inflow of freshwater of the Danube. This resulted in increase in the contrast of water in different parts of the reservoir. During this period in the water of the reservoir the water color had changed from greenish yellow (XIII) to yellowish brown (XIX-XX), and the water clarity had changed in the range of 0,1 to 1,3 m.

During researches in 2013-14. (modern period) range of the water clarity was 0,2-0,85 m. The water color had changed from yellowish green (XII) to yellowish brown (XII) with the dominance of yellow (XV-XVI) color. Among the examined seasons of 2013-2014 the maximum of the contrast of the water masses according to optical properties noted in the summer of 2013.

According to the optical properties of water masses the Sasyk reservoir has been divided into three parts - north, central and south. The lowest water clarity has been observed in the northern part. South part of the reservoir has been differed the greater water clarity in the absence of the inflow of freshwater of the Danube.

The greatest water clarity in the Sasyk reservoir is in winter, and the lowest water clarity – in autumn. Seasonal changes and the fragmentation in the waters of the reservoir of the optical properties of water masses are indicative of the variety of influencing factors, as well as are indicative of the small transformation of freshwater of the rivers and channels entering the reservoir.

Among the major factors in the formation of the optical properties of water masses have been found morphological features (shape and depth of the reservoir), weather conditions (wind and solar radiation), the number of suspended matters in the freshwater of the rivers and channels entering the reservoir, the stirring up the clay bottom sediments and as a result of coastal abrasion.

Keywords: Sasyk; Liman; Reservoir; the optical properties of water masses.

Надійшла до редколегії 02.02.2016