



# Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей

Гидрометеорологический центр  
Черного и Азовского морей  
Государственной гидрометеорологической  
службы Украины

2017 г.

№1(20)



65009, г. Одесса, Французский бульвар, 89, тел. 63-64-17, факс 63-16-10  
e-mail: [odessabul@ukr.net](mailto:odessabul@ukr.net)

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр  
Черного и Азовского морей

# **ВЕСТНИК**

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА  
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

**№ 1 (20)**

Одесса - 2017

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.  
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.  
— 2017. — № 1(20). — 167 с. — Языки: укр., рус., англ.**

***Редакционная коллегия***

Главный редактор: Сытов В. Н.  
Зам. гл. редактора: Савилова А. И.  
Члены редколлегии: Чумак П. К.  
Лаврентьева В. Н.  
Драган А. Н.  
Компьютерная верстка: Щеголева М. А.

**Адрес редакционной коллегии:** Украина, 65009, г. Одесса,  
ул. Французский б-р, 89  
ГМЦ ЧАМ  
тел. (0-482) 63-16-10  
[www.odessabul@ukr.net](mailto:www.odessabul@ukr.net)

*Свідоцтво про держ. реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
серія ОД № 1690-561Р від 12.03.2013 р.*

## **ЩОДО СТВОРЕННЯ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЦЕНТРУ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ**

Необхідність розширення територій об'єктів природно-заповідного фонду та збільшення їх площ до європейського рівня визначене за одне з пріоритетних напрямів державної політики України, що затверджено Законом України “Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України” [1]. В Одеській області розроблення проектів створення (оголошення) територій та об'єктів природно-заповідного фонду за рахунок цінних ландшафтів, екосистем і природних комплексів передбачено Комплексною програмою охорони довкілля, національного використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки [2].

Незважаючи на унікальні природні ландшафти та високий рівень біорізноманіття площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду в Одеській області складає лише 4,8 % від її загальної площі та залишається меншою середнього показника по Україні, який дорівнює 6,3 %. Станом на 01.01.2016 р. в Одеській області налічується 123 об'єкти природно-заповідного фонду, у тому числі 1 біосферний заповідник, 2 національних природних парка, 2 регіональних природних парка, 4 заповідних урочища, 34 заказника місцевого та загальнодержавного значення, 1 зоологічний парк, 1 ботанічний сад, 42 пам'ятки природи, 21 пам'ятка садово-паркового мистецтва. Загальна площа всіх об'єктів ПЗФ Одеської області складає 159976,17 га [3]. Безпосередньо в місті Одеса існує декілька об'єктів ПЗФ (ботанічний сад Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, зоологічний парк), а також ботанічні пам'ятки природи, які представлені головним чином унікальними старими деревами (дуб звичайний, платан західний, акація біла, тополя канадська, тополя чорна, софора японська, тис ягідний,) та рідкісними видами дерев (гінкго білоба).

У 60-ті роки минулого століття приморські схили Одеси характеризувалися високим різноманіттям флори. Посилення антропогенного впливу (забудова, прокладка доріг, створення пар-

кових зон) призвело до практично повного знищення місць зростання аборигенних видів флори, у тому числі рідкісних.

Незважаючи на значне антропогенне навантаження и пов'язану із цим деградацію природних ландшафтів, в межах Одеси досі збереглися невеликі за площею території та природні об'єкти, які можуть розглядатися як потенційні для створення нових об'єктів ПЗФ, у першу чергу заказників місцевого значення, та присвоєння деяким об'єктам статусу пам'яток природи. У якості перспективного об'єкту для створення ботанічного заказника місцевого значення може розглядатися ділянка незабудованої території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів, яка обмежена зі сходу береговими схилами, а з північного боку межує з ботанічним садом Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова (рис. 1). Певна ізольованість цієї території, обмеженість доступу до неї сторонніх осіб та незначний рівень антропогенного впливу, незважаючи навіть на періодичне викошування влітку сухого травостою, що обумовлено вимогами техніки безпеки, забезпечило збереження ділянки практично повністю вкритою гадючою цибулькою занедбаною (мускарі, російською — гадючий лук, мышиний гиацинт) *Muscari neglectum Guss.ex Ten.* (рис. на обкладинці вісника). Ця рослина занесена в Червоний список тварин і рослин, які підлягають особливій охороні в Одеській області, як вид, якому загрожує зникнення на території Одеської області [4]. В Україні гадюча цибулька занедбана. *Muscari neglectum Guss.ex Ten.* зростає на території 10 областей, у 5 з них (Харківська, Сумська, Донецька, Луганська та Полтавська) ця рослина охороняється на рівні областей [5]. Зростає по степовим схилам балок, серед чагарників, на лугово-степових ділянках. Розмножується насінням та вегетативно. Цвітіння — квітень-травень. Головними чинниками зменшення чисельності рослин гадючої цибулі є знищення місць зростання, зривання на букети. Ділянка з гадючою цибулькою занедбаною на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів унікальна не тільки для міста з мільйонним населенням, але і навіть для територій об'єктів ПЗФ Одеської області.

На обстеженій території у невеликій кількості виявлена також ряска Буше *Ornithogalum bocheanum (Kunth) Asch.* (російською — птицемлечник Буше), яка занесена до Червоної книги



Рис. 1. Ділянка території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів — перспективний об'єкт для створення ботанічного заказника місцевого значення

України [5] (рис. на обкладинці вісника). Ряска Буше зростає також на території ботанічного саду Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Слід відзначити, що приморські схили не належать до типових місць зростання ряски Буше, яка як правило зустрічається у чагарникових заростях по балках, на вологих луках Цвіте в квітні-травні, плодоносить у червні липні. Розмножується насінням та вегетативно. Природоохоронний статус ряски Буше не оцінений. Для її збереження рекомендується створення заказників в місцях зростання [6]. Причини скорочення — трансформація місць зростання, випас худоби, рекреаційне навантаження. Збирання та продаж ряски Буше заборонений.

У квітні 2016 р. на ділянці території Українського наукового центру екології моря, яка межує з територією Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів, нами був виявлений представник сумчастих грибів, занесених до Червоної книги України, — зморшок степовий *Morchella steppicola Zerova* (родина *Morchellaceae*). У третьому виданні Червоної книги України. Рослинний світ [5] інформація про наявність зморшка степового на території Одеської області після 1994 року відсутня. Природоохоронний статус цього гриба — рідкісний. Типові місця зростання - цілинні ділянки степу. Плодоносить у березні-квітні. Причини зникнення зморшка степового — збір населенням та розорювання степових ділянок.

Територія Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів, а також суміжна з нею територія Українського наукового центру екології моря, мають цінність також як місце зростання декількох раритетних за віком дубів черешчатих *Quercus robur*, яким більше ста років, а також кедрів атлаських *Cedrus atlantica*, сосни австрійської *Pinus austriaca*, декількох павловній *Pavlovnia* (Адамове дерево) та ясенів.

Для збереження видів рослин занесених до Червоною книги України (ряска Буше *Ornithogalum bocheanum (Kunth) Asch.*, зморшок степовий *Morchella steppicola Zerova*) та унікального для мільйонного міста ділянки зростання гадючої цибульки занедбаної *Muscari neglectum Guss. ex Ten.*, на частині території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів площею 0,4520 га (рис. 1) доцільно організувати ботанічний заказник місцевого значення. Порядок створення і оголошення територій

та об'єктів природно-заповідного фонду регламентується статтями 51-53 Закону України “Про природно-заповідний фонд України” [7]. Ініціатором створення ботанічного заказника може бути адміністрація Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів. Розробка проекту створення заказника забезпечуються Департаментом екології і природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації, а рішення про його створення приймається Одеською обласною радою. У разі створення ботанічного заказника його територія буде передана під охорону Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів з оформленням охоронного зобов'язання.

### *Литература*

1. Закон України “Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки” // Відомості Верховної Ради України. — 2000, № 47. — Ст. 405, із змінами.
2. Комплексна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки. Затверджена рішенням Одеської обласної ради від 21 лютого 2014 р. № 1021-УІ.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році / Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. — Одеса, 2016 . — 175 с.
4. Червоний список Одеської області тварин та рослин, які підлягають особливій охороні на території Одеської області, затверджений рішенням Одеської обласної Ради від 18.02.2011 р. № 90-VI.
5. Андриенко Т. Л., Пелегрим М. Г. Официальный перечень регионально редких растений административных территорий Украины: Справ. пос. — К.: Альтерпрес, 2012. — С. 148
6. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
7. Закон України “Про природно-заповідний фонд України” // Відомості Верховної Ради України. — 1992, № 34. — Ст. 502, із змінами.



*Адобовский В. В., Краснодарский Э. Б.*

## **МЕЖГОДОВЫЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ОДЕССКОГО МОРСКОГО РЕГИОНА**

Береговая зона моря служит контактной зоной механического взаимодействия движущихся масс воды и донного материала с неподвижным дном.

Основным источником поступления энергии в береговую зону моря является ветровое волнение. Энергия волн, накопленная ими в открытом море под действием ветра, диссипатируется в береговой зоне.

Одесский морской регион (ОМР) охватывает участок береговой зоны северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) от м. Сычавский до м. Санжейский.

ОМР имеет развитую береговую инфраструктуру, которая включает г. Одессу и близлежащие приморские населенные пункты, морские порты, многочисленные рекреационные учреждения, яхтенные стоянки и системы берегозащитных сооружений.

Наблюдения за параметрами волнения в течение многих лет в ОМР производят Отдел гидрометеорологии порт Одесса, расположенный на оголовке Воронцовского мола, гидрометеорологическое бюро (ГМБ) Черноморск у входа в Сухой лиман, сектор гидрометеорологии моря порт Южный у входа Большой Аджалькский лиман.

Точки, в которых производятся наблюдения за волнением в Южном и Черноморске находятся примерно на расстоянии 0,5 км от коренного берега. Точка, в которой наблюдается волнение Отделом гидрометеорологии порта Одесса, отстоит от коренного берега на расстоянии около 1,5 км, что делает эти наблюдения репрезентативными для глубоководной части Одесского залива.

Наибольшее гидродинамическое воздействие на береговые гидротехнические сооружения, движение водных масс и наносов непосредственно в прибрежной полосе оказывает значительное волнение, когда высота волн превышает 1 м и сильное волнение с высотами волн более 2 м.

На всех пунктах наблюдения за волнением в ОМР, в настоящее время, параметры волнения определяются визуально, без использования приборов. В этих условиях крайне сложно определять десятые, а тем более двадцатые части метра. Поэтому,

исходя из собственного опыта, можно считать, что штормовое волнение начинается с высот более 1 м, т.к. такое значение определяется достаточно уверенно.

Особенностью очертания береговой линии ОМР является то, что при общей ориентации ее с северо-востока на юго-запад, на отдельных участках воздействие волнения происходит с разных направлений. Участок от м. Сычавский до м. Северный открыт для волнения, идущего с направлений от востока до юго-запада. Северное побережье Одесского залива от м. Северный до Лузановки открыто для волн, имеющих направление от юго-востока до юго-запада. Центральное побережье залива подвержено волнению от востока до юга. Участок от Лузановки до м. Ланжерон с севера до юго-востока, при этом часть внешних гидротехнических сооружений Одесского порта (брекватеры, Воронцовский мол) подвержены воздействию штормового волнения от северо-западного до южного направления. На участке от м. Ланжерон до м. Санжейский наибольшее штормовое волнение наблюдается от северо-востока до юга, хотя в отдельных точках может наблюдаться значительное волнение с северного направления.

Подробный анализ характеристик ветрового волнения по результатам наблюдений, выполненных морскими гидрометеорологическими подразделениями ГМЦ ЧАМ, сделан в монографии, выпущенной МЧС и НАН Украины, Морским отделением Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института [1].

С 1951 г. регулярные наблюдения за волнением выполняются Морской геофизической лабораторией (МГФЛ) Одесского государственного экологического университета, которая расположена в районе Центрального яхт-клуба в 3,2 км от на юго-юго-запад от входа в порт Одесса. Наблюдения за штормовым волнением на МГФЛ производятся в секторе моря от севера через восток до юга.

Расположение пункта наблюдений МГФЛ, практически в центре системы противооползневых сооружений (ПОС) Одессы, делает результаты наблюдений за параметрами волн наиболее значимыми для всей береговой полосы от м. Ланжерон до м. Большой Фонтан, на которой расположена сплошная линия берегозащитных сооружений,

В течение года преобладающими ветрами, которые генерируют штормовое волнение в секторе наблюдений МГФЛ, являются

ветры северо-восточной четверти, повторяемость которых в сумме составляет 35-36 %, хотя разница по отдельным направлениям может достигать 7 %. Юго-восточные и южные ветры, которые также вызывают волнение, превышающее 1 м, суммарно составляют около 20 % (2)

Наиболее стабильной является повторяемость ветров западного и юго-западного направлений. С октября по февраль большими скоростями (8-9 м·с<sup>-1</sup>) характеризуются ветры восточного и северо-восточного направлений. В летний период средние скорости ветра по всем направлениям в основном не превышают 5 м·с<sup>-1</sup>. Наиболее сильные ветры со скоростями более 15 м·с<sup>-1</sup>, в основном наблюдаются с восточного и северо-восточного направлений. Несмотря на то, что повторяемость восточных ветров значительно меньше, чем ветров северной и южной четвертей, они наряду с северо-восточными ветрами генерируют наиболее значительное волнение в береговой зоне ОМР (рис. 1).

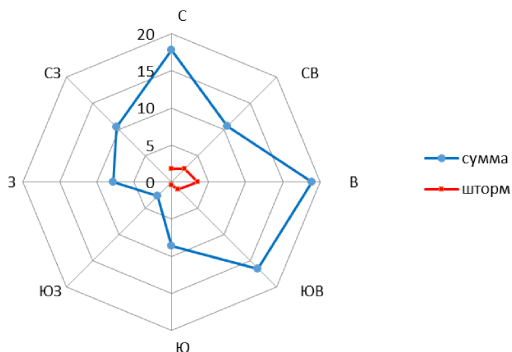


Рис. 1. Роза повторяемости суммарного волнения и штормового волнения ( $H > 1$  м), МГФЛ ОГЭКУ, 2001-2015 гг.

Волнение с высотами волн более 1 м и волнение, превышающее 2 м, имеют хорошо выраженный сезонный ход с максимумом зимой и минимумом летом. Наиболее спокойные в штормовом отношении являются весна и лето, хотя в начале весны бывают штормы, когда высота волн превышает 2 и даже 3 м (рис. 2).

Внутригодовое распределение повторяемости волнения показывает, что с октября по март — период наибольшей штормовой активности, причем и в течение этого периода, есть месяцы (январь, октябрь), когда наблюдалось наибольшее число волн с высотами, превышающими 2 м (рис. 3).

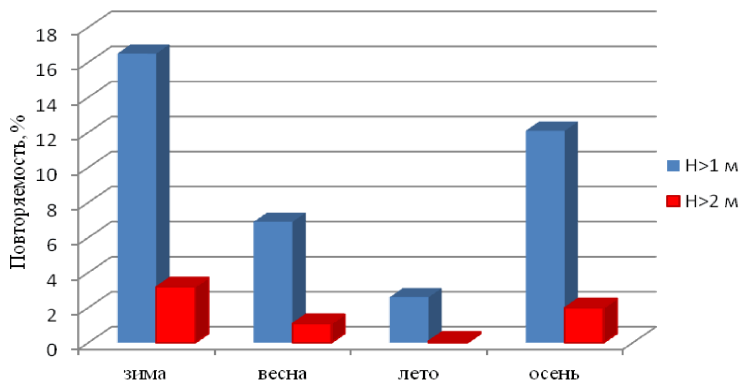


Рис. 2. Сезонная повторяемость штормового волнения, МГФЛ ОГЭКУ

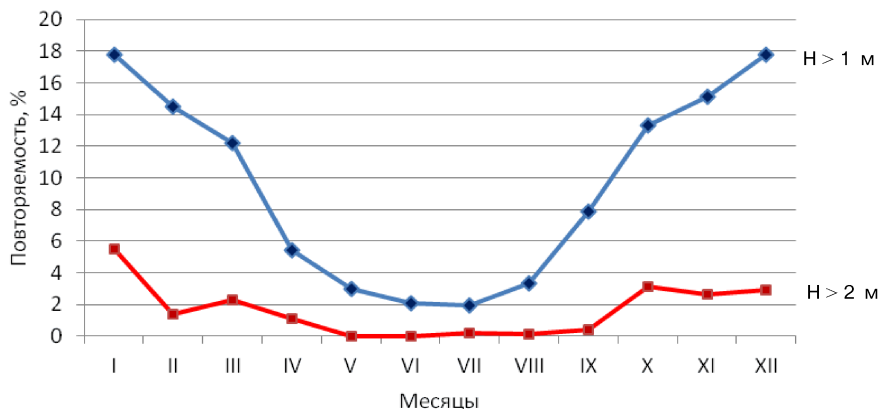


Рис. 3. Внутригодовой ход повторяемости штормового волнения, МГФЛ ОГЭКУ

Максимальное волнение в береговой зоне ОМР было зарегистрировано по наблюдениям Отдела гидрометеорологии моря порта Одесса 16.11.1981 г. в Одесском заливе. Высота волн с северо-восточного направления составила 5,2 м, длина волны 127 м, период 9,2 с при средней скорости северо-восточного ветра 16 м·с<sup>-1</sup>. В этот же день максимальная высота волн на траверзе Ильичевского порта по данным ГМБ была 3,2 м с восточного направления при ветре с востока-северо-востока силой 19 м·с<sup>-1</sup> [3].

В 9 часов 16.11.1981 г. на траверзе Центрального яхт-клуба в Отраде наблюдатели МГФЛ наблюдали максимальные волны

высотой 4 м с восточного направления при ветре 18-20 м·с<sup>-1</sup>. В 17 часов отмечено, что штормовыми волнами с внешнего ограждения акватории яхт-клуба были сброшены 3 бетонных массива весом примерно по 100 т каждый.

Значительная разница в повторяемости и высотах штормовых волн по результатам наблюдений на береговых гидрометеостанциях, расположенных на побережье ОМР отмечена в монографии [1]. Так, за многолетний период в среднем за год, повторяемость волнения с высотами более 2 м для Одессы составила 0,47 %, для Черноморска 0,29 %, для Южного 0,01 %. Поскольку высота волн зависит от продолжительности действия и силы ветра, длины разгона волн, которые для всех пунктов наблюдения при восточном и юго-восточном направлении волнения примерно одинаковы, и глубины моря, фактор глубины на подходе волн к берегу в ОМР, может оказывать решающее значение для величины волн. В данном случае влияние на высоты штормовых волн могут оказывать глубины более 20 м, которые ближе подходят к Одесскому порту. Значительные глубины, а также то, что наблюдения производятся на большем расстоянии от коренного берега по сравнению с другими пунктами, высоты штормовых волн, которые регистрируются Отделом гидрометеорологии порта Одесса, значительно превышают высоты волн, которые отмечаются в остальных пунктах наблюдений в ОМР.

На участке береговой зоны, прилегающей к системе берегозащитных сооружений Одессы, по результатам наблюдений МГФЛ, в 2001-2015 гг. в 428 случаях было отмечено волнение, превышающее 2 м, из них в 52 случаях высота волн была более 3 м и в 1 случае более 4 м. Максимальная высота волн наблюдалась на МГФЛ 23 марта 2007 г., и составила 4,5 м с восточного направления при средней скорости восточного ветра 14-18 м·с<sup>-1</sup> и максимальных порывах до 30-35 м·с<sup>-1</sup>.

Ход межгодовой изменчивости штормового волнения свидетельствует о том, что в 2001-2015 гг. происходило его увеличение. Наиболее часто шторма отмечались в 2014 г., когда их повторяемость достигла 15,5 % от всех случаев наблюденного в этом году волнения. Среднее за год значение повторяемости штормового волнения в 2001-2015 гг. составляет 10 % (рис. 4).

Увеличение повторяемости штормового волнения может привести к значительным изменениям в береговой зоне. Береговые

гидротехнические сооружения в основном возводились в 1960-1980 гг. и длительное время эксплуатируются без ремонта, что привело к деформациям и разрушениям отдельных элементов и целых конструкций траверсов, волноломов, бун, размыву некоторых участков и целых пляжей в зоне ПОС.

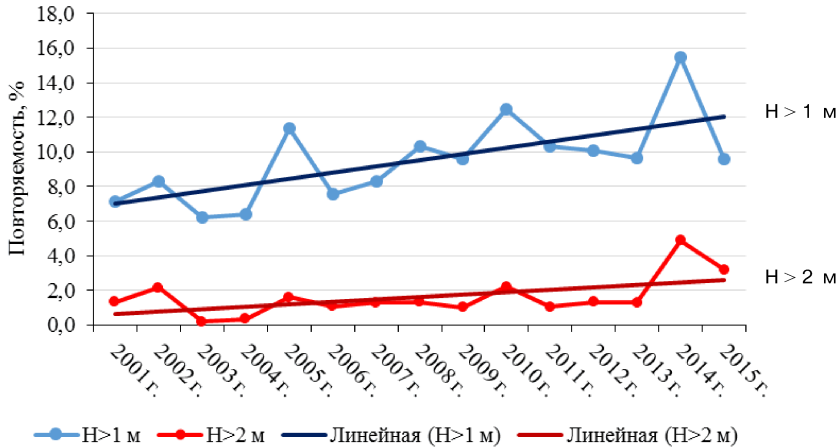


Рис. 4. Многолетний ход повторяемости штормового волнения в береговой зоне ОМР по данным наблюдений МГФЛ

Если тенденция увеличения повторяемости штормового волнения будет сохраняться — это может усилить негативное воздействие на береговые сооружения и песчаные пляжи в прибрежной зоне Одесского морского региона.

### Литература

1. Гидрометеорологические условия морей Украины. — Т. 2 (Черное море / Ильин Ю. П. и др.). — Севастополь: МЧС и НАН Украины, Морское отд. Украинского науч.-исслед. гидрометеорологического ин-та, 2012. — С. 421.
2. Rp5.ru — Архив погоды в Одессе.
3. Ежегодные данные о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек за 1981 г. — Т. 4. — Севастополь: ГОИН, 1984. — 227 с.

**ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ  
В МАЕ-ИЮНЕ 2016 Г. ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ  
ПОЛЕВОЙ ФАЗЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА EMBLAS II**

Экспедиционные работы проводились в рамках проекта EMBLAS II (улучшение мониторинга окружающей среды в Черном море) в соответствии с Директивой ЕС по морской стратегии.

Основными целями экспедиционных работ являлись

1. Разработка методологических основ для морского экологического мониторинга в соответствии с европейскими нормами и стандартами;
2. Оценка современного состояния морской экосистемы северо-западного шельфа и глубоководной части Черного моря в условиях антропогенного влияния и климатических изменений.

Исходя из поставленных целей, в ходе экспедиционных исследований, в частности, решались следующие научные задачи:

- проведение мониторинговых исследований по физическим, химическим и биологическим индикаторам состояния морской среды в соответствии с MSFD и WFD;
- оценка интенсивности зимней вертикальной конвекции и характеристик холодного промежуточного слоя (ХПС);
- оценка проникновения шельфовых вод в область холодного промежуточного слоя;
- оценка загрязненности компонентов экосистемы, состояния морских биоценозов с определением наличия и роли неместных видов, тестирование новых для Украины методик химико-биологического мониторинга;
- пополнение базы данных экологического мониторинга.

В состав экспедиции входили профильные специалисты Украины, Грузии, Румынии, Болгарии, Бельгии и Словакии. Работы выполнялись с борта румынского НИС “Mare Nigrum”) Гидрологические данные были получены с помощью CTD. Всего за время рейса выполнено 55 экологических станций до глубин 100-120 м и одна станция до глубины 1000 м.

На рис. 1.1 представлена схема расположения экологических станций, на которых выполнялось вертикальное зондирование водной толщи. На промежуточных станциях (на рисунке не указаны) глубоководные наблюдения не производились. На первом этапе экспедиции (17-21.05.2016 г.) была выполнена эколо-

гическая съемка западной половины СЗШ. На втором (27-28.05.2016 г.) и четвертом (03-04.06.2016 г.) этапах выполнялись работы на переходах через континентальный склон СЗЧМ и центральную область моря. Третий этап включал в себя наблюдения на “грузинском” полигоне и в настоящей работе не рассматривается.

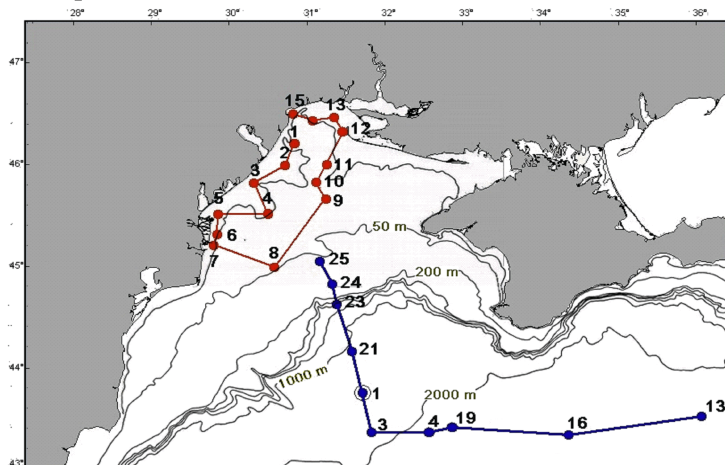


Рис. 1.1. Схема расположения океанографических (экологических) станций эксперимента EMBLAS-2 (17.05-06.06.2016 г.)

### *1.1. Съемка западной половины СЗШ*

Динамическое состояние приводной атмосферы в районе работ кратко охарактеризуем по данным наблюдений гидрометеорологической станции Одесса-Порт и инструментальными наблюдениями с борта судна.

На рис. 1.2 показана прогрессивно-векторная диаграмма ветра за период с 1 по 20 мая. За время, предшествующее выполнению съемки, наблюдалось несколько чередующихся кратковременных периодов устойчивых и неустойчивых ветров: с 3 по конец 5 мая имели место устойчивые умеренной силы ветры ВСВ направлений; с 6 по 11 мая отмечался шестисуточный период слабых и неустойчивых ветров; 12 и 13 мая — устойчивые ветры ЮЮВ направлений; с 14 по 17 мая (начало работ) направление ветров сменились с западного на юго-западное; все последующее время выполнения работ характеризовалось слабым и неустойчивым ветровым режимом.



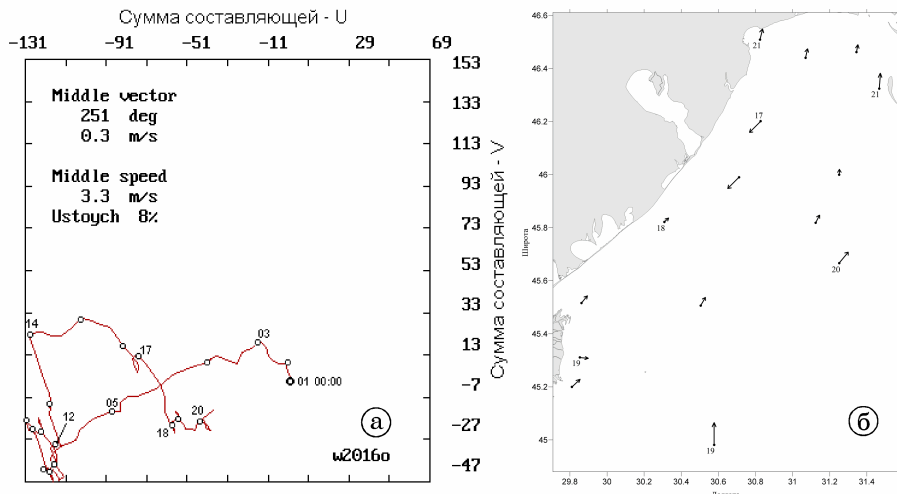


Рис. 1.2. Прогрессивно-векторная диаграмма ветра в период с 1 по 21 мая 2016 г. по данным станции Одесса-Порт (а); по данным инструментальных наблюдений с борта судна (б) (цифрами обозначены даты)

Дополнить наше представление о ветровом режиме в удаленных южных районах съемки может карта реального ветра, построенная по данным инструментальных наблюдений, выполненных непосредственно на борту судна во время проведения работ. Видно, что на протяжении первого этапа направление ветра изменилось с северного на юго-западное. Скорость ветра колебалась от 2 до 8 м/с.

Не сильный переменный ветер не мог вызвать значительных изменений границ гидрологических характеристик на поверхности с 17 по 21 мая.

Термическое состояние вод акватории СЗШ во второй половине мая представлено выборками океанографических наблюдений на трех горизонтах (рис. 1.3). Для сравнения, на этих же горизонтах даны климатические поля температуры (рис. 1.4).

Температура приповерхностного слоя вод в период выполнения съемки изменялась от 13-14 °С вдоль западного побережья до 16-17 °С в открытых областях шельфовой области (рис. 1.3а). Климатическая температура воды в границах полигона изменяется в мае примерно в тех же пределах (13.4-14.0 до 15.0-16.7 °С), но наблюдаемые данные имеют обратную тенденцию изменений в направлении побережье — открытые области шельфа; клима-

тические характеристики температуры более низкие в открытых районах и более высокие в прибрежных (рис. 1.4а). Относительно низкие температуры прибрежных вод, по данным съемки, очевидно, связаны с имевшими место слабыми сгонными процессами и не интенсивными апвеллингами (см. ветры с 14 по 17 мая, рис. 1.2).

Изменения измеренных и климатических термических характеристик на горизонте 10 м в самых общих чертах повторяют друг друга, но климатическая температура на 1-2 °С ниже (рис. 1.3б, 1.4б).

Еще большие различия между измеренными и климатическими характеристиками температуры этого же знака отмечаются на горизонте 20 м (2-3 °С, рис. 1.3в, 1.4в).

Халинное состояние вод приповерхностного слоя по данным съемки (рис. 1.5а), как по характеру распространения соленых характеристик, так и по их значениям, в целом соответствует климатическому (рис. 1.6а).

Одинаково активно происходило распространение поверхностных дунайских вод в юго-западном секторе полигона, но существенно меньше по данным съемки, нежели по климатическим данным, отмечался вынос вод днепро-бугского происхождения (рис. 1.5а и 1.6а).

В центральной части восточной половины съемки отмечалось наличие вод с соленостью более 17.5 ‰. Т.е. внешняя граница шельфовых вод (ШВ) сдвинута в центральной области шельфа к западу, примерно, на 30 миль по сравнению с климатическим распределением. Климатическое халинное поле на горизонте 20 м представляет собой поле невысоких пространственных градиентов солености на уровне 17.5-17.9 ‰ (рис. 1.6в). Аналогичное поле солености по данным съемки (рис. 1.5в) показывает наличие более соленых вод открытого шельфа на севере — в Одесской котловине и на юге — в придунайском районе. Очевидно это результат явлений апвеллинга в период, предшествующий выполнению работ.

Важным измеряемым параметром, характеризующим степень смешения речных и морских вод на СЗШ, является прозрачность приповерхностного слоя вод. На рис. 1.7 представлено поле прозрачности воды в период выполнения съемки. Естественно, что районом, где вклад загрязненных и всегда замутненных речных вод высок, является придунайский район. Прозрачность вод в этом районе составила 1-4 м. Наименьшая прозрачность воды

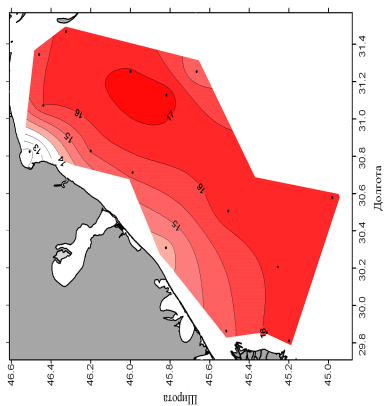
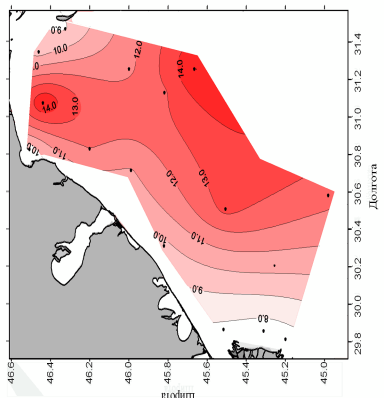
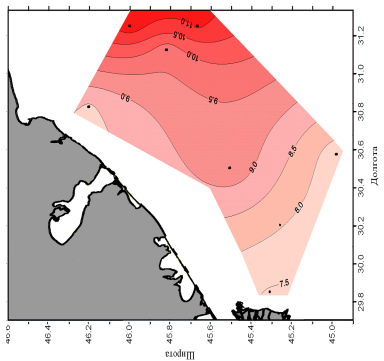


Рис. 1.3. Распределение температуры воды на горизонтах: а) 0 м; б) 10 м; в) 20 м на полигоне полевой фазы эксперимента EMBLAS-2. 17-21.05.2016 г.

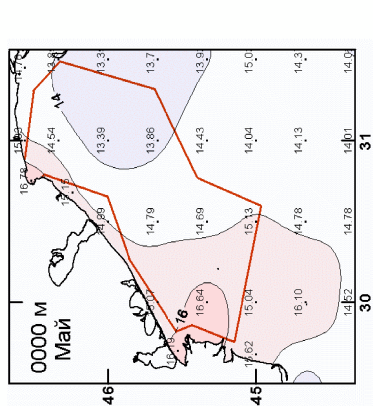
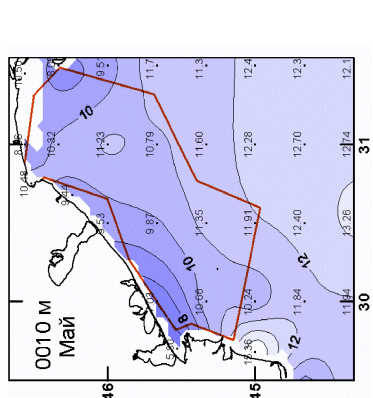
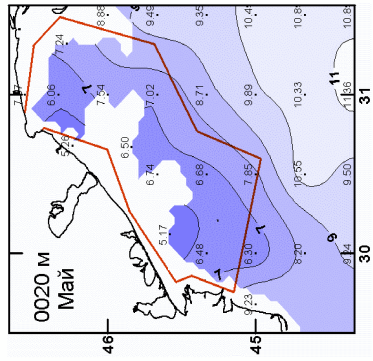


Рис. 1.4. Распределение климатической температуры воды в западной половине СЭШ на горизонтах: а) 0 м; б) 10 м; в) 20 м

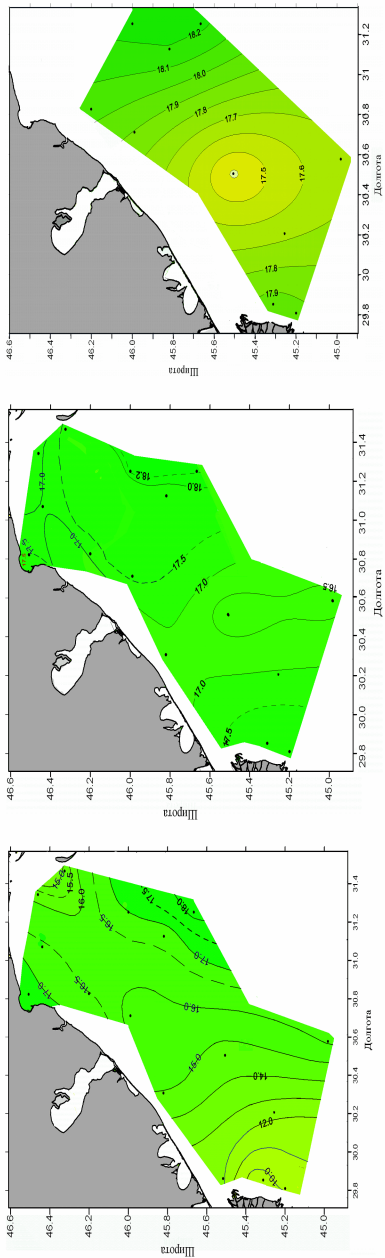


Рис. 1.5. Распределение полевого солёности воды на горизонтах: а) 0 м; б) 10 м; в) 20 м на полигоне полевой фазы эксперимента EMBLAS-2. 17-21.05.2016 г.

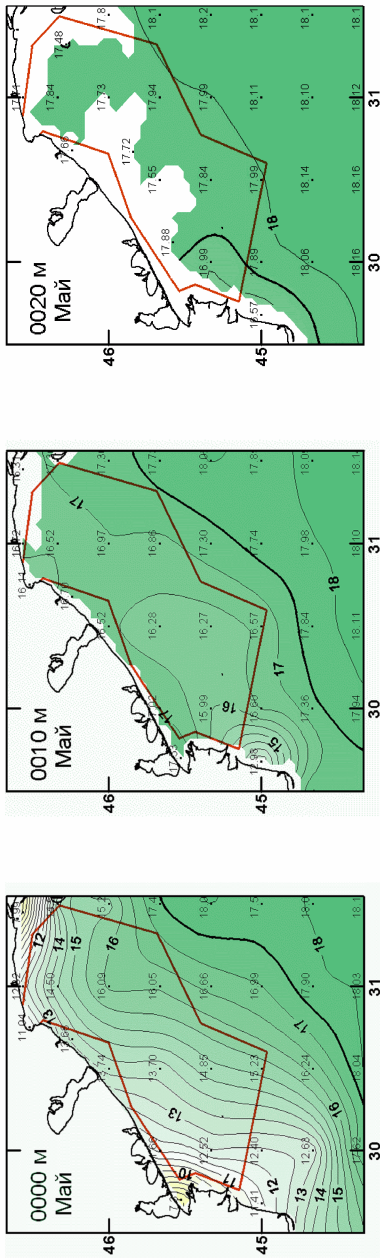


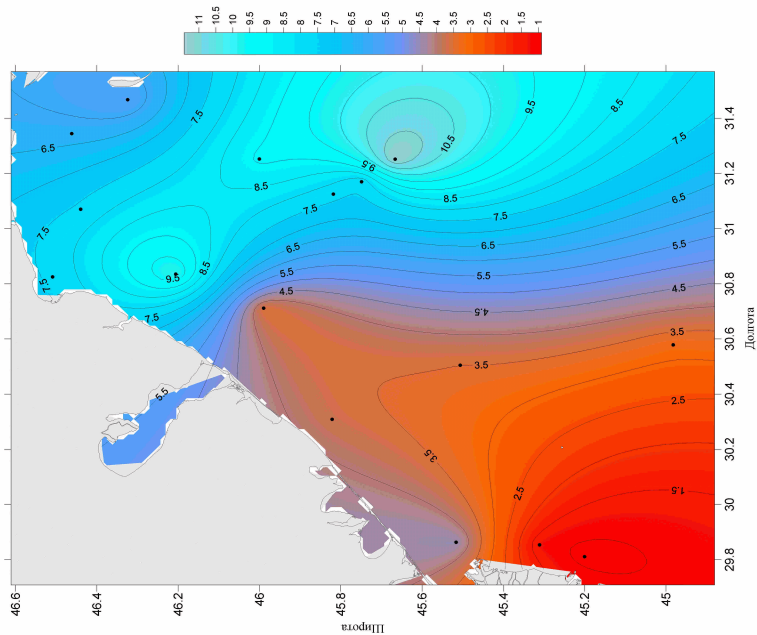
Рис. 1.6. Распределение климатической солёности воды в западной половине СЗШ на горизонтах: а) 0 м; б) 10 м; в) 20 м

(1 м) отмечалась на траверзе рукава Старостамбульский, на юге Килийской дельты. Исходя из картины представленного рисунка, можно было предположить, что воды дунайского взморья активно распространялись в северном направлении. Однако направленность ветра, способного поддержать такое перемещение вод наблюдалась лишь 13 и 14 мая (рис. 1.2), в последующее же время имели место ветры западных и северо-западных направлений. Очевидно, что в данном случае большую роль в уменьшении прозрачности в районе Днестровского лимана сыграли воды этого лимана, разделить распространение которых от распространения дунайских вод по столь редкой сетке станций не представляется возможным.

Прозрачность вод на северной оконечности полигона, как и соленость, свидетельствует о слабой активности разгрузки и распространения днепро-бугских вод. Область высокой прозрачности вод (9-11 м) отмечалась над центральными и южными районами Одесской банки, что является не столь уж часто повторяемым явлением.

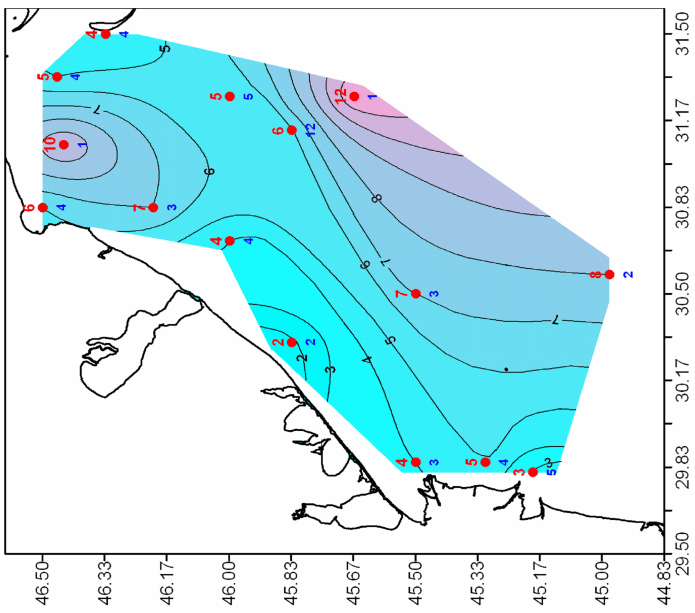
Глубина залегания верхней границы сезонного скачка плотности представлена на рис. 1.8. В цифровом выражении она зачастую соответствует толщине верхнего квазиоднородного слоя и является параметром, характеризующим развитие целого ряда морских процессов. Прежде всего, она отражает интегральную активность ветро-волнового перемешивания в предшествующий работам период. При достаточной частой сетке полигона выявляет мезомасштабные очаги подъема и опускания вод в различного вида круговоротах. В прибрежных зонах характеризует активность сгонно-нагонных явлений, распространения легких речных вод и т.д.

В нашем случае сеть станций полигона позволила оконтурить лишь приблизительно зоны распространения речных вод всех трех рек СЗЧМ и выявить области циклонической и антициклонической завихренности на севере Одесской котловины и антициклонической в районе поля Зернова (центральная область СЗШ). В районах расположения антициклонов опускание верхней границы пикноклина достигло 10-12 метров, тогда, как на подавляющей площади полигона значения этой величины изменялись от 2 до 7 метров.



Прозрачность на 0 м (17-21 мая 2016 г.)

**Рис. 1.7. Распределение прозрачности воды на полигоне СЗШ. Эксперимент EMBLAS-2, 17-21.05.2016 г.**



**Рис. 1.8. Распределение глубины залегания верхней границы и толщины сезонного пикноклина на полигоне СЗШ. Эксперимент EMBLAS-П, 17-21.05.2016 г.**

Примечание: над точкой — верхняя граница пикноклина; под точкой — толщина пикноклина

## 1.2. Разрез через континентальный склон на южной границе СЗШ

Представленные ниже параметры вертикального разреза (рис. 1.10) были получены в два этапа. 24 мая выполнены станции 1 и 2, 3-4 июня — станции 21-25 (рис. 1.1). 10-суточный разрыв во времени позволяет объединить данные этих станций в единый разрез, тем более, что станции 1 и 2 были выполнены в мало изменчивой срединной части моря. Станции 21-25 располагались в одной из наиболее изменчивых, в динамическом отношении областей моря, а именно в районе функционирования подвижных, активных и мощных, т.н., Севастопольских вихрей (СВ).

Удачей можно считать тот факт, что разрез пересек очередное вихревое образование (СВ) практически через его срединную область (станции 21 и 23 располагались в ядре вихря). Согласно выполненного нами предварительного анализа годового развития всех СВ, это 4-й по счету вихрь с начала 2016 года. Вихрь был впервые обнаружен по спутниковым данным (рис. 1.9) в середине апреля, завершил жизненный цикл в начале октября. Таким образом, время существования динамического образования составил около полугода. Благодаря шестилетнему циклу слежения за вихревыми образованиями,двигающимися вдоль свала глубин СЗШ [1], можно сделать вывод, что, как правило, в год формируется по 11-14 вихрей и только по одному долгоживущему. Время существования крупного вихря в 2011 году также составило 6 месяцев, а в период 2012-2015 гг. время жизнедеятельности отдельных вихрей составляло 4-5 месяцев.

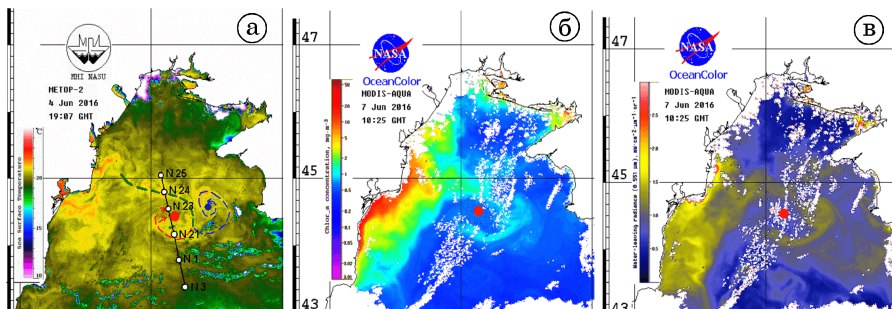


Рис. 1.9. Пространственное распределение:

- а) температуры воды; б) хлорофилла-А; в) длинноволнового излучения водной поверхности в начале июня 2016 г.

Основной причиной пристального внимания к этим динамическим образованиям является их активное участие в первичной трансформации загрязненных вод СЗШ. Внедряя эвтрофированные воды шельфа в антициклоническое ядро, вихри перемещают их с более плотными окружающими водами и постепенно заглубляют в промежуточно-глубинные слои, где происходит окончательное перемешивание с глубинными водами.

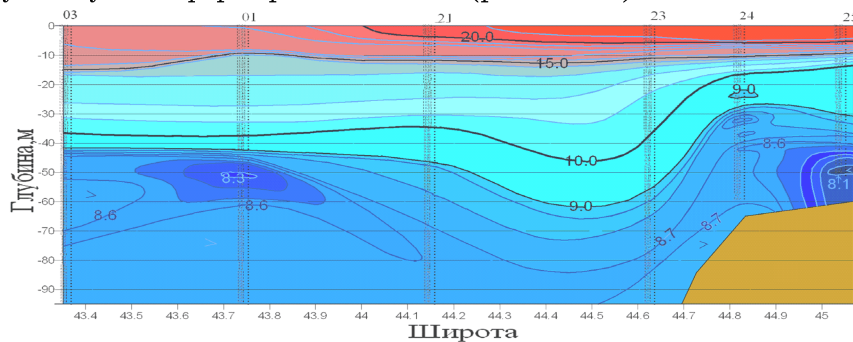
К сожалению, разрез был выполнен только до глубины около 100 м метров, и нельзя оценить вертикальную протяженность вихря и степень его динамического влияния на глубокие слои моря. Экстраполируя галлоклин (соленость вносит основной вклад в формирование главного пикноклина), можно лишь ориентировочно предположить, что максимальное заглубление нижней части пикноклина не превышало 150-160 метров (рис. 1.10б). Это невысокий показатель динамической активности вихря, что характерно для длительного периода теплых и очень теплых условий последних 15-ти зим. Именно в зимних условиях динамическая система Черного моря набирает определенный запас доступной потенциальной энергии (ДПЭ) для последующей активизации циркуляционных процессов в период теплого полугодия. Происходит это благодаря процессам термического и динамического взаимодействия с приводной атмосферой. А поскольку климат теплеет, ослабляются ветровые условия, то энергии морем набирается меньше и летние динамические образования становятся менее масштабными и глубокими.

Похожие процессы, но теперь уже в термическом выражении, произошли с холодным промежуточным слоем (ХПС) Черного моря. По представленным данным (рис. 1.10а), непрерывный профиль современного ХПС оконтурен сверху и снизу изотермами 8.7 °С, а минимальные температуры в отдельных его ядрах составляют 8.27-8.6 °С. До 2005 г. расчеты объемов вод ХПС еще можно было проводить, опираясь на оконтуривающие сверху и снизу изотермы 8.0 °С [2]. Оценки самой низкой температуры вод в ядре ХПС, полученные в 2009 г., примерно в этом же районе, показали уже слабое превышение 8-градусной изотермы. И вот, в 2016 году экстремальная температура вод в ядре ХПС превысила значение 8.27 °С.

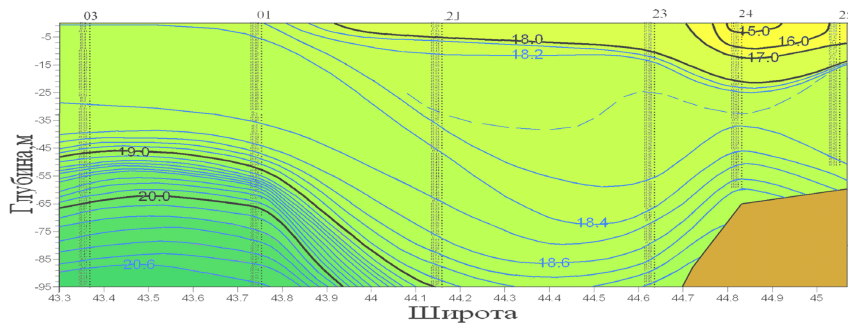
В области шельфа, перед свалом глубин, заметен небольшой язык более холодных вод (8.0-8.1 °С), но, имея относительно низ-



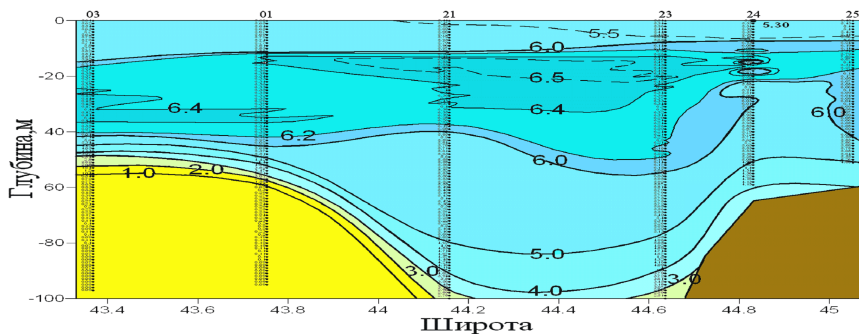
кую плотность, они рассеиваются в приповерхностном слое, не доходя до границы континентального склона и, практически, не участвуют в формировании ХПС (рис. 1.10б).



**а**



**б**



**в**

Рис. 1.10. Распределение: а) температуры воды; б) солёности воды; в) растворенного в воде кислорода (мл/л) на вертикальном разрезе через свал глубин СЗШ. Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

На вертикальном распределении солености в поверхностном слое отчетливо проявляется участок очень распресненных вод (14.87-17.00 ‰). Это сечение, почти по нормали пересекает поток внедряемых в ядро вихря трансформированных речных вод, распространяющихся из района дунайского взморья. Поток хорошо визуализируется на трех фрагментах представленного выше рис. 1.9.

Характерной особенностью вертикального распределения растворенного в воде кислорода (рис. 1.10 в), является наличие промежуточного максимума. В нашем случае максимум наиболее хорошо выражен в ядре круговорота (6.4-6.5 мг/л). Объясняется это тем, что внедряемые (всасываемые) в ядро легкие воды речного происхождения, делая лишь один цикл циркуляционной спирали, приближаются к центру вихря при небольшом заглублении в подповерхностный слой. При этом они вносят определенное количество биогенных веществ, на базе которых активизируется развитие фитопланктона, сопровождаемое выделением кислорода.

Результаты инструментальных наблюдений над содержанием хлорофилла-А (рис. 1.11) показывают наличие максимумов содержания в областях максимумов содержания кислорода, но сдвинуты относительно последних вглубь, примерно, на 10 метров. Экстремально высокое содержание хлорофилла-А отмечается также в подстилающем слое внедряемых в вихрь трансформированных шельфовых вод (ШВ).

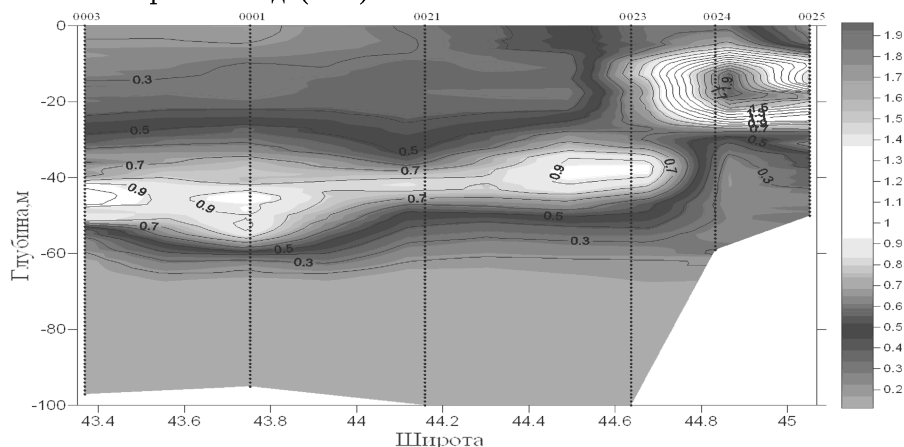


Рис. 1.11. Распределение растворенного в воде хлорофилла-А (мг/м<sup>3</sup>) на вертикальном разрезе через свал глубин СЗШ. Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

Аналогичным образом ведет себя и мутность воды в верхнем 20-метровом слое (рис. 1.12), т.е. она максимальна в области ШВ. На глубинах выше 20-25 метров мутность воды постепенно уменьшается с глубиной.

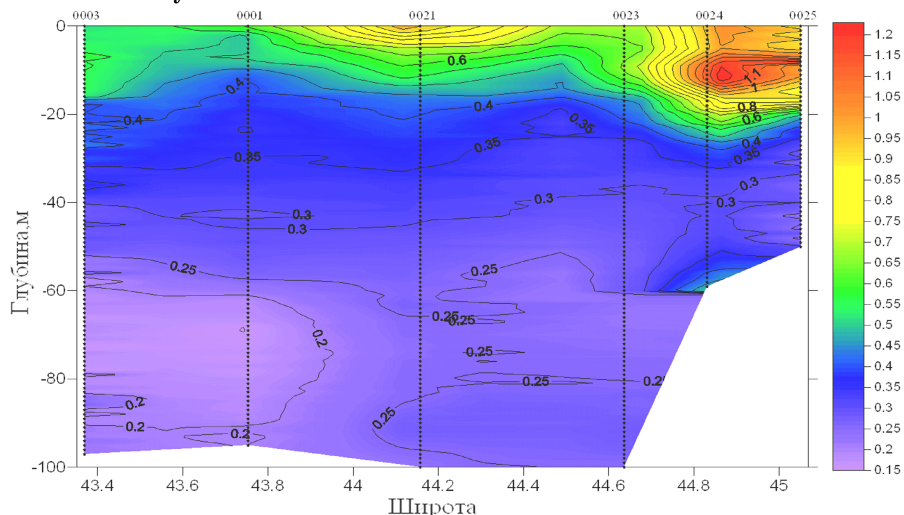


Рис. 1.12. Распределение мутности воды на вертикальном разрезе через свал глубин СЗШ. Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

### 1.3. Наблюдения в срединной части Черного моря

Вертикальные сечения рассматриваемых параметров (рис. 1.13) через срединную часть моря показывают в основном невозмущенную структуру полей. Незначительные колебания характеристик происходили в западной половине разреза и были связаны с возмущениями в тыловой части выше рассмотренного Севастопольского вихря.

Станции 13-19 были выполнены на декаду позднее, нежели станции 3 и 4. За это время произошел прогрев вод приповерхностного слоя, примерно, на 2 °С. Сезонный термоклин располагался в слое 11-15 метров и имел перепад температур около 4 °С (14-18 °С).

Минимальная температура вод в ядре ХПС наблюдалась в области небольшого опускания всех изолиний на станции 16, и составила точно такое же значение, как и на ранее рассмотренном разрезе, т.е. 8.27 °С.

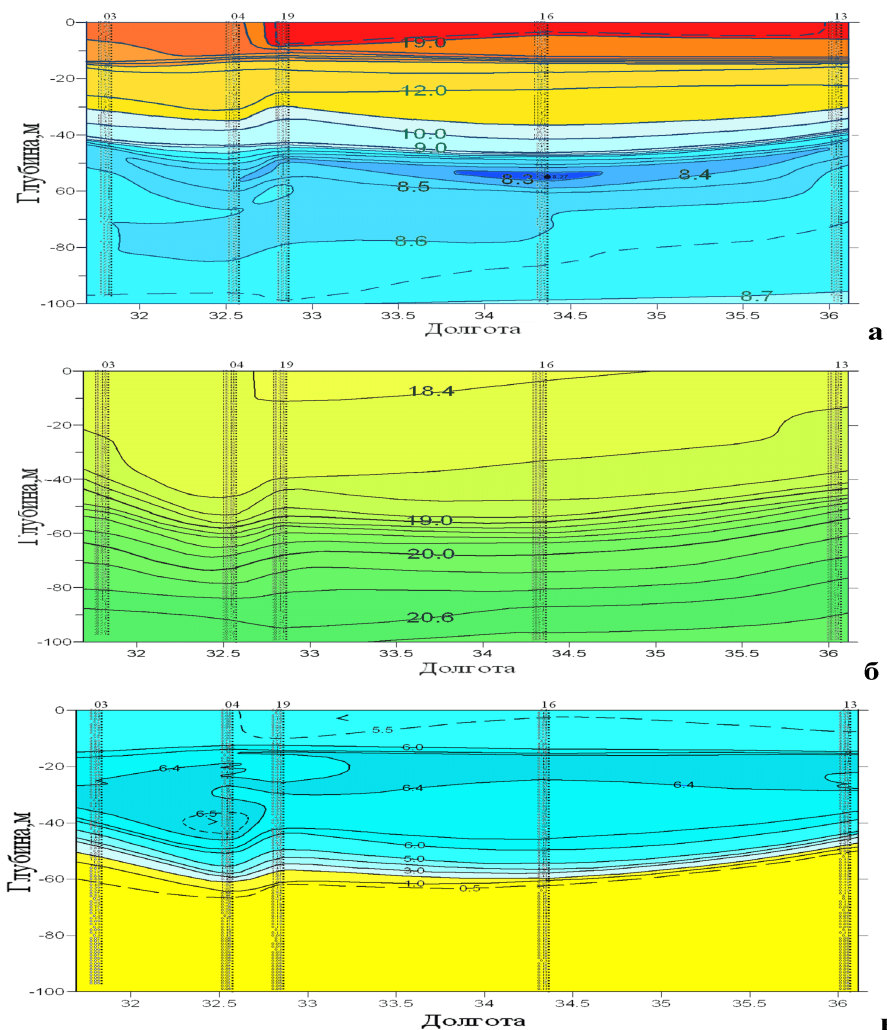


Рис. 1.13. Распределение а) температуры воды;  
 б) солёности воды и в) растворенного в воде кислорода (мл/л)  
 на широтном вертикальном разрезе через центральную  
 область Черного моря (~ по широте 43°30'с.ш.).  
 Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

У главного пикноклина (галоклина) на представленном вертикальном сечении (рис. 1.13б) можно оценить только его верх-

нюю границу по причине недостаточной глубины зондирований. Располагалась она на глубинах 40-53 м, с величиной минимума этого диапазона в центре моря (34-35<sup>0</sup> в.д.) и на 10-15 м была приподнята на краях разреза, расположенных, примерно, в областях ядер климатических куполов.

Единственной в рейсе станцией, выполненной 26 мая на периферии района стационарирования Батумского вихря до глубины 1000 м, была станция № 12. Границы основного пикноклина на станции изменялись в пределах 70-175 м и имели диапазон плотностей 14.4-16.4 усл.ед.

Сложная структура вертикального поля растворенного кислорода имела место в области двух западных станций. Причина — уже отмеченная повышенная завихренность в тыловой части антициклона. Совершенно отсутствовали возмущения на остальной части разреза. Максимальные значения кислорода в подповерхностном ядре составляли 6.4-6.5 мл/л. Глубина кислородной зоны в среднем колебалась в диапазон 50-60 м.

Как и на предшествующем разрезе, максимальное содержание хлорофилла-А отмечается непосредственно под максимумом содержания растворенного кислорода (рис. 1.14) с экстремумами в западной части разреза, в области тыловой части антициклона.

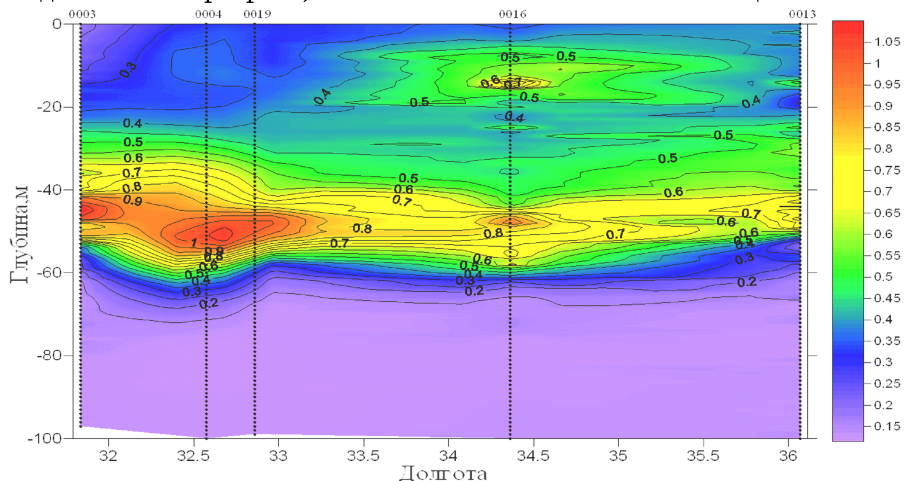


Рис. 1.14. Распределение растворенного в воде хлорофилла-А ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) на широтном вертикальном разрезе через центральную область Черного моря (~ по широте 43°30'с.ш.).  
Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

Приповерхностный 20-30 метровый слой открытой части моря является слоем повышенной мутности (рис. 1.15). Экстремум мутности в восточной половине разреза не объясняется характером распределений ранее рассмотренных элементов, поэтому на данном этапе трудно объясним.

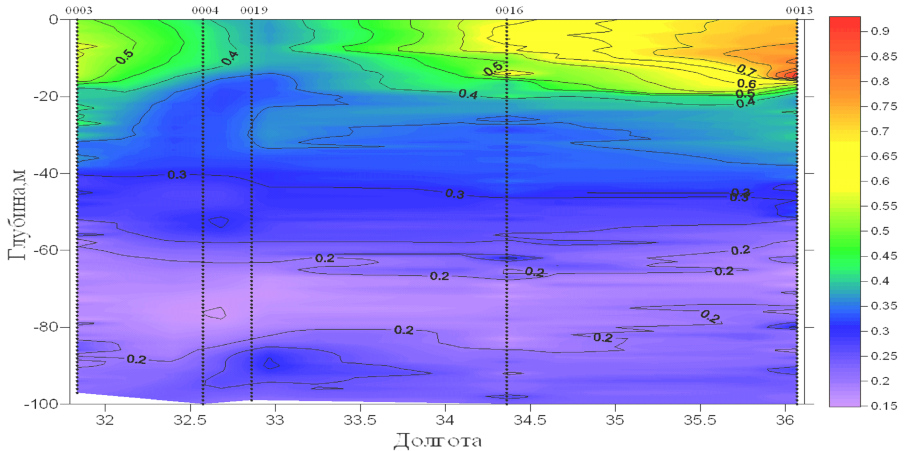


Рис. 1.15. Распределение мутности воды на широтном вертикальном разрезе через центральную область Черного моря (~ по широте 43°30'с.ш.). Эксперимент EMBLAS-2, 27.05-04.06.2016 г.

### Выводы

- Комплекс весенне-летних морских наблюдений, выполненных с борта НИС “Mare Nigrum”, позволил получить первые в 2016 году сведения о состоянии морских экосистем различных районов Черного моря.
- Ветровые условия второй половины мая для западной области СЗШ характеризовались преобладанием сгонных ветров с западной составляющей.
- Термические и халинные условия вод СЗШ, в среднем характеризовались значениями близкими к климатическим, но при этом отражали текущую ситуацию прибрежного апвеллинга вод.
- Вертикальный разрез, выполненный поперек континентального склона СЗШ, рассек в средней части очередной (4-й в 2016 г.) Севастопольский вихрь. Результаты наблюдений выявили активное внедрение загрязненных шельфовых вод в срединные области круговорота и формирование в промежуточных водах ядра области повышенных концентраций ра-

створенного кислорода и хлорофилла-А. Ситуация подтверждена данными спутникового мониторинга.

- Как в области свала глубин, так и в открытой части моря отмечены аномально высокие значения минимальной температуры воды в ядрах холодного промежуточного слоя, что свидетельствует о существенных положительных изменениях климатических термических условий в приводной атмосфере над Азово-Черноморским бассейном, ослаблении процессов термического и динамического обмена в системе море-атмосфера и формирования вод ХПС в зимние периоды последних лет.

### *Литература*

1. Попов Ю. И., Полонский А. Б. О некоторых структурно-динамических особенностях антициклонических вихрей северо-западной части континентального склона Черного моря // Український гідрометеорологічний журнал. — 2014, Вип. 14. — С. 236-249.
2. Полонский А. Б., Попов Ю. И. Условия формирования вод холодного промежуточного слоя Черного моря // Кн. серия “Современные проблемы океанологии”. — Вып. 8. — Севастополь: МГИ НАН Украины, 2011. — 52 с.

*Коморин В. Н., Попов Ю. И.,  
Дыханов Ю. М., Ерофеев Г. А.*

### **РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЯ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИИ EMBLAS-II**

По результатам наблюдений за термогалинной структурой вод в рамках международной программы EMBLAS-II (украинская часть) были проведены расчеты циркуляции течений, с использованием математической модели Принстонского университета (Princeton Ocean Model — POM). В основу, которой положена полная система уравнений термогидродинамики океана со свободной поверхностью в приближении Буссинеска, гидростатики и несжимаемости жидкости. В этой модели используется “спрямленная” система координат, или  $\sigma$ -координатная система с нормировкой вертикальной координаты на глубину океана [1; 2; 3].

Преимуществом моделей в  $\sigma$ -координатах является сглаженное представление топографии дна, которое, дает возможность

более точно описать физику процессов в придонном пограничном слое. Адекватное пространственное разрешение поверхностного и придонного слоев также представляет собой значительное преимущество  $\sigma$ -координатных моделей.

Для параметризации вертикального перемешивания в модель циркуляции РОМ включена модель турбулентности, основанная на гипотезах турбулентности Ротта-Колмогорова и обобщенная Меллором и Ямадой на случай стратифицированного потока. Расчеты проводились с учетом параметров ветра. Горизонтальная сетка 64 x 31. Вертикальное разрешение 5 м (в слое 0-50 м). Открытая часть моря задавалась, как жидкая граница. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

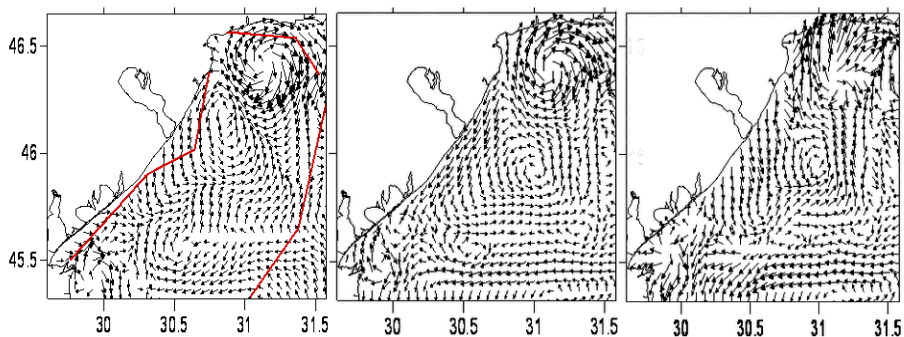


Рис. 1. Циркуляция вод на а) поверхностном; б) промежуточном и в) придонном горизонтах западной половины СЗШ. Контуром обозначена граница полигона

Характерной особенностью в распределение течений, как на поверхности, так и во всей толще воды является существование двух топографических разнонаправленных вихрей расположенных в северном и центральном районе полигона.

Антициклональный круговорот находился между Одесским заливом и Тендровской косой с центром, приуроченным у своего основания к северному району Одесской котловины на глубине порядка 25 м. Имели место траектории движения воды по форме близкие к круговым с диаметром порядка 50 км и вертикальной осью вращения, направленной под наклоном на северо-восток. Согласно расчетам максимальные орбитальные скорости (до 6 см/с) поверхностных течений отмечались на северной периферии, а в среднем слое на южной. Таким образом,



происходило своеобразное вкручивание потока по направлению ко дну и, как следствие, в придонном слое траектории переноса имели веерообразную форму северного, северо-восточного направления, что в свою очередь могло способствовать выносу придонных вод к побережью и возникновению прибрежного апвеллинга. Присутствие у берега более холодных вод в поверхностном слое, отмечалось и по данным спутникового сканирования.

Циклональный кругооборот по форме близкой к эллипсу, в поверхностном проявлении располагался юго-западнее антициклонического, над западной частью Одесской котловины с продолжительным и более слабым гребнем над белгород-днестровским поднятием. Ось вращения имела значительный угол наклона в верхней половине водной толщи, если судить по смещению центра вращения на 20 миль к северу от промежуточного горизонта к поверхностному, чем и можно объяснить эллипсоидную форму вихря в поверхностном слое.

В результате соприкосновения этих двух динамических структур возникло струйное течение, направленное практически по нормали на северо-запад, к берегу. Такое течение могло способствовать ускоренной транспортировке вод с более открытых участков моря и интенсифицировать процессы их перемешивания

В дальнейшем в верхнем и среднем слоях поток разделялся на две вдольбереговые ветви, одна из которых имела направление на юго-запад в сторону Днестровского лимана, другая на северо-восток в сторону Одесского залива. В придонном слое вблизи берега поток уходил вдоль изобат на северо-восток.

В целом, на остальной части полигона динамическая картина, согласно “РОМ”, была представлена слабыми потоками северо-восточного и восточного направлений, стремящимися в район основных вихревых зон, а также вдольбереговым компенсационным течением — на юг и юго-восток. Можно так же выделить мелко-масштабную вихревую структуру в районе придунайского взморья, и разворот эпюры течений на запад от поверхности до дна.

На рис. 2 представлены совместно карты распределения циркуляции вод поверхностного слоя (рис. 2а) и глубины залегания верхней границы сезонного пикноклина по данным инструментальных наблюдений (рис. 2б). На картах выделены зоны циклонического и антициклонического вихреобразования.

Анализ рисунков, показывает достаточно хорошее согласование основных активных динамических зон, определенных разными

ми способами. На обоих рисунках хорошо отражается, правда с некоторым смещением в пространстве, и область антициклонической завихренности в юго-восточной области полигона.

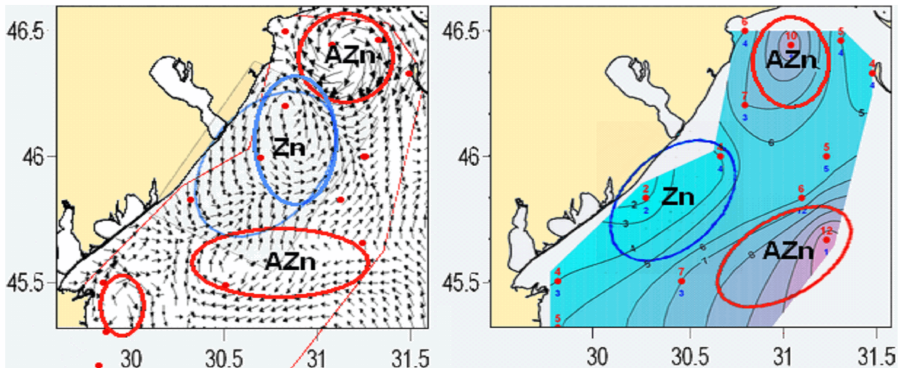


Рис. 2. Основные циркуляционные ячейки по данным:  
а) модельных расчетов и б) глубины залегания верхней  
границы сезонного пикноклина

Собственный опыт [5; 6] и имеющиеся данные о достаточно успешном применении POM при решении задач на мелководье [4] и участках близких по своим топографическим характеристикам к району работ украинской части EMBLAS-II, позволяют нам надеяться, что полученная динамическая характеристика движения вод в основных своих деталях рассматриваемого района адекватна реальной картине.

**Выводы:**

- получена достаточно хорошая сходимость в представлении циркуляции вод СЗШ Черного моря по двум методам: инструментально по полю плотности и расчетным по модели POM;
- циркуляция вод СЗШ Черного моря в мае 2016 года в основном определялась разнонаправленными вихревыми структурами синоптического масштаба.

**Литература**

1. Mellor G.L. User's guide for a three dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Report. — Program in Atmos. and Ocean. Sci., Princeton Univ. — Princeton, 1991. — № 3. — 35 p.
2. Mellor G. L. Development of turbulence closure model for geophysical fluid problems / G. L. Mellor, T. Yamada // Rev. Geophys. — 1982. — № 20. — P. 851-875.

3. Blumberg A. F., Mellor G. L. A description of a three-dimensional coastal ocean model // Three Dimensional Shelf Models, Coastal Estuarine Sci. — AGU, Washington D.C., AGU, 1987. — P. 1-16.
4. Кубряков А. И. Моделирование циркуляции и распространения загрязняющих примесей в Балаклавской бухте / Кубряков А. И., Попов М. А. // Морской гидрофизический журнал. — 2005, № 3. — С. 49-61.
5. Орлова І. Г. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: Довідк. посіб. / І. Г. Орлова, М. Ю. Павленко, В. В. Український, Ю. І. Попов та ін. — К.: КНТ, 2008. — 616 с.
6. Коморін В. М. Оцінка мінливості гідродинамічних характеристик північно-західного шельфу Чорного моря / В. М. Коморін, Ю. І. Попов, В. В. Український // Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. — 2008. — № 5. — С. 188-201.

*Гаврилюк Р. В., Котнева О. А., Тодорова Р. А.*

### **ЗГІННО-НАГІННІ КОЛИВАННЯ РІВНЯ МОРЯ В ПОРТАХ ЮЖНИЙ ТА ЧОРНОМОРСЬК**

**Вступ.** Протягом року рівень води у прибережній частині моря відчуває неперіодичні коливання, викликані місцевим вітром та вітрами, які охоплюють площу моря у цілому. Дія сильних вітрів над морем приводить до згінно-нагінних коливань рівня. Особливе значення мають ці коливання для господарській діяльності в прибережній зоні моря — в акваторіях портів, де при підвищенні рівня створюється загроза затоплення прилеглих територій, а при пониженні — загроза посадки суден на мілину.

Основними факторами, які визначають режим коливань рівня в синоптичному діапазоні частот є вітер та атмосферний тиск. При цьому вітру належить вирішальна роль, а коливання рівня проявляються в вигляді згінно-нагінних коливань. Їх розвиток визначається співвідношеннями напрямів діючого вітру та конфігурації берегової смуги. З цієї причини розмах згінно-нагінних коливань рівня на різних станціях, навіть близько розташованих одна від одною, можуть суттєво відрізнятися [1; 2].

Визначення показників штормової активності в останні роки привертає увагу багатьох вчених, зокрема в зв'язку зі змінами клімату [3]. В північно-західній частині Чорного моря розташо-

вані найважливіші морські порти України (Одеса, Чорноморськ та Южний), а вплив згінно-нагінних коливань рівня на їх роботу є суттєвим. Тому вивчення цих процесів, а також спроба розробки методів їх прогнозування представляє значний практичний інтерес, що обумовлює актуальність виконаної роботи.

**Мета роботи** — аналіз згінно-нагінних коливань рівня моря в акваторіях портів Южний та Чорноморськ, встановлення зв'язків між змінами рівня та дією вітру, а також визначення рівнянь для розрахунків згонів та нагонів.

**Вихідні дані та методика досліджень.** Для дослідження використовувалися дані строкових спостережень (00, 06, 08, 12, 18 год.) за рівнем моря, напрямками та швидкістю вітру на станції Чорноморськ за період 2006-2013 рр., та на станції Южний за період 2000-2011 рр., які представлені в таблицях ТГМ. В якості критерію виділення згону або нагону використовувалась запропонована в [4] величина розмаху коливань в 15 см та більше на добу, що відповідає найбільш характерній для цього процесу в Чорному морі величині. На нашу думку ця величина приблизно співпадає з величиною середньоквадратичного відхилення рівня моря в синоптичному діапазоні частот, та є допустимою помилкою при оцінках розрахунків рівня за стохастичними моделями [5]. Використовувалася методика візуального виділення згонів та нагонів за цим критерієм по графіках зміни рівня для кожного місяця року за весь період спостережень окремо для кожної станції. За цими даними формувалися ряди, які в подальшому підлягали статистичній обробці. З візуального аналізу визначалися такі характеристики: дати та строки початку та кінця згону або нагону, їх величина (в см) та тривалість (в годинах), напрям та швидкість вітру (середнє та максимальне значення) за період згонів і нагонів. Методи дослідження, які використовувалися в роботі, це стандартні методи математичної статистики, прийняті в гідрометеорології та океанографії — статистичний, кореляційний, регресійний аналізи.

### ***Статистичні характеристики згінно-нагінних коливань рівня моря на станціях Чорноморськ та Южний***

В роботі [6] було виконано аналіз інтенсивності згінно-нагінних коливань рівня на різних станціях північно-західній частини Чорного моря. Дослідження показали, що на станціях Чорноморськ та Южний повторюваність нагонів, які не перевищують 30 см відносно середнього місячного значення складає

72 та 76 % відповідно, а повторюваність згонів такої інтенсивності на двох станціях є приблизно однаковою та досягає 65 %. Повторюваність нагонів інтенсивністю вище за 30 см (значні нагони) на станції Чорноморськ складає 28 %, а на станції Южний — 24 %, а згонів такої інтенсивності — 34-35 %. Для дуже значних (більш 50 см відносно середнього рівня) нагонів повторюваність складає 2 % випадків на станції Чорноморськ, та 1 % випадків на станції Южний, але ж для згонів такої інтенсивності повторюваності досягають 5 та 7 % відповідно. Таким чином, на двох станціях повторюваність незначних нагонів перевищує аналогічні згони, а значних та дуже значних згонів, навпаки, перевищує повторюваність аналогічних нагонів. Такий характер згінно-нагінних коливань рівня моря обумовлено співвідношеннями напрямів діючого вітру та конфігурації берегової смуги. Порти Чорноморськ та Южний розташовано у мілководних районах північно-західній частини моря, тому найбільші згони й нагони формуються тут під дією вітру, направлено переважно перпендикулярно до лінії берега. Аналіз показав, що на станції Чорноморськ підйоми рівня моря спостерігаються при південному та південно-східному вітрах, середні швидкості таких вітрів складають 8-9 м·с<sup>-1</sup>, а максимальні досягають 15-17 м·с<sup>-1</sup>. Спади рівня виникають переважно при північно-західному та західному вітрах, середня швидкість яких становить 9-10 м·с<sup>-1</sup>, а максимальна досягає 19-22 м·с<sup>-1</sup>. На станції Южний підйоми рівня моря спостерігаються при південних, південно-східних, східних вітрах. Середні швидкості таких вітрів складають 12-15 м·с<sup>-1</sup>, а максимальні досягають 20-28 м·с<sup>-1</sup>. Спади рівня спостерігаються при західних, північно-західних і північних вітрах. Середня швидкість вітру становить 15-17 м·с<sup>-1</sup>, а максимальна досягає 20-28 м·с<sup>-1</sup>. Таким чином, на обох станціях вітри згінних напрямків сильніші, що є причиною більшого розмаху згонів, в порівнянні з розмахом нагонів.

Розрахунки кількості випадків згонів-нагонів показали, що на станції Чорноморськ за період 2006-2013 рр. спостерігалось 101 випадок підйому і 107 випадків спаду, тобто кількість спадів декілька вище, ніж кількість підйомів. У середньому за цей період за місяць спостерігається 1 випадок спаду и 1 випадок підйому. В осінньо-зимовий період їх кількість підвищується до 6, а у весняно-літній період знижується до 1 випадку в місяць або зовсім не спостерігається.

На станції Южний за період 2000-2011 рр. спостерігалось 270 випадків згонів і 246 випадків нагонів, тобто кількість згонів також трохи вище, ніж кількість нагонів. В середньому за рік спостерігається по 2 випадки нагонів і згонів в місяць. В осінньо-зимовий період їх кількість зростає до 3, а у весняно-літній період знижується до 1-2 випадків на місяць.

Важливою характеристикою мінливості згінно-нагінних коливань є розмах зміни рівня. В середньому за досліджуваний період на станції Чорноморськ розмах підйому рівня становить 34 см, а розмах спаду — 38 см, тобто величина спаду декілька більша, ніж величина підйому. За максимальними значеннями величина спаду досягала 101 см, а величина підйому — 97 см. Протягом року величини підйому і спаду рівня сильно змінюються. В осінньо-зимові місяці (з листопада по березень) розмах підйому в середньому складає 39-45 см, а розмах спаду — 40-47 см. В літні місяці розмах підйому зменшується до 18-27 см, а спаду — 27-45 см.

На станції Южний за досліджуваний період розмах підйому рівня в середньому становить 30 см, а розмах спаду — 34 см, за максимальними значеннями величина спаду досягала 98 см, а підйому — 91 см. Осінню та зимою розмах підйому становить 30-38 см, а спаду — 35-45 см. Літом розмах підйому зменшується до 22-28 см, а спаду — 26-34 см.

Важливою характеристикою згінно-нагінних коливань рівня є тривалість підйомів і спадів. За початок підйому приймалася найнижча точка в положенні рівня моря, а за початок спаду — найвища. Проміжок часу від початку до кінця спаду чи підйому і є тривалістю явища. На обох станціях тривалість підйому рівня склала 33-34 години, а тривалість спадів — 36-38 годин, тобто тривалість спадів декілька вища, ніж тривалість підйомів. Для цієї характеристики також спостерігається сезонна мінливість — найбільші значення припадають на зимовий період та досягають 39-46 годин, найменші — в літні місяці, 22-36 годин.

Для господарській діяльності важливим є прогноз досягнення рівнем критичних позначок. Такими позначками для порту Чорноморськ та Южний прийнято 427 см при спаді і 550 см при підйомі. За період 2008-2013 рр. на станції Чорноморськ спостерігалось 5 випадків небезпечного спаду рівня, а небезпечних підйомів не зафіксовано. На станції Южний за 2000-2011 рр. спостерігалось 8 випадків небезпечного підйому рівня і 6 ви-

падків небезпечного спаду рівня. Всі небезпечні спади рівня спостерігалися в осінньо-зимовий період року (вересень-січень).

В роботі [4] представлено результати чисельних експериментів та їх співставлення з даними натурних спостережень за змінами рівня моря на прибережних станціях, викликаних циклонами, що рухаються над Чорним морем. Було виявлено декілька типів траекторій руху циклонів, які обумовлюють максимальні величини спаду та підйому рівня в пунктах узбережжя. Зокрема, показано, що в Одесі та Чорноморську максимальний спад рівня обумовлено циклонами, що рухаються з заходу, а максимальний підйом рівня — циклонами з траекторією руху з південного заходу.

За досліджуваній період спостерігались випадки виникнення небезпечного явища одночасно на станціях Чорноморськ та Южний. На рис. 1 показана синоптичні карти над Чорним морем за 00 годин 10 листопада 2007 р. (а) та 00 годин 11 листопада 2007 р. (б) [7], які демонструють переміщення на Чорне море південного циклону з Балканського півострова. В першій половині 10 листопада в північно-західній частині Чорного моря спостерігався південний та південно-східний вітер швидкістю 13-18 м·с<sup>-1</sup>, що обумовило підйом рівня на станції Чорноморськ на 37 см, на станції Южний — на 48 см, а на станції Одеса — на 27 см. В другій половині 10-го та першій половині 11-го листопада напрям вітру змінився на західний, північно-західний та посилювався до 17-23 м·с<sup>-1</sup>. На станції Чорноморськ рівень моря за 18 годин (з 12:00 10 листопада до 06:00 11 листопада) знизився з 518 см до 417 см, тобто на 101 см, на станції Южний зниження рівня склало 98 см — з 528 до 430 см, а в Одесі на 87 см — з 507 до 420 см. Тобто у всіх портах було зафіксовано зниження рівня до небезпечних позначок. Таким чином, цей приклад підтверджує, що навіть підчас потужного шторму в портах північно-західній частині Чорного моря розмах підйому рівня значно менше, ніж розмах спаду.

Як відомо з літературних джерел [2], в подальшому циклон перемістився на Азовське море і викликав в Керченській протоці висоту хвилі 3,5-4,0 метри. В результаті шторму в Керченській протоці затонуло 4 судна, 6 сіло на мілину, а 2 танкери отримали пробоїни. В результаті чого в море потрапило 3 тис. т мазуту і близько 6 тис. т сірки. Економічний збиток склав близько 900 млн. доларів.

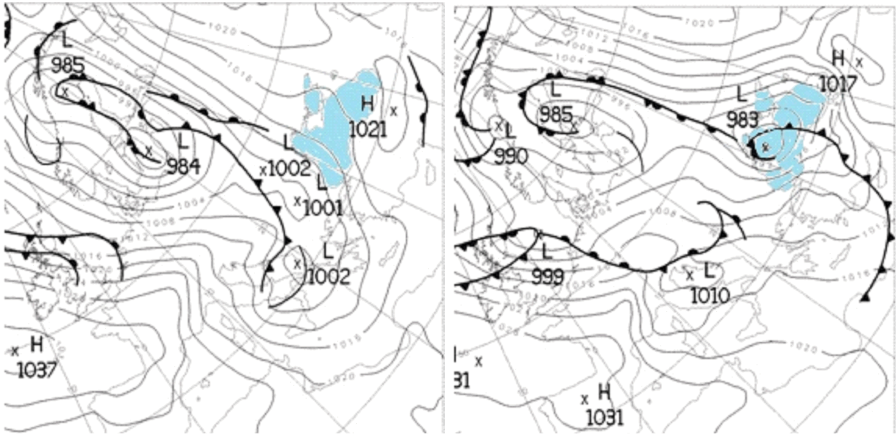


Рис. 1. Синоптична ситуація над Чорним морем за 00 годин 10 листопада (а) та 00 годин 11 листопада (б) 2007 р. [7]

***Статистичні зв'язки між характеристиками вітру та згінно-нагінними коливаннями рівня моря***

Як було показано вище, на станції Чорноморськ підйоми рівня моря спостерігаються в більшості випадків при південному та південно-східному вітрах, а спади рівня — при північно-західному та західному вітрах, тому напрям північний захід - південний схід приймалось як ефективний напрям для розрахунків проєкцій швидкості вітру. На станції Южний в більшості випадків спади рівня спостерігаються при північних, північно-західних та північно-східних вітрах, а підйоми — при південних, південно-східних та південно-західних вітрах, тому для цієї станції ефективним напрямом обрано напрям північ-південь. За формулою

$$П = |V| \cdot \cos \varphi ,$$

де  $|V|$  — модуль швидкості вітру;  $\varphi$  — кут між напрямом вітру та ефективним напрямом, розраховувались проєкції ( $\Pi$ ) швидкості вітру за кожен строк окремо для фази спаду та фази підйому рівня.

При цьому вітри, що обумовлюють підйом рівня ураховуються з від'ємним знаком, а ті, що обумовлюють спади рівня — з позитивним знаком. Так як середня тривалість спадів та підйомів рівня складає приблизно 30 годин, розраховувалась нако-



пичувальна сума проєкцій вітру  $\sum V$  за цей проміжок часу. За цими даними формувався ряд, якій в подальшому використовувався в якості одного з аргументів в рівнянні регресії. Другим аргументом приймалось початкове значення рівня моря окремо для фази підйому та фази спаду. Для визначення рівнянь регресії сформовано ряди наступної тривалості: для станції Южний ряд складає 148 значень для згонів, та 82 значень для нагонів; для станції Чорноморськ ряд складає 52 значення для згонів та 34 значення для нагонів. За цим рядами визначалося рівняння множинної регресії, яке в загальному вигляді є таким:

$$\Delta H = aH_{\text{поч.}} + b\sum V + c ,$$

де  $\Delta H$  — зміни рівня моря підчас спаду, або підйому;  $H_{\text{поч.}}$  — початкове значення рівня моря;  $\sum V$  — сума проєкцій швидкості вітру на ефективний напрям за попередні 30 годин;  $a, b, c$  — коефіцієнти рівняння регресії.

За рівняннями регресії розраховувались зміни рівня для фаз підйому та спаду окремо, порівнювались з фактичними значеннями та розраховувалась забезпеченість розрахунків. За допустиму помилку приймалось значення середньо квадратичного відхилення [5], яке становить 18-24 см. В табл. 1 наведено рівняння регресії змін рівня моря на кожній станції окремо для фази підйому та спаду, множинний коефіцієнт кореляції (R) та забезпеченість (%) розрахунків за рівняннями. Всі коефіцієнти кореляції є значущими на рівні 0,01.

Таблиця 1.

Рівняння регресії для розрахунку змін рівня для фаз спаду та підйому, множинний коефіцієнт кореляції (R) та забезпеченість (%) розрахунків за рівняннями для станцій Чорноморськ та Южний

Станція	Фази змін рівня	Рівняння регресії	R	Забезп. (%)
Чорноморськ	спад рівня	$\Delta H = 0,686 \cdot H_{\text{поч.}} - 0,553 \cdot \sum V + 150,749$	0,77	91
	підйом рівня	$\Delta H = 0,612 \cdot H_{\text{поч.}} - 0,489 \cdot \sum V + 199,981$	0,80	61
Южний	спад рівня	$\Delta H = 0,572 \cdot H_{\text{поч.}} - 0,430 \cdot \sum V + 203,924$	0,71	84
	підйом рівня	$\Delta H = 0,663 \cdot H_{\text{поч.}} - 0,354 \cdot \sum V + 172,075$	0,74	87

Як видно з табл. 1, забезпеченість розрахунків за рівняннями перевищує 80 % для станції Южний. Для станції Чорноморськ для фази спаду рівня забезпеченість перевищує 90 %, а для фази підйому складає всього 61 %, що може бути обумовлено недостатньо довжиною ряду.

### **Висновки**

Аналіз згінно-нагінних коливань моря на станціях Чорноморськ та Южний показав, що в середньому за рік спостерігається 1-2 випадки спаду і підйому рівня на місяць. В осінньо-зимовий період їх кількість підвищується до 4-6, а у весняно-літній період знижується до 1 випадку в місяць, або зовсім не спостерігається.

На станції Южний в середньому за місяць розмах підйому рівня становить 30 см, а розмах спаду 34 см, на станції Чорноморськ в середньому за рік розмах підйому рівня становить 34 см, а розмах спаду — 38 см. Тобто на обох станціях величина спаду декілька більша, ніж величина підйому. Протягом року величини підйому і спаду рівня сильно змінюються. На станції Чорноморськ в осінньо-зимові місяці (з листопада по березень) розмах підйому в середньому складає 39-45 см, а розмах спаду — 40-47 см. В літні місяці розмах підйому зменшується до 18-27 см, а спаду — 27-45 см. На станції Южний восени та зимою розмах підйому становить 30-38 см, а спаду — 35-45 см.

На обох станціях тривалість підйому рівня склала 33-34 години, а тривалість спадів — 36-38 годин, тобто тривалість спадів декілька вища, ніж тривалість підйомів. Для цієї характеристики також спостерігається сезонна мінливість — найбільші значення припадають на зимовий період та досягають 39-46 годин, найменші — в літні місяці, 22-36 годин.

На станції Чорноморськ підйоми рівня моря спостерігаються в більшості випадків при південному та південно-східному вітрах Середні швидкості таких вітрів складають 8-9 м·с<sup>-1</sup>, а максимальні досягають 15-17 м·с<sup>-1</sup>. Спади рівня спостерігаються при північно-західному та західному вітрах, середня швидкість — 9-10 м·с<sup>-1</sup>, а максимальна — 19-22 м·с<sup>-1</sup>.

На станції Южний в більшості випадків спади рівня спостерігаються при західних, північно-західних і північних вітрах, середня швидкість 15-17 м·с<sup>-1</sup>, а максимальна — 20-28 м·с<sup>-1</sup>. Підйоми рівня спостерігаються при південних, південно-східних і

східних вітрах, при цьому середні швидкості вітрів складають 12-15 м·с<sup>-1</sup>, а максимальні 20-28 м·с<sup>-1</sup>. Таким чином, вітри згінного напрямку більш сильні, що є причиною більшого розмаху згонів в порівнянні з розмахом нагонів.

Отримано рівняння регресії для розрахунків змін рівня окремо для фази підйому та фази спаду. Аргументами в рівняннях є початкове значення рівня моря та сума проєкцій вітру на ефективні напрями за попередні 5 синоптичних строків (30 годин). Множинні коефіцієнти кореляції знаходяться в межах від 0,71 до 0,81 та є значущими на рівні 0,01. Забезпеченість розрахунків рівня за отриманими рівняннями складає 60-90 %.

### *Література*

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. — Вып. 1 (Гидрометеорологические условия). — Том 4 (Черное море). — СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. — 430 с.
2. Абузаров З. К., Думанская И. О, Нестеров Е. С. Оперативное океанографическое обслуживание. — М., Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. — 275 с.
3. Гидрометеорологические условия морей Украины. — Т. 2 (Черное море). — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. — 421 с.
4. Горячкин Ю. Н., Иванов В. А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. — 210 с.
5. Руководство по морским гидрологическим прогнозам. — СПб.: Гидрометиздат, 1994. — 521 с.
6. Гаврилюк Р. В., Корнилов С. В. Изменчивость уровня в северо-западной части Черного моря // Вісник Одеського Державного Екологічного університету. — 2016. — № 20. — С. 69-77.
7. URL:<http://meteoweb.ru/>

### *Резюме*

В роботі виконано статистичний аналіз згінно-нагінних коливань рівня моря в акваторіях портів Южний та Чорноморськ за період 2000-2013 рр. Встановлені зв'язки між змінами рівня та дією вітру. На основі регресійного аналізу запропоновано рівняння для розрахунку змін рівня під час спаду та підйому по характеристиках вітру. Виконано розрахунки та оцінено їх забезпеченість.

## РАСТВОРЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ВОДАХ ДНЕПРО-БУГСКОГО ЛИМАНА В АВГУСТЕ 2012 ГОДА ПО ДАНЫМ ЭКСПЕДИЦИИ МГИ НАН УКРАИНЫ

### *Введение*

23-24 августа 2012 года сотрудниками Морского гидрофизического института национальной академии наук Украины (г. Севастополь) была проведена экспедиция в Днепро-Бугский лиман, в рамках которой, наряду с традиционными термохалинными элементами, впервые для данного региона были выполнены исследования трехмерного поля концентрации малоизученного элемента водной среды, — растворенного органического вещества (РОВ).

В настоящей статье представлен анализ структуры этого поля. Выявлены участки с избыточным содержанием РОВ. Оценена степень загрязнения рассматриваемой акватории растворенным органическим веществом искусственного происхождения. Полученный результат сопоставлен с известными литературными сведениями о содержании РОВ в морских и пресных водоемах.

### *Исходные данные и методы исследования*

Съемка выполнена по схеме станций, показанной на рис. 1а, которая покрыла основные физико-географические области рассматриваемой акватории (рис. 1б) [1].

Забортные работы проведены с борта маломерного экспедиционного судна на 20 дрейфовых станциях. Временные затраты на каждую станцию — около 5 минут. Диапазон глубин на полигоне от 1.0 до 8.9 м.

Исходная информация получена при помощи оптического биофизического комплекса “Кондор” [2]. Концентрация РОВ фиксировалась в зондирующем режиме с шагом по глубине 0.1 м.

Экспедиционные работы велись в условиях устойчивого западного ветра скоростью 12-15 м/с.

### *Обсуждение результатов*

В Днепро-Бугском лимане взаимодействуют речные и морские воды с содержанием РОВ, различающиеся в десятки раз. Так, согласно [3], концентрация РОВ в пресноводных природных водоемах колеблется в интервале 20-50 мг/л; в Черном море, по мнению [4], характерная концентрация этого элемента ~ 2 мг/л.

Исходя из этих сведений, можно представить следующую качественную схему распределения РОВ на исследуемой акватории. Западные области Днепро-Бугского лимана, которые свободно сообщаются через пролив (шириною 3.6 км между Очаковским мысом и Кинбурнской косой [5], рис. 1) с открытыми черноморскими акваториями, должны отличаться низким содержанием РОВ, тогда как восточные и северные участки, подверженные влиянию стока рек Днепр и Буг, должны быть насыщенными РОВ.



Рис. 1. Схема станций (а) и основные физико-географические ориентиры (б) Днепро-Бугского лимана [1]

Как показал анализ съемки (рис. 2), реальная ситуация существенно отличалась от ожидаемой, что стало следствием антропогенной нагрузки, которая качественно искажила природное поле содержания РОВ.

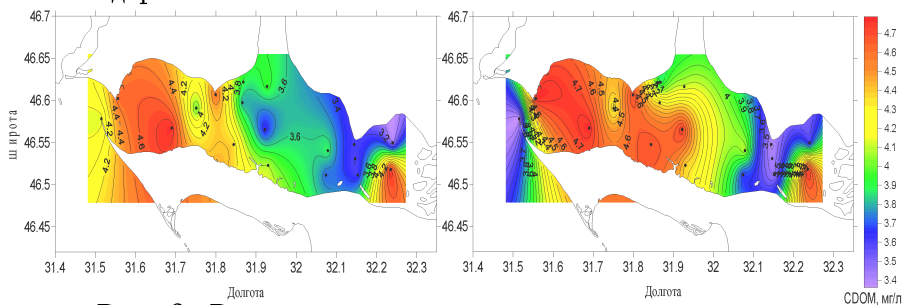


Рис. 2. Распределение концентрации растворенного органического вещества, мг/л в верхнем (а) и придонном слоях (б) вод Днепро-Бугского лимана 23-24.08.2012 г.

Западная часть исследуемой акватории характеризовалась высоким содержанием РОВ, как на поверхности, так и в придонном слое, до 4.4-4.8 мг/л. Абсолютный максимум содержания РОВ наблюдался на западе и северо-западе исследуемой акватории в районе г. Очакова. Локальные максимумы — вдоль густонаселенного серо-западного берега, вблизи пунктов Куцуруб, Дмитровка, Солончаки Тарутино. У юго-западного побережья Днепро-Бугского лимана локальные максимумы концентрации РОВ зафиксированы на участках акватории, примыкавшим к селам Покровское, Васильевка, Геройское.

Интересен ярко выраженный локальный максимум концентрации РОВ на юго-востоке исследуемой акватории, у сел Рыбачье и Забарино (рис. 2). Здесь не было никаких локальных особенностей в структуре халинного поля, и сохранялся пониженный фон солености.

Восточная часть Днепро-Бугского лимана, на большей части побережья которой нет населенных пунктов, за исключением выше упомянутого участка, характеризовалась низким содержанием РОВ (3.0-3.5) и однородностью его поля (рис. 2).

Отметим, что подобная закономерность свойственна участкам крымского побережья [6; 7], где в прибрежных водах в поле концентрации РОВ вблизи населенных пунктов и даже отдельных санаторных корпусов под влиянием сточных вод формируются линзы с антропогенным высоким содержанием растворенной органики, загрязняющих водную среду.

В поле солености на всей акватории не выявлено каких-либо аномалий. Западная часть лимана отличалась высокой соленостью вод, 5.0-8.5 ЕСП на поверхности, 7.0-11.7 ЕСП у дна. Его распресненные восточные области имели низкую соленость 0.2-3.0 ЕСП на поверхности, 0.2-4.0 ЕСП у дна. На траверзе Бугского лимана располагался отчетливо выраженный меридионально ориентированный халинный фронт, разделявший трансформированные морские и речные воды.

Отсутствие связи между концентрацией РОВ и соленостью в водах Днепро-Бугского лимана свидетельствует об антропогенной природе этого вещества, так как в незагрязненных прибрежных водах, согласно [7; 8], между соленостью и содержанием РОВ существует тесная корреляционная обратная связь.

По мнению [6; 7], загрязненные РОВ участки морских акваторий имеют собственные качественные признаки вертикальной

стратификации поля этого вещества. Для них типичен ярко выраженный немонотонный профиль  $POB(z)$  с признаками тонкоструктурных интрузионных образований.

Аналогичные признаки свойственны загрязненным участкам исследуемой акватории (рис. 3). Видно, что преобладающее большинство профилей  $POB(z)$ , относящихся к загрязненным участкам лимана, обладают отмеченными выше признаками.

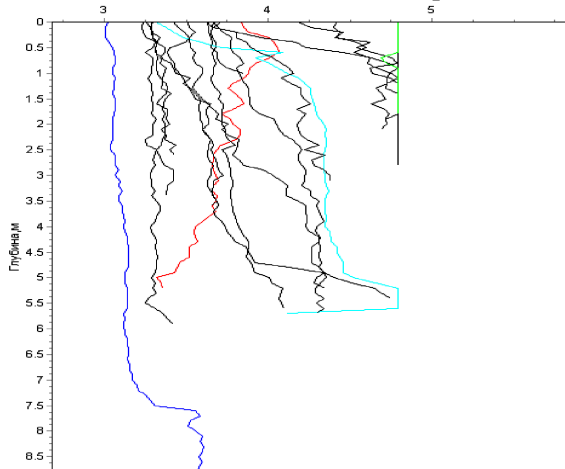


Рис. 3. Вертикальные профили содержания РОВ, мг/л на станциях полигона.

Крайний левый профиль — ст. № 2 в Станиславской яме

Низкое содержание РОВ и относительно “гладкие” профили  $POB(z)$  наблюдались в незагрязненных водах западной части Днепро-Бугского лимана. Это иллюстрирует вертикальное распределение РОВ на ст. № 2 (рис. 1, 3), выполненной в самом глубоком месте (Станиславская яма, рис. 3) исследуемой акватории.

Другой важный результат анализируемых экспериментальных данных — значительное количество РОВ, содержащееся в речных водах (концентрация РОВ здесь 20-50 мг/л [3]), практически, не поступает в Днепро-Бугский лиман.

Это видно на рис. 2, 3, где содержание РОВ на станциях, расположенных в устьях Днестра и Буга, при солености 0.2-0.5 ЕПС не превышает 3.0-4.1 мг/л.

Схожая ситуация типична для реки Дон, в устье которой при солености 0.8 ЕПС в пределах узкой полосы (~0.5 мили) содер-

жание РОВ падает в 3-4 раза по сравнению с концентрацией этого вещества в речной воде [7].

Столь резкое изменение содержания РОВ в устьях рек обусловлено процессом взаимной коагуляции, наблюдаемой при смешении морской и речной воды. При этом ионы солей морской воды адсорбируются на заряженных коллоидных частицах речной воды, в результате чего происходит их коагуляция. По этой причине на дне постепенно скапливается значительное количество ила [9].

### ***Заключение***

На базе данных экспедиции МГИ НАН Украины, выполненной 23-24 августа 2012 года, рассмотрена структура поля концентрации растворенного органического вещества в Днепро-Бугском лимане.

Показано, что основной источник РОВ антропогенной природы в Днепро-Бугском лимане связан с бытовыми и промышленными стоками. Западная часть исследуемой акватории характеризовалась высоким антропогенным содержанием РОВ, как на поверхности, так и в придонном слое. Это вещество в виде локальных максимумов концентрации наблюдалось в районе г. Очаков и других населенных пунктов. Восточная, менее населенная, часть лимана характеризовалась содержанием РОВ, близким к природной норме.

Загрязненные участки исследованной акватории имеют собственные качественные признаки вертикальной стратификации поля концентрации РОВ. Для них типичен немонотонный профиль РОВ(z) с признаками тонкоструктурных интрузионных образований.

Выявлено, что растворенная органика, содержащаяся в водах Днепра и Буга, практически, не поступает на основную акваторию Днепро-Бугского лимана. Это связывают с процессом взаимной коагуляции, наблюдаемой при смешении морской и речной воды, который сопровождается осаждением основной массы РОВ на границе речных и морских вод.

### ***Литература***

1. Щербуха А. Низовье Днепра и Днепро-Бугского лимана. 2012 [http://rybalka-info.in/index.php?option=com\\_content&view=article&id=869:2012-11-21-20-05-25&catid=7:2011-08-19-11-20-42&Itemid=81](http://rybalka-info.in/index.php?option=com_content&view=article&id=869:2012-11-21-20-05-25&catid=7:2011-08-19-11-20-42&Itemid=81)



2. <http://www.ecodevice.narod.ru/turbidimeter/turbidimeter.htm>.
3. Горшкова О. М., Пацаева С. В., Федосеева Е. В. и др. Флуоресценция растворенного органического вещества природной воды // Вода: химия и экология. — 2009. — № 11. — С. 31-37.
4. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море. — К.: Наукова думка, 1971. — 250 с.
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Днепро-Бугский\\_лиман](https://ru.wikipedia.org/wiki/Днепро-Бугский_лиман)
6. Ломакин П. Д., Чепыженко А.И., Чепыженко А.А. Оценка концентрации полей суммарной взвеси и растворенного органического вещества в бухтах крымского побережья на основе данных оптических измерений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. — Вып. 15. — С. 168-176.
7. Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Чепыженко А. А. Поле растворенного органического вещества в Азовском море и Керченском проливе на базе оптических наблюдений // Морской гидрофизический журнал. — 2016, № 5. — С. 76-88.
8. Boss E., Pegau W. S., Zaneveld J. R. V. et al. Spatial and temporal variability of absorption by dissolved material at a continental shelf // J. Geophys. Res. — 2001. — 106, № C5. — P. 9499-9507.
9. <http://chem21.info/info/69623/>

### *Резюме*

На базе данных экспедиции МГИ НАН Украины (г. Севастополь), проведенной 23-24 августа 2012 года в Днепро-Бугский лиман, рассмотрена структура поля концентрации растворенного органического вещества. Выявлены участки с избыточным содержанием этого вещества. Оценена степень загрязнения рассматриваемой акватории растворенным органическим веществом искусственной природы. Проанализированы характерные признаки вертикальной стратификации поля рассматриваемого элемента. Показано, что растворенная органика, содержащаяся в водах Днепра и Буга, практически, не поступает на основную акваторию Днепро-Бугского лимана.

## ОСОБЛИВОСТІ ОПАДОУТВОРЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Вступ.** На фоні регіональних і глобальних змін клімату для півдня України зріс відсоток дуже сильних дощів по відношенню до числа випадків сильних дощів, що свідчить про інтенсивність процесів, що зумовлюють утворення опадів. Постає необхідність додаткового вивчення особливостей синоптичних процесів в атмосфері, які призводять до формування сильних і тривалих опадів [1-2]. Генезис зливових опадів зумовлений аномальним розвитком циркуляційних процесів, серед яких в останні роки домінує циклонічна діяльність на півдні Європи за умов одночасного існування блокуючих антициклонів.

Херсонська область — це територія з континентальним типом річного ходу опадів, при якому сума опадів теплого періоду переважає над сумою опадів холодного періоду і характеризується недостатнім зволоженням. Найменша кількість випадає на узбережжя Чорного й Азовського морів, що пов'язано з бризовою циркуляцією. Регіон дослідження завжди вважався найпосушливішим в Україні. Опади в межах Херсонської області утворюються в результаті проходження атмосферних фронтів, рідше — внаслідок внутрішньомасових процесів. В останні десятиліття виділяється тенденція інтенсивного зростання кількості опадів, коефіцієнту зволоженості при відносно постійному рівні температури повітря [3].

**Матеріали і методи дослідження.** Для дослідження особливостей формування посилених опадів використано щоденні дані бюлетенів погоди поля опадів за градаціями  $\geq 10$ ,  $\geq 20$ ,  $\geq 30$ ,  $\geq 50$  мм за інтервали часу — 6 і 12 годин на території Херсонської області у період 2006-2015 рр.; розглянуто дані 5 метеостанцій області, а саме: Асканія-Нова, Велика Олександрівка, Генічеськ, Нова Каховка, Херсон [4].

**Аналіз результатів дослідження.** Відповідно до визначених градацій, відібрано 125 випадків з опадами. Відмічається приблизно однакова кількість випадків протягом періоду (в середньому 25 випадків) на всіх станціях. Мінімум повторюваності належить Генічеську — 22. Максимум відмічено у Херсоні — 27 випадків (табл. 1).

При цьому переважають опади найменшої градації  $\geq 20$  мм — всього 81 епізод — 65 %, а  $\geq 50$  мм — всього 4 випадки (3 %); на 2-х станціях (Велика Олександрівка та Нова Каховка) такі опади за 10 років взагалі не реєструвалися. У градації  $\geq 30$  мм виділяється ст. Нова Каховка, де відмічається 11 випадків — це максимальне значення серед станцій, а мінімум належить станції Генічеськ — зареєстровано лише 5 випадків.

Таблиця 1.

Загальна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

№	Станції	Градації опадів, мм			Всього
		$\geq 20$	$\geq 30$	$\geq 50$	
1	Асканія Нова	16	8	1	25
2	Велика Олександрівка	17	9	0	26
3	Генічеськ	15	5	2	22
4	Нова Каховка	14	11	0	25
5	Херсон	19	7	1	27
Всього кількість випадків		81	40	4	125

Загальна річна повторюваність наведена у табл. 2.

Таблиця 2.

Річна загальна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

№	Станції	Роки									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Асканія Нова	2	0	5	2	3	1	3	2	4	3
2	В.Олександрівка	2	1	4	0	4	2	1	7	2	3
3	Генічеськ	6	1	0	2	4	4	1	0	2	2
4	Нова Каховка	2	3	2	4	3	0	3	2	5	1
5	Херсон	2	4	3	1	5	2	2	2	0	6
Всього		14	9	14	9	19	9	10	13	13	15

За повторюваністю опадів окремо по роках виділяється 2010 р. — 19 випадків (15 %), така частота опадів представляє інтерес з тієї причини, що цього року відзначалася посилена літня посуха на території Східної Європи і ЄТР, а зимовий період характеризувався сильними морозами при, так званих, східних процесах. Збільшена повторюваність також у 2015 р. — 12 %

(15 епізодів), 2006 та 2008 роки — по 11 % відповідно (14 випадків). Мінімум належить 2007, 2009, 2011 рокам (по 7 %) — лише 9 випадків посилених опадів за даними метеостанцій на Херсонщині.

Розподіл за градаціями наведено у табл. 3. В середині років на станціях спостерігається неоднорідність. Наприклад взагалі не зафіксовані опади 20-50 мм у 2007 р. в Асканії Новій, у 2009 р. у Великій Олександрівці, у 2011 р. у Новій Каховці, у 2008 і 2013 рр. у Генічеську, у 2014 р. в Херсоні. У 2011-2013 рр. на ряді станцій вказані градації опадів досягнуті одноразово. У 2006 р. у Генічеську відмічається 6 випадків посилених опадів градації  $\geq 20$  мм, опадів з інших градацій не відзначено. У 2015 р. в Херсоні зареєстровано 6 випадків посилених опадів.

У 2010 році відмічається аномальна, відносно інших років, збільшена повторюваність опадів градації  $\geq 30$  мм (11 випадків). Така ж ситуація повторюється і в 2012 році — 8 випадків в градації  $\geq 30$  мм.

Сезонний розподіл демонструє табл. 4.

За повторюваністю домінує літо — 65 випадків (47 %). Висока частота припадає також на осінь — 34 епізодів (24 %); вдвічі рідше спостерігалися небезпечні і стихійні опади навесні — 19 випадків (14 %). Мінімум визначає зимові опади — лише 5 випадків (4 %). При цьому у 2006, 2008, 2009, 2011, 2013 та 2014 рр. зимові посилені опади не зареєстровані; а екстремум випадає на 2006 р. (2 випадки). Звертає увагу знижена повторюваність весняних опадів за винятком 2015 р. (6 випадків); у 2007, 2010, 2011, 2014 рр. взагалі не зафіксовано визначених опадів на всіх станціях. Проте, окремо за роками не виділяється чіткого превалювання літніх або осінніх опадів. Так, максимумами літніх опадів виділяються 2013 р. (10 випадків) і 2015 р. (8 випадків). При цьому осінні опади перевершують частоту літніх у 2010 р. — 11 епізодів і у 2014 р. — 8 проти 6 літніх випадків. Але визначається аномальний розподіл у 2012 р. при повній відсутності опадів визначених категорій восени, а також суттєвому зниженню повторюваності осінніх опадів у 2011 р. і 2013 р. — 1 і 2 випадки відповідно. Вочевидь, такі відмінності характеристик спричинені саме особливостями циркуляції вказаних сезонів, а саме — дефіцит опадів зумовлений стаціонуванням антициклонів за типом блокуючого процесу.

Таблиця 3.

Річна повторюваність опадів за градаціями в Херсонській області за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

Рік	Градації опадів, мм	Станції					Всього
		Асканія Нова	Велика Олександрівка	Генічеськ	Нова Каховка	Херсон	
2006	≥ 20	2	2	6	2	1	13
	≥ 30	0	0	0	0	1	1
	≥ 50	0	0	0	0	0	0
2007	≥ 20	0	0	0	3	4	7
	≥ 30	0	1	0	0	0	1
	≥ 50	0	0	1	0	0	1
2008	≥ 20	4	0	0	0	3	7
	≥ 30	0	1	0	2	0	3
	≥ 50	1	0	0	0	0	1
2009	≥ 20	2	3	2	3	0	10
	≥ 30	0	0	0	1	1	2
	≥ 50	0	0	0	0	0	0
2010	≥ 20	0	2	1	1	3	7
	≥ 30	3	2	3	2	1	11
	≥ 50	0	0	0	0	1	1
2011	≥ 20	1	2	4	0	1	8
	≥ 30	0	0	0	0	1	1
	≥ 50	0	0	0	0	0	0
2012	≥ 20	1	0	0	0	1	2
	≥ 30	2	1	1	3	1	8
	≥ 50	0	0	0	0	0	0
2013	≥ 20	2	4	0	2	2	10
	≥ 30	0	3	0	0	0	3
	≥ 50	0	0	0	0	0	0
2014	≥ 20	2	2	1	3	0	8
	≥ 30	2	0	0	2	0	4
	≥ 50	0	0	1	0	0	1
2015	≥ 20	2	2	1	0	4	9
	≥ 30	1	0	1	1	2	5
	≥ 50	0	1	0	0	0	1

Таблиця 4.

Сезонна повторюваність опадів в Херсонській області  
за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

Рік	Сезон	Станції					Всього
		Асканія Нова	Велика Олександр- рівка	Генієцьк	Нова Каховка	Херсон	
2006	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	1	1	1	1	4
	літо	1	1	2	1	1	6
	осінь	1	0	3	0	0	4
2007	зима	0	0	0	1	1	2
	весна	0	0	0	0	0	0
	літо	0	1	0	2	1	4
	осінь	0	0	1	0	1	2
2008	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	1	1	0	0	1	3
	літо	2	2	0	1	2	7
	осінь	1	1	0	2	0	4
2009	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	1	1	0	0	2
	літо	1	2	0	1	1	5
	осінь	1	0	1	0	0	2
2010	зима	0	0	0	0	1	1
	весна	0	0	0	0	0	0
	літо	1	2	2	1	1	7
	осінь	2	2	2	2	3	11
2011	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	0	0	0	0	0
	літо	1	1	3	0	2	7
	осінь	0	0	1	0	0	1
2012	зима	0	0	0	1	0	1
	весна	1	0	1	1	0	3
	літо	2	1	0	1	2	6
	осінь	0	0	0	0	0	0
2013	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	1	0	0	0	1
	літо	2	5	0	1	2	10
	осінь	0	1	0	1	0	2
2014	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	0	0	0	0	0
	літо	2	2	0	2	0	6
	осінь	2	0	2	3	0	8
2015	зима	0	0	0	0	1	1
	весна	1	1	1	0	3	6
	літо	2	2	1	1	2	8
	осінь	0	0	0	0	1	0

Детальну характеристику надає розподіл опадів за градаціями по сезонах — табл. 5. Серед зимових опадів 5 випадків (83 %) припадає на градацію  $\geq 20$  мм, і лише 1 випадок —  $\geq 30$  мм, але тверді опади (сніг) спостерігалися лише тричі — 2 рази у 2010 р. і 1 раз у 2014 р.

Таблиця 5.

Загальна сезонна повторюваність опадів за градаціями в Херсонській області за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

Градації опадів, мм	Сезон	Станції					Всього
		Асканія Нова	Велика Олександрівка	Генічеськ	Нова Каховка	Херсон	
$\geq 20$	зима	0	0	0	2	3	5
	весна	4	2	3	1	4	14
	літо	8	12	6	7	9	42
	осінь	4	3	6	4	3	20
$\geq 30$	зима	0	0	0	1	0	1
	весна	0	2	1	2	1	6
	літо	5	6	2	4	5	22
	осінь	3	1	2	4	1	11
$\geq 50$	зима	0	0	0	0	0	0
	весна	0	0	0	0	0	0
	літо	1	0	1	0	0	2
	осінь	0	0	1	0	1	2

Навесні посилені опади мають пік у найнижчій категорії  $\geq 20$  мм — 14 випадків (серед яких ст. Асканія Нова та Херсон — 4 епізоди), 6 —  $\geq 30$  мм, випадки СГЯ  $\geq 50$  мм не відмічались. У розподілі опадів літнього періоду також домінує градація  $\geq 20$  мм — 42 випадки (64 %), за рахунок злив конвективного походження висока повторюваність градації  $\geq 30$  мм — 22 (32 %). Опади восени типово мали перевагу у градації  $\geq 20$  мм — 20 випадки (54 %), а у градації  $\geq 30$  мм — майже удвічі рідше — 11 (30 %). Визначалося 2 випадки стихійних опадів  $\geq 50$  мм. За станціями влітку виокремлюється Велика Олександрівка — 12 випадків у градації  $\geq 20$  мм, у градації  $\geq 30$  мм — 6 випадків у Великій Олександрівці, 5 — в Асканії Новій і Херсоні; восени найвища повторюваність зафіксована в 6 випадків в Генічеську, також у найнижчій категорії.

Найбільша кількість опадів припадає на літні місяці — 65 випадків, причому 57 випадків (88 %) припадає на червень (28) та липень (29) — табл. 6. Найменша кількість опадів відзначається у зимовий період — всього 6 випадків, по 2 в кожному місяці. Восени відмічається більша кількість опадів, ніж весною — 34 випадки проти 20 відповідно.

Таблиця 6.

Загальна місячна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006-2015 рр. (кількість випадків)

Станції	Місяці											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Асканія Нова	0	0	0	1	3	5	6	3	4	2	1	0
Велика Олександрівка	0	0	0	2	2	6	11	1	3	1	0	0
Генічеськ	0	0	2	0	2	5	2	1	4	4	2	0
Нова Каховка	1	1	0	1	2	5	4	2	4	4	0	1
Херсон	1	1	0	2	3	7	6	1	1	2	2	1
Всього	2	2	2	6	12	28	29	8	16	13	5	2

Місячний розподіл за станціями виділяє певні особливості. Так, у Великій Олександрівці зазначені опади спостерігалися лише у теплий період року; висока частка вересневих і жовтневих опадів у Генічеську і Новій Каховці, а у зимові місяці фіксувалися лише одноразово, при цьому на інших станціях зимових опадів вказаних градацій не було. Відповідно до кліматичних показників найсухішого місяця серпня, частка опадів суттєво зменшується всього до 8 випадків.

За період дослідження зафіксовано 4 випадки опадів  $\geq 50$  мм: Асканія Нова 17.07.2008 р. — 96 мм/6 годин — злива; Генічеськ 12.11.2007 р. — 50 мм/6 годин — зливовий дощ і 24.09.2014 р. 53 мм/12 годин — зливовий дощ; Херсон 09.10.2010 р. — 67 мм/12 годин зливовий дощ.

Цікавим є факт, що обидва випадки СГЯ у Генічеську 11.11.2007 р. і 24.09.2014 р. сформувались у практично ідентичному за структурою приземному баричному полі, при однаковому типі синоптичного процесу — у системі “пірнаючого цикло-ну”, що переміщувався зі Скандинавії (рис. 1-2).



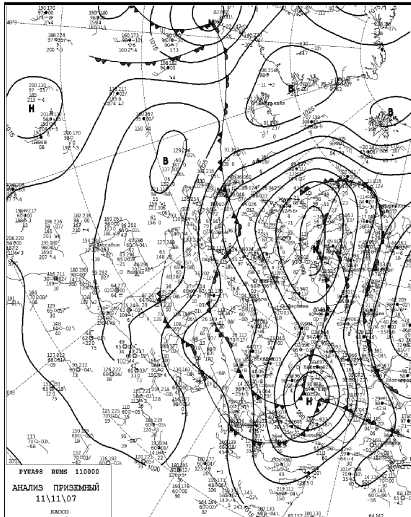


Рис. 1. Приземна карта погоди 11.11.2007 р., 00 ВГЧ

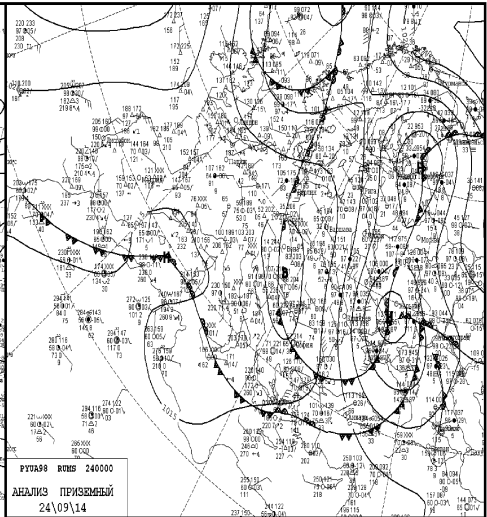


Рис. 2. Приземна карта погоди 24.09.2014 р., 00 ВСЧ

Пірнанням сприяли дві поширені за площею області високого тиску, суміжні з циклоном, що визначали його траєкторію — одна над Атлантикою, заходом і центром Європи, друга, масштабна, простиралася від ЄТР упритул до Далекого сходу і відповідала сибірському максимуму, який вже сформувався на ці календарні строки. Стихійні зливи в обох випадках сформувалися у системі холодного фронту.

СГЯ в Асканія Новій 17.07.2008 р. виникло у системі висотного циклону при досить розмитому приземному баричному полі, що типово для літнього періоду — циклонічна діяльність над перегрітим материком послаблена і опади, здебільшого, носять внутрішньомасовий характер — потужні зливи сформувалися у надвечірні строки при достатньому розвитку конвекції на фронті оклюзії.

Стихійні опади у Херсоні 09.10.2010 р. сформувалися у системі високого циклону над Чорним морем. При цьому за даними висотних термобаричних полів мав місце блокуючий процес над Європою за конфігурацією поля “омегаподібний гребінь” (рис. 3).

Потужна гребенева структура сприяла стаціонаванню циклону на півдні країни і загостренню фронтальної діяльності. Відмічено СГЯ за швидкістю вітру в Генічеську — 25 м·с<sup>-1</sup>;

загалом по Херсонській області посилені опади відзначалися протягом доби на всіх станціях, так, за ніч: Каховка — 36 мм, Генічеськ — 33 мм, Асканія Нова і Стрілкове — по 32 мм, Хорли — 28 мм; Херсон — 25 мм, Нижні Сірогози — 23 мм, Бехтери — 21 мм, за день стихійна сума реєструвалася лише в Херсоні (67 мм/10 год.), по області опади не перевищували 9 мм.

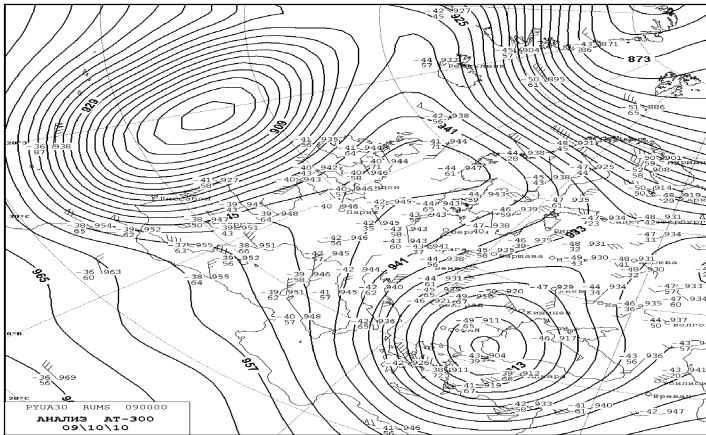


Рис. 3. Карта АТ-300 09.10.2010 р., 00 ВСЧ

**Висновки.** За період 2006-2015 рр. по Херсонщині переважають опади найменшої градації  $\geq 20$  мм — 65 %; річна повторюваність виділяє максимум у 2010 р. (15 %); домінують літні опади. При збільшенні опадів на півдні країни в останні десятиріччя під впливом південних циклонів, виокремлюється висока повторюваність опадів у Херсонській області у вересні і жовтні — 13 і 10 % відповідно. Усі стихійні опади мали фронтальне походження.

### Література

1. Кульбіда М. І., Олійник З. Я., Паламарчук Л. В., Галицька Є. І. Аналіз режиму опадів на території України за десятиріччя 2002-2011 рр. // Фізична географія та геоморфологія. — Вип. 1(69). — К.: Обрії, 2013. — С. 127-138.
2. Татарчук О. Г., Тимофеев В. Є. Характеристика найбільшої місячної кількості опадів на території України в умовах сучасного клімату // Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Географія. — 2015. — Вип. 1 (63). — С. 33-37.

3. Чорний С. Г. Сучасні зміни клімату на Херсонщині / *Натураліст (довкілля) [Електронний ресурс]* / С. Г. Чорний, Г. І. Тищенко, Н. С. Кувавіна. — Режим доступу до журн.: <http://proeco.visti.net/naturalist/ecology/clim.htm>.
4. <http://rp5.ua/Погода> в мире

УДК 551.515.1

*Сумак Е. Н., Семенова И. Г.*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕНСИВНОГО ЗИМНЕГО ЦИКЛОНА НАД БЕЛАРУСЬЮ**

### *Введение*

Республика Беларусь находится в центре Восточной Европы, занимая западную окраину Восточно-Европейской равнины в бассейнах верхнего течения Немана, среднего течения Днепра, Припяти и Западной Двины. Равнинный характер территории страны способствует проявлению устойчивой широтной зональности в природных явлениях, в том числе и беспрепятственному проникновению и продвижению воздушных масс различных направлений [2]. Основные черты климата Беларуси определяются географическим положением страны в средних широтах, относительной близостью к Атлантическому океану и преобладающим западным переносом воздушных масс. С западным переносом со стороны Атлантического океана вместе с циклонами, образующимися на полярном и арктическом фронтах, приходят на территорию Беларуси морские умеренные воздушные массы. В среднем за год на территорию Беларуси смещаются или непосредственно над ней формируются 15-16 антициклонов. Циклоническая циркуляция оказывает воздействие на погоду в среднем около 216 дней в году [3]. Циклоны имеют как фронтальное происхождение, так и могут возникать локально в результате неравномерного нагревания земной поверхности.

Особенно интенсивными бывают циклоны в зимний период. На территорию Беларуси перемещаются циклоны всех основных типов, характерных для Европы: западные, северо-западные и южные [2; 5]. Их перемещение сопровождается резким и продолжительным ухудшением погодных условий: снегопадами, метелями, гололедом и налипанием мокрого снега. Заблаговременное предсказание таких условий возможно при тщательном анализе

всего аэросиноптического и спутникового материала в сочетании с эффективным использованием численных данных ведущих прогностических центров. *Целью* данной работы является комплексный анализ эволюции интенсивного циклона “Даниэлла”, который переместился на территорию Беларуси 11-13 января 2016 г., с использованием полей гидродинамических характеристик.

### ***Материалы и методы исследования***

Для анализа процесса эволюции циклона были использованы синоптические карты от центров Москва и Оффенбах, обработанные комплексом GisMeteo в Республиканском центре по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды республики Беларусь (г. Минск), а также данные срочных станционных наблюдений и штормовые оповещения по территории Беларуси.

Для анализа количественных характеристик и оценки их роли в эволюции циклона “Даниэлла” использовались материалы спутникового анализа и поля гидродинамических характеристик (адвекция температуры, относительный вихрь скорости, дивергенция) от Европейского центра среднесрочных прогнозов (ECMWP), которые предоставляются к использованию в удобной форме от EUMETSAT (<http://212.232.25.232/MapView.html>).

### ***Результаты и их анализ***

Синоптическая ситуация, предшествующая образованию циклона “Даниэлла”, характеризовалась наличием 10 января 2016 г. над севером Британских островов малоподвижного глубокого циклона с давлением в центре 972 гПа. На холодном фронте на южной периферии циклона, к западу от Пиренейского полуострова, в Атлантике образовалось волновое возмущение (1002 гПа) (ИК-снимок на рис. 1).

На уровне 500 гПа (рис. 1) над Британскими островами располагался высотный циклон, на его южной периферии, где наблюдалась циклоническая кривизна изогипс, дельта высотной фронтальной зоны (ВФЗ) была выражена относительно слабо. На совмещенном спутниковом снимке можно видеть, что фронтальная волна лежит в циклогенетическом районе.

В следующие полусутки волна смещалась по потоку в северо-восточном направлении, через Бискайский залив, и вышла 11 января в 00 UTC на юго-западные районы Франции. При этом падение давления у вершины волны составило 3-4 гПа/3 ч. В

течение суток 11 января волновой вихрь смещался в северо-восточном направлении, в зоне больших барических градиентов, через южные районы Германии, Чехию и 12 января (00 UTC) над юго-восточными районами Польши произошла регенерация волны, в результате чего циклон углубился до 987 гПа (рис. 2). Циклон имел обширный теплый сектор с температурами воздуха +5...+10 °С, в то время как в тыловой части, за холодным фронтом, температура воздуха понизилась до 0 °С.

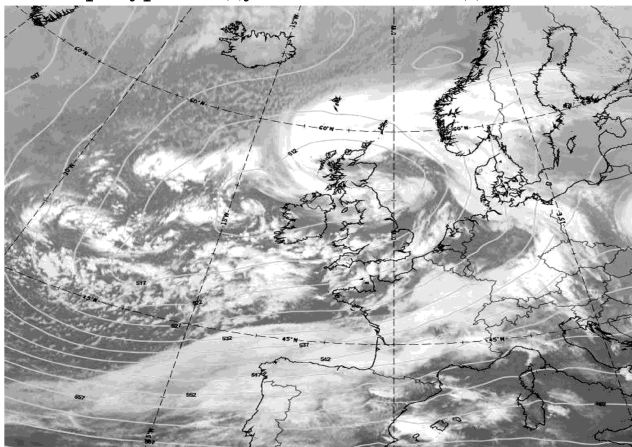


Рис. 1. ИК-снимок и изогипсы АТ-500 гПа, 10.01.2016 г. (12 UTC)

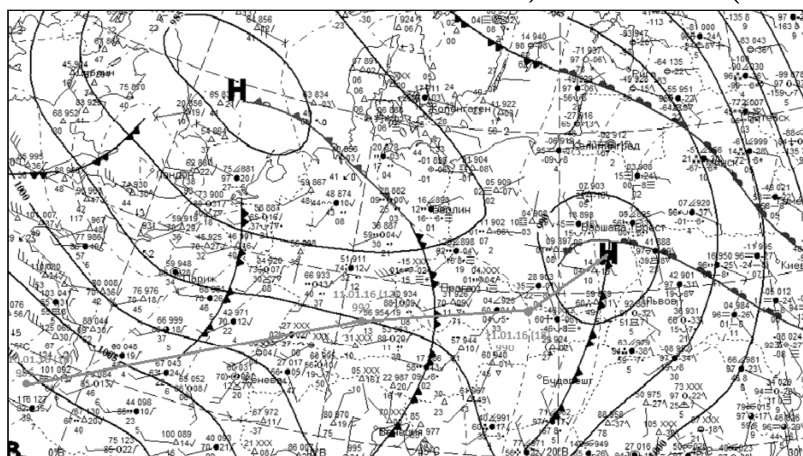


Рис. 2. Приземная карта за 12.01.2016 г. (00 UTC).

Указан путь циклона, начиная с 10.01.2016 г. (серая линия)

В дальнейшем, в течение суток 12 января циклон смещался через территорию Беларуси с юго-запада на северо-восток, определяя очень сложные и контрастные погодные условия в стране. При этом давление в центре циклона, при смещении его над Беларусью, упало на 6 гПа. Циклон приобрел компактный вид, очерчивался двумя изобарами (рис. 3). В теплом секторе циклона, в юго-восточной половине страны температура воздуха повысилась до 0...+3 °С. При этом в тылу температура воздуха начала резко понижаться и составила в середине дня -1...-6 °С.

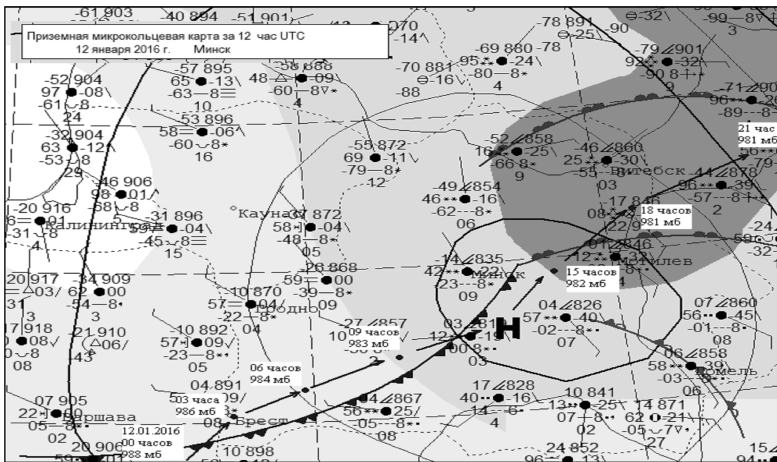


Рис. 3. Приземная карта за 12.01.2016 г. (12 UTC) с траекторией циклона и давлением в центре в процессе перемещения циклона

В высотном поле 12 января над Балтийским морем оформился высотный циклон, в результате чего над территорией Украины образовалась интенсивная дельта ВФЗ меридиональной направленности (рис. 4). И циклон “Даниэлла”, продолжая углубляться, изменил направление к северо-востоку, выходя на территорию Беларуси. Углубление высотной ложбины привело к интенсивному затоку холодного воздуха в тылу циклона и дальнейшему его углублению при выходе на ЕТР. В поле облачности на ИК-снимке видна сложная вихревая структура циклона, состоящая из нескольких облачных спиралей, что свидетельствует о прошедшей регенерации циклона.

В течение ночи 13 января циклон вышел на территорию России, интенсивно углубляясь, и в утренние часы достиг максимальной стадии развития над центральными районами ЕТР, уг-

лубившись до 979 гПа. В следующие полусутки циклон смещался в меридиональном направлении в северные широты, окклюдируясь, давление в центре выросло и 15-16 января над северными районами ЕТР циклон заполнился (рис. 3).

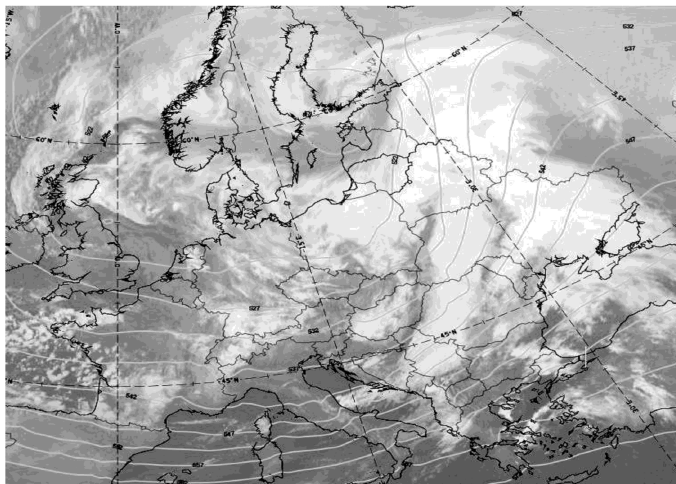


Рис. 4. ИК-снимок и изогипсы АТ-500 гПа, 12.01.2016 г., 06 UTC

Согласно существующим теориям образования внетропических циклонов, благоприятными условиями для развития и углубления циклонов являются следующие [1; 4]: наличие адвекции циклонического вихря в средней и верхней тропосфере, дивергенция в верхних слоях, неоднородная термическая адвекция в районе циклона — адвекция тепла в передней части и адвекция холода — в тыловой части. В высотном термобарическом поле такие благоприятные условия для зарождения и эволюции циклона складываются в передней части высотной ложбины, где осуществляется адвекция циклонического вихря, подъем теплого воздуха в тыловой части высотного гребня и опускание холодного воздуха в области высотной ложбины. Также, в передних частях высотных ложбин и смежных высотных гребнях часто наблюдаются интенсивные тропосферные струйные течения, которые являются дополнительным источником кинетической энергии для развития циклона. В областях струйных течений отмечается подъем теплого и достаточно влажного воздуха на антициклонической стороне и опускание холодного и сухого воздуха на циклонической стороне струйного течения. При интенсив-

ных процессах в струйных течениях может наблюдаться опускание стратосферного воздуха на циклонической стороне струи.

В рассматриваемом циклоне его углублению благоприятствовала положительная адвекция относительного вихря скорости в средней и верхней тропосфере, наблюдаемая над приземным центром в течение всего периода углубления циклона. Наиболее интенсивная зона адвекции вихря соответствовала интенсивной адвекции холода над районами территории Беларуси и в период выхода циклона на Россию (рис. 5). Такой процесс привел к углублению высотной ложбины и усилению циклонической циркуляции у поверхности Земли, а циклон достиг максимальной стадии развития.

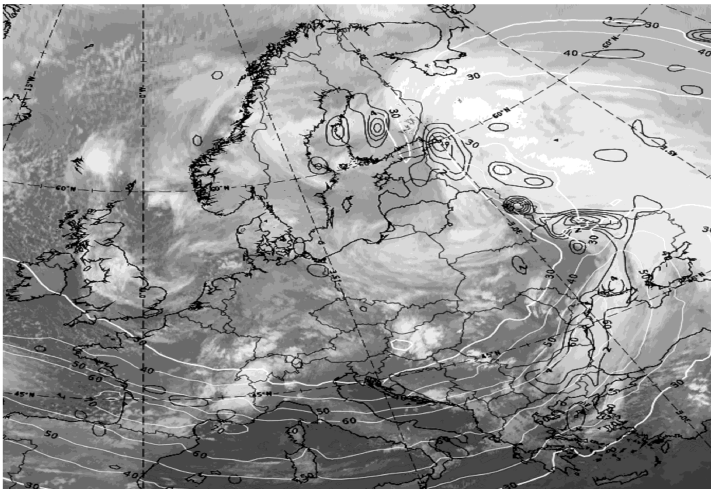


Рис. 5. ИК-снимок и поле адвекции циклонического вихря (темные линии) и изотачи струйного течения (светлые линии) на уровне 300 гПа, 12.01.2016, 18 UTC

Особое внимание привлекает поле адвекции температуры воздуха, интенсивность которой усиливалась при углублении циклона. Регенерация циклона над юго-восточными районами Польши произошла после резкого усиления адвекции холода в тыловой части циклона в нижней тропосфере (рис. 6). На уровне 700 гПа наибольшая интенсивность адвекции холода и тепла соответственно в тыловой и передней частях циклона, наблюдалась в момент максимального развития циклона, после перемещения его за пределы Беларуси.



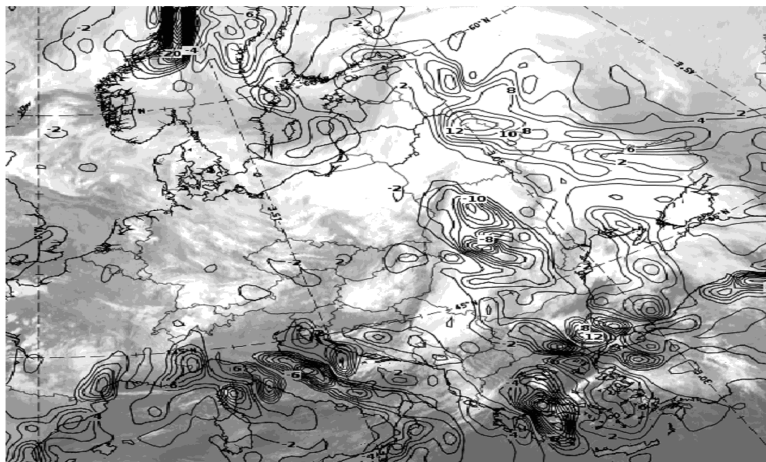


Рис. 6. ИК-снимок и поле адвекции температуры на уровне 850 гПа, 12.01.2016, 06 UTC

Поле дивергенции скорости является весьма сложным и знакопеременным, однако можно отметить, период регенерации циклона “Даниэлла” сопровождался на верхних уровнях более интенсивной конвергенцией в тылу циклона, нежели дивергенцией в его передней части (рис. 7). Это фактор, возможно, стал препятствием к дальнейшему сильному падению давления у земли, так как циклон уже был развит по высоте.



Рис. 7. ИК-снимок и дивергенция на уровне 300 гПа, 12.01.2016, 00 UTC

## *Погодные условия при прохождении циклона “Даниэлла” через территорию Беларуси*

В течение суток 12 января 2016 г. наблюдались сложные погодные условия. Повсеместно прошли осадки. Ночью в юго-западных и центральных районах республики отмечался сильный продолжительный снег — на большей части Брестской, Минской, Витебской и по западу Гомельской и Могилевской областей и местами в Гродненской области выпало от 7 до 16 мм осадков, местами наблюдалась метель, налипание мокрого снега, сложные отложения и гололедные явления. В восточных регионах республики усиливался ветер порывами до 14-18 м/с.

Днем зона сильных снегопадов переместилась на северную половину страны, а по юго-востоку Беларуси осадки выпадали в виде дождя и мокрого снега, отмечались гололедные явления, на дорогах образовалась гололедица. Сложная ситуация отмечалась в Бобруйске, где отмечался ледяной дождь, что привело к образованию гололеда диаметром до 9 мм. Ситуация осложнялась



порывистым ветром. Такое сочетание погодных условий привело к обрыву проводов линий электропередач.

Днем 12 января по северо-восточной половине страны выпало до 10-18 мм осадков, метеостанция Сенно отметила 20 мм осадков в виде снега, порывы ветра по востоку республики достигали 14-17 м/с.

В целом за сутки 12 января (рис. 8) во многих районах страны выпало около половины месячной нормы осадков, на метеостанциях Витебск и Сенно выпало 34 мм осадков в виде снега при месячной норме 38 мм, а в Сенно — 33 мм, в Минске отмечено 25 мм (норма января — 43 мм).

По данным на 9 часов утра 13 января 2016 г. (рис. 9), прирост снежного покрова по северо-западной половине республики составил 10-18 см, местами 20-25 см (в Минске — 21 см).

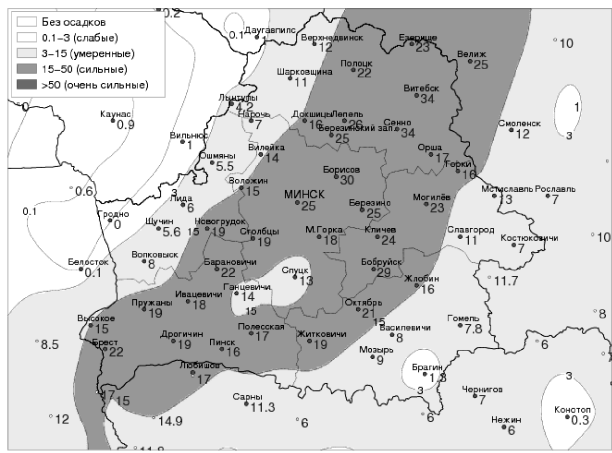


Рис. 8. Распределение количества осадков (мм) по территории Беларуси с 21 ч 11 января до 21 ч 12 января 2016 г.

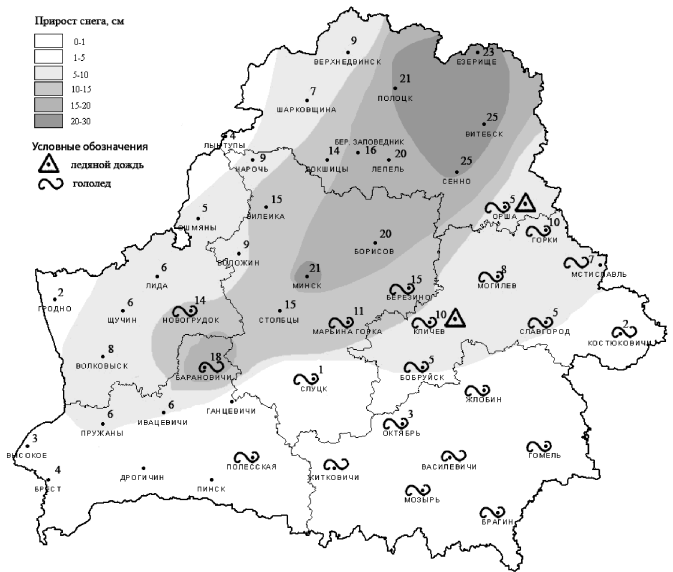


Рис. 9. Прирост снега и распределение гололедных явлений за период 11-13 января 2016г.

**Выводы**

Выполненный анализ эволюции интенсивного зимнего циклона “Даниэлла” с использованием комплекса гидродинамических

параметров показал, что пространственно-временное распределение динамических и термических характеристик атмосферы соответствовало теоретическим представлениям об их роли в эволюции циклонов, а их количественные показатели не превышали характерных значений, что вполне соответствует средней интенсивности развития данного циклона. Таким образом, использование гидродинамических характеристик, полученных в результате объективного анализа полей метеорологических величин, в сочетании со спутниковыми изображениями является надежным инструментом как качественной, так и количественной оценки интенсивности и тенденции развития атмосферных процессов в оперативной синоптической практике.

### *Литература*

1. Воробьев В. И. Синоптическая метеорология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1991. — 616 с.
2. Каропа Г. Н. Физическая география Беларуси: курс лекций для студентов вузов специальности “География”. — Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. — 141 с.
3. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. — Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 1996. — 234 с.
4. Семенова И. Г. Циклони та антициклони помірних широт. Конспект лекцій. — Одеса: ТЭС, 2010. — 80 с.
5. Хандожко Л. А. Региональные синоптические процессы. — Л.: ЛГМИ, 1988. — 104 с.

УДК 551.582.2

*Затула В. И., Затула Н. И.*

### **СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ**

*Вступление.* Рациональное использование климатических ресурсов любой территории требует как можно более полной и глубокой характеристики всего комплекса ее климатических условий, среди которых важное место отводится их изменению в течении года. Годовой ход метеорологических величин является очень важной и востребованной характеристикой климата.

*Постановка и актуальность проблемы.* Сезонные колебания основных метеорологических величин являются *предметом*

*изучения* нескольких поколений ученых, однако поиск наиболее точных и информативных их показателей никогда не прекращался и все еще далек от своего окончательного решения. Это хорошо просматривается и в достаточно продолжительной истории применения гармонического анализа в прикладных метеорологических и климатических исследованиях [4; 8; 10].

Особенности временного хода температуры воздуха в Украине изложены в монографии [5], скорости ветра, облачности, дефицита насыщения, концентраций загрязняющих веществ — в работах [1; 2; 7; 9]. Сравнительная характеристика сезонных колебаний некоторых метеорологических величин для ограниченного количества метеорологических станций Украины представлена в [3].

Основной целью данной работы является выявление и комплексный анализ особенностей годового хода различных метеорологических величин на территории Одесской области методами гармонического анализа.

**Материалы и методы исследования.** В данном исследовании используются данные Климатического кадастра Украины [6] о средних месячных значениях семи различных метеорологических величин на десяти действующих метеорологических станциях Одесской области за стандартный климатологический период 1961-1990 гг. Представленные ниже результаты получены с помощью гармонического анализа средних месячных значений температуры и отдельных элементов влажности воздуха, количества атмосферных осадков, атмосферного давления на уровне станции, скорости ветра. Математическая обработка исходных материалов выполнялась с использованием пакета программ “Microsoft Excel”.

**Основные результаты исследования.** Скрытые периодичности сезонных колебаний средних месячных значений перечисленных выше метеорологических величин выявлялись и оценивались с помощью гармонического анализа, который позволяет любое из двенадцати табличных значений рассматриваемой величины представить в виде среднего арифметического и конечной суммы слагаемых (гармоник) [3]:

$$x_t = \bar{x} + \sum_{i=1}^{n/2} \left[ A_i \sin\left(\frac{2\pi}{P} it\right) + B_i \cos\left(\frac{2\pi}{P} it\right) \right] \quad (1)$$

где  $x_t$  — среднее многолетнее значение величины за  $t$ -й месяц ( $t = 1, 2, \dots, 12$ );  $\bar{x}$  — среднее годовое значение метеорологической

величины;  $P = 12$  мес. — полный период годового колебания величины;  $i$  — порядковый номер гармоники;  $n = 12$  — длина исходного ряда.

Неизвестные значения входящих в (1) коэффициентов Фурье  $A_i$  и  $B_i$  определяются по формулам:

$$A_i = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \left[ x_t \sin \left( \frac{2\pi}{P} it \right) \right], \quad (2)$$

$$B_i = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \left[ x_t \cos \left( \frac{2\pi}{P} it \right) \right] \quad (3)$$

Для последней ( $i = n/2$ ) гармоники  $A_i = 0$ , а  $B_i$  дополнительно делится пополам.

Исходя из значений коэффициентов Фурье, рассчитывается амплитуда каждой отдельной гармоники:

$$C_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2}, \quad (4)$$

где  $C_i$  — амплитуда  $i$ -той гармоники.

Периодические колебания метеорологической величины, обусловленные отдельной гармоникой, можно представить в виде произведения:

$$C_i \cos \left[ \frac{2\pi}{P} (t - t_i) \right], \quad (5)$$

где

$$t_i = \frac{P}{2\pi i} \arctg(A_i/B_i) \quad — \quad (6)$$

фаза, т. е. время наступления максимума  $i$ -той гармоники.

В теории гармонического анализа показано, что дисперсия за счет единичной гармоники составляет  $C_i^2/2$ , за исключением последней, для которой эта дисперсия равняется  $C_i^2$ . Таким образом, вклад отдельной гармоники в общую дисперсию метеорологической величины определяется как

$$f_i = \frac{C_i^2}{2\sigma^2} \cdot 100 \quad (7)$$

где  $f_i$  — вклад  $i$ -той гармоники в общую дисперсию рассматриваемой величины, %;  $\sigma^2$  — общая дисперсия ряда. Для последней гармоники оценка вклада удваивается.

Именно этот показатель использовался для оценки и сравнения особенностей сезонных колебаний некоторых метеорологических величин (табл. 1).

Таблица 1.

Средние оценки вклада отдельных гармоник в общую дисперсию годового хода некоторых метеорологических величин на метеорологических станциях Одесской области

Метеорологическая величина	Гармоника					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Температура воздуха	99,72	0,13	0,12	0,03	0,01	0,01
Количество осадков	35,50	42,11	3,58	5,57	12,06	1,19
Дефицит насыщения	96,03	3,08	0,72	0,13	0,03	0,02
Относительная влажность воздуха	94,90	2,18	2,43	0,36	0,09	0,04
Парциальное давление водяного пара	98,40	1,49	0,06	0,03	0,00	0,00
Атмосферное давление на уровне станции	82,65	5,64	7,90	0,13	2,88	0,81
Скорость ветра	92,21	1,57	1,71	1,70	2,12	0,69
В среднем	85,63	8,03	2,36	1,14	2,45	0,39

Из табл. 1 видно, что сезонный ход таких метеорологических величин как температура воздуха (99,7 %), парциальное давление водяного пара (98,4 %), дефицит насыщения (96,0 %) и относительная влажность воздуха (94,9 %) преимущественно обеспечивают основные гармоники. За редким исключением (дефицит насыщения в Одессе, относительная влажность воздуха в Любашевке), последующие гармоники этих характеристик не настолько значимы, следовательно, их влиянием можно пренебречь. Практически то же самое можно сказать и о скорости ветра, где первая гармоника на шести станциях из десяти обуславливает свыше 95 % общей дисперсии годового хода и еще на трех станциях ее вклад составляет не менее 90 % общей дисперсии. Вместе с тем, в Белгородо-Днестровском этой гармоникой объясняется только 63,5 % общей дисперсии. Отличительной особенностью этой метеостанции является весомый вклад третьей и более старших гармоник с периодом колебаний 4 месяца и меньше.

Третья гармоника производит также весьма значительные возмущения в годовом ходе атмосферного давления (7,9 %), при-

чем они более существенны на севере (Любашевка — 9,6 %) и в центральной части области (Раздельная — 9,0 %).

В случае двухмодального распределения метеорологической величины в течении года существенный вклад в дисперсию имеет вторая гармоника (с периодом 6 мес.) [2]. Так, для атмосферных осадков ее роль (42,1 %) даже превышает роль первой гармоники (35,5 %), а в Одессе (72,6 %) доминирует над остальными гармониками, вместе взятыми. Полугодовая гармоника является определяющей на четырех метеостанциях Одесской области, на остальных шести — она вторая по значимости. Существенно, хотя и не так выражено, ее влияние на сезонные изменения атмосферного давления (5,6 %). Среди четырех представленных в Климатическом кадастре метеостанций, значительные (5-8 %) полугодовые колебания атмосферного давления отмечались на трех станциях, а именно: Любашевке, Раздельной и Одессе.

Четвертая (с периодом 3 месяца) и пятая (с периодом 2,4 месяца) гармоники существенно влияют только на годовое распределение атмосферных осадков (5,6 % и 12,1 %, соответственно), причем в первом случае — за счет четырех метеостанций с относительным вкладом от 6 до 15 %, а во втором — за счет уже семи станций с относительным вкладом от 5 до 41 %. Заметим, что необычно развитая пятая гармоника в сезонном ходе атмосферных осадков наблюдается прежде всего в узкой прибрежной зоне Черного моря: Белгород-Днестровский — 15 %, Измаил — 16 %, Одесса — 20 %, Вилково — 41 %.

Вклад шестой гармоники в общую дисперсию рассматриваемых метеорологических величин на всех станциях гидрометеорологической сети Украины только в исключительных случаях превышает уровень 2-3 %, что свидетельствует об отсутствии квазидвухмесячной периодичности условий их возникновения.

Таким образом, существует некоторое общее правило [3], согласно которому с увеличением порядка гармоники ее роль уменьшается. В частности, существенный вклад (5 % и больше) в общую дисперсию годового хода метеорологической величины сразу нескольких гармоник старшего порядка наблюдается при ослаблении роли первой гармоники до уровня ниже 80-85 % (табл. 1).

Табл. 2 иллюстрирует те же закономерности, но уже в разрезе отдельных метеорологических станций по всей совокупности метеорологических величин (за исключением атмосферного давления на уровне станции, данные о котором на части станций отсутствовали).



Таблица 2.

Средние оценки вклада отдельных гармоник в общую дисперсию годового хода совокупности метеорологических величин на метеорологических станциях Одесской области

Метеорологическая станция	Гармоника					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Любашевка	87,02	7,65	3,26	0,30	1,22	0,55
Затишье	87,88	9,49	1,77	0,33	0,48	0,05
Сербка	89,22	7,84	1,41	0,51	0,98	0,04
Раздельная	86,92	7,93	2,41	0,96	1,47	0,32
Одесса	81,09	12,98	1,73	0,32	3,32	0,57
Белгород-Днестровский	78,82	9,25	3,72	2,00	5,13	1,08
Сарата	89,25	8,10	0,61	0,82	1,12	0,10
Болград	90,72	5,06	0,97	2,26	0,92	0,07
Вилково	81,81	7,71	0,54	2,63	6,93	0,39
Измаил	86,67	6,19	1,71	2,36	2,75	0,31
В среднем	85,94	8,22	1,81	1,25	2,43	0,35

Как видим из табл. 2, распределение величин  $f_i$  на отдельных метеостанциях Одесской области подобно. Среди прочих пунктов наблюдения метеостанция Одесса выделяется только значительным вкладом полугодовой гармоникой, достигнутым преимущественно за счет местных особенностей годового хода атмосферных осадков.

Поскольку первая гармоника определяет обычно более 80 % общей дисперсии рассматриваемых временных рядов, то о наличии максимума и минимума хода метеорологической величины в течении года можно судить по значению фазы первой гармоники. Как пример представлены графики годового хода парциального давления водяного пара (рис. 1) и относительной влажности воздуха (рис. 2).

Так, в Любашевке максимальное значение парциального давления водяного пара наблюдается во второй половине июля ( $t_1 = 7,20$ ), а максимальное значение относительной влажности воздуха — в начале января ( $t_1 = 0,60$ ). В годовом цикле обе величины определяются процессами влагооборота и с некоторым запаздыванием следуют за сезонными изменениями солнечной радиации как определяющего фактора формирования климата.

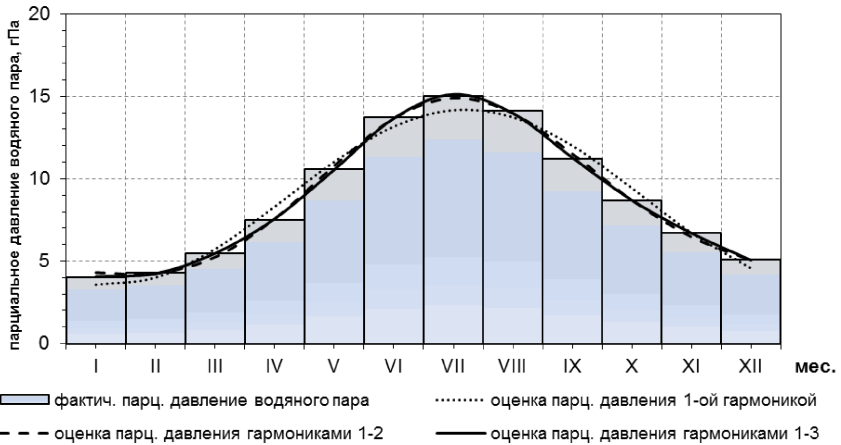


Рис. 1. Годовой ход парциального давления водяного пара в Любашевке

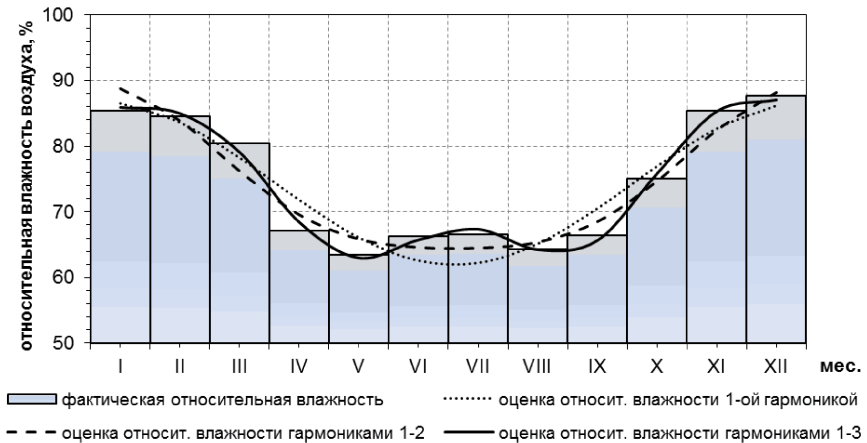


Рис. 2. Годовой ход относительной влажности воздуха в Любашевке

Для наглядности использования гармонического анализа на этих же графиках изображены несколько моделей годового хода рассматриваемых метеорологических величин, учитывающие только первую, первые две и первые три гармоники. Хорошо видно, как учет старших гармоник способствует улучшению статистических оценок средних месячных значений обеих величин, но в случае относительной влажности воздуха это более заметно, поскольку

только после учета третьей гармоники модель правильно показывает наступление примерно равных по интенсивности минимумов относительной влажности в середине мая и во второй половине августа, а также слабого вторичного максимума в середине лета.

По понятным причинам амплитуда первой гармоники лучше других коррелирует с амплитудой годового хода соответствующей метеорологической величины. Так, амплитуда  $C_1$  температуры воздуха колеблется в пределах от 11,5-11,7 °С на побережье Черного моря (Вилково, Одесса) до 12,6 °С на севере Одесской области (Любашевка и Затишье). Амплитуда годовой гармоники количества осадков в прибрежных районах области (Одесса — 0,6 мм, Вилково — 1,4 мм, Белгород-Днестровский — 5,2 мм) значительно ниже, чем вдали от побережья (Любашевка — 13,7 мм). Станция Вилково характеризуется наименьшими в области значениями амплитуды годовой гармоники дефицита насыщения (4,0 гПа) и относительной влажности воздуха (7,7 %). Для сравнения, эти же показатели на отдаленных от морского побережья станциях заметно выше: 4,8-5,4 гПа и до 12,5 %, соответственно. Вполне предсказуемо распределилась амплитуда  $C_1$  парциального давления водяного пара: от 5,3-5,4 гПа в Любашевке и Затишье до 6,7 гПа в Вилково и Белгороде-Днестровском. Весьма незначительной оказалась амплитуда годовой гармоники скорости ветра. Почти на всех станциях Одесской области она составила 0,4-0,7 м/с, а в Белгороде-Днестровском — 0,2 м/с. Во всем регионе слабо выраженными выявились и сезонные колебания атмосферного давления: около 3-3,5 гПа.

**Выводы.** Таким образом, на основании данных стандартных таблиц климатических справочников можно получить важные выводы о степени схожести или различия сезонных колебаний различных метеорологических величин на территории отдельного региона страны по всем аспектам их взаимосвязи. Математический аппарат гармонического анализа рядов дискретных наблюдений обеспечивает надежное выявление и сравнимость количественных оценок скрытых периодичностей годового хода метеорологических величин. Наиболее существенные отличия сезонного хода рассмотренных метеорологических величин на территории Одесской области обусловлены особенностями географического положения станций, в частности удаленностью их от морского побережья.

### *Литература*

1. Затула В. І. Деякі особливості просторово-часового розподілу середньої швидкості вітру на території України / Затула В. І., Горбач Т. М. // Фізична географія та геоморфологія. — 2012. — Вип. 1 (65). — С. 149-156.
2. Затула В. І. Застосування методів кореляційного і гармонічного аналізу для виявлення часової структури місячних рядів хмарності / Затула В. І., Затула Н. І. / Чотирнадцята міжнар. наук. конф. ім. ак. М. Кравчука, 19-21 квітня, 2012 р., Київ: Мат. конф. — Т. 3 (Теорія ймовірностей та математична статистика). — К.: НТУУ “КПІ”, 2012. — С. 55-56.
3. Затула В. І. Гармонічний аналіз сезонних коливань деяких метеорологічних величин на території України / Затула В. І., Затула Н. І. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2014. — Т. 2 (33). — С. 98-103.
4. Исаев А. А. Статистика в метеорологии и климатологии. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 248 с.
5. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
6. Кліматичний кадастр України (електрон. версія) / Держ. гідрометеоролог. служба; УкрНДГМІ; ЦГО. — К., 2006.
7. Куликов В. В. Использование статистических методов при моделировании динамики загрязнения атмосферы / Куликов В. В., Затула В. И. // Сб. трудов Международ. конф. по интервальным и стохастическим методам в науке и технике (Интервал — 92). Москва, 22-26 сентября 1992 г. — М., 1992. — Ч. I. — С. 84-86.
8. Пановский Г. А. Статистические методы в метеорологии / Пановский Г. А., Брайер Г. В. — Л.: Гидрометеоиздат, 1967. — 242 с.
9. Сидоренко А. В. Особливості просторово-часової структури полів дефіциту насичення та їх зв'язок з Північноатлантичним коливанням в умовах сучасного клімату України / Сидоренко А. В., Затула В. І. // Наук. праці УкрНДГМІ. — 2011. — Вип. 260. — С. 95-109.
10. Хргиан А. Х. Очерки развития метеорологии. — Т. I. — Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1959. — 428 с.

## ДИНАМІКА РОЗПОДІЛУ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**Вступ.** Сніговий покрив утворюється в результаті акумуляції снігу на ґрунті в процесі відкладення твердих опадів (сніжинки, крижаний дощ, іній і ожеледь), випадання дощу, коли більша частина опадів згодом замерзає, а також відкладення домішок. Структура, стратиграфія і геометричні характеристики снігового покриву вкрай мінливі в просторі і в часі. Така мінливість обумовлена безліччю факторів: великою різноманітністю метеорологічних умов під час випадання опадів і відразу після сніговідкладення (зокрема, характеристик вітру, температури і вологості повітря); характером і частотою хуртовинних процесів у період сніговідкладення; метеорологічними умовами в періоди між снігопадами (у цьому випадку радіаційний обмін визначає зміна структури, щільності та оптичних властивостей снігового покриву, а вітрова діяльність може сприяти виникненню процесів сальтації і перевідкладення снігу, і також зміни його щільності і структури); характером процесів метаморфізму і абляції, які визначають зміну фізичних характеристик снігового покриву в порівнянні з характеристиками свіжовипавшого снігу; поверхневим рельєфом, фізико-географічними умовами та рослинним покривом.

Просторова мінливість снігового покриву зазвичай розглядається у трьох масштабах.

1. *Макромасштаб*, або регіональний масштаб: простір площею до  $10^6$  км<sup>2</sup> з відстанню між ізолініями характеристик від  $10^4$  до  $10^5$  м, в залежності від широти, висоти над рівнем моря і орографії; в цьому випадку істотну роль грають динамічні метеорологічні фактори, такі як наявність стоячих хвиль, напрямок орографічних перешкод і ін.
2. *Мезомасштаб*, або локальний (у межах регіонів) масштаб: характерна відстань між ізолініями від  $10^2$  до  $10^3$  м; перерозподіл снігового покриву відбувається в результаті лавинної або вітрової діяльності, а акумуляція снігу залежить від висоти над рівнем моря, ухилу і інших характеристик місцевості, густоти рослинного покриву, видів деревної та трав'янистої рослинності, її висоти та інших геометричних розмірів.

3. *Мікромасштабах*: характерна відстань між ізолініями від 10 до  $10^2$  м, у межах яких відбуваються значні зміни акумуляції, перш за все в залежності від шорсткості поверхні, що впливає на механізм транспортування снігу [1].

До основних факторів, що визначають характеристики снігового покриву, входять форма рельєфу і експозиція поверхні з різними тепловими властивостями і шорсткістю. У районах поширення снігового покриву найбільша товщина снігу характерна для підвітряного боку відкритих водних просторів і навітряних схилів, де снігонакопичення відбувається найбільш інтенсивно. Найменша товщина снігу спостерігається на невеликій висоті на підвітряних південних схилах, на яких найбільше ймовірно втрати снігу на танення. У разі пересіченої місцевості вплив вітру приводить до вкрай неоднорідного розподілу товщини снігового покриву.

У числі фізико-географічних чинників, що роблять істотний вплив на варіації снігового покриву, необхідно відзначити висоту над рівнем моря, нахил, експозицію, шорсткість, а також оптичні та термічні властивості підстильної поверхні. Інтенсивність опадів орографічного походження залежить головним чином від ухилу місцевості і характеристик вітрового потоку і у меншій мірі від абсолютних висот. Інакше кажучи, інтенсивність опадів з насиченої водяною парою повітряної маси прямо пропорційна швидкості підйому повітряної маси і залежить від швидкості вітру і крутизни схилу. Навіть у тих випадках, коли орографія служить основною причиною підйому повітряних мас і повинно очікуватися збільшення інтенсивності опадів з висотою, дані про акумуляцію снігу не завжди підтверджують цю залежність. Крім того, на великих висотах частіше спостерігаються сильні вітри протягом тривалого часу, що призводять до перенесення і перерозподілу снігу.

У районах, топографічно східних зі степами і преріями, де формування снігового покриву обумовлено головним чином проходженням атмосферних фронтів, а поверхня снігу схильна до впливу сильних вітрів, ухил і експозиція є найважливішими характеристиками місцевості, що впливають на розподіл снігу. Товщина снігового покриву вздовж схилу, орієнтованого в напрямку переважаючих вітрових потоків, має тенденцію до зменшення із збільшенням відстані від підшви схилу. У степах і пре-

ріях вершини пагорбів досить часто бувають вільні від снігу в період максимального снігонакопичення на інших ділянках. Снігозборними ділянками в таких районах служать підвітряні схили крутих пагорбів, яри і русла водотоків.

**Методика дослідження.** За методикою, прийнятою в свій час у ГГО, розроблені деякі критерії снігового покриву. День зі сніговим покривом приймають такий, коли не менш половини видимої місцевості станції покрито снігом. Стійким вважають такий сніговий покрив, який лежить не менше місяця з перервами не більше трьох днів підряд або в розбивку; коли перерви в один день на початку зими передують залягання снігового покриву не менш, ніж 5 днів, а перерви в 2-3 дні — не менш ніж 10 днів. Якщо в кінці зими, не більш, ніж через 3 дні після сходу снігового покриву, знову утворюється сніговий покрив, який лежить не менше 10 днів, то таке його залягання вважається неперервним. Якщо за зиму було декілька періодів з стійким сніговим покривом, розділених в часі не більше, ніж 5 днів один від одного, то період від першого дня з стійким сніговим покривом до останнього дня за зиму вважається єдиним періодом з стійким сніговим покривом. Середні багаторічні дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву розраховують тільки в тому випадку, коли кількість днів зі сніговим покривом складає більше 50 % усіх зим, і лише за зими, коли був тільки один період зі стійким сніговим покривом. Всі названі дати снігового покриву за кожен рік заносяться в таблицю, після чого розраховують середні дати і вибирають крайні, тобто найраніші та найпізніші дати [2].

Спостереження за сніговим покривом складаються з щоденних спостережень за зміною снігового покриву і періодичних снігозйомок. При щоденних спостереженнях за сніговим покривом визначають: ступінь покриття околиці станції сніговим покривом (бал); характер залягання снігового покриву на місцевості; структуру снігу; висоту снігового покриву на метеорологічному майданчику або на вибраній ділянці поблизу станції (см). Ступінь покриття снігом околиці станції, характер залягання снігового покриву і структура снігу оцінюються спостерігачем при візуальному огляді околиці станції відповідно до прийнятих шкал. Висота снігового покриву визначається на підставі вимірювань відстані від поверхні землі до поверхні снігового покриву [3]. Для характеристики висоти снігового покриву обчислю-

ють середні значення її не для місяців, а для декад зимових місяців. Ці величини на початку і в кінці зими розраховуються тільки в тому випадку, коли сніговий покрив спостерігався більш ніж у 50 % всіх зим. Середню величину за декаду дістають діленням сумарної висоти за всі роки вибраного періоду на кількість років. Коли ж сніг спостерігався менш, ніж у 50 % зим, то середню висоту за таку декаду не розраховують. Крім середніх декадних висот визначають також і багаторічну максимальну висоту снігового покриву за зиму. Її дістають шляхом осереднення максимальних декадних висот, вибраних з кожного року, незалежно від того, в якому місяці і декаді він спостерігався. Найбільші і найменші декадні висоти снігового покриву по місяцях встановлюють по даних постійної рейки [4].

**Результати дослідження.** Для визначення кліматичних показників розподілу снігового покриву на півдні України було визначено наступні характеристики: середня декадна висота снігового покриву, повторюваність різних висот снігового покриву по декадах (%), повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву (%), дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування стійкого снігового покриву. В дослідженнях використовувалися дані щоденних спостережень за сніговим покривом на метеорологічних станціях Одеської, Херсонської та Миколаївської областей за період з 1996 по 2007 роки. Для виявлення динаміки розподілу снігового покриву по території Одеської області було використано дані з кліматичного довідника 1969 року, в якому описано розподіл снігового покриву за період з 1890 по 1965 роки [4]. Результати досліджень наведено в таблицях.

З табл. 1 видно, що за період 1890-1965 рр. в Роздільній середнє значення складало 15 см, максимальнє — 51 см, мінімальнє — 1 см, а в 1996-2007 роках середнє 5 см, максимальнє — 27 см та мінімальнє — 0 см. В Одесі за даними довідника середнє значення було 5 см, максимальнє — 17 см, мінімальнє 0 см, в 1996-2007 роках середнє складало 3 см, максимальнє — 15 см, а мінімальнє також складало 0 см. В Ізмаїлі за період 1890-1965 рр. середнє значення становило 4 см, максимальнє — 20 см, мінімальнє — 0 см, а в 1996-2007 роках середнє значення дорівнює 4 см, максимальнє — 17 см, мінімальнє — також 0 см. З цього видно, що середні та максимальні значення за даними довідника



більші за значення досліджуваного періоду 1996-2007 років, а мінімальні майже однакові.

Таблиця 1.  
Середня декадна висота снігового покриву (см).

Спостереження за зиму

№	Станція	1890-1965 рр.			1996-2007 рр.		
		сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.
1	Роздільна	15	51	1	5	27	0
2	Одеса	5	17	0	3	15	0
3	Ізмаїл	4	20	0	4	17	0

З табл. 2 видно, що повторюваність висоти снігового покриву в Роздільній за період 1890-1965 рр. на висоті 1-5 см складала 21 %, на висоті 6-10 см — 28 %, на висоті 11-20 см — 30 %, 21-30 см — 15 %, 31-40 см — 3 % та 56-60 см — 3 %. В період дослідження 1996-2007 роки на висоті 1-5 та 6-10 см повторюваність висоти снігового покриву складає 25 %, на висоті 11-20 см — 42 % та 21-30 см — 8 %. В Одесі за даними довідника на висоті 1-5 см спостерігалось 68 % випадків, 6-10 см — 19 % та 11-20 см — 8 %, а в 1996-2007 роках на висоті 1-5 см складає 46 %, 6-10 см та 11-20 см — 27 %. В Ізмаїлі в період 1890-1965 рр. на висоті 1-5 см — 51 %, 6-10 та 11-20 см повторюваність висоти снігового покриву складає 14 %, в 1996-2007 роках на висоті 1-5 см складає 33 %, 6-10 см — 42 % та на висоті 11-20 см — 25 % випадків. В період, який описано в довіднику 1969 р., на станції Роздільна максимальні значення висоти снігового покриву сягають значень 51-60 см, а в період 1996-2007 рр. максимальне значення висоти спостерігається в межах 21-30 см.

Таблиця 2.  
Повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву (%) в різні періоди дослідження

Роки	Станція	Висота снігового покриву (см)							
		0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60
1890-1965	Роздільна		21	28	30	15	3		3
	Одеса	5	68	19	8				
	Ізмаїл	21	51	14	14				
1996-2007	Роздільна		25	25	42	8			
	Одеса		46	27	27				
	Ізмаїл		33	42	25				

Порівнюючи кількість днів зі сніговим покривом за періоди 1890-1965 та 1996-2007 роки (табл. 3), можна зробити наступні висновки. На станції Затишшя за даними довідника спостерігалось 48 днів зі сніговим покривом, а в 1996-2007 роках 54 дні. В Роздільній за період 1890-1965 рр. було виявлено 49 днів, а вже в 1996-2007 роках — 47 днів. В Одесі за даними довідника спостерігалось 34 дні, в 1996-2007 роках менше — 32 дні. В за даними 1969 року в Білгород-Дністровському спостерігалось 28 днів, а в 1996-2007 роках більше — 30 днів. В Сараті спостерігалось 34 дні у період 1890-1965 рр., а в 1996-2007 роках — 31 день. В Болграді за перший період має місце 21 день зі сніговим покривом, а в 1996-2007 роках більше — 35 днів. На станції Вілкове спостерігалось 25 днів у довіднику 1969 року, а в 1996-2007 роках — 26 днів. В Ізмаїлі було виявлено 24 дні зі сніговим покривом за даними довідника, а в 1996-2007 роках — 33 дні. З порівнювального аналізу витікає, що на більшості станцій кількість днів зі сніговим покривом коливається в однакових межах, крім станцій Затишшя, Болград і Ізмаїл. На цих станціях кількість днів збільшилася на 6, 14 та 11 днів відповідно. Порівнюючи відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву можна сказати, що за період 1890-1965 рр. станція Затишшя мала найменшу кількість 55 %, а в 1996-2007 роках 67 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву. В Роздільній за даними довідника було 70 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а в 1996-2007 роках — 75 %. В Одесі за довідником 1969 року спостерігалось 76 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а за період 1996-2007 роки — 75 %. В Білгород-Дністровському в першому періоді має місце 84 %, а в 1996-2007 роках — 75 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву. В Сараті 88 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву в період 1890-1965 рр. і 75 % в період 1996-2007 рр. На станції Болград за даними довідника 1969 року спостерігалось 74 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а в період 1996-2007 рр. — 67 %. На станції Вілкове за довідником 1969 року спостерігалось 90 %, а за 1996-2007 роки — 75 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву. За період 1890-1965 рр. на станції Ізмаїл відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву становив найбільшу кількість 92 %, а в 1996-2007 роках — 58 %. Порівнювальний аналіз дозволяє зробити наступні висновки. На станціях Затишшя і Роздільна відсоток зим з відсутністю стійкого снігового по-

криву збільшився на 12 і 5 % відповідно, на інших станціях цей показник зменшився. Межі цього коливання — від 1 % в Одесі до 34 % на станції Ізмаїл.

З аналізу дат появи снігового покриву можна зробити висновки, що виникнення снігу в період 1996-2007 років відбувається раніше в середньому на місяць (листопад), ніж за даними кліматичного довідника 1969 року (грудень). Порівнюючи дати сходу снігового покриву, можна бачити, що сніговий покрив сходить в період 1996-2007 років пізніше (перша, друга декада березня), ніж за даними довідника (третьа декада лютого, перша декада березня). Це говорить про те, що період поява-схід снігового покриву збільшився в середньому на 20 днів в період 1996-2007 роки.

Дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву вказують, що період зі стійким сніговим покривом в середньому зменшується: грудень-березень (за даними довідника) і січень-березень (період 1996-2007рр.).

Для виявлення динаміки розподілу снігового покриву по території Миколаївської області було використано дані з кліматичного довідника 1969 року, в якому описано розподіл снігового покриву за період з 1890 по 1965 роки [4].

З табл. 4 видно, що за період дослідження 1996-2007 роки на станції Вознесенськ максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігається у першій декаді лютого (8 см), мінімальна — в першій та третій декаді листопада, в першій декаді грудня і в першій декаді квітня (0 см). За даними кліматичного довідника максимальна середня декадна висота снігового покриву на станції Вознесенськ дорівнює 5 см і спостерігається у другій та третій декадах січня та в першій декаді лютого. Таке розподілення середньої висоти снігового покриву на станції Вознесенськ свідчить про те, що даний кліматичний показник збільшився у періоді дослідження у порівнянні з даними довідника. Максимальна середня декадна висота снігового покриву (5 см) на станції Миколаїв спостерігається в третій декаді січня, мінімальна — в першій та третій декаді листопада та в першій декаді грудня (0 см). За даними кліматичного довідника максимальна середня декадна висота снігового покриву на станції Миколаїв дорівнює 4 см і спостерігається у другій та третій декадах січня. Такий розподіл середньої висоти снігового покриву на станції Миколаїв вказує на те, що даний кліматичний показник збільшився у період дослідження у порівнянні з даними довідника.

Таблиця 3.

Дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування снігового снігового покриву за різні періоди дослідження

Роки	Станція	Число днів зі сніг. покрив.	Дати появи снігового покриву			Дати утворення снігового покриву			Дати руйнування снігового покриву			Дати сходу снігового покриву			Відсоток зим з відсутністю ст. сн. покр.	
			серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня		
1890-1965	Затишся	48	5 XII	17 I	-	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	17 IV	55
	Роздільна	49	29 XI	25 X	1 I	▪	14 XII	-	▪	22 III	10 III	9 I	11 IV	70		
	Одеса	34	10 XII	25 X	23 II	▪	17 XII	-	▪	17 III	10 III	3 I	18 IV	76		
	Б-Дністр	28	16 XII	11 XI	21 I	▪	4 XII	-	▪	3 III	10 III	10 II	30 III	84		
	Сарата	34	12 XII	-	-	▪	-	-	▪	-	-	5 III	-	-	88	
	Болград	21	21 XII	-	-	▪	-	-	▪	-	-	24 II	-	-	74	
	Вілкове	25	25 XII	-	-	▪	-	-	▪	-	-	4 III	-	-	90	
	Ізмаїл	24	14 XII	1 XI	9 II	▪	-	-	▪	-	-	27 II	28 XI	31 III	92	
	Затишся	54	15 XI	11 XI	18 XI	▪	1 I	-	▪	9 II	12 III	2 III	27 III	67		
	Роздільна	47	13 XI	5 XI	20 XI	3 I	1 I	-	1 III	22 III	17 III	7 IV	9 IV	75		
1966-2007	Одеса	32	10 XI	5 XI	25 XI	▪	1 I	-	▪	21 II	19 III	7 IV	8 IV	75		
	Б-Дністр	30	23 XI	21 XI	25 XI	▪	25 XI	-	▪	1 III	13 III	7 IV	8 IV	75		
	Сарата	31	14 XI	31 X	25 XI	▪	1 I	-	▪	19 II	11 III	7 IV	8 IV	75		
	Болград	35	10 XI	26 X	25 XI	▪	21 XII	-	▪	9 III	10 III	7 IV	8 IV	67		
	Вілкове	26	23 XI	11 XI	30 XI	▪	1 I	-	▪	3 III	4 III	8 IV	8 IV	75		
	Ізмаїл	33	12 XI	26 X	25 XI	▪	1 I	-	▪	10 III	5 III	8 IV	9 IV	58		

Таблиця 4.

Середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці (см)

Рік	Станція	XI			XII			I			II			III			IV			Спостереження за зиму		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	сер.	макс.	мін.
1996-2007	Вознесенськ	0	1	0	0	1	1	6	7	6	8	6	4	2	2	0				3	13	0
	Миколаїв	0	1	0	0	1	1	4	4	5	4	3	2	3	2	1	•			2	8	0
1890-1965	Вознесенськ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11	30	1
	Миколаїв	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	9	30	1

За період дослідження 1996-2007 роки найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву на станції Вознесенськ складає 13 см, середня за зиму середня декадна висота снігового покриву дорівнює 3 см, найменша за зиму середня декадна висота снігового покриву становить 0 см. За даними довідника найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву на станції Вознесенськ складає 30 см, середня за зиму середня декадна висота снігового покриву дорівнює 11 см, найменша за зиму середня декадна висота снігового покриву становить 1 см. Така динаміка найбільшої за зиму максимальної середньої декадної висоти снігового покриву на станції Вознесенськ свідчить про зменшення даного кліматичного показника у період дослідження 1996-2007 роки. На станції Миколаїв спостерігається такий розподіл. За період дослідження 1996-2007 роки найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву складає 8 см, середня за зиму середня декадна висота снігового покриву дорівнює 2 см, найменша за зиму середня декадна висота снігового покриву становить 0 см. За даними довідника найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву на станції Миколаїв складає 30 см, середня за зиму середня декадна висота снігового покриву дорівнює 9 см, найменша за зиму середня декадна висота снігового покриву становить 1 см. Така динаміка найбільшої за зиму максимальної середньої декадної висоти снігового покриву на станції Миколаїв свідчить про зменшення даного кліматичного показника у період дослідження 1996-2007 роки.

В табл. 5 наведено динаміку повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву (%) в різні періоди дослідження. З табл. 5 видно, що повторюваність висоти снігового покриву на станції Вознесенськ за період 1890-1965 рр. на висоті 0 см відсутня, на висоті 1-5 см — 19 %, на висоті 6-10 см — 34 %, 11-20 см — 36 %, 21-30 см — 11 %. В період дослідження 1996-2007 роки на висоті 0 см — 17 %, на 1-5 см повторюваність висоти снігового покриву складає 49 %, на висоті 6-10 см — 19 %, на 11-20 см — 11 %, на 21-30 см — 4 %. На станції Миколаїв за даними довідника повторюваність висоти 0 см відсутня, 1-5 см становить 46 %, 6-10 см — 25 %, 11-20 см — 20 %, 21-30 см — 9 %, а в період 1996-2007 роки на висоті 0 см складає 16 %, 1-5 см — 60 %, 6-10 см — 18 %, 11-20 см — 6 %. Повторюваність

зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у градації 21-30 см на станції Миколаїв у період з 1996 по 2007 роки взагалі відсутня. Такий розподіл даного кліматичного показника свідчить про зменшення повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву в період 1996-2007 роки.

Таблиця 5.

Повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву (%) в різні періоди дослідження

Роки	Станція	Висота снігового покриву (см)				
		0	1-5	6-10	11-20	21-30
1996-2007	Вознесенськ	17	49	19	11	4
	Миколаїв	16	60	18	6	
1890-1965	Вознесенськ		19	34	36	11
	Миколаїв		46	25	20	9

В період, який описано в довіднику 1969 р., на станції Вознесенськ максимальне значення повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву складає 36 % у градації 11-20 см, мінімальна повторюваність має місце у градації 21-30 см и становить 11 %. В період 1996-2007 рр. максимальне значення повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву складає 49 % у градації 1-5 см, мінімальна повторюваність має місце у градації 21-30 см и становить 4 %. Можна зробити висновок, що максимальна повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву спостерігається у градації більших висот за даними довідника.

На станції Миколаїв за період 1890-1965 роки максимум повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву 46 % спостерігається в градації висоти 1-5 см, мінімальна повторюваність має місце у градації 21-30 см и становить 9 %. В сучасному періоді дослідження максимальна повторюваність має місце у градації висоти 1-5 см і дорівнює 60 %, мінімальна повторюваність становить 6 % у градації 11-20 см. На станції Миколаїв максимальна повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у часовому розподілі не змінюється.

В табл. 6 наведено дати появи та сходу снігового покриву, а також дати утворення та руйнування снігового покриву за різні періоди дослідження. З таблиці видно, що максимальне число днів

зі сніговим покривом спостерігається на станції Баштанка і складає 48 днів, мінімальне число днів має місце на станції Очаків і становить 28 днів. Такий розподіл спостерігається в періоді дослідження 1996-2007 роки. За даними довідника максимум числа днів зі сніговим покривом спостерігається на станції Вознесенськ і складає 49 днів, мінімальне число днів має місце на станції Очаків і становить 39 днів. З таблиці видно, що кількість днів зі сніговим покривом в сучасному періоді дослідження зменшується у порівнянні з даними довідника. За період дослідження 1996-2007 роки найменший відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву складає 62 % на станціях Вознесенськ та Миколаїв, найбільший відсоток становить 77 % на станції Очаків. За даними довідника мінімум зим з відсутністю стійкого снігового покриву складає 65 % на станції Миколаїв, а максимум має місце на станції Очаків і становить 73 %. Цей кліматичний показник мало змінюється від одного періоду дослідження до іншого. З дат появи снігового покриву видно, що сама рання середня дата у сучасному періоді дослідження спостерігається на станції Вознесенськ (28 листопада), а сама пізня середня дата — на станції Очаків (11 грудня). За даними довідника сама рання середня дата появи снігового покриву спостерігається на станції Миколаїв (4 грудня), а сама пізня середня дата — на станції Очаків (10 грудня). Такі дані кліматичного показника свідчать про те, що поява снігу відбувається раніше у сучасному періоді дослідження. Дата сходу снігового покриву сама рання середня у сучасному періоді дослідження спостерігається на станції Очаків (3 березня), а сама пізня середня дата сходу має місце на станції Миколаїв (7 березня). За даними довідника сама рання середня дата сходу снігового покриву спостерігається на станції Очаків (11 березня), а сама пізня середня дата — на станціях Миколаїв і Баштанка (17 березня). Такі дані кліматичного показника свідчать про те, що схід снігу відбувається раніше у сучасному періоді дослідження. Можна зробити висновок, що період поява-схід снігового покриву є практично незмінним у різні періоди дослідження. Сама рання дата утворення стійкого снігового покриву у сучасному періоді дослідження спостерігається на досліджуваних станціях 1 січня, а сама пізня дата руйнування стійкого снігового покриву на станціях відбувається наприкінці березня. За даними довідника сама рання дата утворення стійкого снігового покриву спостерігається

ся на станціях на початку грудня, а сама пізня дата руйнування стійкого снігового покриву на станціях відбувається також наприкінці березня. Тривалість періоду зі стійким сніговим покривом більша за даними довідника.

Для виявлення динаміки розподілу снігового покриву по території Херсонської області було використано дані з кліматичного довідника 1969 року [4]. З табл. 7 видно, що на станції Сірогози максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігається у другій декаді лютого (8 см), мінімальна — на початку березня: перша, друга декади (2 см). В Асканії максимальна висота (7 см) спостерігається в першій декаді січня, мінімальна — в третій декаді лютого (1 см). В Генічеські спостерігається максимальна середня декадна висота в грудні, січні та в лютому (4 см), мінімальна — в січні і лютому у третій декаді (3 см). На станції Херсон максимальна середня декадна висота спостерігається в лютому в першій декаді (7 см), мінімальна — в лютому в третій декаді (4 см). Найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігалася на станції Сірогози і складає 12 см, найменша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву на всіх станціях і складає 0 см.

Що ж стосується довідника, то на станції Сірогози з 1890 по 1965 роки спостерігалася максимальна декадна висота снігового покриву у третій декаді січня та першій декаді лютого (5 см), а мінімальна — в другій, третій декаді грудня та першій декаді березня (1 см). На станції Асканія максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігалася у другій декаді січня (5 см), а мінімальна — у другій декаді грудня та третій декаді лютого (1 см). В Генічеську максимальна висота снігового покриву спостерігалася у третій декаді січня, та першій і другій декаді лютого (4 см), а мінімальна — у третій декаді грудня, першій декаді січня та першій декаді березня (1 см). На станції Херсон максимальна висота снігового покриву спостерігалася з другої декади січня по третю декаду лютого (2 см), а мінімальна — третю декаду грудня, першу декаду січня та першу декаду березня (1 см). Найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігалася на станції Асканія і складала 41 см, найменша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву на всіх станціях, крім Сірогози, і складає 0 см.



Таблиця 6.

## Дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування

Рік	Станція	Число днів зі сніг. покрив.	Дати появи снігового покриву			Дати утворення снігового покриву			Дати руйнування снігового покриву			Дати сходу снігового покриву			Відсоток зим з відсутністю сніг. покр.
			серед	сама рання	сама пізня	серед	сама рання	сама пізня	серед	сама рання	сама пізня	серед	сама рання	сама пізня	
1890-1965	Вознесенськ	42	28.11	05.11	01.01	•	01.01	06.01	•	01.02	23.03	05.03	28.12	09.04	62
	Баштанка	48	30.11	05.11	01.01	•	01.01	04.01	•	23.02	27.03	06.03	22.12	08.04	69
	Миколаїв	42	03.12	06.11	01.01	•	01.01	04.01	•	23.02	23.03	07.03	29.12	31.03	62
	Очаків	28	11.12	07.11	01.01	•	01.01	02.01	•	19.02	28.02	03.03	22.12	08.04	77
	Вознесенськ	49	07.12	25.10	19.01	•	07.12	-	•	-	22.03	12.03	03.01	11.04	69
	Баштанка	47	08.12	-	-	•	-	-	•	-	-	17.03	-	-	67
	Миколаїв	46	04.12	25.10	18.01	•	03.12	-	•	-	24.03	17.03	04.01	19.04	65
	Очаків	39	10.12	25.10	19.02	•	17.12	-	•	-	18.03	11.03	13.01	18.04	73

Таблиця 7.

## Середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці (см)

Рік	Станція	XI			XII			I			II			III			IV			Спостереження за зиму			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	сер.	макс.	мін.	
1890-1965	Сєрогози				1	1	2	4	5	5	3	3	1								4	12	0
	Асканія				1	2	3	5	4	4	2	1									3	7	0
	Генічеськ						4	4	3	4	4	3									3	8	0
	Херсон							6	5	5	7	5	4								3	11	0
	Сєрогози				1	1	2	4	5	5	3	3	1								9	26	1
	Асканія				1	2	3	5	4	4	2	1									9	41	0
	Генічеськ						1	1	2	4	4	2	1								7	33	0
	Херсон						1	1	2	2	2	2	1								6	13	0

В табл. 8 наведено динаміку повторюваності зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву (%) в різні періоди дослідження.

Таблиця 8.  
Повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву (%) в різні періоди дослідження

Роки	Станція	Висота снігового покриву (см)						
		0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50
1996-2007	Херсон	15	50	5	25	2,5	2,5	
	Асканія	15	60	10	15			
	Генічеськ	5	75	5	15			
1890-1965	Херсон	4	50	18	10	12	4	2
	Асканія	3	30	52	12		3	
	Генічеськ	3	44	44	9			

З табл. 8 видно, що повторюваність висоти снігового покриву на станції Херсон за період 1890-1965 рр. на висоті 0 см складала 4 %, на висоті 1-5 см — 50 %, на висоті 6-10 см — 18 %, 11-20 см — 10 %, 21-30 см — 12 %, 31-40 см — 4 %, 41-50 см — 2 %. В період дослідження 1996-2007 роки на висоті 0 см — 15 %, на 1-5 см повторюваність висоти снігового покриву складає 50 %, на висоті 6-10 см — 5 % та 11-20 см — 25 %, та на 21-30 і 31-40 см — по 2,5 %. В Асканії за даними довідника на висоті 0 см спостерігалось 3 % випадків, 1-5 см — 30 %, 6-10 см — 52 %, 11-20 см — 12 %, 31-40 см — 3 %, а в 1996-2007 роках на висоті 0 см складає 15 %, 1-5 см — 60 %, 6-10 см — 10 % та 11-20 см — 15 %. На станції Генічеськ в період 1890-1965 рр. на висоті 0 см — 3 %, 1-5 см та 6-10 см повторюваність висоти снігового покриву складає 44 %, 11-15 см — 9 %, в 1996-2007 роках на висоті 0 см складає 5 %, 1-5 см — 75 %, 6-10 см — 5 %, 11-20 см — 15 %.

В період, який описано в довіднику 1969 р., на станції Херсон максимальні значення висоти снігового покриву сягають значень 1-5 см, а в період 1996-2007 рр. максимальне значення висоти також спостерігається в межах 1-5 см. На станції Асканія за даними довідника максимум повторюваності 52 % спостерігається в градації висоти 6-10 см, а в сучасному періоді дослідження 60 % повторюваності має місце у градації висоти 1-5 см. Для станції Генічеськ повторюваність 75 % у періоді дослідження 1996-2007 рр. спостерігається на висоті 1-5 см, а за даними довідника на градацію 1-5 см припадає повторюваність 44 %.

Максимальна декадна висота снігового покриву за даними довідника для станції Херсон складає 41-50 см, на відміну від періоду дослідження, де максимум спостерігається на висоті 31-40 см. Такі ж відмінності мають місце і для станції Асканія. За період 1890-1965 рр. максимальна декадна висота снігового покриву складає 31-40 см, а для періоду 1996-2007 рр. максимум висоти спостерігається в градації 11-20 см.

В табл. 9 наведено дати появи та сходу снігового покриву, а також дати утворення та руйнування снігового покриву за різні періоди дослідження. З таблиці видно, що максимальне число днів зі сніговим покривом спостерігається на станції Сірогози і складає 36 днів, мінімальне число днів має місце на станції Хорли (22 дні).

З дат появи снігового покриву видно, що сама рання дата спостерігається на станції Сірогози (28 жовтня), а сама пізня — на станції Хорли (21 листопада). Сама рання дата утворення стійкого снігового покриву спостерігається на станції Асканія (4 листопада), а сама пізня дата руйнування стійкого снігового покриву припадає на станцію Генічеськ (7 квітня). Сама рання дата сходу снігового покриву спостерігається на станції Стрілкове (21 січня), сама пізня (10 квітня) — на станції Сірогози.

Найменший відсоток зим з відсутністю стійкості снігового покриву складає 67 % на станції Херсон, найбільший відсоток складає 98 % на станціях Бехтери та Генічеськ.

Порівнюючи кількість днів зі сніговим покривом за періоди 1890-1965 та 1996-2007 роки, можна зробити наступні висновки. На станції Сірогози за даними довідника спостерігалось 47 днів зі сніговим покривом, а в 1996-2007 роках 36 днів. В Асканії за період 1890-1965 рр. було виявлено 45 днів, а вже в 1996-2007 роках — 29 днів. В Бехтерах за даними довідника спостерігалось 29 днів, в 1996-2007 роках менше — 28 днів. За даними 1969 року в Генічесьькі спостерігалось 38 днів, а в 1996-2007 роках — 34 дні. В Хорлах спостерігалось 37 днів у період 1890-1965 рр., а в 1996-2007 роках — 22 дні. В Стрілкове за перший період має місце 32 дні зі сніговим покривом, а в 1996-2007 роках — 31 день. На станції Херсон спостерігалось 37 днів у довіднику 1969 року, а в 1996-2007 роках — 36 днів. З порівнювального аналізу витікає, що на більшості станцій кількість днів зі сніговим покривом зменшилася у сучасному періоді дослідження

**Таблиця 9.**  
**Дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування**  
**стійкого снігового покриву за різні періоди дослідження**

Роки	Станція	Число днів з сніг. покрив.	Дати появи снігового покриву			Дати утворення снігового покриву			Дати руйнування снігового покриву			Дати сходу снігового покриву			Висоток з ам з відсутністю сніг. покр.
			серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	серед.	сама рання	сама пізня	
1890-1965	Сірогози	36	27 XI	28 X	1 I	•	25 XI	-	•	29 II	20 III	1 III	10 IV	92	
	Асканія	29	17 XI	31 X	1 I	•	4 XI	-	•	2 II	4 III	24 I	26 III	77	
	Бехтери	28	26 XII	7 XI	1 I	•	7 XI	-	•	3 III	12 III	28 II	28 III	98	
	Генічеськ	34	18 XII	16 XI	6 I	•	16 XI	-	•	7 IV	6 III	24 I	30 III	98	
	Хорли	22	23 XII	21 XI	31 I	•	21 XI	-	•	5 III	1 III	17 II	30 III	73	
1966-2007	Стрількове	31	4 XII	16 XI	1 I	•	21 XI	-	•	11 II	3 III	21 I	30 III	87	
	Херсон	36	7 XII	7 XI	1 I	•	20 XI	-	•	15 III	14 III	27 II	8 IV	67	
	Сірогози	47	10 XII	6 XI	14 I	•	15 XII	-	•	7 III	15 III	11 II	11 IV	80	
	Асканія	45	13 XII	6 XI	18 I	•	16 XII	-	•	5 III	14 III	24 XII	18 IV	82	
	Бехтери	29	15 XII	2 XI	15 II	•	-	-	•	-	9 III	24 I	6 IV	83	
1890-1965	Генічеськ	38	12 XII	10 XI	19 I	•	15 XII	-	•	24 III	12 III	4 XII	19 IV	73	
	Хорли	37	15 XII	6 XI	12 II	•	13 XII	-	•	25 III	13 III	28 I	15 IV	79	
	Стрількове	32	20 XII	21 XI	11 II	•	15 XII	-	•	12 III	14 III	9 II	13 IV	84	
	Херсон	37	9 XII	4 XI	14 I	•	13 XII	-	•	8 III	12 III	24 XII	17 IV	79	

Порівнюючи відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву можна сказати, що за період 1890-1965 рр. станція Сірогози мала найменшу кількість 80 %, а в 1996-2007 роках 92 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву. В Асканії за даними довідника було 82 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а в 1996-2007 роках — 77 %. В Бехтерах за довідником 1969 року спостерігалось 83 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а за період 1996-2007 роки — 98 %. В Генічеську в першому періоді має місце 73 %, а в 1996-2007 роках — 98 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву. В Хорлах 79 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву в період 1890-1965 рр. і 73 % в період 1996-2007 рр. На станції Стрілкове за даними довідника 1969 року спостерігалось 84 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву, а в період 1996-2007 рр. — 87 %. На станції Херсон за довідником 1969 року спостерігалось 79 %, а за 1996-2007 роки — 67 % зим з відсутністю стійкого снігового покриву.

### ***Висновки***

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

1. На більшості станцій збільшилась кількість зим з відсутністю стійкого снігового покриву.
2. З аналізу дат появи та сходу снігового покриву можна зробити висновок, що період поява-схід снігового покриву декілька зменшився у сучасному періоді дослідження.
3. Дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву вказують, що період зі стійким сніговим покривом в середньому зменшується.

### ***Література***

1. Грей Д. М., Мейл Д. Х. Снег справочник. — Л.: Гидрометиздат, 1986. — 604 с.
2. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Миротворська Н. К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин. Навч. посіб. — Одеса: ТЕС, 2004. — 150 с.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. — Вып. 3, Ч. 1. — Гидрометеиздат, 1985. — 301 с.
4. Справочник по климату СССР. — Вып. 10. — Л: Гидрометеиздат, 1969. — 696 с.

## МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ФЕНОМЕНУ КЛІМАКСУ КЛІМАТУ ПРИЧОРНОМОР'Я

Динаміка будь-якої екосистеми виявляється в послідовності зміни її станів, тому її можна описати графічно *фазовою діаграмою* (синонім — *фазовим портретом*). Серед багаторічних динамічних змін екосистеми півдня України виділяються її *флуктуація* та *сукцесія*. *Флуктуації* проявляються як коливання станів навколо деяких середньорічних відхилень (тривалість відхилень незначна: 1-3 роки). Причинами флуктуацій є відмінності гідрометеорологічних умов окремих років: умови одних кліматичних зон можуть відхилятися від властивих їм середньорічних норм, які характерні для інших кліматичних зон. *Сукцесії* — це довготривала послідовність змін станів екосистеми, орієнтована на досягнення оптимального для даних аридних умов стану (прогресивна, або автохтонна сукцесія) або внаслідок дії зовнішнього фактору може йти в бік, зворотній від оптимуму (*ретрогресія*, або *алохтонна сукцесія*). Однак невідома тривалість трансформування окремих стадій сукцесій та часу, необхідного, щоб екосистема з ініціального стану змінилась на *клімаксову*.

При послабленні або припиненні дії на екосистему її *лімітуючого фактора* з'являються трансформовані факторні структури. Відбувається спрямована зміна одного стану системи іншим у бік меншої залежності від лімітуючого фактору до *клімаксової системи* (прогресивна, або автогенна сукцесія). При посиленні дії лімітуючого фактору відбувається послідовна зміна стану екосистеми у зворотному напрямку — від клімаксового через серію систем до стану системи, структура якого спрощена фактором максимально можливого (регресивна, або алогенна сукцесія). Екосистеми та їх стани з максимально трансформованими факторними структурами називаються *ініціальними* (як приклад, аридні кліматична зона півдня України).

### *Мозаїка концепцій сукцесій та клімакс*

Важливою відмінністю багаторічної динаміки екосистеми від добової та сезонної є те, що при ній можуть змінюватись як окремі її стани (*кліматична флуктуація*), так і послідовні, циклічні зміни одних систем іншими (*кліматична сукцесія*). Ця тенденція характерна для окремих етапів еволюції сучасного

клімату. Характерно, що досягши цього стану, в екосистемі Причорномор'я України більш чітко *починають проявлятися циклічні зміни*. Такі зміни ще не є еволюційними оскільки вони мають зворотній характер і не приводять до формування принципово нових для цього регіону виду екосистеми (необхідна ознака еволюції). Ці кліматичні сукцесії є проміжними між динамічною та еволюційною формами часових змін екосистем. Вони можуть як підготовлювати еволюцію, так і утримувати екосистему від еволюційних змін.

Для південних умов зовнішнього середовища існує специфічний варіант структури екосистеми, при якому вона максимально позбавлена впливу лімітуючих факторів середовища, тобто може знаходитись в *клімаксовому стані*. Системи, які відрізняються від клімаксової за фактором та ступенем цього відхилення називаються *серійними*. Зміни, які спрямовані у бік поступового зменшення залежності екосистеми від лімітуючих факторів приводять до її *оптимального стану (клімаксового)*. Дослідження найсуттєвіших особливостей багаторічної динаміки екосистем ґрунтується на *концепції сукцесії та клімаксу*. Екосистема специфічна за своїми едафічними умовами, тому вона має власний клімакс і специфічну мозаїку клімаксів (від англ. "*climax-pattern*") [2].

Важливий етап розвитку *концепції сукцесії* ґрунтується на підставі того, що в межах однієї кліматичної області біотичні угруповання з будь-якої початкової стадії через ряд послідовних строго визначених змін одного угруповання іншим придуть до одного кінцевого стану — *клімаксової асоціації*. Така концепція дістала назву *моноклімаксової*. Більш реалістична концепція *поліклімаксова*, яка заключається у тому, що у певному регіоні існує не одна єдино можлива клімаксова асоціація, а кілька різних відповідно до місцевих особливостей рельєфу (кожна система має власний клімакс). Швидкість сукцесії з наближенням до клімаксу може блокуватись внаслідок накладання на сукцесійний процес флуктуаційних змін зовнішніх факторів. Екологічна сукцесія блокується зовнішніми факторами на деяких стадіях і утримується на них дуже довгий час (на кілька сотень років): екосистеми схилів, сукцесія яких блокується внаслідок постійного змиву новоутвореного ґрунтового дрібнозему та гумусу із стрімких схилів.

На жаль, етоцикли екосистеми Причорномор'я не дають уявлення про тривалість їх окремих стадій та часу, необхідного, щоб екосистема з *ініціального* стану змінилась на *клімаксову*. Ці дані

орієнтовні [3; 4; 5]. Тому акліматизаційна мозаїка екосистеми півдня України розглядається як наслідок трансформації, перерозподілу сонячного тепла та атмосферної вологи за місцеположенням. Особливістю кліматичних змін цієї екосистеми є те, що різні її характеристики мають різночастотну динаміку: вологість і температура шарів атмосфери, горизонтів ґрунту змінюються протягом годин, видовий склад біоценозів — десятків років, морфологія рельєфу — сотень і тисяч років. Заміщення системи одного типу системою іншого типу призводить до *еволюції системи*. Зміна в часі значень окремих характеристик системи, яка не призводить до формування нової системи характеризує *динаміку екосистеми*. Системі більш “вигідні” зміни, спрямовані у бік поступового зменшення залежності від лімітуючих факторів, які призводять до її деякого *оптимального (клімаксового) стану*, в якому вона може найбільш ефективно використовувати ресурси зовнішнього середовища.

#### ***Екофізіологічні амплітуди та континууми***

Екосистема Причорномор’я може формуватися та існувати лише в деякому екологічному діапазоні впливу фактору. Аналізуючи етологію даної системи залежно від впливу зовнішніх факторів, виділена її *екологічна амплітуда*. Діапазон впливу фактору, в якому існує певний вид, називають *амплітудою виду*. Розрізняють *екологічну амплітуду* — діапазон існування виду в умовах міжвидової конкуренції та *фізіологічну* (або *потенційну*) — діапазон, який міг би зайняти вид за відсутності конкуренції за ресурс. Фізіологічна амплітуда завжди ширша за екологічну. Наприклад, за фактором тепла (річного радіаційного балансу) екосистема півдня України характеризується 41-56 ккал/см<sup>2</sup> на рік.

Виявлення для екосистеми екологічної амплітуди за кожним із факторів дає змогу встановити ті з них, які найбільш ускладнюють її існування в даних умовах: такі фактори можна назвати *лімітуючими*. Їх вплив на систему полягає в обмеженні як можливостей її формування в даних умовах, так і збереження набутої структури, слабкої стійкості до даного фактору. Поблизу точок мінімальних та максимальних значень екологічної амплітуди системи її стійкість до зовнішніх впливів здебільшого низька. В південному регіоні з такими умовами система займає малу площу і переважно представлена поодинокими невеликими за площею ареалами [4].



З віддаленням від крайніх точок екологічної амплітуди до її центра вплив стає все більш сприятливим, що, зокрема, проявляється в більшій площі, яку займає система в цих умовах. Значення фактора, при якому система займає найбільшу площу, є оптимальним для неї. Здебільшого в зонах оптимуму представлені найбільш типові для даного типу системи її виділи; з віддаленням від неї у властивостях систем поступово нарастають риси систем інших типів — це так званім *класифікаційним континуумом*.

### ***Етологія екосистеми***

Аспект аналізу динаміки системи як послідовності змін їх станів або областей станів під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів має назву *етологія екосистеми (етологічна динаміка)*. Елементами цієї динаміки є окремі стани або області станів, а відношеннями — переходи між ними (добові, сезонні та багаторічні етологічні структури). Сукупність усіх процесів обміну та трансформації речовини та енергії в системі називають *функціонуванням системи (функціональною динамікою)*, елементами яких є елементарні процеси, в результаті чого система здійснює ряд функцій: продукує органічну речовину, забезпечує вологообіг, газообмін, круговорот речовин, тощо. Аналіз часових змін системи отримав назву *хорологічна динаміка*. Відбувається спрямована зміна одного стану системи іншим у бік меншої залежності від лімітуючого фактору до *клімаксової системи (прогресивна, або автогенна сукцесія)*. При посиленні дії лімітуючого фактору відбувається послідовна зміна стану екосистеми у зворотному напрямку — від клімаксового через серію систем до стану системи, структура якого спрощена фактором максимально можливого (*регресивна, або алогенна сукцесія*). Екосистему та її стан з максимально трансформованими факторними структурами називають ініціальною (арідна кліматична зона півдня України).

### ***Кліматичні сукцесії та флуктуації***

Важливою відмінністю багаторічної динаміки екосистеми від добової та сезонної є те, що при ній можуть *змінюватись як окремі її стани (кліматичні флуктуації)*, так і послідовні, *циклічні зміни одних систем іншими (кліматичні сукцесії)*. Ця тенденція характерна для окремих етапів еволюції сучасного клімату. Характерно, що досягши цього стану, в екосистемі більш чітко *починають проявлятися циклічні зміни*. Такі зміни ще не є еволюційними оскільки вони мають зворотній характер і не

призводять до формування принципово нових для певного регіону видів екосистем (*необхідна ознака еволюції*). Ці кліматичні сукцесії є проміжними між динамічною та еволюційною формами часових змін екосистем. Вони можуть, як підготовлювати еволюцію, так і утримувати екосистему від еволюційних змін [2-3].

### *Мозаїка концепцій сукцесій та клімакс*

Для певних умов зовнішнього середовища існує специфічний варіант структури екосистеми, при якому вона максимально позбавлена впливу лімітуючих факторів середовища, тобто може знаходитись в клімаксовому стані. Системи, які відрізняються від клімаксової за фактором та ступенем цього відхилення називаються *серійними*. Зміни, які спрямовані у бік поступового зменшення залежності екосистеми від лімітуючих факторів призводять до її *оптимального стану (клімаксового)*. Дослідження найсуттєвіших особливостей багаторічної динаміки південної екосистеми ґрунтується на *концепції сукцесії та клімаксу*. Будь-яка екосистема специфічна за своїми едафічними умовами, тому вона має власний клімакс і специфічну *мозаїку клімаксів* [Р. Уіткером, цит. за 2].

Важливий етап розвитку *концепції сукцесії* ґрунтується на підставі того, що в межах однієї кліматичної області біотичні угруповання з будь-якої початкової стадії через ряд послідовних строго визначених змін одного угруповання іншим прийдуть до одного кінцевого стану — *клімаксової асоціації*. Така концепція дістала назву *моноклімаксової* [2]. Більш реалістична концепція — *поліклімаксова*: у певному регіоні існує не одна єдино можлива клімаксова асоціація, а кілька різних відповідно до місцевих особливостей рельєфу (кожна система має власний клімакс і в своєму розвитку прямують до нього). Швидкість сукцесії з наближенням до клімаксу може *блокуватись* внаслідок накладання на сукцесійний процес флуктуаційних змін зовнішніх факторів. Екологічна сукцесія блокується зовнішніми факторами на деяких стадіях і утримується на них дуже довгий час (на кілька сотень років): екосистеми схилів, сукцесія яких блокується внаслідок постійного змиву новоутвореного ґрунтового дрібнозему та гумусу із стрімких схилів прибережної частини Чорного моря.

### *Кліматичний та едафічний клімакс екосистеми*

Для екологічних асоціацій клімаксовою є система, яка найбільш відповідає *секторно-зональним кліматичним умовам*. Таку систему називають *кліматичним клімаксом* [2]. *Критері-*

ями кліматичного клімаксу є глибокий рівень ґрунтових вод, зональна рослинна асоціація, зональний тип ґрунту. Оскільки секторно-зональні особливості клімату незмінні в межах однієї *макрогеохори* (найбільша горизонтальна розмірність екосистеми — авт.), то всі її рівнинні *геотопи* (елементарна одиниця генетико-морфологічної ландшафтно-територіальної структури — авт.) мають *один кліматичний клімакс*.

Важливим питанням аналізу екологічної сукцесії є визначення етології екосистеми, яка прямує до *спільного клімаксу*, тобто утворюють одну *моноцентричну сукцесійну систему*. Зміна в часі одного елемента екосистеми іншим зі специфічним для неї *мікрокліматом* мають визначений характерний час і призводять до кардинальної незворотної перебудови структури екосистеми, то такі зміни мають суто *еволюційний характер*. Натомість, зміна ґрунтового-рослинного покриву та водного режиму екосистеми при незмінності її рельєфу та геологічної будови займають значно менший час і є *зворотними*. На жаль, етологічні цикли екосистеми Причорномор'я не дають уявлення про тривалість їх окремих стадій та часу, необхідного, щоб екосистема з *ініціального* стану змінилась на *клімаксову*. Ці дані орієнтовні. Тому акліматизаційна мозаїка екосистеми розглядається як наслідок трансформації, перерозподілу сонячного тепла та атмосферної вологи за місцеположенням.

У клімаксовій екосистеми Причорномор'я окремі місцеположення зональної особливості клімату проявляються менше, ніж, наприклад, екосистеми Полігенної рівнини, бо тут вони дещо гіпертрофуються місцевими лімітуючими факторами (арідність, засоленість). Такі клімакси є *едафічними* і у еволюційному плані вони намагаються набути рис кліматичного клімаксу.

#### ***Екстраполяція методу сукцесій на формування бажаного екотипу***

Автором цієї роботи застосований метод сукцесій щодо можливого керування послідовними змінами при формуванні бажаного екологічного типу ссавців [1]. Дослідження були спрямовані на досягнення деякого оптимального стану онтогенеза (*прогресивна, або автохтонна сукцесія*) або внаслідок дії зовнішнього фактора можливого керування цим процесом в бік зворотній від оптимуму (*ретрогресія, або алохтонна сукцесія*) на підставі прискорення або затримування окремих стадій онтоге-

незу. Згідно сучасної парадигми, можливе керування процесом реалізації бажаного екологічного типу в онтогенезі ссавців в загальному діапазоні функціональної адаптованості (ДФА) організму, який забезпечує оптимальний прояв й функціонування основних властивостей бажаного екологічного типу.

### *Литература*

1. Деякі еколого-генетичні проблеми формування екотипів ссавців // Вісник ОНУ ім. І. Мечникова. — Сер. Біологія. — Одеса, 2004. — Т. 9. — Вип. 1. — С. 161-170.
2. Шалимов М. О. Ландшафтна екологія. — Одеса: Наука і техніка, 2006. — 152 с.
3. Шалимов Н.А. Оценка качества моделирования современного климата Азово-Черноморской низменности. Екологічні проблеми Чорного моря. Міжн. наук.-практ. конф. // Зб. наук. пр. ОЦНТБ. — Одеса, 2008. — С. 327-332.
4. Шалимов Н. А. Эволюция атмосферного климата Земли. Попытка системного анализа и решения проблемы. Уч. пос. — Одесса: Друк, 2009. — 204 с.
5. Шерстюков Б. Г. Ошибки описания регионального климата атмосферно-океаническими моделями на примере Московского региона // Метеорология и гидрология. — 2005. — № 5. — С. 22-26.

*Шалимов Н. А.*

## **КЛИМАТО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДОХРАНИЛИЩ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ**

Законодательством всех цивилизованных стран закреплено право граждан на сохранение здоровья. В последние годы по инициативе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Всемирной метеорологической организации (ВМО), ЮНЕСКО активно проводятся исследования воздействия атмосферы на здоровье человека, формирование и развитие сети территориальных рекреационных систем и комплексов с различными пространственными и временными параметрами функционирования. В решении задач удовлетворения рекреационных потребностей населения заметное место занимают внутренние водоемы и водотоки, доля которых в структуре рекреационных мероприятий составляет

30-40 %. При создании водохранилищ коренным образом меняются функциональный характер рекреационной деятельности, формы отдыха и организации рекреантов, возможности выбора отдыхающими тех или иных структур цикла [1-4]. Рациональное планирование территориальных рекреационных систем на водных объектах должно предусматривать выявление группы факторов, определяющих характер организации отдыха.

Рекреационное использование водохранилищ подразумевает комплекс мероприятий для восстановления активной жизнедеятельности людей, положительно сказывающийся на производительности труда и духовном развитии человека. Наиболее распространенными видами отдыха на побережьях водохранилищ в летний период являются купание, принятие солнечных и воздушных ванн, пешие и велосипедные прогулки, экскурсии, спортивные игры, различные виды туризма, сбор грибов и ягод, рыбалка, охота. Акватория водоемов используется для купания, любительского рыболовства, парусного и водно-моторного спорта, катания на лодках и водных лыжах, водного туризма, теплоходных экскурсий. Кроме того, в зимнее время на акваториях, покрытых льдом, организуется катание на лыжах, санях, коньках, осуществляется подледный лов рыбы, развивается буерный спорт и т. п. Одним из определяющих факторов рекреации, в т.ч. и на внутренних водоемах является режим погоднo-климатических условий как лета, так и зимы. Установлено, что климат и погода влияют, прежде всего, на тепловой режим организма человека, а его функциональная деятельность во многом зависит от условий теплообмена. Комфортность или физиологический оптимум отдыха на открытом воздухе определяется, прежде всего, сочетаниями значений температуры и относительной влажности воздуха, солнечной радиации и скорости ветра, влияющими на тепловое состояние и функционирование организма человека (табл. 1).

При исследовании климато-рекреационного потенциала внимание обычно уделяется оценке погодных условий осуществления того или иного вида отдыха для здорового человека. Менее изученными остаются вопросы неблагоприятности погоднo-климатических условий для людей с различными заболеваниями и ослабленным здоровьем. Детальная проработка вопросов комплексного влияния мезо- и микроклиматических факторов для этой группы отдыхающих позволяет обосновать целесообразность проведения климатолечебных процедур и повысить их эффективность.

Таблица 1.

## Рекреационные районы и курорты Одесской области

Рекреационные районы и курорты	Расположение	Специализация
Одесский курортный район	Между Тилигульским и Белгород-Днестровским лиманами	Грязе-водолечения, оздоровительный отдых
Одесский центральный курорт (курорты Аркадия, Б. Фонтан, Черноморка)	Побережье между Сухим и Большим Аджалицким лиманами	Климатический отдых, лечение детей и взрослых
Куяльник	Южный берег Куяльницкого лимана	Грязелечение, бальнеологическое лечение взрослых
Хаджибей	Южный берег Хаджибейского лимана	Грязелечение детей
Дофиновка	Побережье между Большим и Малым Аджалицкими лиманами	Климатический отдых для детей и взрослых
Каролино-Бугаз–Дальник (Санжейка)	60 км на юг от Одессы между Цареградским устьем и Черноморском (бывш. Ильичевск)	Климатический отдых детей и взрослых
Белгород-Днестровский курортно-рекреационный район	Между Днестровским лиманом и озером Бурнас	Климатолечение, оздоровительный отдых
Затока	Между Будацким озером и Цареградским устьем	Климатический отдых взрослых
Сергеевна	Северо-западный берег Будацкого озера	Грязе- и климатолечение, отдых взрослых и детей
Лебедивка	Морское побережье между озерами Бурнас и Будацкое	Климатический отдых взрослых
Белгород-Днестровский	Берег Днестровского лимана	Туристический центр
Татарбунарский курортно-рекреационный район	Между озером Бурнас и рекой Дунай	Климато-бальнеолечение, оздоровительный отдых
Тузлы	На протоке между озерами Алибей и Бурнас	Отдых (краткосрочный)
Алибей	Северный берег озера Алибей	Бальнеологическое лечение и отдых взрослых
Джантшейский	На протоке между озерами Сасык и Алибей	Бальнеологическое лечение взрослых, отдых взрослых и детей
Приморское	Между рекой Дунай и озером Сасык	Климатический отдых взрослых и детей
Татарбунары	Северный берег озера Сасык	Бальнеологическое лечение взрослых

В развитых странах для выбора мест отдыха принята практика консультаций о влиянии климата на течение отдельных патологий. Для ее внедрения в Украине необходим сравнительный анализ медико-биологических аспектов метеорологических режимов различных территорий. Однако положение осложняется тем, что оценка климато-рекреационного потенциала отдельных районов на территории Украины произведена с использованием большого числа методик, различающихся физической обоснованностью и критериями установления уровня комфортности.

Для управления рекреационным процессом необходимы знания о многообразных связях, возникающих между всеми компонентами рекреационной системы. Территория Украины отличается большим многообразием компонент рекреационной системы. Это делает необходимым проведение исследований рекреационного процесса и условий его осуществления (рекреационного потенциала) не только в глобальных масштабах, но и с позиций отдельных территорий, поскольку они предъявляют свои специфические требования к окружающей среде и ее оптимальным свойствам. Именно работам регионального плана уделяется в последнее время все большее внимание. Это определяет актуальность дифференциации окружающей среды в систему функциональных сред рекреационной деятельности. Кроме того, рекреационный потенциал и режим функционирования компонент рекреационной системы отдельных территорий, в частности мезо-и микроклиматических, может быть существенно изменен в результате крупномасштабного антропогенного преобразования природной среды, например, после создания крупного водохранилища.

К настоящему времени климато-рекреационный потенциал зоны влияния Одесских водохранилищ практически не изучен, несмотря на перспективность развития здесь баз отдыха местного, всеукраинского и международного значения. После заполнения водохранилища многие прежние традиционные места отдыха были утрачены и созданы новые. В зоне Одесских водохранилищ расположены административные районы, непосредственно примыкающие к водохранилищу на каждом берегу, бо'льшая часть их населения отдыхает на этом крупном водоеме. Это наиболее заселенная и экономически развитая территория области. После заполнения водохранилища здесь значительно увеличилась длина береговой линии. Это позволило на побережье разместить учреждения баз отдыха.

Методологическую основу работы составили широко используемые в биоклиматологии, курортологии и гигиенической практике температурные шкалы (эквивалентно-эффективные температуры (ЭЭТ), радиационно эквивалентно-эффективные температуры (РЭЭТ), приведенные температуры К. Ш. Хайруллина, биологически активные температуры и индексы (Бодмана, Сайпла, патогенности), а также методы комплексного учета воздействия климата на тепловое состояние и теплоощущения человека (теплового баланса тела человека, классификация типов погод Н. А. Даниловой и др.). В работе Применение биоклиматических, статистических и картографических приемов обработки информации позволило выполнить сравнительный межрегиональный анализ условий рекреации отдельных территорий.

В качестве исходных данных использованы метеорологические наблюдения срочного, суточного разрешения, произведенные в системе Укргидромета в 1988-2016 гг. и материалы справочников по климату Украины за период их работы по 2015 г. по метеостанциям зоны влияния Укргидромета, материалы “Комплексной экспедиции СГУ по изучению Одесских водохранилищ” за 2010-2015 гг. Исходные данные отличаются высоким качеством, надежностью и однородностью. Выбор станций обусловлен необходимостью изучения климато-рекреационного режима тех районов исследуемой территории, которые в настоящее время имеют или будут иметь в ближайшей перспективе большое курортологическое и рекреационное значение. Исследования показали, что Одесский регион обладает особым пространственно-временным режимом климато-рекреационного потенциала. Подтверждено, что климат выступает фактором первого порядка, определяющим рекреацию, поэтому оценки уровня и изменчивости важнейших биоклиматических показателей характеризуют технологическую (возможность проведения системы рекреационных мероприятий) и физиологическую (воздействие погодного режима на организм человека) пригодность территории для отдыха и туризма на Одесских курортах. Особенности климато-рекреационного потенциала рассматриваемой территории позволяют сократить периода адаптации метеозависимых отдыхающих и повысить эффективность оздоровления и лечения лиц с ослабленным здоровьем. Одесская область считается одной из наиболее лечебных областей Украины. На территории Одесской области много рекреационных и оздоровительно-лечебных мест, в которых



можно проводить все виды климатерапии и естественного очищения и лечения организма (табл. 1).

Грязе-водолечение и оздоровительный отдых проводят на Хаджибее (южный берег Хаджибеевского лимана), Куяльника (южный берег Куяльницкого лимана) до состава также входит и бальнеологическое лечение (ванны, минеральные воды, оздоровление сердечно-сосудистой системы организма, Одесский курортный район (между Тилигульским и Белгород-Днестровским лиманами), Сергеевка (северо-западный берег Будацкого озера) в состав входит еще и климатолечение.

Бальнеологическое лечение в чистом виде можно проводить в Татарбунарах (северный берег озера Сасык), Татарбунарском курортно-рекреационном районе (между озером Бурнас и рекой Дунай), поселение Алибей (северный берег озера Алибей) и в Джантшейскому району (на протоке между озерами Сасык и Алибей).

Более специализированные места находятся: на Одесском центральном курорте (побережье между сухим и Большим Аджалицким лиманами), в Дофиновке (побережье между Большим и Малым Аджалицкими лиманами), городе Затоке (между Будацким озером и Цареградским устьем), Лебединовке (морское побережье между озерами Бурнас и Будацким) и в селе Приморское (между рекой Дунай и озером Сасык). Провести время, заниматься туризмом и отдыхом можно в Тузле (между озерами Алибей и Бурнас) и в городе Белгород-Днестровский (берег Днестровского лимана).

Выявленные объективные зональные и азональные критерии и связи между важнейшими рекреационными компонентами, а также микроклиматические и биоклиматические различия отдельных местоположений на акватории и побережьях составили научную основу для климато-рекреационного районирования зоны влияния Одесского водохранилища. Исследования позволили покомпонентно и комплексно рассмотреть погодноклиматические возможности осуществления рекреационного цикла и применения климатолечебных и восстанавливающих процедур в процессе рекреации на крупном водном объекте, позволяющие полнее и эффективнее восстанавливать здоровье отдыхающих на водохранилище. Оценка сочетания комплексов важнейших погодных элементов в различное время суток и года позволила полнее и шире раскрыть рекреационно-климатический потенциал и условия рекреации на водохранилищах. Наряду с этим изучены

неблагоприятные сочетания погодных элементов и их резкие изменения, осложняющие рекреацию метеозависимых лиц с ослабленным здоровьем и различными заболеваниями. Кроме того, выделены типы рекреационно-климатических участков и произведена их географическая привязка к побережьям и акватории водохранилища не только с использованием данных метеостанций, но и с учетом материалов микроклиматических наблюдений 2011-2015 гг. на акватории и побережьях. Полученные результаты могут быть использованы при разработке проектов рекреационного использования зоны влияния водохранилища на местном, общеукраинском и международном уровнях. Кроме того, они могут быть учтены при комплексной водохозяйственной оценке водных объектов, поскольку ранее рекреационная их значимость часто не учитывалась, а также при планировании мероприятий по рациональному природопользованию и охране природной среды. Изложенные в работе теоретические и методические положения использованы в учебном процессе при подготовке экологов в Одесском национальном политехническом университете при чтении курсов “Метеорология и климатология”, “Ландшафтная экология” “Биоиндикация”, “Геология с основами геоморфологии”, “Геоаномальные зоны и биота”. Комплексный анализ климато-рекреационного потенциала водохранилища позволяет сделать следующие выводы:

1. Раскрыты богатые природные возможности развития многих форм рекреации на водохранилище, основу которых составляют весьма благоприятные погодно-климатические условия, разнообразие характеристик водных пространств водоемов (коренные русла, мелководья, протоки, острова и др.), живописные побережья, расположенные в характерных для региона природных зонах.
2. Установлено, что биоклиматические показатели в зоне влияния водохранилища свидетельствуют о высоком климато-рекреационном потенциале региона, как в технологическом (возможность проведения системы рекреационных мероприятий), так и в физиологическом (воздействие погодного режима на организм человека) аспектах. Это позволяет успешно сочетать такие виды отдыха как гелио-и талассотерапия, парусный, водно-моторный и воднолыжный спорт, прогулки на теплоходе, рыбная ловля.

3. Выявлены особенности климато-рекреационного потенциала Причерноморья. Они связаны с определенными индексами патогенности климата, малой вероятностью душных погод и резких межсуточных изменений атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха, осложняющих отдых метеозависимым людям с ослабленным здоровьем и патологиями.
4. Оценены параметры суровости погоды зимой, показавшие, что погода в зоне водохранилища умеренно холодная, позволяющая проводить работу и отдых на открытом воздухе без ограничения или с небольшими перерывами. Показано, что суровость зимней погоды определяется не столько низкими температурами воздуха, сколько усилением скорости ветра.
5. Установлена зависимость изменения температуры воздуха по ступеням рельефа и оценены микроклиматические различия отдельных местоположений, как в акватории, так и на побережьях, особенно ярко проявляющиеся при установлении жарких погод. Выявленные закономерности являются объективной основой для районирования территории по рекреационной значимости. Разработанная методика рекреационного районирования может быть применена к другим территориям Украины.
6. Использование в работе микроклиматических показателей, полученных при работе по изучению водных объектов, позволило значительно расширить научные представления о пространственно-временной структуре климато-рекреационного потенциала территории, а также обеспечить достаточно высокую достоверность полученных результатов.

#### *Литература*

1. Авакян А. Б., Бойченко В. К., Салтанкин В. П. Вода и рекреация // Человек и природа. — № 5. — 1987. — С. 24-28.
2. Ажицкий Ю. А. Учет климатических факторов при климатотерапии (Вопросы медицинской климатологии) // Климатотерапия. — М., 1966.
3. Айзенштат Б. А., Айзенштат Л. Б. Формула для расчета эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ) // Труды САРНИГМИ. — 1974. — Вып. 20 (101). — С. 81-83.
4. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. — Л.: Гидрометеоиздат, 1966. — 266 с.

5. Байбакова Е. М., Невраев Г. А., Чубуков Л. А. Методика анализа климата курортов и метеорологических условий климатотерапии / Очерки по климатологии курортов. — М., 1963. — С. 5-42.
6. Бобров Г. П., Волков С. А, Полянская Е. А. и др. Рекреация на водохранилищах // Тезисы докл. на науч. конф. по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природн. среды. — СПб.: Гидрометеоиздат, 2002.
7. Бокша В. Г. Справочник по климатотерапии. — К.: Здоровье, 1989. — 205 с.
8. Будыко М. И. О физических закономерностях биоклиматологии человека // Труды Всесоюзн. научн. метеорол. совещ. — Т. 4. — Л.: Гидрометеоиздат, 1962. — С. 5-15.
9. Бутьева И. В., Швейнова Т. Т., Алешина Т. И. Системный подход к медико-климатической оценке территории // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. — 1978. — № 6. — С. 34-36.
10. Васильев Ю. С., Кукушкин В. А. Использование водоемов и рек в целях рекреации. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. — 231 с.
11. Веденин Ю. А. Динамика территориальных рекреационных систем. — М.: Наука, 1982. — 91 с.
12. Вендров С. Л., Дьяконов К. Н. Водоохранилища и окружающая природная среда. — М.: Наука, 1976. — 136 с.
13. Волкова Л. С. Метеопатические проявления климата как фактор рекреационной деятельности // Мат. Всерос. науч. конф. — Казань: Изд-во КГУ, 2004. — С. 289-291.
14. Головина Е. Г., Русанов В. И. Некоторые вопросы биометеорологии. — СПб.: РГГМИ, ТГУ, 1993. — 90 с.
15. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. — Новосибирск: Наука, 1980. — 192 с.
16. Латышев Г. Д., Бокша В. Г. К вопросу о медицинской оценке погод (индекс погоды и реакции больных) // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. — № 4. — 1965. — С. 345-351.
17. Преображенский В. С. Физико-географические аспекты и проблемы организации отдыха // Географические проблемы организации туризма и отдыха. — М.: Турист, 1975. — Вып. 1. — С. 5-15.

18. Романова Е. Н., Гобарова Е. О., Жильцова Е. А. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций. — М., СПб.: Гидрометеоздат, 2000. — 159 с.
19. Русанов В. И. Методы исследования климата для медицинских целей. — Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1973. — 191 с.
20. Темиров Д. С., Яйли Е. А., Симонов В. С. Организация и планирование рекреационной деятельности. — СПб.: Изд-во РГГМУ, 2004. — 268 с.
21. Хайруллин К. Ш. Методика оценки зимних погодных условий, дискомфортных для человека // Труды ГТО, 1973. — Вып. 303. — С. 70-88.
22. Чубуков Л. А. Современные вопросы комплексной климатологии // Проблемы комплексной климатологии — М.: Наука, 1977. — С. 10-56.
23. Шалімов М. О. Ландшафтна екологія. — Одеса: Наука і техніка, 2006. — 152 с.
24. Шалімов М. О. Геологія з основами геоморфології. — Одеса: Наука і техніка, 2006. — 144 с.
25. Шалімов М. О. Біоіндикація. — Одеса: Наука і техніка, 2011. — 124 с.
26. Шалімов М. О. Біокліматологія. — Одеса: Наука і техніка, 2011. — 92 с.
27. Шалімов М. О. Геоаномальні зони та біота. — Одеса: Наука і техніка, 2015. — 140 с.
28. Шалімов М. О. Біоклімат Причорномор'я. — Одеса: СЖУ, 2015. — 84 с.

*Ковальчук Н. О., Романчук М. Є.*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ПРОБЛЕМИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В МЕЖАХ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ**

*Вступ.* Різні райони Одеської області забезпечені водними ресурсами нерівномірно. Тому, розподіл води та оцінка її якості — являються актуальною проблемою даного регіону.

*Матеріали та методи.* Питне водопостачання області майже на 80-97 % забезпечується за рахунок поверхневих джерел [1]. Альтернативним джерелом водопостачання являються підземні води. В Одеській області розташовано 5689 артезіанськ-

ких свердловин та 195 шахтних колодязів. Забезпеченість підземними водами у цілому по області становить близько 3-20 %.

В роботі використані вихідні дані по гідрохімічних показниках якості води річки Дністер та об'єми водоспоживання по районах Одеської області, які надані Обласним управлінням водних ресурсів та ТОВ “Інфокс” філії “Інфоксводоканал” м. Одеса.

На рис. 1 наведена характеристика водозабору води по районах області з поверхневих та підземних джерел за 2015 рік, а у табл. 1 — її розподіл за сферами використання. Найбільші об'єми води у 2011-2012 та 2014 рр. використовувались на господарсько-побутові потреби, в 2013 та 2015 роках — на зрошення.

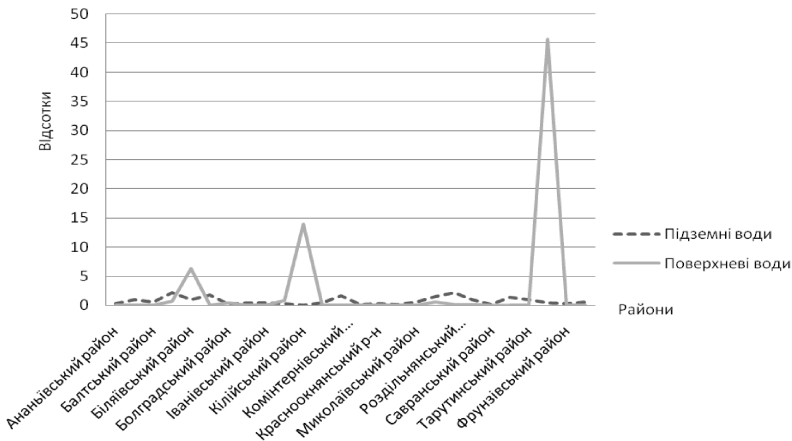


Рис. 1. Використання поверхневих та підземних вод в Одеській області у 2015 році, %

Оскільки, витрати води на господарсько-побутові потреби, являються одними з найбільших за своїми об'ємами від загального водоспоживання, нами була проведена оцінка якості води за методикою ДСТУ 4808 (2007 р.). Ця класифікація якості поверхневих вод України - джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями охоплює 71 показник, що застосовують для оцінювання якості питної води відповідно до санітарного законодавства і має сім окремих груп: I група — 4 органолептичних показники; II група — 14 загальносанітарних показників хімічного складу води; III група — 2 гідробіологічних показники; IV група — 6 мікробіологічних показників; V група — 2 паразитологічних показники; VI група —

9 показників радіаційної безпеки; VII група — 34 пріоритетних токсикологічних показники хімічного складу води (з них: 27 — неорганічних та 7 — органічних компонентів) [2].

Таблиця 1.

Динаміка водокористування [4]

Показники	Одиниця виміру	Роки					
		2011	2012	2013	2014	2015	
Забрано води з природних джерел, усього	млн. м <sup>3</sup>	1699,11	1263,00	661,80	977,30	759,90	
у тому числі:	<i>поверхневої</i>	млн. м <sup>3</sup>	1653,00	1221,00	623,20	942,40	722,80
	<i>підземної</i>	млн. м <sup>3</sup>	31,94	31,75	29,41	28,38	28,53
Забрано води з природних джерел у розрахунку на одну особу	м <sup>3</sup>	711,40	527,30	276,10	-		
Використано свіжої води, усього:	млн. м <sup>3</sup>	338,10	290,30	290,20	271,10	245,20	
у тому числі на потреби:	<i>господарсько-питні</i>	млн. м <sup>3</sup>	117,20	116,40	43,59	107,10	83,47
	<i>виробничі</i>	млн. м <sup>3</sup>	67,60	40,44	7,928	40,01	43,23
	<i>сільськогосподарські</i>	млн. м <sup>3</sup>	9,86	9,59	88,80	5,519	5,23
	<i>зрошення</i>	млн. м <sup>3</sup>	84,75	83,75	121,10	85,65	110,90
Використано свіжої води у розрахунку на одну особу	м <sup>3</sup>	141,60	121,20	67,19			
Втрачено води при транспортуванні	млн. м <sup>3</sup>	161,70	71,29	67,19	94,85	71,90	
	% до заб. води	9,50	5,60	10,15	-	9,50	

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{\text{інтегр.}} = \frac{I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} + I_{VII}}{7}, \quad (1)$$

де  $I_I - I_{VII}$  — величини групових індексів, виражених у класах [2].

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води поділений на чотири класи: 1 клас — “відмінна”, бажана якість води; 2 клас — “добра”, прийнятна якість води; 3 клас — “задовільна”, прийнятна якість води; 4 клас — “посередня”, обмежено придатна, небажана якість води.

В роботі проведена оцінка якості води за ДСТУ 4808 [2] на прикладі ріки Дністер, оскільки вона являється основним джерелом питного водопостачання м. Одеси та Одеської міської промислової агломерації. В табл. 2 приводяться показники якості води по блоках, які мали перевищення над I класом, в табл. 3 — характеристика блокових та інтегрального індексів.

Таблиця 2.

Показники, по яким було виявлено перевищення над I класом

Блок	2007	2010	2012	2015
I. Органолептичні показники	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень
II. Загально-санітарні хімічні показники	Сульфати (1,7 р.) хлориди (0,1 р.); магній (1,9 р.); азот нітритний (13 р.); азот нітратний (8 р.)	Сульфати (1,5 р.) магній (1,8 р.); азот нітритний (15 р.); азот нітратний (7 р.)	Сульфати (1,5 р.) магній (2 р.); азот нітритний (12,7 р.); азот нітратний (6,5 р.)	Сульфати (1,5 р.); хлориди (1,1 р.); магній (2,4 р.); азот нітритний (4,4 р.); азот нітратний (6 р.)
IV. Мікробіологічні показники	Мікробне число (160 р.); коли-індекс (93 р.)	Мікробне число (8 р.); коли-індекс (150 р.)	Мікробне число (90 р.); коли-індекс (135 р.)	Мікробне число (37,5 р.); коли-індекс (20,4 р.)
VII. Токсикологічні показники хімічного складу води	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень

Таблиця 3.

Блокові та інтегральні індекси якості води

Блок	2007	2010	2012	2015
I. Органолептичні показники	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода
II. Загально-санітарні хімічні показники	2 (2(1))	2 (2)	2 (2)	2 (2)
	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої	«Добра», чиста вода прийнятної якості	«Добра», чиста вода прийнятної якості	«Добра», чиста вода прийнятної якості
IV. Мікробіологічні показники	3 (2-3)	2 (2(3))	2 (2(3))	2 (2(3))
	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості
VII. Токсикологічні показники хімічного складу води	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода
Інтегральний індекс ( $I_{\text{інт}}$ ) (за формулою 1)	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (1-2)
	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої

**Висновки.** Найбільш повно водами з поверхневих джерел забезпечені Біляївський, Кілійський та Татарбунарський райони,



підземними — Білгород-Дністровський, Роздільнянський та Березівський райони.

В роботі отримані блокові індекси та узагальнений інтегральний показник якості води р. Дністер по роках. Проведений аналіз показав, що в період з 2007 по 2015 роки якість води значно не змінювалась. По всіх роках не спостерігалось перевищень за органолептичними та токсикологічними показниками, а за мікробіологічними якість води навіть покращилась у 2015 р. на відміну від попередніх років.

Узагальнений інтегральний показник дає змогу віднести воду р. Дністер до 2 класу підкласу (1-2), тобто, вода перехідна за якістю від “відмінної”, дуже чистої до “доброї”, чистої.

### *Література*

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2014 році. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/odessa\\_2014.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/odessa_2014.pdf);
2. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://library.dstu.education/indexing.php?r2=108175>.
3. Вісник Одеського державного екологічного університету: Науковий журнал / Гол. ред. Є. Д. Гопченко. — Одеса: ТЕС, 2013. — Вип. 15. — 250 с.
4. Екологічний паспорт регіону. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/odeska/Odeska\\_ekopasport\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/odeska/Odeska_ekopasport_2015.pdf)
5. Забруднення вод України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-611-2.html>

*Даус М. Є., Лужанська Д. В.*

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ У РІЗНІ ФАЗИ ВОДНОГО РЕЖИМУ ПРІТОКІВ РІЧКИ ДЕСНА**

**Вступ.** Предметом вивчення є річка Десна та її притоки, що протікають Європейською частиною Росії та територією України. Головною проблемою притоків річки Десна на сьогодні є їх забруднення хімічними речовинами, які надходять від антро-

погених джерел і суттєво погіршують якість води. З роками стан річок погіршується.

**Мета роботи.** Опис гідрохімічного режиму та оцінка якості води притоків річки Десна у різні фази водного режиму за комплексним показником — індексом забруднення води (ІЗВ) та придатності використання її для господарсько-питних потреб. Актуальність роботи полягає в тому, що річка Десна з основними притоками (Снов, Сейм) відноситься до річок транскордонного значення, адже їх стік формується в межах двох країн: Росії та України.

**Об'єкти дослідження.** Річка Сейм — найбільший лівий приплив Десни. Бере початок на схилах Середньоросійської височини. Довжина майже 750 км, в межах України протікає по території Сумської та Чернігівської областей, протяжністю близько 250 км. Річка Снов, права притока Десни. Її витoki знаходяться на схилах Середньоруської височини на Брянщині, Україною тече в межах Чернігівського Полісся, по Придніпровській низовині. Річка Остер — ліва притока Десни, бере початок в с. Кальчинівка Чернігівської області, протікає Придніпровською низовиною. Довжина її 199 км. Річка Головесня, довжиною 15 км, найменша права притока р. Десна, протікає територією Мезинського національного парку.

**Вихідні дані.** Для характеристики гідрохімічного режиму і оцінки якості води притоків річки Десна використана інформація спостережень на постах моніторингу: р. Головесня - с. Покошичі (1,8 км нижче села), р. Снов - с. Носівка (в межах села), р. Остер - м. Козелець (1 км вище села) та р. Сейм - с. Мутино (2 км вище села) за період 1989-2010 рр. Характеристика постів подана в табл. 1.

Таблиця 1.

Пости моніторингу на притоках річки Десна

№	Місто	Річка	Відстань від гирла, км	Площа водосбору, км <sup>2</sup>	Довгота	Широта
1	м. Козелець	р. Остер	27	2750	31,126	50,902
5	с. Мутино	р. Сейм	111	25600	33,385	51,421
6	с. Носовка	р. Снов	85	7140	31,930	51,842
7	с. Покошичі	р. Головесня	7,6	29,5	32,973	51,814

**Гідрохімічний режим річок.** Гідрохімічний режим характеризується закономірними змінами хімічного складу води річки, або окремих його компонентів у часі, які обумовлені фізико-гео-

графічними умовами басейну та антропогенним впливом, а також проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води, стоку розчинених мінеральних речовин [1].

Аналіз показав, що середня річна мінералізація води р. Головесня змінювалася в межах від 148 мг/дм<sup>3</sup> в 1994 р. до 654 мг/дм<sup>3</sup> в 1992 р. в середньому становила 363 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Снов мінералізація коливалася від 155 мг/дм<sup>3</sup> в 1994 р. до 757 мг/дм<sup>3</sup> в 1989 р. і в середньому становила 291,7 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Сейм мінералізація в 1989 р. змінювалася від 252 мг/дм<sup>3</sup> в 2003 р. до 659 мг/дм<sup>3</sup> в 1992 р. і в середньому має значення 449,2 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Остер мінералізація знаходилась в діапазоні від 363 мг/дм<sup>3</sup> (1989 р.) до 789 мг/дм<sup>3</sup> (1994 р.) і в середньому становила 575 мг/дм<sup>3</sup>.

Середньорічна концентрація гідрокарбонатних іонів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) на р. Головесня коливалася в межах від 91 мг/дм<sup>3</sup> в 2008 р. до 439 мг/дм<sup>3</sup> в 1992 р. Середня концентрація цих іонів за досліджуваний період становила 240,5 мг/дм<sup>3</sup>. На гідрологічному посту р. Снов - с. Носівка концентрація змінювалася в інтервалі від 59 мг/дм<sup>3</sup> в 2001 р. до 316 мг/дм<sup>3</sup> в 1993 р. Середнє значення концентрації гідрокарбонатів за даний період становила 172 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Сейм концентрація HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> знаходилась в межах від 131 мг/дм<sup>3</sup> в 2003 р. до 427 мг/дм<sup>3</sup> в 1992 р. його середнє значення становило 277 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Остер концентрація становила 206-570 мг/дм<sup>3</sup> в 1989 та 1994 рр. відповідно з середнім значенням 362 мг/дм<sup>3</sup>.

Середньорічна концентрація сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) на р. Головесня змінювалися в межах від 0,7 мг/дм<sup>3</sup> в 2008 р. до 74,9 мг/дм<sup>3</sup> в 1997 р. Середня концентрація сульфатних іонів за досліджуваний період становила 13,3 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Снов концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> змінювалася в інтервалі від 7,5 мг/дм<sup>3</sup> в 2000 р. до 140 мг/дм<sup>3</sup> в 1998 р., середнє значення концентрації сульфатних іонів за період 1989-2010 рр. становила 26,1 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Сейм спостерігалася така тенденція зміни концентрації сульфатних іонів від 6,7 мг/дм<sup>3</sup> в 1999 р. до 78,8 мг/дм<sup>3</sup> в 1997 р. Середнє значення концентрації сульфатних іонів за даний період становила 32,2 мг/дм<sup>3</sup>. На р. Остер в досліджуваний період коливання сульфатних іонів були в межах 8,7-115,7 мг/дм<sup>3</sup>, (2010 та 1996 рр. відповідно) та в середньому — 36,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Серед катіонів звертають на себе увагу високі концентрації хлоридних іонів ( $\text{Cl}^-$ ). Їх вміст у воді р. Головесня коливалася в межах від  $5,2 \text{ мг/дм}^3$  в 2004 р. до  $51,4 \text{ мг/дм}^3$  в 1989 р. Середня концентрація хлоридних іонів за досліджуваний період становила  $12,7 \text{ мг/дм}^3$ . В районі с. Носівка - р. Снов концентрація хлоридних іонів змінювалася від  $7,1 \text{ мг/дм}^3$  в 1994 р. до  $127,9 \text{ мг/дм}^3$  в 2004 р., середнє значення концентрації за даний період становила  $20,3 \text{ мг/дм}^3$ . На третьому гідрологічному посту р. Сейм - с. Мутіно значення концентрації хлоридних іонів знаходилося в інтервалі від  $10,6 \text{ мг/дм}^3$  в 1994 р. до  $52,1 \text{ мг/дм}^3$  в 1991 р. Середнє значення концентрації іонів хлору в період 1989-2010 рр. становила  $20,9 \text{ мг/дм}^3$ . На гідрологічному посту р. Остер - м. Козелець концентрація хлоридних іонів коливалася в діапазоні  $8,9 \text{ мг/дм}^3$  в 1993 р. —  $72,7 \text{ мг/дм}^3$  в 1995 р., а його середнє значення дорівнювало  $25,7 \text{ мг/дм}^3$ .

Середньорічна концентрація іонів натрію ( $\text{Na}^+$ ) на гідрологічному посту р. Головесня коливалася в межах від  $2,2 \text{ мг/дм}^3$  в 1990 р. до  $34 \text{ мг/дм}^3$  в 2005 р. Середнє значення концентрації натрію за досліджуваний період становила  $12,5 \text{ мг/дм}^3$ . Високими концентраціями іонів натрію звертає на себе увагу р. Снов, де значення концентрації знаходились в інтервалі від  $3 \text{ мг/дм}^3$  в 1992 р. до  $168 \text{ мг/дм}^3$  в 1989 р. Середнє значення концентрації натрію за даний період становить  $12 \text{ мг/дм}^3$ . На посту р. Сейм концентрація змінювалася від  $5 \text{ мг/дм}^3$  в 1999 р. до  $57,5 \text{ мг/дм}^3$  в 2003 р. його середнє значення становило  $24,7 \text{ мг/дм}^3$ . Для річки Остер характерними концентраціями іонів натрію були значення в межах  $11,8 \text{ мг/дм}^3$  (2004 р.) -  $93 \text{ мг/дм}^3$  (2001 р.), а середнім значенням концентрації —  $32,8 \text{ мг/дм}^3$ .

Середньорічна концентрація іонів магнію ( $\text{Mg}^{2+}$ ) у межах с. Покошичі на р. Головесня змінювалася в межах від  $3,9 \text{ мг/дм}^3$  в 2004 р. до  $60,3 \text{ мг/дм}^3$  в 1992 р. Середня концентрація за 1998-2010 рр. становила  $13,2 \text{ мг/дм}^3$ . На р. Снов концентрація іонів магнію в досліджуваний період змінювалася від  $4,4 \text{ мг/дм}^3$  в 2009 р. до  $53,7 \text{ мг/дм}^3$  в 1989 р. Середнє значення концентрації іонів магнію на даному посту становила  $11,3 \text{ мг/дм}^3$ . А на р. Сейм концентрація іонів магнію змінювалася в межах від  $8,8 \text{ мг/дм}^3$  в 1999 р. до  $33,3 \text{ мг/дм}^3$  в 1993 р., середнє значення концентрації за даний період становить  $16,3 \text{ мг/дм}^3$ . На р. Остер концентрації іонів магнію не значно відрізнялись і знаходились в діапазоні  $3,9-44,7 \text{ мг/дм}^3$ , в 2007 та 1994 рр. відповідно з середнім значенням —  $25 \text{ мг/дм}^3$ .

Середньорічні концентрації сольового амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) на р. Головесня коливались в межах від повної його відсутності (1989-1992 рр.) до  $4,91 \text{ мг/дм}^3$  в 1994 р. Його середній вміст за досліджуваний період становив  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ . На посту с. Носівка - р. Снов концентрація сольового амонію приймала значення до  $3,44 \text{ мг/дм}^3$  в 1996 р. Середній вміст концентрації амонію становив  $0,42 \text{ мг/дм}^3$ . На гідрологічному посту с. Мутіно - р. Сейм, середньорічна концентрація сольового амонію коливалась в межах від нульових значень в 1989, 1990 та 1992 рр. до  $43 \text{ мг/дм}^3$  в 1994 р. Середній вміст концентрації амонію за даний період становив  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . На посту р. Остер концентрація амонію досягала значень до  $2,42 \text{ мг/дм}^3$  в 2003 р. і в середньому становила —  $0,38 \text{ мг/дм}^3$ .

Середньорічна концентрація нітритів на р. Головесня коливалась в межах від 0 в 1991-1992 рр. до  $0,327 \text{ мг/дм}^3$  в 2010 р. Його середній вміст за досліджуваний період становив  $0,042 \text{ мг/дм}^3$ . На посту с. Носівка - р. Снов концентрація нітритів була відсутня в 1989 та 1991-1992 рр., а максимальні її значення дорівнювали  $0,938 \text{ мг/дм}^3$  в 1994 р. Середнє значення концентрації за даний період становить  $0,043 \text{ мг/дм}^3$ . На р. Сейм концентрація нітритів була відсутня в 1991-1992 рр., а максимальні значення спостерігалися в 2010 р. —  $0,327 \text{ мг/дм}^3$ . Середнє значення концентрації на даному посту в період 1989-2010 рр. становило  $0,045 \text{ мг/дм}^3$ . На гідрологічному посту р. Остер концентрації нітритів знаходились в невеликих кількостях і їхній максимум дорівнював  $0,16 \text{ мг/дм}^3$  (1989), та в середньому —  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ .

Концентрація нітратних іонів на р. Головесня змінювалася в інтервалі від  $0,01 \text{ мг/дм}^3$  в 1989-1990, та 1992 рр. до  $20 \text{ мг/дм}^3$  в 1990 р. Середнє значення концентрації в досліджуваний період становило  $0,35 \text{ мг/дм}^3$ . На посту с. Носівка концентрація нітратних іонів в 1989 р. була повністю відсутня, а в 2000 р. її значення дорівнювали —  $0,6 \text{ мг/дм}^3$ . Його середнє значення становило  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ . На р. Сейм концентрації нітратних іонів змінювались в межах від  $0,01 \text{ мг/дм}^3$  в декількох роках, до  $0,57 \text{ мг/дм}^3$  в 2009 р. Середнє значення на даному посту становило  $0,20 \text{ мг/дм}^3$ . На р. Остер концентрація нітратних іонів в 1990 р. мала нульові значення, а в 2009 р. мала максимальні значення —  $1,2 \text{ мг/дм}^3$ , а його середнє значення дорівнювало —  $0,15 \text{ мг/дм}^3$ .

Середні значення гідрохімічних показників за фазами водного режиму у досліджуваних водотоках показані у табл. 2.

Таблиця 2.

Середні значення гідрохімічних показників за фазами водного режиму за період 1989-2010 рр.

Річка, пункт	Середні значення гідрохімічних показників						
	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Na	Сума іонів	NO <sub>3</sub>
Зимова межень							
р. Головесня - с. Покошичі	15,4	20,6	21,5	258	15	399	0,13
р. Снов - с. Носівка	13,8	18,5	41,0	209	14	352	0,14
р. Сейм - с. Мутіно	15,0	19,0	55,0	298	25	512	0,37
р. Остер - м. Козелець	24,6	23,3	37,3	399	31	620	0,26
Весняно-літнє водопілля							
р. Головесня - с. Покошичі	16,3	20,0	27,2	230	12	359	0,18
р. Снов - с. Носівка	12,8	20,5	31,5	166	13,2	284	0,11
р. Сейм - с. Мутіно	20,9	20,8	40,6	383	22,5	603	0,30
р. Остер - м. Козелець	26,3	22,6	37,0	345	28	550	0,13
Літньо-осіння межень							
р. Головесня - с. Покошичі	14,6	16,7	19,5	234	12	372	0,35
р. Снов - с. Носівка	13,5	18,2	22,3	183	12	302	0,13
р. Сейм - с. Мутіно	12,2	22,5	32,3	229	24	392	0,09
р. Остер - м. Козелець	23,1	34,1	38,9	357	43	587	0,12

**Методика оцінки якості води.** Методика оцінки якості води за комплексним показником — індексом забрудненості води (ІЗВ) — була рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету [2]. Це одна з найпростіших методик комплексної оцінки якості води. Розрахунок ІЗВ проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. Визначають середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з наступних показників — азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюють з відповідними ГДК (ділять їх концентрації на ГДК). Для розчиненого кисню потрібно ділити його ГДК на концентрацію.

ІЗВ розраховується за формулою 1:

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де  $C_i$  — середня концентрація одного з шести показників якості води;  $ГДК_i$  — гранично допустима концентрація кожного з показників якості води.

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяють такі класи якості води: I — дуже чиста (ІЗВ  $\leq 0,3$ ); II — чиста (ІЗВ 0,3-1); III — помірно забруднена (ІЗВ 1-2,5); IV — забруднена (ІЗВ 2,5-4); V — брудна (ІЗВ 4-6); VI — дуже брудна (ІЗВ 6-10); VII надзвичайно брудна (ІЗВ  $> 10$ ).

*Аналіз результатів.* Для розрахунку значень ІЗВ було проаналізовано на р. Сейм 84 проби, р. Снов — 98, р. Остер — 70, р. Головесня — 125. Кількість проб за рік коливалася від 1 у 1998 році на р. Сейм до 16 у 1990 році на р. Головесня. Загалом внутрішньорічний розподіл кількості проб неоднорідний як по постах, так і по рокам.

За величинами розрахованих ІЗВ (табл. 3) видно, що більша частина води відноситься до II класу якості — чиста. На р. Головесня 10 %, та на р. Снов 15 % відносяться до III класу — помірно забруднена. А у 5 % на річках Сейм та Снов спостерігався IV клас якості води — забруднена. Високі концентрації спостерігаються за показниками фенолів, нафтопродуктів та амонію.

Таблиця 3.

Повторюваність класів якості води за показником ІЗВ

Річка, пункт	Класи якості води за показником ІЗВ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
р. Головесня - с. Покошичі	20	70	10				
р. Снов - с. Носівка	15	65	15	5			
р. Сейм - с. Мутіно	35	60		5			
р. Остер - м. Козелець	21	67	6	5			

При дослідженні динаміки зміни якості води річок за період 1989-2010 рр. (рис.1), було встановлено, що для р. Сейм та р. Снов тенденція зростання значень ІЗВ була незначною. Найчистіша з досліджуваних річок, р. Головесня, найгіршу якість води має р. Сейм. Якість води за роками змінювалась скачкоподібно. Найбільше значення ІЗВ було розраховано в 1994 р. на р. Сейм, у цьому році спостерігалась найнижча якість води — забруднена. Найнижчі значення ІЗВ були відмічені на р. Остер, тут вода у більшості років відносились до класу чистої.

На основі щоденних витрат води проводився графічний аналіз, який показав, що саме в характерні фази водного режиму були відібрані проби на аналіз якості води. На рис. 2 показаний гідрограф щоденних витрат води та дати відбору проб на якість води р. Головесня за 1991 р. За допомогою таких

гідрографів дані проб були розбиті за фазами водного режиму для кожного з досліджуваних водотоків.

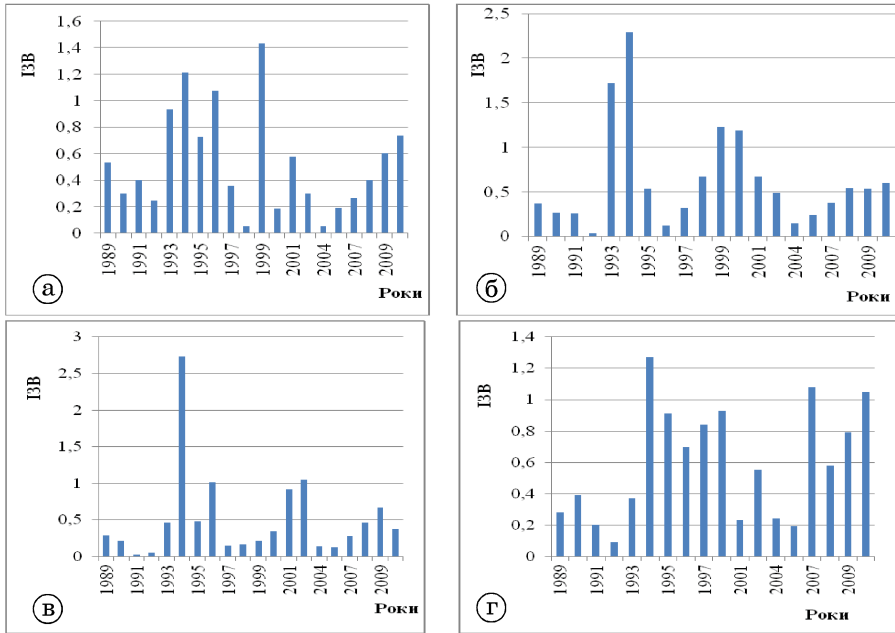


Рис. 1. Динаміка середньорічних значень ІЗВ р. Головесня - с. Покошичі (а); р. Снов - с. Носівка (б); р. Сейм - с. Мутіно (в); р. Остер - м. Козелець (г) за 1989-2010 роки

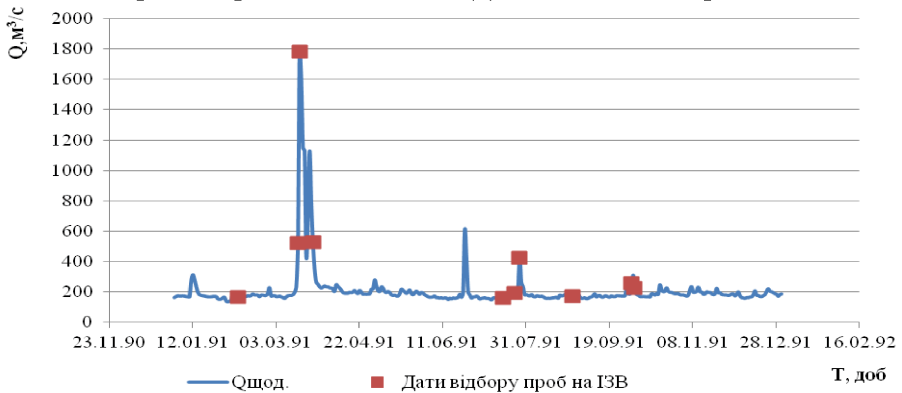


Рис. 2. Щоденні витрати води та дати відбору проб на якість води (р. Головесня, 1991 р.)



За фазами водного режиму були розраховані середні значення ІЗВ для кожного з водотоків (табл. 4). Осереднені показники ІЗВ за фазами водного режиму мають менші значення в період весняно-літнього водопілля за рахунок інтенсивного розбавлення водних потоків, не чітко це простежується на посту р. Сейм в зв'язку з невеликою кількістю проб. В період зимової та літньо-осінньої межени показники ІЗВ мають більші значення, що пов'язано з низьким рівнем води в річках. Порушується тенденція лише на р. Головесня, що можна пояснити невеликими розмірами річки.

Таблиця 4.

Показники ІЗВ осереднені по фазам водного режиму за період 1989-2010 рр.

Фаза водного режиму	Показник ІЗВ осереднений по фазам водного режиму			
	р. Сейм	р. Снов	р. Головесня	р. Остер
Зимова межень	0,31	0,67	0,33	0,49
Весняно-літнє водопілля	0,41	0,45	0,33	0,44
Літньо-осіння межень	0,53	0,80	0,35	0,58

Повторюваність показників ІЗВ за фазами водного режиму наведено в табл. 5.

Таблиця 5.

Повторюваність класів якості води (%) за показником ІЗВ по характерним фазам водного режиму

Класи якості води за показником ІЗВ	I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>р. Головесня, с. Покошичі</b>							
Зимова межень	47	53					
Весняно-літнє водопілля	33	64	3				
Літньо-осіння межень	43	57					
<b>р. Сейм, с. Мутіно</b>							
Зимова межень	67	33					
Весняно-літнє водопілля	60	32	4	4			
Літньо-осіння межень	50	34	8	8			
<b>р. Снов, с. Носівка</b>							
Зимова межень	72	14		14			
Весняно-літнє водопілля	42	50	4	4			
Літньо-осіння межень	42	48	5	5			
<b>р. Остер, м. Козелець</b>							
Зимова межень	29	71					
Весняно-літнє водопілля	21	73	6				
Літньо-осіння межень	21	69	5	5			

На основі цих даних видно, що води на досліджуваних притоках в основному відносяться до першого та другого класу якості води, тобто води за ступенем чистоти — дуже чисті та, відповідно, чисті.

На постах р. Снов, р. Сейм та р. Остер зустрічаються поодинокі випадки III класу — досить чисті води, та IV — слабко забруднені води. Основне забруднення і, як наслідок, погіршення класу якості води, спричиняли такі речовини як феноли та нафтопродукти. Саме з ними пов'язане таке різке зростання величини ІЗВ на трьох гідрологічних постах у 1994 році.

**Висновки.** В результаті проведених розрахунків було встановлено, що притоки Десни (Сейм, Снов, Головесня, Остер) за період 1989-2010 рр. за своєю якістю можуть бути віднесені до чистих і помірно забруднених, і лише на р. Сейм та р. Снов спостерігалася одноразові значення IV класу якості води. Аналіз показує, що вода в досліджуваних річках загалом в непоганому стані, але оскільки є випадки IV класу забруднення води, то ці річки потрібно зберігати під постійним наглядом, їх воду можна використовувати для господарсько-питного постачання з очисткою.

За осередненими показниками ІЗВ за фазами водного режиму води річок відносяться до першого та другого класу якості води, та в деяких випадках спостерігалися третього та четвертого класу якості. Показники ІЗВ в період весняно-літнього водопілля на всіх постах спостереження мають менші значення за рахунок інтенсивного розбавлення водних потоків, не чітко це простежується на посту р. Сейм, в зв'язку з невеликою кількістю проб. В період зимової та літньо-осінньої межени показники ІЗВ мають більші значення, що можна пов'язати з низьким рівнем води в річках. На р. Головесня не спостерігається динаміки значень ІЗВ зі зміною фаз водного режиму, що можна пояснити невеликими розмірами річки.

В результаті виконаної роботи можна зробити висновок, що на цей час води притоків річки Десна є переважно придатними для побутового використання та інших потреб населення. Але їх стан з роками погіршується через зростання антропогенного навантаження. Також деяка кількість забруднень надходить з території Росії, оскільки р. Снов та р. Сейм є транскордонними річками.

### *Література*

1. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води Украї-

- ни, гідрохімічні розрахунки, методи аналізу. — К.: Ніка-Центр, 2008. — 712 с.
2. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: НІКА-Центр, 2001. — 264 с.

*Даус М. Є., Чемерис А. І.*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ВОД ПРИТОК РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ (УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ)**

**Вступ.** Забруднення водних екосистем являє собою велику небезпеку для всіх живих організмів. Встановлено, що під впливом забруднювальних речовин в прісноводних екосистемах помічається падіння їх стійкості, внаслідок руйнування їх харчової піраміди та порушення сигнальних зв'язків в біоценозі, мікробіологічного забруднення, евтрофування та інших вкрай несприятливих процесів. Вони знижують темпи росту гідробіонтів, їх плодовитість, нерідко, призводять до їх загибелі. Окрім надлишку біогенних речовин, на прісноводні екосистеми згубно впливають і інші забруднювальні речовини [1].

**Мета роботи** — дослідження гідрохімічних характеристик якості вод приток річки Прип'ять (української частини) за методом комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ).

**Об'єкт дослідження.** Територія басейну річки Прип'ять (українська частина) займає в адміністративному відношенні Волинську, Рівненську і Житомирську області, які лежать у північно-західній частині України. В межах даних областей по спільності морфоструктурних рис виділяють рівнинний клас ландшафту [2]. Території верхів'я басейну річки Прип'ять, з прилеглими до неї притоками, в межах названих областей, охоплюють межі лісової зони, хоча деякі притоки — Стир, Горинь і Случ беруть свій початок ще у зоні лісостепу.

Басейни річок-приток Прип'яті займають Волинську, Розточчя, Подільську та Хотинську височини і Гологоро-Кременецький кряж, які зазнали тектонічного підняття наприкінці кайнозойської ери, що спричинило врізання річкових долин та поширення водно-ерозійних форм поверхні [2; 3]. Клімат зони помірно континентальний. На даній території випадає найбільше опадів серед рівнинних територій України (600-700 мм за рік). Спостерігається надмірне зволоження при невеликій випаровуваності. Тому характерною особливістю лісової зони є заболоченість.

*Методи досліджень та вхідні матеріали.* Для оцінки якості вод застосовано методіку комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) [1]. Метод передбачає здійснення оцінки забруднення води за допомогою умовного коефіцієнта комплексності, вираженого відношенням числа забруднювальних речовин, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів. Використання методу передбачає проведення триступеневої класифікації:

- за ознаками повторюваності випадків забруднення;
- за кратністю перевищення нормативів ГДК;
- за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Для оцінки якості води за вхідні матеріали прийняті дані спостережень за гідрохімічними показниками на стаціонарних постах Держкомгідромету у пунктах моніторингу: р. Прип'ять - с. Річиця, р. Случ - м. Сарни (1 км вище та 6 км нижче міста), р. Стир - м. Луцьк (1 км вище та 1,5 км нижче міста), р. Стохід - м. Любешів, р. Турія - м. Ковель (2 км вище та 1,5 км нижче міста), р. Уборть - с. Перга, р. Уж - м. Коростень (1 км вище та 1,5 км нижче міста).

Інформація щодо періоду спостережень та кількості відібраних проб на кожному з постів відображена в табл. 1.

Загалом внутрішньорічний розподіл кількості проб неоднорідний як по постах, так і по рокам. Крім того, ряд спостережень не є безперервним, і в окремі роки спостереження відсутні, а саме 2002 та 2006 роки, на кожному пості. Загалом було опрацьовано 1601 пробу води. Дослідження якості вод проводились на основі двадцяти чотирьох показників, використовуючи для порівняння ГДК рибогосподарського призначення.

Хімічний склад речовин включав в себе: фізичні властивості, газовий склад та головні іони; органічні речовини, в тому числі забруднюючі та біогенні компоненти і забруднюючі речовини неорганічного походження за такими речовинами: мінералізація, завислі речовини, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), загальна жорсткість, розчинений кисень(O<sub>2</sub>), феноли (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH). Катіони: магній (Mg<sup>2+</sup>), кремній (Si<sup>2+</sup>), залізо загальне (Fe<sup>3+</sup>), мідь (Cu<sup>2+</sup>), цинк (Zn<sup>3+</sup>), хром (Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup>), кальцій (Ca<sup>2+</sup>), натрій (Na<sup>+</sup>), мар-

ганець ( $Mn^{2+}$ ). Аніони: гідрокарбонати ( $HCO_3^-$ ), сульфат ( $SO_4^{2-}$ ), хлор ( $Cl^-$ ), фосфати ( $PO_4^{2-}$ ), нітрит-іони ( $NO_2^-$ ), нітрат-іони ( $NO_3^-$ ), амоній-іони ( $NH_4^+$ ).

Таблиця 1.

Відомості про вихідні дані

Назва поста	Період спостережень	Загальна кількість проб	Кількість проб у році		
			середня	максимальна	мінімальна
р. Прип'ять - с. Річиця	1990-2010	108	7	8	1
р. Случ - м. Сарни (1 км вище міста)	1989-2010	133	7	12	1
р. Случ - м. Сарни (6 км нижче міста)	1989-2010	133	7	12	1
р. Стир - м. Луцьк (1 км вище міста)	1990-2010	234	13	13	9
р. Стир - м. Луцьк (1,5 км нижче міста)	1990-2010	239	13	13	10
р. Стохід - м. Любешів	1990-2010	128	7	8	3
р. Турія - м. Ковель (2 км вище міста)	1989-2010	137	7	8	4
р. Турія - м. Ковель (1,5 км нижче міста)	1989-2010	137	7	8	4
р. Уборть - с. Перга	1989-1997 2003-2010	99	7	8	1
р. Уж - м. Коростень (1 км вище міста)	1991-2010	129	7	12	1
р. Уж - м. Коростень (1,5 км нижче міста)	1990-2010	124	7	12	1

**Результати дослідження.** Розрахунки комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ), були проведені на основі попередньо розрахованої повторюваності та кратності, загальних оцінних балів, визначені речовини ЛОЗ, які погіршували якість вод ( $Si \geq 11$ ). Отримали наступні результати:

- 1) *р. Прип'ять - с. Річиця.* В даному випадку, КІЗ змінювався від 34 до 80 балів, ПКІЗ коливався від 2,05 до 3,81, в більшості переважали класи якості: III (а) та III (б) — вода “брудна”. Винятком стали 1992 та 1993 роки, їх клас якості води IV (а) — вода “дуже брудна”. Серед речовин ЛОЗ — завислі речовини (протягом всього часу), в період 1990-1993 рр. — мідь, а також хром в 1992 та 2001 роках.

- 2) *р. Случ - м. Сарни (1 км вище та 6 км нижче міста)*. На посту 1 км вище міста КІЗ коливався від 38 до 65 балів, ПКІЗ становив 2,00-2,71, переважав клас якості III (а) — вода “брудна”. Серед речовин ЛОЗ: завислі речовини (всі роки), в 1992 році — мідь, а також цинк в 1998 році.

На посту 6 км нижче міста КІЗ змінювався від 48 до 74 балів, ПКІЗ коливався від 2,17 до 3,36 балів, переважав клас якості III (а) — вода “брудна”. Лише для 1992 року характерним став клас якості IV (а) — вода “дуже брудна”, що обумовлено наявністю трьох речовин ЛОЗ — завислі речовини, мідь і нафтопродукти. В інші роки серед речовин ЛОЗ були: завислі речовини (всі роки), у 1989, 1990 та 2008 рр. — мідь.

- 3) *р. Стир - м. Луцьк (1 км вище міста та 1,5 км нижче)*. На посту вище міста визначено дві речовини ЛОЗ — завислі речовини (у всі роки) та мідь — у 1990 році. В більшій кількості було отримано клас якості та розряд III (а) (вода “брудна”), також спостерігався, в меншій кількості III клас якості розряду “б”. Та один випадок у 1990 році — IV а (вода “дуже брудна”).

На посту нижче міста спостерігалось чотири речовини ЛОЗ: завислі речовини, мідь, цинк та хром. Усі чотири речовини були присутніми у 1990 та 1992 роках, що зумовило отримати у ці роки клас якості води IV, з розрядом “б”, клас якості та розряд III (б) був найбільш поширений на посту, інші класи та розряди (III (а), IV (а) та IV (б)) спостерігались в однаковій кількості.

- 4) *р. Стохід - м. Любешів*. На посту КІЗ змінювався від 20 до 70 балів, ПКІЗ коливався від 1,95 до 3,18, в більшості переважав класи якості III (а) (вода “брудна”), клас якості III (б) був лише у 1992 та 2010 роках. Наявність класу III (б) в цих роках обумовлена, тим що в ці роки спостерігались дві лімітуючих ознаки в 1992 р. — завислі речовини та мідь, а в 2010 р. — завислі речовини та залізо загальне.

- 5) *р. Турія - м. Ковель (2 км вище та 1,5 км нижче міста)*. Аналіз характеру забрудненості за загальним оцінним балом на посту вище міста показав, що  $Si \geq 11$ , отримали: завислі речовини (від 12 до 16 балів). Були випадки розрахованого балу, який дорівнював 16 для речовини міді на верхньому

посту. На нижньому посту мідь жодного разу не перевищувала, лише завислі речовини та один випадок у 1992 році — нафтопродуктів, зазначені речовини погіршували якість води і являються речовинами ЛОЗ. На посту вище міста в більшості переважав клас якості води III — розряд (б), в 1990, 1992 та 1996 роках спостерігався IV клас якості води, розряд “а”.

- 6) *р. Уборть - с. Перга*. При розрахунку загальних оцінних балів було визначено речовини ЛОЗ — завислі речовини (протягом усього періоду спостережень), мідь у 1990 році, цинк — 1992 році, та феноли — у 2003 році. В більшості випадків на посту переважав клас якості води III — розряд (б), стан вод водотоку — “брудна”.
- 7) *р. Уж - м. Коростень*. На посту 1 км вище міста від 12 до 16 балів отримали лише завислі речовини, у 1991, 1992 та 2001 роках речовини ЛОЗ, були відсутніми. На нижньому посту з 1990 по 1992 роки, як і на верхньому посту не було жодної речовини ЛОЗ. Проте з 1993 по 2010 роки переважали завислі речовини та у 1994 році — феноли. На кожному з досліджуваних постів в більшості переважав клас якості води III розряд “а”, в меншій кількості був наявний клас якості води III розряд “б”, а також у 1991 році як на верхньому так і на нижньому посту був визначений клас якості води II, а в нижньому посту цей клас спостерігався ще у 1990 та 1992 роках.

Для опису визначених класів вод водотоків складена табл. 2.

Аналізуючи табл. 2, можна сказати, що для всіх річок переважаючим є III клас якості води, з розрядами “а” та “б”. Наявність II класу якості, коли водотік вважається забрудненим, зосереджена на двох досліджуваних постах *р. Уж - м. Коростень*. На шести пунктах спостерігався IV клас якості розряду “а”, коли водотік за характеристикою вважається “дуже брудним”. У пункті *р. Стир - м. Луцьк* (1,5 км нижче міста) був виявлений IV клас якості води розряду “б”.

Отже, за рибогосподарськими критеріями “брудна” вода, яка була визначена на більшості постів, вважається не придатною для цього виду господарства, а наявність “дуже брудної” води, взагалі обумовлює неможливість такого виду водокористування, як галузь рибного господарства [1].

Таблиця 2.

Повторюваність класів забруднення води (%) притоків річки Прип'ять для рибогосподарського використання

Пост	Клас якості							
	I	II	III - (а)	III - (б)	IV - (а)	IV - (б)	IV - (в)	IV - (г)
р. Прип'ять - с. Річиця	-	-	45,0	45,0	10,0	-	-	-
р. Случ - м. Сарни (1 км вище міста)	-	-	85,0	15,0	-	-	-	-
р. Случ - м. Сарни (6 км нижче)	-	-	60,0	35,0	5,0	-	-	-
р. Стохід - м. Любешів	-	-	89,5	10,5	-	-	-	-
р. Стир - м. Луцьк (1 км вище міста)	-	-	79,0	16,0	5,0	-	-	-
р. Стир - м. Луцьк (1,5 км нижче міста)	-	-	16,0	52,0	16,0	16,0	-	-
р. Турія - м. Ковель (2 км вище міста)	-	-	35,0	50,0	15,0	-	-	-
р. Турія - м. Ковель (1,5 км нижче міста)	-	-	50,0	45,0	5,0	-	-	-
р. Уборть - с. Перга	-	-	31,0	69,0	-	-	-	-
р. Уж - м. Коростень (1 км вище міста)	-	5,0	90,0	5,0	-	-	-	-
р. Уж - м. Коростень (1,5 км нижче міста)	-	16,0	74,0	10,0	-	-	-	-

**Висновок.** Проведені розрахунки характеристик якості вод приток річки Прип'ять (української частини) за методом комбінаторного індексу забрудненості на основі рибогосподарських критеріїв показали, що на всіх річках переважаючим є III клас якості води, з розрядами "а" та "б", на шести постах присутній IV клас розряду "а", на одному — IV клас розряду "б", на двох постах річки Уж — II клас якості. Вода "брудна" не придатна для рибного господарства, а наявність в окремий період "дуже брудної" води вважається неможливим для ведення рибного господарства.

У водах річок у всі роки спостерігалися речовини ЛОЗ — завислі речовини та іноді інші небезпечні речовини — мідь, цинк, хром, поодинокі випадки перевищення заліза загального, нафтопродуктів, фенолів. На досліджуваних річках знаходяться великі міста, невеликі містечка, села, для забезпечення економічних потреб населення яких побудовані підприємства, відбуваються скиди стічних вод. В більшості випадків самоочищення річок відбувається повільніше. Влітку можливі процеси евтрофікації і застоювання



води. Оскільки у річках водяться цінні види риб: короп, карась, лящ, сом, окунь, вугор, лин, судак, щука, марена, товстолобик, то водні об'єкти потребують особливих вимог якості води. Стан водойм, може призвести до загибелі аборигенної іхтіофауни [1].

Тому слід встановити жорсткіші вимоги, щодо скидання стічних вод, та покращити очисні системи, які розташовані на досліджуваних річках. Необхідно проводити моніторинг і вживати заходів щодо покращення ситуацій на розглянутих водних об'єктах.

### *Література*

1. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка-Центр, 2011. — 264 с.
2. Пестушко В. Ю., Уварова Г. К. Географія України. — К.: Генеза, 2008. — 288 с.
3. Географічна енциклопедія України. — Т. 2. — К.: “Українська Радянська Енциклопедія” ім. М. П. Бажана, 1990.

*Вовкодав Г. М., Бакала О. Д.*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОД КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЯК ДЖЕРЕЛА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ**

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все гострішою. Стан водної екосистеми Кременчуцького водосховища поблизу розташування очисних споруд відображає зростання техногенного навантаження, що обумовлює процес її деградації. Для покращення стану вод Кременчуцького водосховища необхідно виділити пріоритетні напрями екологічної діяльності. На сьогодні актуальним залишається питання щодо аналізу стану вод Кременчуцького водосховища відповідно, оцінювання роботи очисних споруд, які здійснюють скиди в поверхневі водойми.

Визначення одночасно всіх показників не завжди є необхідним та економічно доцільним. Практично (залежно від мети досліджень) оцінка якості поверхневих вод ґрунтується на обраних показниках, величини яких мають визначатися за уніфікованими методами аналізу якості компонентів довкілля [1]. Оцінити якісно й кількісно стан вод Кременчуцького водосховища,

що знаходяться під впливом людської діяльності, досить складне завдання, оскільки залежить від багатьох факторів [2-4].

Проблема отримання високоякісної питної води в Україні з існуючих джерел водопостачання є дуже актуальною. Як показали результати розрахунків, у Кременчуцькому водосховищі відбулися зміни якості води в бік погіршення за рядом показників. Проте застарілі технології, технічне обладнання і нині діюча нормативна база у сфері питного водопостачання розраховані на підготовку води лише 1-2 класу якості.

Відповідно нині діючому ГОСТ води Кременчуцького водосховища відносять до 1 і 2 класів якості та придатні для використання без обмежень, що не відповідає дійсності. При цьому не дуже чітко прослідковується сезонна динаміка показників якості води. Відмічено лише, що в літньо-осінній сезон року у водосховищі, порівняно з прорізом, зафіксовано нижчі значення запаху (3 клас) і кольоровості (2 клас). В той же час води водосховища протягом року характеризується стабільним забрудненням органічними речовинами, про що свідчать значення перманганатної окиснюваності (2 клас) і БСК<sub>5</sub> (3 клас).

Оцінку якості води виконано за трьома критеріями: за величинами інтегральних блокових індексів й інтегрального комплексного індексу, що дозволить охарактеризувати стан водойм в цілому і визначити пріоритетні блоки показників.

Екологічний стан Кременчуцького водосховища в районі Власівського водозабору в цілому за комплексним інтегральним індексом характеризується як “добрий” — “задовільний”, “прийнятний” (2-3 класи). Виключення становлять тільки блок гідробіологічних показників (4 клас — “обмежено придатна”, “небажана” якість води) і блок показників радіаційної безпеки (1 клас — “відмінна”, “бажана” якість води). Визначено, що найоптимальнішим сезоном року щодо якості води є зима й, частково, весна. У цей період якість води коливалася від “відмінної”, “бажаної” до “доброї”, “прийнятної” (1-2 класи за середніми і найгіршими значеннями). Щодо літа-осені, то вона погіршується до “задовільної”, “прийнятної” (3 клас). Особливо чітко це помітно після надходження води від місця забору до очисних споруд.

Для визначення пріоритетних (визначальних) показників якості води екологічну оцінку необхідно виконувати диференційовано, тобто за окремими показниками в блоках. Для Кремен-

чуцького водосховища такими є вміст органічних речовин (біхроматна й перманганатна окиснюваність), біогенних сполук (азот амонійний, нітритний і нітратний, фосфор фосфатів), фітопланктону, заліза загального, марганцю, нафтопродуктів, СПАР, котрі відносять води до 2-4 класів якості протягом року .

### *Література*

1. КНД 211.1.1.106-2003 “Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод”. — 154 с.
2. Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. — 2002 р., № 431.
3. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка Центр, 2001. — 196 с.
4. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. — Тольятти: ИЭВБ РАИ, 2003. — 463 с.

*Вовкодав Г. М., Бакала О. Д.*

## **ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Погіршення екологічної ситуації Кременчуцького водосховища відбувається внаслідок нераціонального використання водних ресурсів, значного техногенного впливу та є вкрай відчутною проблемою і несе приховану небезпеку для нинішнього й майбутніх поколінь.

Виконання екологічної оцінки проводилося за допомогою інтегрального показника забруднення води. Екологічні ризики від господарської діяльності, що проводилися і проводяться, зумовлюють необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій і закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод Кременчуцького водосховища [1-3].

Аналітичний контроль якості та складу води Кременчуцького водосховища проводився на дев'яти створах:

- в районі с. Пекарі, 5 км нижче скиду очисних споруд міста Канева;
- пристань Тубільці, 0,5 км нижче пристані Тубільці, 0,5 км нижче впадіння р. Рось;

- 0,5 км вище водозабору м. Черкаси;
- вище м. Черкаси, 2 км вище залізничного мосту;
- 1 км нижче Південного промвузла м. Черкаси;
- в районі скиду о/с ПАТ “Азот”;
- 0,5 км вище скиду очисних споруд ПАТ “Азот”;
- 0,5 км нижче скиду очисних споруд ПАТ “Азот”;
- в районі с. Липове, 2 км нижче села, в районі дамби, на межі з Полтавською областю.

Води Кременчуцького водосховища за блоком показників сольового складу “відмінні”, “дуже чисті”. Проте, при несприятливих умовах протягом обмеженого відрізка часу їх якість знижується за станом і ступенем чистоти до “дуже добрих”, “чистих”. Для блоку трофо-сапробіологічних показників величини відповідають категоріям 4 — “задовільні”, “слабко забруднені” та 5 — “посередні”, “помірно забруднені” води; для блоку специфічних показників токсичної дії — категоріям 2 (“дуже добрі”, “чисті”) і 3 (“добрі”, “досить чисті”) відповідно.

Сучасну екологічну оцінку якості води Кременчуцького водосховища (2010-2015 рр.) виконано шляхом співставлення середніх (середньоарифметичних) та найгірших (максимальних чи мінімальних) значень показників трьох блоків з відповідними категоріями і класами якості води. Її результати свідчать, що води в цілому за екологічним індексом належать до 3-4 категорії, II-III класів якості і характеризуються як перехідні між “добрими”, “досить чистими” та “задовільними”, “слабко забрудненими” за станом і ступенем чистоти.

За найгіршими значеннями індексу блоку трофо-сапробіологічних показників води Кременчуцького водосховища відносяться до категорії 4 — “задовільні”, “слабко забруднені” води.

Щодо сольового блоку, за найгіршими значеннями показників, обумовлену підвищенням вмісту хлоридів і сульфатів, і характеризуються “дуже добрими”, “чистими”, прісними, гіпогалінними водами.

Блок специфічних речовин токсичної дії визначає води як “задовільні”, “слабко забруднені” (за середніми величинами) та як перехідні за якістю від “задовільних”, “слабко забруднених” до “посередніх”, “помірно забруднених” (за найгіршими значеннями). Така ситуація спричинена наявністю значної кількості міді, цинку, заліза загального, марганцю, фторидів і нікелю (4-6 категорії, III-IV класи якості).

### *Література*

1. КНД 211.1.1.106-2003 “Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод”. — 154 с.
2. Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. — 2002 р., № 431.
3. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка Центр, 2001. — 196 с.

УДК 504.5-047.44

*Прыкуп Л. О.*

### **DYNAMIC OF ORGANIZATION DIFFERENT TYPES OF LAND IN ODESSA REGION**

**Relevance.** Lands operation in Ukraine is associated with high level of agricultural development, in particular their plowing, which nearly doesn't have any analog in the world. Implementation of land reform leads to renovation in agricultural sector of private rental relation. In terms of agricultural landscape organization the ecological sustainability to productivity of territory are reduce. One of the main conditions for the existence of stable agricultural landscapes is the optimal balance between agricultural land, forest plantations, meadows and other types of land.

**Materials and methods.** Ecological and economic balance of the territory — a balanced ratio of different lands types, which provides landscapes stability [1]. Methodological basis of evaluation of agroecological state land is a systematic approach to the selection criteria and the required set of indicators [2].

As it has been specified earlier, the territory of Ukraine is characterized by the high level of agricultural development. However lack of scientific justification of a land reform has led to emergence of new problems in use of lands. The problem of desertification and degradation of lands has become aggravated, and negative processes of exhaustion of soil strengthen an erosion, the negative balance of biogenous elements and carbon is formed [3].

Tretyak A. M., Sohnych A. J., Danylyshyn B. M., Doroguntsov S. I., Sobko A. A., Medvedev V. V. etc. [4; 5; 6] are involved in the question of researching the problem of environmental area sustainability and

efficient use of land resources. In the works of these scientists are suggested criteria and metrics economic, environmental and social efficiency of land operation, landscapes, soils and more efficient ways of using them. Rakoyid O. O., Saharchuk R. P., Dziuba L. P., Melnuk G. G., Makarenko N.A. and others have estimated an agroecological lands condition of the Kiev area [7-8]. Now time the areas research for this indicator is ongoing.

In according of recommendations of State Enterprise “Central Scientific — Research and Design Institute of Land Management” [9] the ecological condition of territories could be measured by the coefficient of ecological stability and anthropogenic stress.

$$K_{ec} = \frac{\sum K_c \cdot S'}{\sum S} , \tag{1}$$

$$K_{an} = \frac{\sum_{n=1}^1 SB}{\sum_n S} , \tag{2}$$

where,  $K_{ec}$  — coefficient of ecological stability of the territory;  $K_c$  — coefficient of ecological properties of various grounds;  $S'$  — the area of a concrete ground;  $S$  — area of all grounds of areas;  $K_{an}$  — coefficient of anthropogenic loading;  $B$  — a ball of anthropogenic loading.

The description of lands environmental condition is made according to gradation ratios of environmental sustainability and human load, which given in the Table. 1.

Table 1.

Assessment of an ecological condition of lands behind indicators  $K_{ec}$  that  $K_{an}$  [2]

Coefficient		Ecological stability of the territory	Level of anthropogenic loading
$K_{ec}$	$K_{an}$		
$\leq 0,33$	4,1 - 5,0	Ecologically unstable	High
0,34 - 0,50	3,1 - 4,0	Poorly stable	Raised
0,51 - 0,66	2,1 - 3,0	So-so stable	Average
$\geq 0,67$	1,0 - 2,0	ecologically stable	Low

**Results of a research.** To determine the environmental sustainability and human load have to consider the total area of all land areas, land area of a certain type designation, properties and environmental factor score anthropogenic load.

In the author's previous works [10] performed detailed calculations of the types of land for ecological stability coefficients, including coefficients established and improved environmental properties territories and anthropogenic pressure coefficients in southern Odessa region. The research gives a possibility to establish that the environmental sustainability factors of Kilia area are best in both cases — 0,45 and 0,59. It's indicates a poorly stable and high stability of the territory. Kilia area subjected by average level of anthropogenic load, as the coefficient equal 2,77.

Considering the established coefficient of ecological properties in calculations, the coefficient of ecological stability is the smallest in Tarutinsky district and makes 0,19, it's indicates about territory ecological instability. Ovidiopol district agroecological conditions — the worst. The factors of ecological stability are 0,22 and 0,34, while the coefficient of anthropogenic load was 3,86. This area is characterized as environmentally fragile and subject to the high level of anthropogenous loading. Detailed research has allowed to establish that, considering small territories it is possible to estimate better an ecological condition of the territory on coefficients. The importance for improvement of an ecological condition of the territory is occupied by natural grounds, reserves, wildlife areas.

The total area of Odessa region is 3331,3 hectares. The largest areas are in agricultural land and it's more than 2500 hectares in 2008-2014. The area of grasslands and pastures are varies from 402,5 thousand hectares in 2014 to 405,4 thousand hectares in 2008, i.e. in comparison with 2008 the data land area decreased by 3 thousand ha. Regarding built up lands the tendency to growth of the areas is observed every year.

Fields and opened fallow lands without vegetation occupy the smallest area of the Odessa area. The areas of opened lands varied from 33,1 (2012) to 33,6 hectares (2008-2009) and the fields — from 27,4 (2012-2014) to 29,4 (2008-2010). In six years of researches of considerable fluctuation of the areas of different type of grounds it isn't revealed.

The ecological condition of the territory of Odessa region is determined by coefficients of ecological stability and anthropogenous

loading (Table 2). The area is characterized as environmentally unstable, that means elevated levels of human activity. No one improvements in the situation is observed.

Table 2.

Ecological condition of lands of Odessa region

Years	<i>Кес</i>		<i>Кан</i>	
	Coef.	Condition	Ball	Condition
2008	0,3136	Ecologically unstable	3,96	Raised
2009	0,3135	Ecologically unstable	3,96	Raised
2010	0,3134	Ecologically unstable	3,96	Raised
2011	0,3131	Ecologically unstable	3,96	Raised
2012	0,3128	Ecologically unstable	3,96	Raised
2013	0,3126	Ecologically unstable	3,64	Raised
2014	0,3126	Ecologically unstable	3,64	Raised

The mark of anthropogenic load in 2013-2014 was decrease slightly but remains elevated level of load. However, these coefficients of ecological stability calculations the in the years 2012-2014 indicates a deterioration of the ecological status of the territory.

**Conclusions.** Researches concerning dynamics of the organization of different types of grounds in the territory of Odessa region are conducted that allows to define ecological instability of area and the increased level of anthropogenous loading. For improvement of a condition of the territory it is necessary to reduce the areas of agricultural grounds and to change their organization. Specification allows to reveal in more detail territories behind various conditions, however because of missing data it is impossible to conduct a detailed research.

*Література*

1. Шершун М. Х. Екологічні проблеми природокористування в аграрному секторі економіки // Агроекологічний журнал. — 2009. — № 3. — С. 13-16.
2. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. О. О. Ракоїд. — К.: Логос, 2008. — 51 с.
3. Тараріко О. Г. Подолання опустелення та деградації земель як базова основа збалансованого розвитку сільського господарства // Екологічний вісник. — 2007. — № 5(45). — С. 20-22.



4. Третяк А. М., Друга В. М. Методологія і методика наукових досліджень у землевпорядкуванні: Навч. посіб. — Аграрна наука, 2005. — 300 с.
5. Сохнич А. Я. Моніторинг земель: Навч. посіб. / Львівський державний агроуніверситет, Львів, 1997. — 131 с.
6. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / За ред. П. І. Коваленка. — К.: Аграрна наука, 2001. — 214 с.
7. Агроекологічний стан окремих земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення: Метод. рек. / Макаренко Н. А., Ракоїд О. О., Москальов Є. Л., та ін.; за ред. О. І. Фурдичка — К., 2005. — 54 с.
8. Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П., Мельник Г. Г. Екологічна оцінка сучасних систем землекористування Київської області // Агроекологічний журнал. — 2006. — № 4. — С. 35-41.
9. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / Третяк А. М., Третяк Р. А., Шквир М. І. — К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. — 15 с.
10. Ляшенко Г. В., Прикуп Л. О. Агроекологічна оцінка якості ґрунтів на півдні Одеської області // Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. — 2011. — № 12. — С. 80-87.

### *Резюме*

#### *Прикуп Л. О. Динаміка організації різних типів угідь на території Одеської області*

У статті представлена методика оцінки екологічного стану територій, загальна організація різних типів угідь Одеської області та розраховано показники екологічної стабільності і антропогенного навантаження за 2008-2014 рр. за рекомендаціями “Головного науково-дослідного та проектного інституту землеустрою”. Наведена екологічна оцінка та визначено стан земель досліджуваної території Одеської області з урахуванням організації типів угідь. Деталізація розрахунків за коефіцієнтами екологічної стабільності дозволяє більш чітко виділити території з різними екологічними умовами та виділити екологічно стабільні території з меншим рівнем антропогенного навантаження.

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА СТАН ГРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Вступ.** Розвиток ґрунтів і ґрунтового покриву, так і формування їх родючості, тісно пов'язане з конкретним поєднанням природних факторів ґрунтоутворення і різноманітним впливом людського суспільства, з розвитком його продуктивних сил, економічних та соціальних умов [1].

Потреба в елементах живлення залежить від біологічних особливостей рослин та умов зовнішнього середовища, зокрема ґрунтового-кліматичних умов, системи удобрення, обробітку ґрунту тощо. Так, з 1 т основної продукції яра пшениця виносить азоту 38 кг, фосфору 12, калію 26 кг; картопля — відповідно 5, 2 і 3; кормові буряки — 2.5, 0.9 і 4.5 кг.

Найбільша кількість хімічних елементів спостерігається в молодих рослинах, з віком їх кількість зменшується. Нагромадження елементів живлення у рослинах протягом вегетації відбувається нерівномірно й залежить від біологічних особливостей культури, сорту тощо. Враховуючи значення елементів живлення для рослин, розрізняють два періоди їх надходження: критичний і максимальний [1].

Під критичним періодом розуміють такий, коли різка нестача, порушення співвідношення або надлишок елементів живлення призводять до негативних явищ в усіх наступних фазах росту і розвитку рослин. Під періодом максимального надходження розуміють період найбільшого засвоєння елементів живлення.

На практиці необхідно враховувати також те, що потреба сільськогосподарських культур у добривах залежить не тільки від виносу, а й від вмісту поживних речовин у ґрунті, їх доступності рослинам, від рівня врожайності та інших факторів.

Херсонська область є однією з найбільш навантажених територій, де вирощуються основні сільськогосподарські культури, до яких відносяться зернові, технічні, кормові та баштанні культури. Для отримання високих та стійких врожаїв необхідно застосування сучасних технологій при їх вирощуванні. Це призводить до погіршення якості ґрунтів та подальшого впливу на якість сільськогосподарської продукції, яку на них отримують. Тому, в рамках роботи було виконано оцінку впливу мікроелементів на

стан ґрунтового-рослинного покриву сільськогосподарського призначення Херсонської області.

**Матеріали та методи.** Фонд вільних вуглеводів рослин на кожному часовому кроці являє собою баланс продуктів фотосинтезу і продуктів розпаду тканин, які старіють, а також витрат на дихання [2]:

$$\frac{dC_{lab}}{dt} = \Phi + C_{hydr} - R, \quad (1)$$

де  $C_{lab}$  — фонд вільних вуглеводів;  $\Phi$  — маса продуктів фотосинтезу посіву;  $C_{hydr}$  — маса вуглеводів, що утворюються при розпаді тканин, які старіють;  $R$  — витрати вуглеводів на дихання посіву.

Приймається, що формування фонду вільного азоту на кожному часовому кроці йде за рахунок поглинання азоту з ґрунту, продуктів розпаду тканин і витрат на відновлення життєдіяльних структур тканин:

$$\frac{dN_{lab}}{dt} = N_{abs} + N_{hyd} - N_{sen}, \quad (2)$$

де  $N_{lab}$  — фонд вільного азоту;  $N_{abs}$  — кількість поглиненого з ґрунту азоту;  $N_{hydr}$  — кількість азоту, що утвориться при розпаді білка;  $N_{sen}$  — витрати на відновлення білка.

Процес поглинання азоту рослиною з ґрунту йде активним шляхом і пасивним — виносом азоту з транспіраційною течією [3].

$$\frac{dN_{abs}}{dt} = \frac{N_{abs}^{max} \bar{N}_{s.r.} m_r^n}{K_{abs}^N + \bar{N}_{s.r.}} K_{abs}^N (T_s) + T \bar{N}_{s.w.}, \quad (3)$$

де  $N_{abs}^{max}$  — максимальна швидкість поглинання азоту коренем;  $\bar{N}_{s.r.}, \bar{N}_{s.w.}$  — концентрація азоту відповідно на поверхні коріння і в ґрунтовому розчині;  $K_{abs}^N$  — константа Міхаеліса-Ментен;  $K_{abs}^N (T_s)$  — функція впливу температури ґрунту на швидкість поглинання азоту коренем.

Динаміка біомаси надземної і підземної частин рослин та окремих органів визначається з врахуванням потреб цих частин рослин в асимілятах [3].

Приріст маси знаходиться як сума вільних вуглеводів і азоту [3]:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{dC_{lab}}{dt} + \frac{dN_{lab}}{dt}. \quad (4)$$

Розподілення приросту маси між надземною і підземною частинами рослин виконується за допомогою рівняння виду [3 ]:

$$\frac{dm_{shoot}}{dt} = \beta_{shoot}^m \frac{dm}{dt}, \quad (5)$$

$$\frac{dm_{root}}{dt} = (1 - \beta_{shoot}^m) \frac{dm}{dt}, \quad (6)$$

де  $\beta_{shoot}^m$  — співвідношення надземної і підземної частин рослин.

За допомогою наведеної вище математичної моделі було виконано моделювання впливу умов вирощування сільськогосподарських рослин на поглинання мікроелементів. Для цього була використана інформація про вміст основних мікроелементів у ґрунтах Херсонської області.

На графіку наведено характеристика ґрунтів за вмістом фосфору (рис. 1).

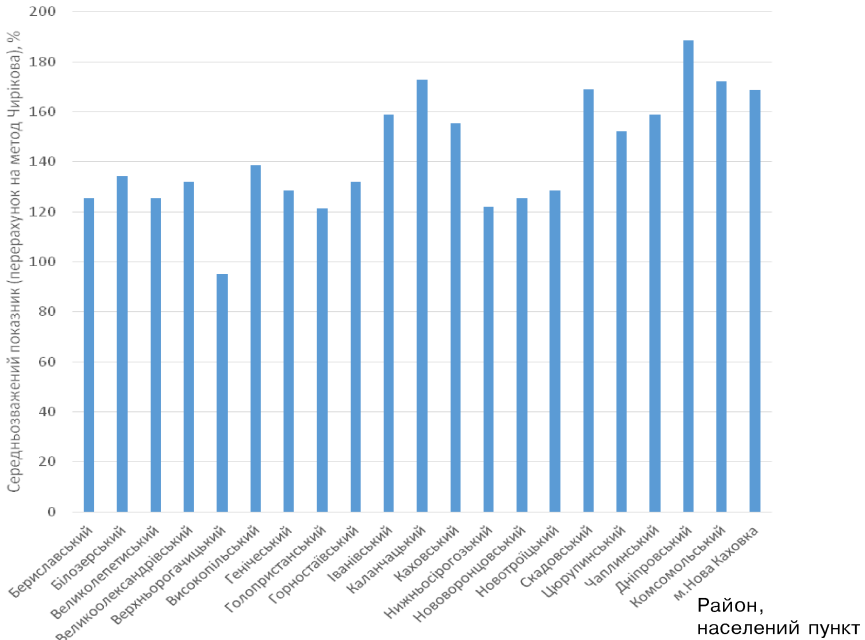


Рис. 1. Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору. Середньозважений показник, % (перерахунок на метод Чирікова)

Максимальне значення вмісту сполук фосфору спостерігалось у Дніпровському районі, а мінімальне значення — у Верхньорогачинському.

Представлено графік характеристики ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію (рис. 2).

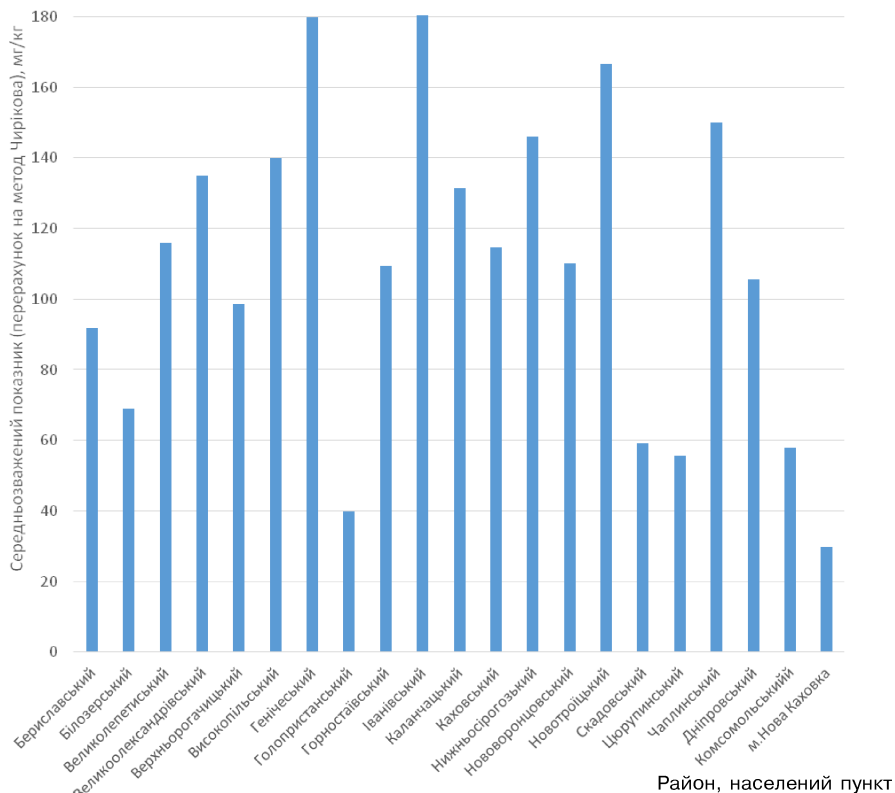


Рис. 2. Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію. Середньозважений показник, мг/кг ґрунту за методом Чирікова

На графіку видно, що максимум спостерігався у Іванівському районі, а мінімум у м. Нова Каховка.

**Висновки.** Правильне застосування добрив послабляє вплив несприятливих погодних умов на кількісні та якісні характеристики врожаю. Застосування добрив зменшує також негативний

вплив на врожай низьких та високих температур, приморозків та інших несприятливих метеорологічних умов.

Визначені норми внесення сприяють отриманню високих врожаїв з мінімальними кількостями забруднюючих речовин, до яких насамперед належать важкі метали. Найбільший вміст рухомих сполук у ґрунті, спостерігається у Дніпровському, Генічеському, Іванівському районах області.

### *Література*

1. Агроекологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / Под ред. В. В. Медведева. — К.: Аграрная наука, 1997. — 162 с.
2. Бихеле З. Н., Молдау Х. А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 223 с.
3. Агроекология. Методология, технология, экономика / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. — М.: Колос, 2004. — 400 с.

*Трандафіл М. Ф., Ільїна В. Г.*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

Ступінь забруднення ґрунту і рослин токсичними елементами та сполуками в умовах інтенсивної хімізації — це нова, досить актуальна екологічна проблема. Тому важко вибрати вірний метод визначення важких металів у ґрунті, а також методику визначення токсичного рівня важких металів у ґрунті [1].

Необхідно провести велику методичну роботу по виборі найбільш об'єктивних методів визначення токсичних елементів у ґрунті, добривах, природних водах і рослинах, щоб установити кількісні межі їх токсичності. Причому, важкі метали необхідно вивчати в усьому біологічному ланцюгу: ґрунт - рослина - тварина - людина. Саме в ґрунтах необхідно нормувати вміст важких металів, так як ґрунти впливають на хімічний склад природних вод, повітря, рослин, на продукти тваринного походження, а отже і на здоров'я людини [2].

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті.

Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою [3]:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4\alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{гр}} m_r^j}{a_r}, \quad (1)$$

де  $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$  — швидкість поглинання важких металів корінням рослини,  $\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$ ;  $\alpha_q^{\text{погл}}$  — поглинальна здібність кореню,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $\bar{A}_q^{\text{гр}}$  — концентрація рухомих форм  $g$ -го виду важких металів у ґрунті,  $\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;  $a_r$  — радіус кореню,  $\text{см}$ ;  $q$  — вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівню антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнту фітотоксичності КВМ, визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів [3]:

$$K_{\text{m.M}}^j = \min\{K_q^j\}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (2)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{\text{крj}} = 1 - \left( \frac{\mu A_q}{A_q^{\text{кр2}} - A_q^{\text{кр1}}} \right) \cdot A_q^{\text{рос(j)}} \quad (3)$$

де  $\mu A_q$  — зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині  $A_q^{\text{кр1}}$  і  $A_q^{\text{кр2}}$  ( $\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ) [16].

На рис. 1 представлено мінімальний вміст у ґрунтах Полтавської області важких металів. З рис. 1 видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2013 році по свинцю і кадмію, по ртуті спостерігаються однакові значення у 2011, 2012, 2013, 2014 рр. Найменші значення по всім трьом показникам у 2010 р.

На рис. 2 представлено середній вміст у ґрунтах Полтавської області важких металів. З рис. 2 видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2012 році по свинцю і ртуті, у 2011 по кадмію. Найменше значення по свинцю, кадмію і ртуті спостерігається у 2010 р.

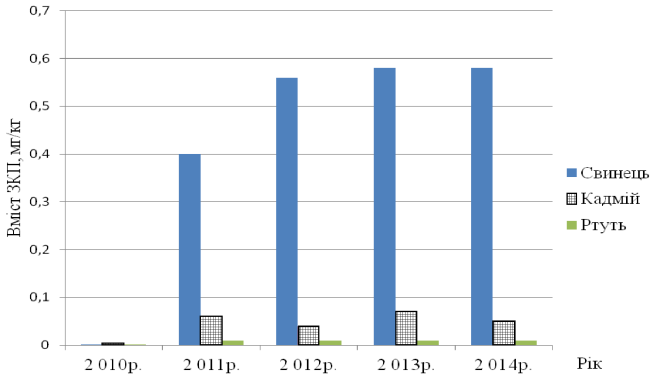


Рис. 1. Мінімальний вміст у ґрунтах важких металів (всього по Полтавській області)

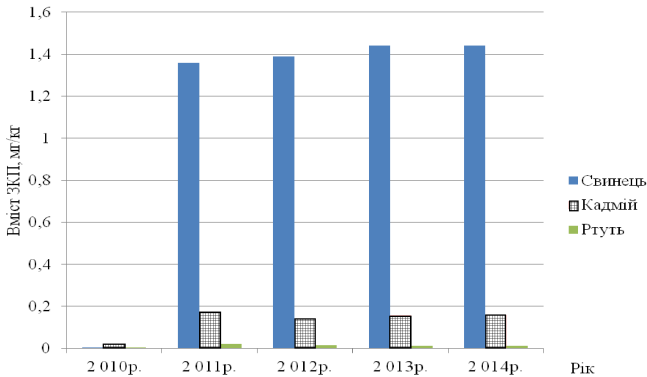


Рис. 2. Середній вміст у ґрунтах Полтавської області важких металів

На рис. 1 представлено максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів. З рис. 3 видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2012 році по свинцю і кадмію, у 2010 році по ртуті. Найменші значення спостерігаються по всім трьом показникам у 2010 році.

За останні 5 років значних коливань у забрудненні ґрунтів найбільш токсичними важкими металами до яких відносяться *Cu*, *Pb*, *Zn* і *Cd* не відбувалося, при цьому концентрації не перевищували значень ГДК.

Ґрунти Полтавської області є високородючими, але для вирощування високих та стійких врожаїв с/г рослин необхідно



використання мінеральних та органічних добрив. Ці заходи призводять до забруднення ґрунтів важкими металами.

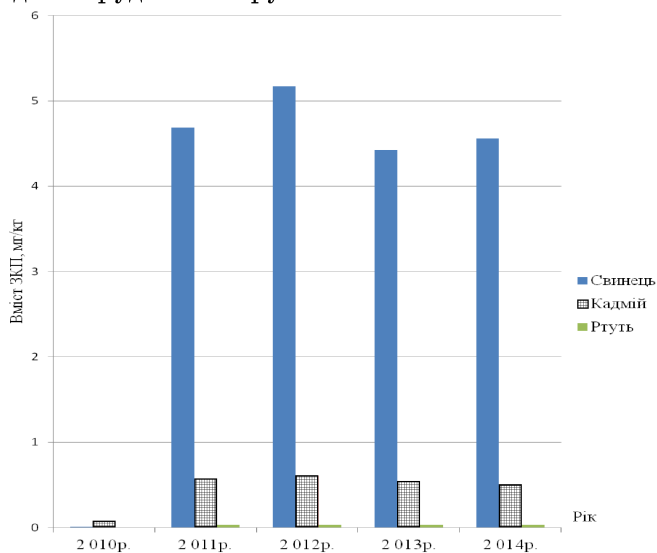


Рис. 3. Максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

З усіх земель пріоритетність в охороні та використанні мають землі сільськогосподарського призначення, які, на жаль, найбільше піддаються антропогенному впливу.

Загалом можна сказати, що Полтавська область має сприятливі умови та оптимальні показники, які визначають родючість ґрунту для розвитку сільського господарства.

### *Література*

1. Жовинский Э. Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — К.: Наукова думка, 2002. — 213 с.
2. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; пер. с. англ. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Утв. А. Г. Ефремов. — М., 1992. — 27 с.
4. Агроэкология / Под. ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. — М.: Колос, 2000. — 8 с.

## ОЦІНКА ВІНОСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Відомо, що розрахунок вносу біогенних речовин із складу агрохімікатів, що вносяться у ґрунти, є виключно важливою задачею, оскільки ці речовини вносяться поверхневим і підземним стоками у водойми та водотоки й самим активним способом змінюють їх екологічний стан [1].

Оцінка поширення біогенних речовин в водному об'єкті може бути проведена на основі визначення питомого біогенного навантаження на водоймище по наступній формулі:

$$H = \sum W_{ni} / V , \quad (1)$$

де  $W_{ni}$  — сумарне потрапляння біогенних речовин від  $n$  джерел, кг;  $V$  — об'єм води в водоймищі.

По питомим показникам біогенного навантаження складають територіальну характеристику ступені небезпечності антропогенного потрапляння біогенних речовин в водні об'єкти.

Аналіз питомих показників біогенного навантаження дозволяє встановити особливості сільськогосподарського виробництва в басейні і біогенного забруднення як всього водостоку, так і окремих його частин.

Загальна кількість біогенних речовин, які вносяться з рідким стоком, обчислюється за формулою [2]:

$$P_e = 10^{-3} \cdot C \cdot W \cdot F , \quad (2)$$

де  $P_e$  — винос біогенних речовин з рідким стоком;  $C$  — концентрація біогенних речовин у снігові або стоці;  $W$  — об'єм стоку;  $F$  — площа, для якої здійснюється розрахунок вносу біогенних речовин.

Концентрація біогенних речовин у снігові або стоці визначається за формулою:

$$C = (a \cdot D_n + b \cdot D_y) \cdot K_a , \quad (3)$$

де  $C$  — концентрація, яка обчислюється окремо для кожної біогенної речовини;  $a$  — параметр розчинності біогенного елемента у стоці;  $D_n$  — вміст рухливих форм живильних речовин у орному шарі;  $b$  — параметр переходу добрив у стік;  $D_y$  — частка

мінеральних та органічних добрив;  $K_a$  — коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічного фону на концентрацію біогенних речовин у стоці.

Винос біогенних речовин з твердим стоком розраховується за такою формулою [2]:

$$P_m = 10^{-3} \cdot m \cdot M \cdot F , \quad (4)$$

де  $P_m$  — винос біогенних речовин з твердим стоком;  $F$  — площа, для якої здійснюється розрахунок виносу біогенних речовин;  $m$  — вміст біогенних речовин у твердому стоці мг на 1 кг наносів;  $M$  — модуль стоку наносів за деякий період;  $10^{-3}$  — коефіцієнт розмірності.

Витрати рухливих форм біогенних речовин у твердому стоці обчислюється за формулою [2]:

$$C = (a' \cdot D_n + b' \cdot D_y) \cdot K'_a , \quad (5)$$

де  $a'$  — коефіцієнт, який характеризує вміст біогенних речовин у твердому стоці: для азоту =1.0, для фосфору =1.2;  $D_n$  — вміст рухливих форм живильних речовин у орному шарі;  $b'$  — параметр, який показує змінення вмісту біогенних елементів у твердому стоці (в мг на 1 кг наносів) при внесенні 1 кг добрив на 1 га ґрунту;  $K'_a$  — коефіцієнт, який характеризує вміст біогенних речовин у твердому стоці в залежності від агрофону.

При розрахунках виносу речовин з конкретного поля (ділянки) знаходять середній винос за період сівозміни за формулою:

$$P_{BC} = \left( \sum_{i=1}^k P_{Bi} \right) / n , \quad (6)$$

де  $P_{BC}$  — середній за період сівозміни винос біогенних речовин з рідким стоком;  $P_{Bi}$  — винос біогенних речовин рідким стоком з ділянки, який характеризується  $i$ -м видом агротехнічного фону за розрахунковий період;  $n$  — число, що визначає тривалість розрахункового періоду.

Загальний винос біогенних речовин знаходять, сумуючи винос біогенних речовин рідким і твердим стоками за формулою:

$$P_O = P_{BC} + P_{TC} , \quad (7)$$

де  $P_O$  — загальний винос біогенних речовин (середній за період сівозміни).

Розрахунок загального виносу біогенних речовин виконується з урахуванням коефіцієнту зменшення змиву цих речовин при використанні протиерозійних агротехнічних заходів. Середній коефіцієнт зменшення змиву застосовується звичайно для азоту — 0.5; для фосфору — 0.5; для калію — 0.5.

Для розрахунку була використана вихідна інформація про середньорічні концентрації речовин в створах спостереження Запорізької області за 2012-2014 роки (табл.1).

Таблиця 1.

Середньорічні концентрації речовин в створах спостереження  
Запорізької області за 2012-2014 роки

Показники складу та властивостей	Місце спостереження за якістю води					
	р. Дніпро м. Энергодар Каховське водосховище			р. Дніпро, Каховське водосховище, Запорізька АЕС		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
1	2	3	5	6	7	8
Нітрати, г/дм <sup>3</sup>	1,88	1,51	1,18	1,53	1,45	1,27
Нітрити, г/дм <sup>3</sup>	0,049	0,046	0,037	0,037	0,046	0,037
Сульфати, г/дм <sup>3</sup>	45,3	39,2	41,7	53,8	40,5	42,8
Сухий залишок, г/дм <sup>3</sup>	264,2	287,2	307,4	330,2	300,1	318,3
Фосфати, г/дм <sup>3</sup>	0,317	0,362	0,298	0,315	0,358	0,304
Стронцій-90	-	0,70	0,77	-	0,70	0,84

Аналізуючи (табл. 1) можна побачити, що максимальні концентрації нітратів спостерігалися у 2012 році як у першому, так і у другому місцях спостереження, та становили 1,88 та 1,53 г/м<sup>3</sup> відповідно. Максимальна концентрація нітритів у першому місці спостереження спостерігалася у 2012 році, а у другому — у 2013 р. Сульфати приймають свою максимальну концентрацію у 2012 році в обох місцях спостережень і становлять, відповідно, 45,3 та 53,8 г/м<sup>3</sup>. Максимальна концентрація сухого залишку у першому місці спостереження припадає на 2014 рік та становить 307,4 г/м<sup>3</sup>, а у другому — на 2012 рік, та дорівнює 330,2 г/м<sup>3</sup>. Найбільша концентрація фосфатів спостерігається в обох випадках у 2013 році, а Стронцію-90 — у 2014 році в обох випадках.

Розрахунок балансу біогенних елементів виконувався для основних сільськогосподарських культур, які вирощуються на даній території (табл. 2). Такими культурами є: картопля, озима пшениця, кукурудза на зерно, технічні культури, цукровий буряк, соняшник, овочеві та кормові культури.

Таблиця 2.

Значення виносу біогенних елементів з рідким та твердим стоками з території, яка зайнята сільськогосподарськими культурами в Запорізькій області (кг)

Культура	Рідкий стік, P <sub>в</sub>			Твердий стік, P <sub>т</sub>		
	N	P	K	N	P	K
Картопля	7276,0	18659,3	14846,7	131,5	373,2	345,1
Озима пшениця	12135,2	28517,4	22735,0	201,3	571,3	528,2
Кукурудза на зерно	2724,3	6414,2	5082,0	451,9	1283,2	1182,5
Технічні культури	5622,0	13236,6	10487,4	932,6	2647,9	2442,0
Цукровий буряк	1114,5	2623,9	2079,0	183,1	524,7	485,1
Соняшник	4210,3	9912,9	7854,0	698,4	1983,1	1824,1
Овочеві	965,9	2274,1	1801,8	161,1	454,7	420,4
Кормові	17930,1	42217,1	33448,8	2911,5	8445,8	7788,8

Проводячи порівняльну характеристику за видами мінеральних добрив видно, що біогенні елементи, які знаходяться у фосфорних добривах практично по всіх сільськогосподарським культурам мають найбільші значення як за рідким, так і за твердим стоком.

За значеннями стоку видно, що з угідь, які зайняті озимою пшеницею та кормовими культурами, отримані найбільші значення як за твердим, так і за рідким стоком. Найменші значення отримані для такої культури як картопля. Це може бути пов'язане з тим, що ця культура займає найменші площі та потребує для свого розвитку та росту внесення незначної кількості мінеральних та органічних добрив.

### Література

1. Агрохимия / Под ред. П. М. Смирнова, Э. А. Муравина. — М.: Колос, 1984. — 304 с.
2. Методические рекомендации по расчету выноса биогенных веществ поверхностным стоком. ВАСХНИЛ. — М., 1989. — 23 с.
3. Полетаева Л. М., Юрасов С. М., Ильїна В.Г. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Конспект лекцій. — Одеса: ВМВ, 2006. — 181 с.
4. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 223 с.

### ОЦІНКА ВІНОСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Екологічні наслідки застосування фосфорних добрив пов'язані із збільшенням надходження фосфору у водні об'єкти, який викликає поряд з іншими поживними елементами посилене розкладання планктону, заболочення водойм і загибель водних організмів через дефіцит розчинного у воді кисню.

В екологічному відношенні найбільш небезпечні промислові азотні добрива (так званий технічний азот) — основне джерело нітратного забруднення води, продуктів харчування і кормів.

Коли говорять про безпеку нітратів для людини, звичайно мають на увазі й нітрити, які утворюються в організмі під дією мікрофлори кишечника і тканинних ферментів, а також N-нітросоаміни. Загальновідомо, що нітрати й нітрити — нешкідливі форми азоту для рослин, є природними компонентами рослинного організму.

Всі ці факти свідчать про те, що необхідний суворо науковий підхід до застосування не лише азотних, але й фосфорних добрив [1].

Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які зв'язують кількість речовин, що виносяться з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур [2].

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт, метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.) [3].

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою і-ю сільськогосподарською культурою ( $R_i$ ), визначають за формулою [3]:

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_P k_i y_i + \alpha_K k_i y_i , \quad (1)$$

де  $\alpha_N, \alpha_P, \alpha_K$  — відповідно коефіцієнти виносу азоту, фосфору та калію для різних ґрунтових умов та сільськогосподарських культур (табличні дані);  $k_i$  — винос біогенів з ґрунту з урожаєм, кг/т (наведено у табл.);  $y_i$  — фактична врожайність сільськогосподарської культури.

Таблиця 1.

## Коефіцієнти вносу біогенних речовин

Культура	Ґрунти	$a_N$	$A_p$	$a_K$
Озима пшениця	Дерново-підзолисті, чорноземи звичайні	0,16	0,12	0,07
Ярі зернові (колоскові)	Усі ґрунти	0,32	0,08	0,23
Картопля	Дерново-підзолисті	0,25	0,18	0,32
	Чорноземи опідзолені та видужені	0,13	0,12	0,21
Багаторічні трави	Усі ґрунти	0,55	0,20	0,43

Відповідно загальний винос біогенних речовин з водоохоронної зони річки або іншого водного об'єкту визначають за формулою [2]:

$$\sum W_{пл} = \sum_{i=1}^n R_i S_i, \quad (2)$$

де  $\sum W_{пл}$  — загальний винос біогенів з площі водоохоронної зони, кг/рік;  $R_i$  — питомий винос біогенів з площі, зайнятої сільськогосподарською культурою;  $n$  — кількість сільськогосподарських культур на площі водоохоронної зони;  $S_i$  — площа, яка зайнята сільськогосподарською культурою, га.

При розрахунках використовують значення врожайності культури за прогнозом. Площу, зайняту культурою, визначають за фактичними даними господарства про структуру посівів у водоохоронній зоні річки.

Початкову кількість внесених біогенних елементів визначають за формулою (3):

$$W_{исх} = \sum_{j=1}^m \Phi_{M_j} W_{CP_j}, \quad (3)$$

де  $W_{исх}$  — вихідна кількість внесених у ґрунт біогенів, кг/рік;  $m$  — кількість видів добрив;  $\Phi_{M_j}$  — фізична маса  $j$ -го виду добрив, що вносяться, т;  $W_{CP_j}$  — середній вміст біогенних елементів у добриві  $j$ -го виду.

Фізичну масу добрив розраховують за формулою [4]:

$$\Phi_{M_j} = \sum_{j=1}^m S_j N_j, \quad (4)$$

де  $S_j$  — площа внесення  $j$ -го добрива, га;  $N_j$  — норма внесення  $j$ -го добрива, т/га.

Підвищенні втрати біогенів можуть спостерігатись при низьких рівнях технологій використання добрив.

Можна визначити долю втрат біогенних елементів та розрахувати їх сумарний винос з ділянки внаслідок порушень технології ( $W_{\text{пот}}$ , кг/рік) за формулою:

$$\sum W_{\text{пот}} = \sum_{j=1}^m W_{\text{вих}_j} q_j, \quad (5)$$

де  $q_j$  — доля втрат біогенних елементів в наслідок порушень технології внесення  $j$ -го добрива;  $W_{\text{вих}_j}$  — вихідна кількість внесення біогенних добрив  $j$ -го виду, кг/рік [3].

Загальна величина виносу біогенів ( $W_{\text{заг}}$ , кг/рік) буде складати [4]:

$$W_{\text{заг}} = \sum W_{\text{пл}} + \sum W_{\text{пот}}, \quad (6)$$

а коефіцієнт втрат

$$\alpha_{\text{пот}} = W_{\text{заг}} / W_{\text{вих}} \quad (7)$$

Таблиця 2.

Використання поживних речовин з мінеральних добрив

Культура	Коефіцієнт використання, %			Культура	Коефіцієнт використання, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озима пшениця	28,7	11,1	32,6	Цукрові буряки	37,8	10,6	41,9
Озимий ячмінь	28,9	14,1	30,7	Картопля	43,9	10,7	51,8
Ярий ячмінь	27,5	10,9	28,1	Льон	29,3	4,9	13,7
				Соняшник	33,7	11,5	77,0
Кукурудза на зерно	26,2	9,1	29,1	Капуста	33,1	15,7	77,8
				Огірки при зрошенні	24,0	9,4	33,4
на силос	29,4	8,2	24,9	Помідори	43,5	11,8	65,7

Калійні мінеральні добрива небезпечні насамперед вмістом хлору, який погіршує якість урожаю (картоплі, овочів, винограду, тютюну, цитрусових і прядивних культур). Підвищений вміст калію в кормових травах може призвести до отруєння тварин, а застосування високих доз калійних добрив — до забруднення водойм.

У табл. 3 представлені значення норм внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури, які вирощуються у Вінницькій області.



Таблиця 3.

Значення норм внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури, які вирощуються у Вінницькій області

Культура	Тип ґрунту	Добрива, кг/га				Урожайність, т/га
		мінеральні			органічні	
		N	P	K	Гній	
Озима пшениця	Чорнозем звичайний, Південний	80	100	50	300	3,0
Кукурудза	Чорнозем звичайний, Південний	80	120	60	320	3,4
Ярий ячмінь	Чорнозем звичайний, Південний	70	100	50	336	2,7
Картопля	Чорнозем звичайний, Південний	80	60	100	360	10,3
Трави	Всі ґрунти	60	80	40	280	

За достатнього зволоження втрати калію з фільтраційними водами становлять 10-20 кг/га. При підвищеній концентрації калію в ґрунтовому розчині порушується співвідношення  $Ca:K$ ,  $Mg:K$ , що може призвести до витіснення з ґрунтовбирного комплексу двовалентних катіонів і проникнення їх вглиб по профілю, втрат кальцію з дренажними водами, розмір яких може досягти 1 т/га. Цей процес значно посилюється під впливом високих доз кислих добрив [4].

Щодо мікроелементів, то, як відомо, вони особливо ефективні за інтенсивної хімізації. Проте слід зазначити, що деякі з них — мідь, цинк, бор і молібден — належать до елементів, які потенційно забруднюють ґрунт, а для марганцю навіть встановлена гранично допустима концентрація в ґрунті.

У табл. 4 представлені основні показники виносу біогенних елементів урожаєм сільськогосподарських культур Вінницької області за 2010 р.

Характеризуючи цю таблицю можна сказати, що найбільша фізична маса добрив в цьому році припала на озиму пшеницю, максимальна вихідна кількість внесених біогенних елементів було подана на кукурудзу, найбільше значення виносу біогенів з території в наслідок порушення технології внесення також приходиться на кукурудзу, максимальне значення питомого виносу біогенів з площі

— з травами. Загальний винос біогенних елементів у 2010 р. склав 58772,4 кг/рік, а коефіцієнт витрат при цьому — 14,1 %.

Таблиця 4.

Основні показники виносу біогенних елементів з урожаєм сільськогосподарських культур Вінницької області за 2010 р.

Культура	Показники						
	$\Phi_j$	$W_{\text{вих}}$	$W_{\text{пот}}$	$R_i$	$W_{\text{пл}}$	$W_{\text{заг}}$	$\alpha_{\text{пот}}$
Оз. пшениця	300	447,0	4470	16,128	1935,40	58772,4	14,1 %
Ярий ячм.	63	189,6	1896	16,568	497,04		
Кукурудза	36	2448,0	9792	18,504	1184,30		
Картопля	20	920,0	3680	148,640	12783,04		
Трави	42	163,8	1638	373,120	20896,70		

За здатністю нагромаджувати нітрати всі сільськогосподарські культури можна об'єднати в три групи. Головчастий салат, кріп, шпинат, редька, буряки столові акумулюють багато нітратів. Помідори, картоплю, огірки відкритого ґрунту, перець, баклажани, цибулю виділено в групу зниженої здатності до нагромадження нітратів. Проміжне місце займають морква, петрушка, селера, капуста, парникові огірки, кабачки, патисони.

Полюві культури нагромаджують у зерні небагато нітратного азоту. Однак за певних умов зернові культури (озимі й кукурудза на зелений корм) можуть містити його надлишкову кількість у зеленій масі, а сира речовина багаторічних злакових трав містить набагато більше нітратів, ніж бобові (наприклад, конюшина).

Проте для застосування добрив на екологічній основі цих загальних відомостей недостатньо. Необхідно мати науково обґрунтовані нормативні показники гранично допустимих концентрацій.

### Література

1. Минеев В. Г. Экологические проблемы агрохимии. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 251 с.
2. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 223 с.
3. Методические рекомендации по расчету выноса биогенных веществ поверхностным стоком. ВАСХНИЛ. — М., 1989. — 23 с.
4. Полетаева Л. М., Юрасов С. М., Ільїна В. Г. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Конспект лекцій. — Одеса: ВМВ, 2006. — 181 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**Вступ.** Основним напрямком поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) на сьогодні є їх видалення у спеціально відведені для цього місця. В 2014 р. в Україні було зібрано 45 млн. м<sup>3</sup> ТПВ, 65 % з яких вивезені у місця захоронення, яких офіційно налічується 6 тис. загальною площею понад 9 тис. га та на 24 тис. стихійних звалищ загальною площею 1,5 тис. га. Екологічні проблеми, пов'язані з місцями видалення ТПВ, щороку посилюються через збільшення обсягів утворення ТПВ, значні терміни експлуатації існуючих місць захоронення, та, найголовніше, через відсутність утилізації окремих складових ТПВ. Тому дослідження використання земель під місця захоронення відходів стає необхідною передумовою оцінки ситуації з ТПВ в межах країни або регіону. Метою даного дослідження є характеристика існуючої ситуації з використанням земель під захоронення ТПВ у межах Вінницької області.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Вінницька область розташована у Центральній Україні, має площу 26,5 км<sup>2</sup> та населення 1,6 млн. осіб. За даними статистичного щорічника “Довкілля України” охарактеризуємо ситуацію з утворенням та видаленням побутових та подібних до них відходів у області. Так, у 2014 р. у Вінницькій області було зібрано 209784,7 т таких відходів, що складає майже 2 % від загальної кількості по Україні. Видалено у спеціально відведені місця та об'єкти — 137942 т, що складає 2,3 % від загальної маси видалених відходів в Україні або 66 % від кількості утворених відходів [1].

На основі інформації з [1], проведемо порівняльний аналіз ситуації, що склалася у Вінницькій та суміжних областях — Одеській, Житомирській, Хмельницькій та Черкаській (табл. 1).

Показники утворення та видалення відходів переведені у відсотки від загальної маси по Україні та на одну людину із урахуванням чисельності населення.

З табл. 1 видно, що найбільша кількість відходів за 2014 р. утворилася в Одеській області, найменша — у Житомирській, і трохи більше — у Вінницькій області. Але якщо розглянути ці показники у перерахунку на 1 людину за рік, то лідером є

Хмельницька область (1 т на людину). У Вінницькій області цей показник найнижчий і майже у 8 разів нижчий за Хмельницьку область. Взагалі у Вінницькій області утворилося 1,2 % від загальної кількості ТПВ по Україні.

Таблиця 1.

Основні показники утворення та видалення побутових та подібних до них відходів в окремих областях України (2014 р.)

Область	Утворено			Видалено		
	т	%	т/людину	т	%	т/людину
Вінницька	209784,7	1,195	0,131	137942,0	2,340	0,086
Житомирська	196555,6	1,829	0,157	175415,8	2,977	0,141
Одеська	719587,5	6,695	0,300	481530,7	8,170	0,201
Хмельницька	311626,6	2,899	1,006	307817,4	5,222	0,994
Черкаська	287764,6	2,677	0,229	254871,2	4,324	0,203
Україна	10747973,0	100	0,252	5893817,1	100	0,138

Що стосується видалення відходів, то розподіл між областями аналогічний утворенню ТПВ та подібних до них відходів. У Вінницькій області видаляється найменше відходів (в т.ч. і у відносних одиницях) серед областей, що розглядаються. В області також найнижчий відсоток утворених відходів, що видаляються у спеціально відведені місця і об'єкти — 65,8 %. Але за даними [1] загалом по Україні видалено 54,8 % від утворених відходів.

До основних показників, що характеризують використання земель під місця захоронення ТПВ та входять до офіційної екологічної та статистичної інформації, є відомості про кількість та площу звалищ та полігонів. Розглянемо такі показники по Вінницькій і суміжним областям (табл. 2).

Таблиця 2.

Використання земель під видалення ТПВ в окремих областях України (2012 р.)

Область	Площа полігонів і звалищ		Кількість полігонів і звалищ	
	га	%	од.	од./100 тис. населення
Вінницька	731,90	0,028	770	48,19
Одеська	978,10	0,029	563	23,55
Житомирська	499,46	0,017	452	36,23
Хмельницька	133,75	0,006	36	0,28
Черкаська	131,20	0,006	21	0,17
Україна	10340,49	0,017	5727	12,59

Як бачимо з табл. 2, за площею місць захоронення ТПВ Вінницька область трохи поступається лідеру — Одеській області. Місця захоронення ТПВ у Вінницькій області займають у 1,5 рази більший відсоток, аніж в середньому по Україні. Що стосується кількості полігонів і звалищ, то, серед областей, що розглядаються, їх найбільше у Вінницькій області. Кількість місць захоронення відходів у перерахунку на 100 тис. населення є найвищою у Вінницькій області і в 4 рази перевищує аналогічний показник по Україні.

За даними з Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області та Екологічних паспортів Вінницької області за 2005-2014 рр. проаналізовані зміни кількості звалищ та полігонів по районах та по області взагалі (рис. 1).

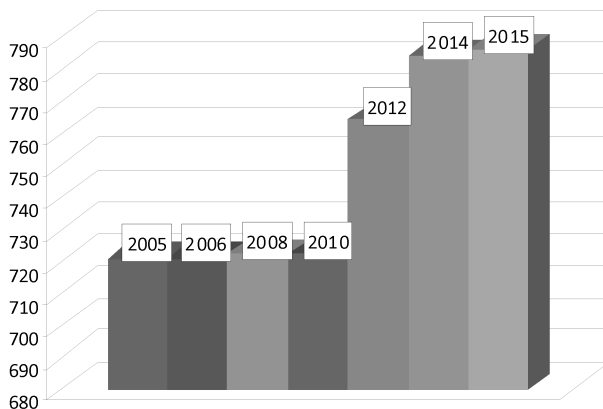


Рис. 1. Часові зміни загальної кількості місць видалення відходів у Вінницькій області за 2005-2015 роки.

Як бачимо, за період 2010-2012 рр. відбулося збільшення кількості місць видалення відходів, в основному, за рахунок Піщанського (з 1 до 14) та Вінницького (з 21 до 29) районів. В Іллінецькому, Калинівському, Липовецькому та Могилів-Подільському районах за даний проміжок часу кількість місць видалення відходів не змінювалась, а по інших районах — змінювалась незначно. У Погребищенському районі кількість місць захоронення ТПВ навіть скоротилася на 1 од.

За інформацією з джерел [2-5], наведемо узагальнену інформацію про стан найбільших полігонів Вінницької області (табл. 3).

Таблиця 3.

## Характеристика найбільших полігонів Вінницької області

Назва	Термін експлуатації	Площа, га	Обсяг відходів	Утилізація ТПВ
Стадницький	1984-1994 (діюче)	16	12,4 млн. м <sup>3</sup> , 350 тис. м <sup>3</sup> /рік (2004)	когенераційна установка, сміттесортувальна лінія
Ладиженський	1984-2000 (діюче)	3,4	130 тис. м <sup>3</sup> , 11 тис. м <sup>3</sup> /рік	будівництво сміттєпереробного заводу з установкою піролізу
Хмільницький	н/д	4	27,7 тис. м <sup>3</sup> /рік	будівництво сміттє- сортувальної станції
Немирівський	н/д	2,8	92 тис. м <sup>3</sup> 2,5 тис. м <sup>3</sup> /рік	–
Крижопільський	н/д	5	320000 т	будівництво сміттє- сортувальної станції

Проведемо аналіз використання земель для видалення ТПВ у межах Вінницької області за набором показників, що містяться в роботі [6]: 1) площа, яка зайнята під ТПВ станом на 01.01.2011 [4]; 2) кількість звалищ станом на 01.01.2011 [4]; 3) частка площі району, зайнята місцями видалення відходів, %; 4) кількість полігонів (звалищ) у перерахунку на 1 тис. мешканців; 5) динаміка зміни кількості місць видалення відходів за 2010-2014 рр.; 6) середня площа одного полігону (звалища); 7) щільність місць захоронення ТПВ, тобто їх кількість на одиницю площі району. На відміну від наведеного у роботі [6] переліку, окремі показники відсутні або трансформовані з урахуванням наявної інформації.

Проаналізуємо отримані показники та зробимо деякі узагальнення (табл. 4).

Найнижчими показниками площі та кількості місць видалення відходів в абсолютних та відносних показниках характеризується Піщанський район. Проте, за період з 2010 по 2014 рр. різко збільшилася кількість звалищ. Тому можемо припустити, що така позиція Піщанського району (по даним за 2010 р.) обумовлена тим, що не всі місця захоронення ТПВ були на обліку.

Максимальна площа звалищ відмічалася у Бершадському районі і в два рази вища за середнє по області. Максимальна кількість звалищ спостерігалася у Немирівському районі, що у 2,5 рази вище за середнє по області. Немирівський район також є лідером і за похідними показниками — кількістю на 1 тис. мешканців та щільністю місць видалення ТПВ. Окремо необхід-

но сказати за Тростянецький район, що характеризується найбільшою середньою площею одного полігона — 2,338 га, що у 2,3 рази вища за середнє по області. Тут також спостерігався найвищий відсоток площі, зайнятої місцями видалення ТПВ — 0,0519 % (у 2 рази вище за середнє по області).

За отриманим масивом даних з використання земель для видалення відходів проведемо районування території Вінницької області. Для цього оберемо метод кластерного аналізу, реалізація якого виконана за допомогою пакету прикладних програм Statistica 7.0. Метод кластеризації —  $k$ -середніх. При обробці масиву даних була використана заміна відсутніх даних середніми значеннями. Задана кількість кластерів — 5. При такій заданій кількості кластерів спостерігаються найкращі результати об'єднання у групи зі значущою різницею між отриманими кластерами за показниками, що розглядаються. Результати об'єднання адміністративних районів в кластери та узагальнені характеристики груп наведені у табл. 5.

Як бачимо з табл. 5, кластери 1 і 2 достатньо близькі за усередненими значеннями показників, що їх описують. Але якщо площа і кількість звалищ в абсолютних показниках для 2-го кластеру дещо більша, то у відносних — навпаки. Окремо виділяється кластер 4, який характеризується найнижчими значеннями показників, окрім динаміки, що є найбільшою і свідчить про недосконалість системи обліку місць захоронення ТПВ, оскільки їх кількість є достатньо постійною у часі в реальних умовах. Найгірша ситуація з використанням земель для захоронення ТПВ характерна для районів, що об'єднані у 3-й кластер з найбільшими значеннями показників, що розглядаються. Особливістю 5-го кластеру є те, що кількість звалищ є однією з найнижчих, проте вони достатньо великі за площею. Так, для групи характерна найбільша середня площа одного полігону — 1,52 га, що в 1,6 разів вища за аналогічний показник у кластері 4.

Результати районування території Вінницької області за ситуацією з використанням земель для захоронення ТПВ за допомогою кластерного аналізу представлені на рис. 2.

**Висновки.** Проблема полігонів та звалищ є однією з найгостріших екологічних проблем області. Хоча відходів утворюється відносно небагато (у порівнянні із середньоукраїнськими значеннями), а видаляється на полігони та сміттєзвалища 62 % від

Таблиця 4.  
Характеристика використання земель Вінницької області під захоронення ТПВ  
за окремими показниками

Показник	Значення		середнє
	максимальне	мінімальне	
Площа звалищ, га	46,57 (Бершадський)	1,5 (Піщанський)	25,07
Кількість звалищ	63 (Немирівський)	2 (Піщанський)	26,3
Частка площі, зайнята звалищами, %	0,0519 (Тростянецький)	0,0025 (Піщанський)	0,0238
Кількість звалищ на 1 тис. мешканців	1,82 (Немирівський)	0,04 (Піщанський)	0,706
Динаміка зміни кількості звалищ за 2010-2014 рр.	12 (Піщанський)	- 1 (Погребищенський, Хмельницький)	2,3
Середня площа 1 звалища, га	2,338 (Тростянецький)	0,582 (Погребищенський)	0,990
Щільність, од./ км <sup>2</sup>	0,049 (Немирівський)	0,003 (Піщанський)	0,0265

Таблиця 5.

Характеристика кластерів (Вінницька область)

Показник	Кластери				
	1	2	3	4	5
Склад	Іллінецький Літинський Мурованокуріловецький Оратівський Теплицький Томашпільський Ямпільський	Барський Жмеринський Калиновський Козятинський Липовецький Погребищенський Тульчинський	Бершадський Гайсинський Могілево-Подільський Немирівський Хмельницький Шаргородський	Вінницький Тиврівський Піщанський	Крыжопільський Тростянецький Чернівецький Чечельницький
Площа звалищ, га	21,85	22,53	36,98	8,86	29,39
Кількість звалищ	24,0	26,0	42,0	10,3	19,5
Частка площі, зайнята звалищами, %	0,026	0,021	0,032	0,010	0,038
Кількість звалищ на 1 тис. мешканців	0,796	0,586	1,171	0,167	0,457
Динаміка зміни кількості звалищ за 2010-2014 рр.	0,86	1,00	0,83	10,00	3,25
Середня площа 1 звалища, га	0,92	0,85	0,90	0,95	1,52
Щільність, од./ км <sup>2</sup>	0,028	0,024	0,036	0,011	0,026



всього обсягу утворених ТПВ, тим не менш, місця їх захоронення займають значні площі, а їх кількість є найвищою у регіоні. До того ж, найбільш крупні з полігонів давно вичерпали свою ємність та мали б бути закриті ще 10-20 років тому. В сучасних умовах валового збору ТПВ без відокремлення та утилізації окремих компонентів актуальною є проблема створення нових місць видалення відходів. Основою для обґрунтування вибору нових місць для захоронення ТПВ може стати диференціація районів області за використанням земель для захоронення відходів.

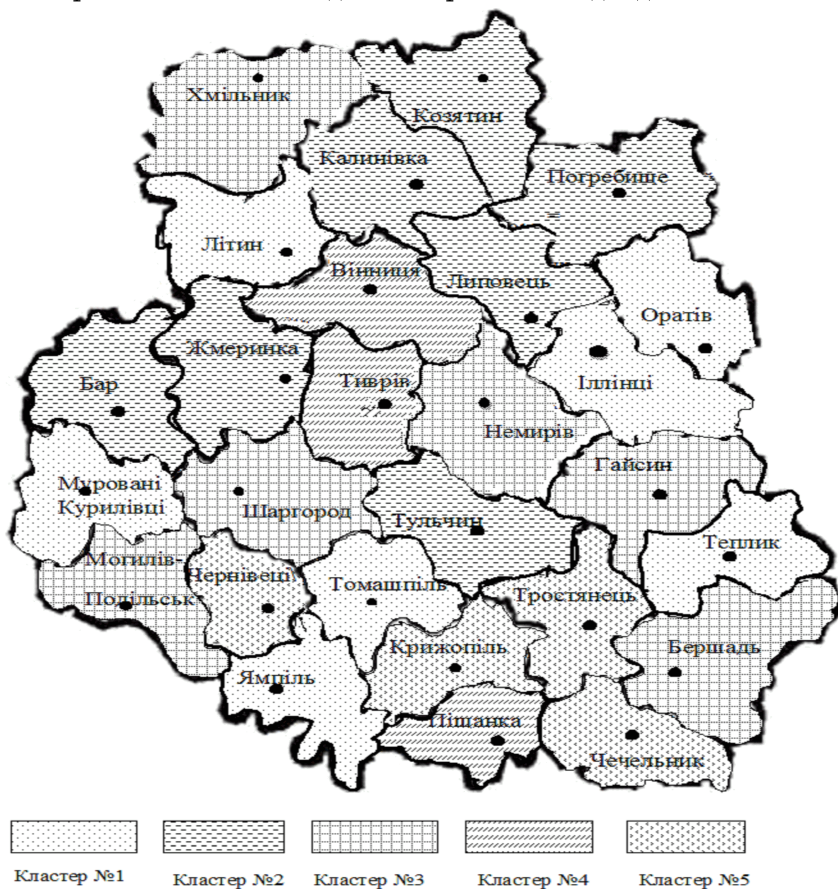


Рис. 2. Районування території Вінницької області за використанням земель для захоронення ТПВ

### *Література*

1. Довкілля України за 2014 рік: статистичний збірник / За ред. О. М. Прокопенко. — К., 2015. — 223 с. (URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publnav\\_ser\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm))
2. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області. Монографія / Під ред. В. Г. Петрука. — Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2007. — 160 с.
3. Реєстр місць видалення відходів у Вінницькій області.
4. Екологічний паспорт Вінницької області за 2010 р. — Вінниця, 2011. — 114 с. (URL: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/vinnyska>).
5. Екологічний паспорт Вінницької області за 2014 р. — Вінниця, 2015. — 105 с. (URL: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/vinnyska>).
6. Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Шаніна Т. П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області // Вісник Харківського нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. — 2016. — Вип. 14. — С. 83-90.

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ

---

---

- 28.08.16** - *Сочеслова Ж. Д.*, техник метеорологического сектора г/м моря Южный - **60 лет**
- 12.10.16** - *Кулешова С. И.*, синоптик I кат. АМСГ Одесса - **70 лет**
- 06.11.16** - *Конюхова Л. П.*, старший оператор ЭВМ Регионального центра приема, обработки и передачи информации - **60 лет**
- 14.12.16** - *Савенко В. В.*, техник метеоролог М Любашевка - **60 лет**
- 09.01.17** - *Москаленко Л. И.*, ведущий инженер сектора организации работ и кадрового обеспечения ГМЦ ЧАМ - **70 лет**
- 18.03.17** - *Баглай М. М.*, техник-метеоролог сектора наблюдений и информации АМСГ Одесса - **50 лет**
- 25.04.17** - *Митрофанова Э. П.*, наблюдатель за загрязнением окружающей среды Лаборатории наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха ГМЦ ЧАМ - **80 лет**
- 02.05.17** - *Бондаренко Л. И.*, уборщица служебных помещений хозяйственного отдела ГМЦ ЧАМ - **70 лет**
- 10.05.17** - *Москалец Т. В.*, техник-метеоролог М Раздельная - **60 лет**
- 17.05.17** - *Музыченко Т. В.*, гидромет. наблюдатель МГП Цареградское Гирло - **60 лет**
- 19.05.17** - *Тучковенко Л. В.*, техник-метеоролог сектора наблюдений и информации АМСГ Одесса - **50 лет**
- 26.05.17** - *Щербак Г. М.*, ст. оператор ЭВМ Регионального центра приема, обработки и передачи информации ГМЦ ЧАМ - **60 лет**



## *НАШИ АВТОРЫ*

---

---

- Адобовский В. В., научный сотрудник Ин-та морской биологии НАН Украины (Одесса)
- Бабанина К. В., ОГЭкУ (Одесса)
- Бакала О. Д., магистр каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Вовкодав Г. М., канд. хим. наук, каф экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Гаврилюк Р. В., каф. океанологии и морского природопользования ОГЭкУ (Одесса)
- Губанов В. В., зам. директора по научно-исследовательской работе, начальник научного отдела Нижнеднестровского национального природного парка
- Даус М. Е.
- Дыханов Ю. М.
- Ерофеев Г. А., УкрНЦЭМ
- Затула В. И., канд. географ. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии Киевского нац. ун-та им. Тараса Шевченко (Киев)
- Затула Н. И., канд. физ.-мат. наук, доцент каф. высшей математики Ин-та экономики и менеджмента Национального авиационного ун-та (Киев)
- Ильина В. Г., канд. географ. наук, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Ковальчук Н. О., маг каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Коморин В. М., канд. географ. наук, директор УкрНЦЭМ (Одесса)
- Котнева О. А.
- Краснодембский Э. Б., заведующий научно-учебной Морской геофизической лабораторией ОГЭкУ (Одесса)
- Ломакин П. Д., доктор географ. наук, профессор, в.н.с. Морского гидрофизического ин-та НАН Украины

- Лужанская Д. В.
- Мельник Е. А.
- Нажмудинова О. М., канд. географ. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- Недострелова Л. В., канд. географ. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, начальник океанографического отдела ФДУ “Одесский район Госгидрографии” (Одесса)
- Прикуп Л. А., канд. географ. наук, ассистент каф. экологии агросферы и экологического контроля Национального ун-та биоресурсов и природопользования Украины
- Приходько В. Ю., канд. географ. наук, доц. каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Просянюк И. О., магистр ОГЭкУ (Одесса)
- Романчук М. Е., канд. географ. наук, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Русинко С. М., ОГЭкУ (Одесса)
- Семенова И. Г., доктор географ. наук, профессор каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- Симак Т. А., магистр каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Соколова В. И., магистр каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- Степанок Н. А., канд. биол. наук, главный научный сотр. Нижнеднестровского национального природного парка
- Сумак Е. Н., ведущий инженер-синоптик Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды республики Беларусь, аспирант ОГЭкУ
- Тодорова Р. А.
- Трандафил М. Ф., ОГЭкУ (Одесса)
- Чемерис А. И.
- Шалимов М. О., Одесский национальный политехнический ун-т (Одесса)

## СОДЕРЖАНИЕ

**Губанов В. В., Степанок М. А.**

Щодо створення ботанічного заказника місцевого значення на території гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів ..... 3

**Адобовский В. В., Краснодембский Э. Б.**

Межгодовые и сезонные изменения параметров ветрового волнения в береговой зоне Одесского морского региона ..... 8

**Попов Ю. И., Дыханов Ю. М., Мельник Е. А.**

Гидрофизические условия Черного моря в мае-июне 2016 г. по данным наблюдений полевой фазы международного проекта EMBLAS II ..... 14

**Коморин В. Н., Попов Ю. И.,  
Дыханов Ю. М., Ерофеев Г. А.**

Расчет горизонтальной циркуляции движения вод Северо-западного шельфа Черного моря по данным экспедиции EMBLAS-II ..... 30

**Гаврилюк Р. В., Котнева О. А., Тодорова Р. А.**

Згінно-нагінні коливання рівня моря в портах Южний та Чорноморськ ..... 34

**Ломакин П. Д.**

Растворенное органическое вещество в водах Днепро-Бугского лимана в августе 2012 года по данным экспедиции МГИ НАН Украины ..... 43

**Нажмудінова О. М.**

Особливості опадоутворення на території Херсонської області ..... 49

**Сумак Е. Н., Семенова И. Г.**

Особенности эволюции интенсивного зимнего циклона над Беларусью ..... 58

**Затула В. И., Затула Н. И.**

Сезонные колебания некоторых метеорологических величин на территории Одесской области ..... 67

<b>Недострелова Л. В., Русінко С. М.</b> Динаміка розподілу кліматичних показників снігового покриву на півдні України .....	<b>76</b>
<b>Шалимов М. О.</b> Методичні аспекти формування феномену клімаксу клімату Причорномор'я .....	<b>93</b>
<b>Шалимов Н. А.</b> Клімато-рекреаційний потенціал водохранилищ Одеської області .....	<b>99</b>
<b>Ковальчук Н. О., Романчук М. Є.</b> Характеристика водних ресурсів та проблеми питного водопостачання в межах Одеського регіону .....	<b>108</b>
<b>Даус М. Є., Лужанська Д. В.</b> Оцінка якості води у різні фази водного режиму притоків річки Десна .....	<b>112</b>
<b>Даус М. Є., Чемерис А. І.</b> Дослідження якості вод приток річки Прип'ять (української частини) .....	<b>122</b>
<b>Вовкодав Г. М., Бакала О. Д.</b> Визначення придатності використання вод Кременчуцького водосховища як джерела питного водопостачання аграрного сектору .....	<b>128</b>
<b>Вовкодав Г. М., Бакала О. Д.</b> Вплив антропогенних чинників на формування якості води Кременчуцького водосховища .....	<b>130</b>
<b>Рыкуп Л. О.</b> Dynamic of organization different types of land in Odessa region .....	<b>132</b>
<b>Соколова В. І., Ільїна В. Г.</b> Моделювання впливу мікроелементів на стан грунтово-рослинного покриву Херсонської області .....	<b>137</b>
<b>Трандафіл М. Ф., Ільїна В. Г.</b> Аналіз сучасного стану забруднення ґрунтового покриву Полтавської області важкими металами .....	<b>141</b>

***Бабаніна К. В., Ільїна В. Г.***

Оцінка вносу біогенних елементів поверхневим стоком  
з сільськогосподарських угідь Запорізької області ..... **145**

***Симак Т. А., Ільїна В. Г.***

Оцінка вносу біогенних елементів  
з сільськогосподарських угідь Вінницької області ..... **149**

***Приходько В. Ю., Просянюк І. О.***

Особливості використання земель для захоронення  
твердих побутових відходів у Вінницькій області ..... **154**

***НАШИ ЮБИЛЯРЫ*** ..... **162**

***НАШИ АВТОРЫ*** ..... **163**



ФОП Попова

Тираж 150 экземпляров

65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71

