

**Кафедра океанології та морського природокористування*

***Кафедра водних біоресурсів та аквакультури*

Дослідження впливу стоку річки Дунай на гідрологічні та гідрохімічні характеристики морських вод на ділянці: гирло річки Дунай - о. Зміїний

У зв'язку з розвитком інфраструктури та провадженням господарської діяльності на о. Зміїний і континентальному шельфі північно-західної частини Чорного моря (ПнЗЧМ), планами щодо створення в акваторії острова природоохоронної зони, особливої актуальності набуває оцінка впливу стоку р. Дунай на якість морських вод на ділянці гирло р. Дунай - о. Зміїний та зокрема в акваторії самого острова. Ця проблема розглядалася при виконанні науково-дослідної роботи «Дослідження та прогнозування впливу стоку річки Дунай на гідрологічні та гідрохімічні характеристики морських вод на ділянці гирло річки Дунай - о. Зміїний яка виконувалась за грантом МОН України на виконання завдань державної «Комплексної програми подальшого розвитку інфраструктури та провадження господарської діяльності на о. Зміїний і континентальному шельфі».

Рішення вказаної задачі виконувалося за допомогою числової нестационарної, тривимірної, прикладної моделі формування якості вод шельфових морських акваторій [1], яка складається з трьох блоків (підмоделей):

- гідродинамічний блок, в якому описується формування термохалінної структури, динаміки вод, адвективне та дифузійне перенесення пасивної домішки за різних гідрометеорологічних умов, з урахуванням впливу річкового стоку і морфологічних особливостей басейну;

- блок самоочищення вод від забруднювальних речовин антропогенного походження, які не властиві морському середовищу;

- блок евтрофікації і кисневого режиму вод, в якому описані природні біогеохімічні цикли біогенних елементів і баланс продукційно - деструкційних процесів в екосистемі, які визначають ступінь її трофності і сапробності, біопродуктивність.

Для адаптації моделі якості вод до ділянки акваторії північно- західної частини Чорного моря (ПнЗЧМ): гирло р. Дунай - о. Зміїний, калібрування її параметрів та верифікації використовувались дані трьохрічного ряду спостережень за мінливістю гідрологічних і гідрохімічних характеристик морських вод в прибережних водах о. Зміїний, отримані в результаті реалізації екологічного моніторингу Одеським національним університетом ім. І.І. Мечнікова в період 2005 - 2007 рр., та інформація щодо мінливості гідрологічних і гідрохімічних показників якості води р. Дунай у 2005 - 2007 рр. надана Морським відділенням Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту.

За даними екологічного моніторингу 2005 - 2007 рр. та архівними даними океанографічних зйомок за попередні роки виконаний аналіз впливу стоку р. Дунай на мінливість гідрологічних і гідрохімічних характеристик морських вод на ділянці гирло р. Дунай - шельф о. Зміїний за різних гідрометеорологічних умов на сезонних і короткочасних часових масштабах. Основна увага приділялась аналізу впливу коливань стоку річки Дунай і вітрових умов на проникнення трансформованих річкових вод в акваторію о. Зміїний.

Встановлено, що стік Дунаю впливає на мінливість солоності, прозорості води, концентрацію хлорофілу «а» в акваторії о.Зміїний. Чим вище стік річки, тим вище концентрація хлорофілу «а» та нижче солоність і прозорість вод в акваторії острова. В багатоводні роки вплив стоку на вказані характеристики є більш суттєвим, ніж в маловодні.

Виявлені статистично значущі залежності між площею розпріснених вод та характеристиками атмосферної циркуляції - підсилення переносу в атмосфері з заходу на схід обумовлює збільшення площі розпріснених вод. Короткочасна мінливість солоності води пов'язана з дією вітру: зниження солоності води обумовлене вітрами західної чверті, а підвищення - східної чверті. Виявлені статистично значущі залежності між значними (більш 1‰) змінами солоності води та проєкціями вітру на напрям захід-схід за попередні три дні. Коефіцієнт кореляції між солоністю води та сумами проєкції вітру досягає $R=0,56$, а рівняння регресії має вигляд:

$$S = 16,04 + 0,028 \Sigma V,$$

де S - середня пентадна солоність води поблизу о. Зміїний, ΣV - сума проєкцій вітру на напрям захід - схід.

В середньо та багатоводні роки (2005 - 2006 рр.) в короткочасній мінливості відзначаються статистично значущі залежності між коливаннями солоності води (в поверхневому шарі), прозорістю води та концентрацією хлорофілу. В маловодні роки такі залежності є дуже слабкими.

Моделювання впливу стоку річки Дунай на гідрологічні та гідрохімічні характеристики морських вод на ділянці гирло річки Дунай - о.Зміїний при різних гідрометеорологічних умовах (роках різної водності р. Дунай, вітрових умовах) показало, що розповсюдження трансформованих дунайських вод на акваторії західної половини північно-західної частини Чорного моря, а також ступінь впливу стоку р. Дунай на мінливість гідрологічних і гідрохімічних характеристик, екологічний стан вод в акваторії о.Зміїний і на ділянці: гирло р. Дунай - о.Зміїний визначається як об'ємами річкового стоку і тенденцією їх мінливості, так і поточними вітровими умовами [2] (рис. 1). Як трасер трансформованих дунайських вод в шельфовій зоні моря розглядалася солоність морських вод. Зниженню солоності морської води в акваторії острова відповідає збільшення негативного впливу стоку р. Дунай на якість вод досліджуваної акваторії, а збільшення солоності свідчить про проникнення чистих вод з відкритої частини Чорного моря.

У багатоводні роки, акваторія о.Зміїний знаходиться в основному в зоні вторинної трансформації дунайських вод, а в маловодні — в зоні повної їх трансформації (рис. 2). Часова мінливість рівня забруднення вод поверхневого шару акваторії о.Зміїний добре корелює з солоністю. Максимумам солоності відповідають мінімальні концентрації забруднювальних речовин і навпаки. Час добігання дунайських вод до акваторії о.Зміїний в період паводку складає приблизно 20-30 діб. Чим вище швидкість деструкції забруднювальних речовин, тим більшою мірою рівень забруднення вод поверхневого шару акваторії о.Зміїний визначається величиною стоку р. Дунай.

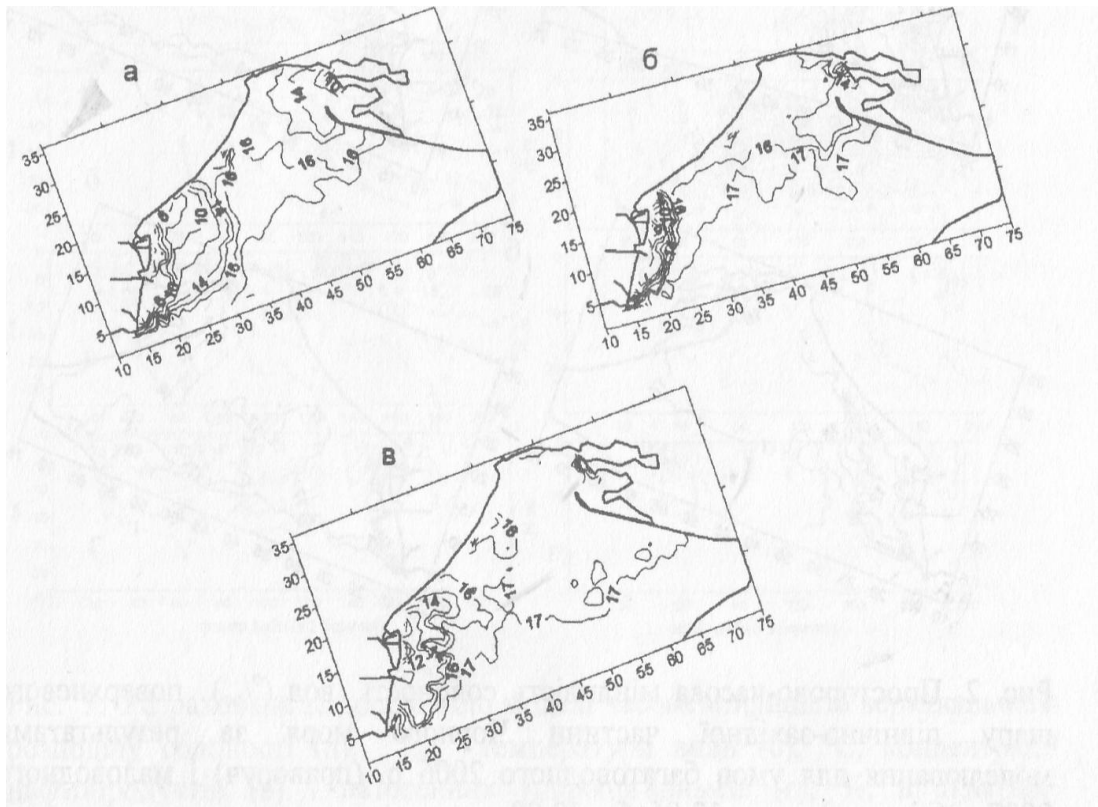


Рис. 1. Просторово-часова мінливість солоності вод (‰) поверхневого шару північно-західної частини Чорного моря за результатами моделювання для умов багатоводного 2006 р.: а - 28.06; б - 08.07; в - 18.07.2006 р.

Підвищення солоності і зниження рівня забрудненості вод акваторії о.Зміїний пов'язано з посиленням або тривалою дією вітрів зі східною складовою (нагінних - притискаючих до берега). Вітра із західною складовою (згінно-віджимні) менш сильні і тривалі, тому на площу розповсюдження дунайських вод впливають менше. Основна маса забруднювальних речовин, що надходять із стоком р.Дунай концентрується в межах верхнього квазіоднорідного шару моря, глибина якого в маловодні роки збільшується (рис. 3). У поверхневому шарі вод акваторії о.Зміїний максимальна концентрація нафтопродуктів може досягати 30 - 45 % (від концентрації в дунайських водах), а патогенних мікроорганізмів - 25 - 30 %.

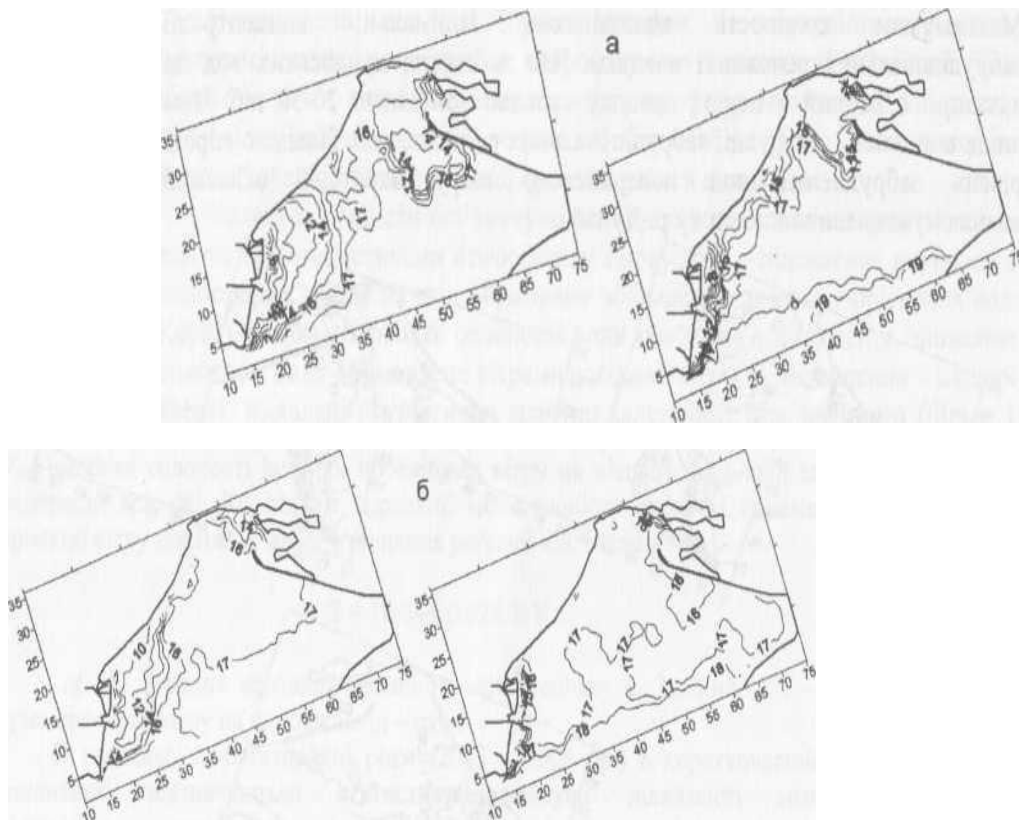


Рис. 2. Просторово-часова мінливість солоності вод (‰) поверхневого шару північно-західної частини Чорного моря за результатами моделювання для умов багатоводного 2006 р. (праворуч) і маловодного 2007 р. (ліворуч): а - 13.06; б - 12.08.

У маловодні (для р. Дунай) роки може відбуватися посилення ролі р.Дністер у формування екологічних умов в шельфовій зоні моря і в акваторії о.Зміїний; забруднення вод поверхневого шару акваторії о.Зміїний забруднювальними речовинами, що надходять зі стоком р.Дунай, носить епізодичний характер і пов'язане з посиленням вітрів із західною складовою (відгінних).

На базі нестаціонарної тривимірної моделі гідротермодинаміки, евтрофікації та розповсюдження забруднювальних речовин у морському середовищі створено моделюючий комплекс для відтворення та прогнозування мінливості екологічного стану та гідрологічних характеристик вод в акваторії о.Зміїний в залежності від стоку р.Дунай, якості річкових вод, гідрометеорологічних умов. Моделюючий комплекс дає можливість відтворювати просторово-часову мінливість та прогнозувати тривимірну структуру течій, термохалінну структуру вод, коливання рівня води, концентрації мінеральних та органічних форм біогенних речовин, продукцію та біомасу фітопланктону, вміст розчиненого кисню, прозорість вод, концентрації забруднювальних речовин, які надходять зі стоком р.Дунай.

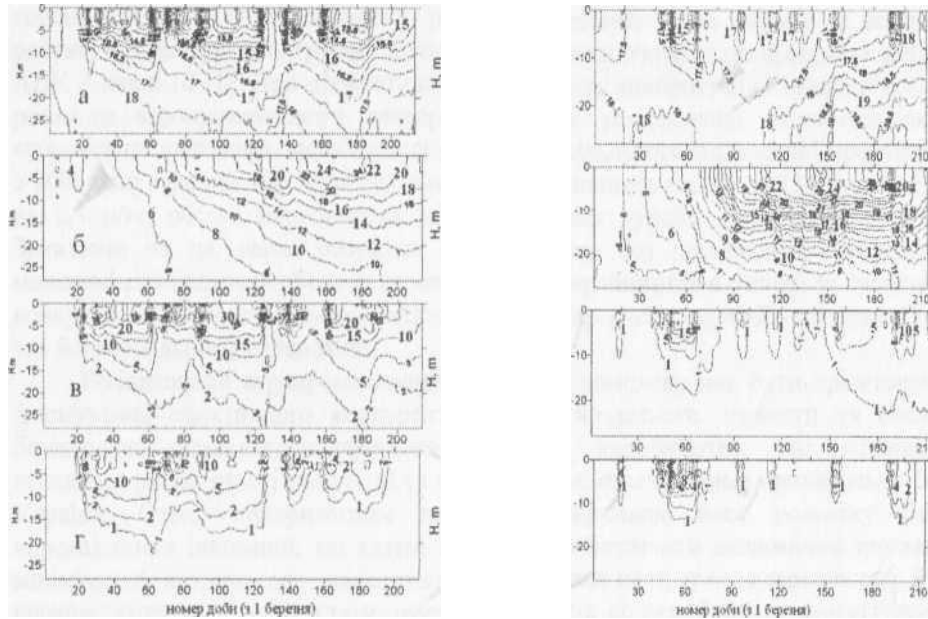


Рис. 3. Розрахована за допомогою моделі часова мінливість вертикального розподілу солоності (а),‰ температури води (б), °С, концентрації нафтопродуктів (в) і патогенних мікроорганізмів (г), %, в акваторії о.Зміїний за гідрометеорологічних умов багатоводного 2006 р. (праворуч) та маловодного 2007 р. (ліворуч).

Список літератури

- 1.Иванов В. А., Тучковенко Ю.С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем. - Севастополь: МГИ НАН Украины. - 2006.- 368 с.
- 2.Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А. Моделивання впливу стоку р.Дунай на формування якості морських вод в акваторії о.Зміїний // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.- Одеса:ТЕС, ОДЕКУ. - 2010.- № 51. - С. 168- 181.