

ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ



ТЕОРЕТИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 911.3.

Яворська В.В., доктор геогр. наук, доцент
кафедра економічної та соціальної географії,
Одеський націон. університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082. Україна

ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ТА РЕГІОНАЛЬНОЇ ДЕМОГРАФІЧНОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ

В статті детально розглядається проблеми становлення державної регіональної політики та етапи формування і становлення геодемографії, як сучасного наукового напрямку географії населення. На першому етапі центральне місце в системі знань про народонаселення належить демографії. На другому етапі посилюється взаємодія демографії з сусідніми науками, зокрема з географією. На їх стику формується дисципліна – географія населення. На третьому етапі формується новий напрям географії населення, орієнтований на дослідження регіональних відмінностей населення і розселення, та розроблення регіональної демографічної політики, який ми називаємо геодемографією.

Ключові слова: демографія, географія населення, геодемографія, геодемографічний процес

Вступ

Актуальність теми. Наприкінці ХХ — початку ХХІ століть в Україні склалася ситуація, що потребувала нового розуміння сучасних проблем народонаселення. Коротко представимо її головні складові. У 2001 р. Указом Президента в Україні проголошена *державна регіональна політика*, яка є управлінською нормою для більшості розвинених країн. У контексті державної регіональної політики Україна потребує офіційної законодавчо затвердженої *регіоналізації*. Це пряма вимога Європейського Союзу до країн, що хочуть бути членами ЄС. На даний час державна регіональна політика в Україні розробляється на основі сучасного адміністративно-територіального поділу – на рівні областей і АР Крим. Разом з тим за європейськими нормами такий підхід неправильний: обласні регіони для ведення регіональної політики занадто малі; потрібні більш крупні регіони, які у ЄС називають *базовими регіонами* (NUTS-II). Зауважимо, що в Україні традиційно вивчають її поділ на великі історико-географічні регіони, такі як Слобожанщина, Донбас, Причорномор'я, Поділля, Полісся, Карпатський край та ін. Але визначення як офіційні регіони вони ще не набули. Здається, що це справа близького майбутнього.

Мета роботи розглянути проблеми становлення державної і регіональної демографічної політики в Україні та розкритті об'єктивну необхідність формування геодемографії як нової предметної області у суспільно-географічних науках на стику демографії, географії населення та регіоналістики.

Для досягнення мети треба вирішити такі завдання: а) проаналізувати розвиток концептуально-понятійного апарату у системі наук про народонаселення в плані посилення уваги до демографічного розвитку та демографічних процесів, з одного боку, та проблем територіальної організації населення на регіональному рівні – з другого; показати формування геодемографії як нового наукового напрямку на перетині предметних областей географії населення та регіоналістики; б) обґрунтувати концепцію геодемографічних процесів як головного методологічного принципу геодемографії, розробити методологічні підходи до досліджень регіональних ГДП; в) розробити напрями і принципи формування регіональної геодемографічної політики як складової державної демографічної та регіональної політики.

Стислий огляд досліджень

Різноманітний внесок в розробку проблеми був зроблений в попередні періоди вітчизняними та зарубіжними дослідниками. У наукових працях М.П.Демченко, В.О.Джамана, І.М. Дудника, Ф.Д.Заставного, Е.М. Лібанової, Т.М. Палій, Т.В. Панасенко, В.П.Піскунова, І.М. Прибиткової, Ю.І. Пітюренко, І.П. Рябова, Г.Г. Старостенко, В.С.Стешенко, Л.М. Тарангул, М.І.Фащевського, О.У. Хомри, Л.В.Чуйко та багатьох інших вітчизняних науковців детально аналізуються особливості сучасного геодемографічного розвитку України в цілому та окремих її регіонів, обґрунтовуються можливі варіанти подальшої трансформації демовідтворювальних процесів. Значний внесок в розробку теоретичних і методичних проблем геодемографічної науки зробили такі відомі російські демографи і економіко-географи, як Д.І. Валентей, А.Г. Вишневський, А.Г. Волков, Н.В. Зверева, Б.Н.Урланіс, Б.С. Хорев, В.М. Федоров і багато інших.

Досвід країн Центрально-Східної Європи засвідчує взаємопов'язаність регіоналізації країн з їх *адміністративно-територіальною реформою*. На офіційному рівні проблема нового адміністративно-територіального устрою (АТУ) України була поставлена у 2000 р., коли була створена державна комісія з питань АТУ країни. Одне з завдань нового АТУ – узгодити схему регіоналізації України з її адміністративно-територіальним поділом [8].

Важливим чинником нових підходів до проблем народонаселення стала потужна *демографічна криза* в Україні, яка започаткувала загальну депопуляцію населення, починаючи з 1991 р. Необхідно підкреслити, з врахуванням демографічного лагу, який дорівнює віку входження населення у фертильний (дітородний) вік, що витокі депопуляції були закладені у покоління 1960-х років, і саме там слід шукати вихідні чинники глибокої демографічної кризи. Подолан-

ня демографічної кризи гостро потребує розроблення якісно нової *державної демографічної політики*, в якій стабільний демографічний розвиток повинен стати головним показником соціально-економічного розвитку країни. Важливою складовою державної регіональної політики повинна стати *регіональна демографічна політика*. Є необхідність у розробленні та реалізації концепцій і програм демографічного розвитку регіонів та управління такими процесами [7].

На даний час демографічна політика безпосередньо прив'язана до АТУ країни. Традиційні *територіальні системи розселення* (ТРС) – обласні (регіональні), міжрайонні та районні, мають певні механізми регулювання демографічного розвитку, які вочевидь залишаються слабкими і неперспективними. У контексті регіоналізації країни та нового АТУ необхідно перейти до нових – по справжньому *регіональних систем розселення*, узгоджених з історико-географічним поділом України. Відповідно до нового АТУ зміниться і вся таксономія систем розселення.

І ще одне істотне зауваження. Наступна регіоналізація країни потребує відповідної розробки та обґрунтування. І одним з критеріїв такої регіоналізації повинні стати саме регіональні системи розселення на протипагу сучасним ТРС, прив'язаних до чинного АТУ. В таких умовах з'являється доволі складна методологічна проблема: як перейти від сучасних територіальних систем розселення за діючим адміністративно-територіальним поділом країни до регіональної систематики розселення, узгодженої з укрупненими історико-географічними регіонами країни?

Структура демографічного вчення

Сучасний облік населення та різноманітні соціально-економічні характеристики прив'язані до чинного АТУ. Регіоналізація країни на історико-географічних засадах – справа майбутнього. Потрібен напрям досліджень особливостей демографічного розвитку сучасних ТРС та її послідовної генералізації у регіональні системи розселення, які стануть основою для розроблення та реалізації регіональної демографічної політики. Зазначене коло питань, пов'язане з регіоналізацією країни, безпосередньо зачіпає проблеми систематики розселення населення на нових засадах і належить до предметної області нового напрямку суспільно-географічних досліджень – *геодемографії*. Розроблення регіональної демографічної політики – головний напрям подолання сучасної демографічної кризи. У сучасній системі наук про народонаселення практично не позначені напрями та дисципліни, які б займалися саме цим питанням як складової державної регіональної політики. Геодемографія – новий напрям суспільно-географічних досліджень, своєю предметною областю орієнтований на цю проблему. Новою проблемою виступає перехід від традиційної систематики розселення населення у вигляді ТРС, що встановлюються за чинним адміністративно-територіальним поділом, до регіональної класифікації розселення населення за історико-географічними країнами.

Ще одна цільова настанова геодемографії як нового напрямку досліджень полягає в істотному посиленні динамічних аспектів *демографічного розвитку* території. Географія населення традиційно акцентувала територіальні закономірності *розселення населення*. Динаміку цього процесу представляли, звичайно, як послідовну зміну так званих *демографічних ситуацій*. Демографічна ситуація – це статична характеристика населення на певний час. Порівняння різночасових ситуацій дає змогу визначити певні тенденції демографічного розвитку, і саме такий підхід представляє *динаміку населення* в наш час.

Не зважаючи на численні розробки у методології демографічних досліджень, зокрема *демовідтворювальних процесів*, залишаються невирішеними багато питань теоретичного і практичного характеру. Сучасна депопуляція населення України, негативні тенденції демографічного розвитку, що охопили більшість її регіонів, гостро потребують розробки нових теоретичних і науково-методичних підходів до вивчення особливостей демовідтворювальних процесів в країні вцілому і окремих її регіонах. На нашу думку, чи не найслабкішою ланкою географії населення залишаються динамічні й часові аспекти. Демографи традиційно користуються поняттям *руху населення*, його кількісними і якісними змінами. Звичайним став аналіз *демографічної обстановки чи ситуації* в певному регіоні – *геодемографічної ситуації*. Методом порівняння основних демографічних характеристик на різний час або ж співставлення різночасових геодемографічних ситуацій встановлюють певні зміни й тенденції розвитку населення. Географи впритул підійшли до введення принципово нового поняття – *геодемографічний процес*, та його практичного використання.

Прийшов час замість порівняння різночасових ситуацій представити розвиток населення певної території у формі геодемографічного процесу — об'єктивного, цілісного, безперервного, незворотного, однонаправленого. Замість окремих кадрів (фотографій) руху населення ми аналізуємо демографічний розвиток як процес, що має передумови і чинники, свої кількісні і якісні параметри, свою математико-статистичну формалізацію, свої закономірності і тенденції розвитку. Зауважимо, що і демографи, і географи вже користуються поняттями «демографічний розвиток», «демографічний процес», але ці поняття не мають необхідної концептуально-термінологічної розробки і вживаються у їх загальному, недостатньо конкретизованому розумінні.

Етапи та система знань з геодемографії

Геодемографія у своїй предметній області визначає демографічний розвиток як геодемографічний процес регіонального рівня, що має свої регіональні передумови і чинники, кількісні і якісні характеристики, свої тенденції та закономірності. Підкреслимо, що саме *концепція геодемографічних процесів* створює теоретико-методичне підґрунтя щодо прогнозування демографічного розвитку регіонів та формування регіональної геодемографічної політики [5].

Сучасна система знань про народонаселення являє собою сукупність різних наукових напрямків і наук, які вивчають склад, структуру і динаміку населення

та процеси демографічного розвитку різних груп населення – соціумів. У становленні системи наук про народонаселення ми розглядаємо той напрям, який спричинив формування науки про *територіальну організацію населення – географію населення*, та регіональних підходів до вивчення процесів демографічного розвитку. Дещо схематично цей напрям представлений на рис. 1 трьома етапами формування демографії.

На першому етапі центральне місце у системі знань про народонаселення належить демографії. *Демографія* – наука, яка вивчає чисельність, склад та розміщення населення, їх зміни, причини і наслідки цих змін, взаємозв'язок соціально-економічних факторів, що зумовлюють рух населення, закономірності відтворення населення. Існує і більш загальне визначення демографії як науки, що вивчає суспільно-економічні закономірності відтворення населення в їх соціально-історичній зумовленості.

На другому етапі посилюється взаємодія демографії з сусідніми науками, зокрема з географією. На їх стику формується нова суспільна дисципліна — *географія населення*, яка вивчає географічні відмінності складу і відтворення населення, територіальний розподіл і розміщення населення, трудові ресурси та територіальні особливості їх використання, населені пункти та їх територіальні системи. Розширення предметної області демографії, її розвиток як міждисциплінарної науки посилює інтерес демографів до території, до просторових відмін у передумовах і чинниках демографічного розвитку. Такий підхід спричинив появу нової стикової дисципліни – географії населення, яка спочатку вивчала територіальні відмінності у демографічному розвитку соціумів, потім *елементарні форми розселення населення* і нарешті *інтегровані форми територіальної організації населення* — системи розселення, територіальні громади в регіональні соціуми.

Третій етап методологічних трансформацій за даним напрямком зумовлений становленням в Україні державної регіональної політики. Виникла об'єктивна потреба вивчати демографічні процеси та розселення населення співставно з регіонами країни, мережа яких перебуває у стадії активної розробки. Нагадаємо, що за вимогами ЄС всі країни, що претендують на членство у ЄС, обов'язково повинні мати офіційні, законодавчо затверджені схеми регіоналізації. До того ж чинні обласні регіони, за якими нині в Україні реалізують регіональну політику, не відповідають європейським стандартам. Відтак, формується новий напрям географії населення, орієнтований на дослідження регіональних відмінностей населення і розселення, та розроблення регіональної демографічної політики, який ми називаємо *геодемографією*.

Представимо предметні області демографії, географії населення та геодемографії більш докладно, акцентуючи їх взаємну зумовленість та взаємозв'язки.

Вперше термін «демографія» з'явився у роботі французького дослідника Ахілла Гійяра «Елементи статистики людини або Порівняльна демографія», виданій у Парижі у 1855 році. Разом з тим демографічні дослідження започатковані з середини XVII ст. у роботах фундаторів класичної англійської політе-

кономії В.Петті, А.Сміта, Д.Рікардо, Т.Мальтуса. У 1806 р. російський статистик К.Герман ввів поняття «народонаселення», яке повною мірою збереглося до наших днів: народонаселення — стабільна й самовідтворююча сукупність людей, що має свій природно-історичний розвиток і становить основу суспільства. Це стрижнева категорія всієї суспільної географії [5], її елементів «суспільства», що є наріжним каменем науки.

Населенню притаманні три види руху — природний, просторовий (механічний, міграційний) та соціальний. *Природний рух населення* — це динаміка народжень та смертей, шлюбів та розлучень, які змінюють чисельність та якість населення природним шляхом. Природний рух населення характеризується коефіцієнтом народжуваності, коефіцієнтом смертності та природним приростом населення. *Просторовий (механічний) рух населення*, або міграція, являє собою рух через кордони тих чи інших територій з метою постійного або тимчасового перебування на новому місці тут використовувати природні ресурси. Для кількісної оцінки інтенсивності територіальної мобільності населення використовують показники: коефіцієнт міграції за прибуттям, коефіцієнт міграції за вибуттям, валовий коефіцієнт та сальдо міграції. *Соціальний рух населення (соціальна мобільність)* означає сукупність змін соціальних ознак людей, перехід з однієї соціальної групи до іншої. Цей вид руху визначає динаміку й відтворення соціальних структур населення. Вивчення соціального руху населення здійснюється на стику демографії та соціології. Внаслідок руху населення формуються різні види його структур — статтево-вікова, освітня, професійна, сімейна тощо, а також відбувається поетапна взаємодія населення з іншими компонентами суспільства. Демографія, вивчаючи передумови й чинники формування населення, впритул підійшла до вивчення просторових особливостей розвитку населення, до перекриття з предметною областю географії населення.

Сучасний французький демограф К.Вандескрік головними ознаками населення вважає: сукупність людей (1); її територіальну при'язку — «своя власна територія» (2); певний соціальний зміст (3). *Географія населення* комплексно характеризує населення країн та регіонів та його територіальну організацію, виявляє закономірності і регіональні особливості її формування, проблеми розвитку. Становлення і розвиток географії населення як наукової суспільно-географічної дисципліни відбулося в Україні у середині ХХ ст., хоча дослідження окремих демографічних, етнічних та розселенських проблем спостерігалися значно раніше на підставі формування цього вчення в інших країнах, а перш за все — в Західній Європі. При цьому, як і будь-яка галузева географічна наука, вона опирається за загально-географічну теорію, закони, принципи та підходи географії в цілому [12].

Як галузева суспільно-географічна наука, *географія населення* включає в себе практично всі територіальні аспекти, пов'язані з населенням. При цьому визначаються головні відмінності географії населення від інших дисциплін, що вивчають народонаселення. А саме:

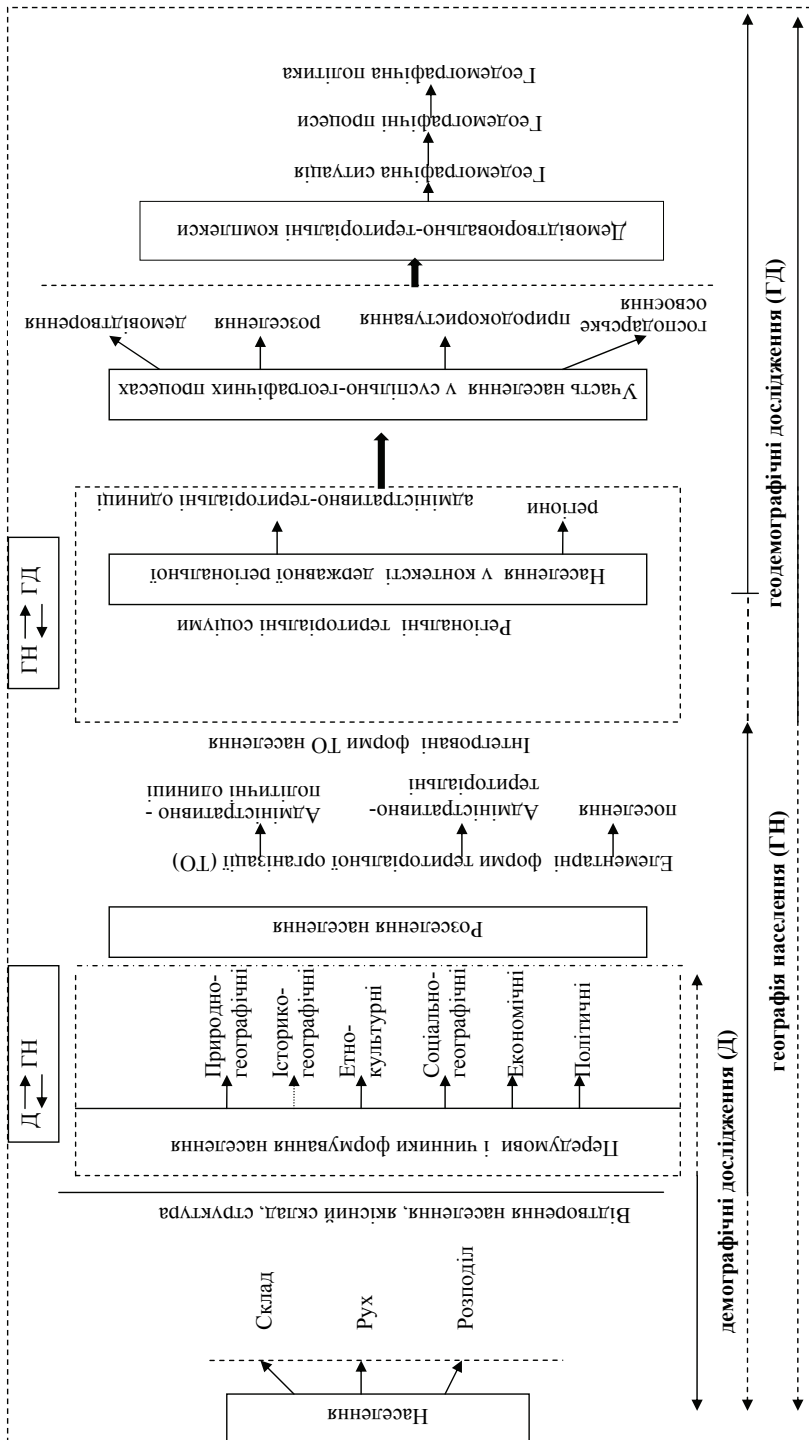


Рис. 1. Формування предметної області геодемографічних досліджень

- комплексність — обумовлює, що населення розглядається за всіма факторами (чинниками), що впливають на нього, і всіма результатами (наслідками) його діяльності;
- системність — населення розглядається як підсистема більш загальних систем (суспільства), але в той час воно само є складною системою, що має своє структурування;
- цілісність, ємерджентність, за якою група населення має свої цілісні (ємерджентні) характеристики, не властиві окремим індивідам;
- територіальність (географічність з позицій суспільної географії), коли будь-яке географічне явище або процес розглядається співставно з певною територією;
- синергетичність — територіальні соціуми мають властивість самоорганізації (синергетики) і потребують спеціальних підходів щодо свого управління;
- картографічність, за якою будь-яке демографічне розташування, явище або процес можна відобразити на карті та вивести дослідження на рівень ГІС-методики;
- просторово-часова єдність, за якою розташування населення взагалі та його певних груп пов'язується із часом розташування та якістю населення.

У суспільній географії населення термін *розселення* використовують у двох значеннях. По-перше, розселення — це процес поширення населення по території, пов'язаний з її все більш інтенсивним господарським освоєнням. Процес розселення охоплює просторові переміщення населення та розвиток мережі поселень — зростання чи зменшення окремих населених пунктів, формування систем розселення. По-друге, розселення населення — це картина сучасного розподілу населення на певній території, це наявна сукупність поселень. Основою такої картини є мережа поселень, їх адміністративний статус, функціональні типи, людність. Разом з тим розподіл населення потрібно характеризувати і за показниками його густоти (за адміністративно-територіальними одиницями), етнонаціональним складом, особливостями статево-вікової структури та зайнятості.

Базовими поняттями розселення населення виступають *функціональний тип поселення* та *система розселення*. Населені пункти різняться між собою за їх статусом (місто, селище міського типу, село), адміністративним рангом, людністю. Але головними ознаками, що характеризують роль даного поселення серед інших, є його *функції* — адміністративно-управлінські, економічні (виробничі), соціальні, політичні тощо. Як правило, головні ознаки поселень взаємопов'язані: чим більшою є людність населеного пункту, тим вищий його адміністративний статус і тим більш важливі й різноманітні соціально-економічні функції він виконує [1, 13].

Друга складова вивчення розселення — система розселення, є стиковою зоною, яка вивчається і географією населення і геодемографією. Географи і

демографи вже традиційно користуються поняттям системи розселення. *Система розселення* — це територіальна сукупність поселень різних рангів і типів, які активно взаємодіють між собою, мають інтенсивні зв'язки у вигляді трудових і побутових поїздок, переміщень товарів і послуг. Такі зв'язки можна встановити і для дуже віддалених поселень. Тому при виділенні систем розселення орієнтуються на зв'язки інтенсивні й регулярні за таким правилом: взаємодія поселень у межах даної системи розселення повинна бути більш інтенсивною, ніж з поселеннями поза даною системою розселення.

Відповідно до багаторівневої організації суспільства розрізняють системи розселення різних рівнів — від глобальних і макрорегіональних до регіональних і локальних. Найбільш поширеними в географії населення є системи розселення таких рівнів:

- 1) національний (загальнодержавний) — *єдина система розселення країни*;
- 2) регіональний — *регіональні системи розселення; субрегіональні, мезо- та мікрорегіональні системи розселення*;
- 3) локальний — *локальні системи розселення*.

У вітчизняній суспільній географії традиційно розглядають обласні (регіональні), міжрайонні (субрегіональні) та районні (локальні) системи розселення. Для аналізу систем розселення регіонального та макрорегіонального рівнів користуються поняттям *опорного каркасу розселення* (за Г.М. Лаппо). Йдеться про взаємне розміщення найбільших міст, які визначають загальний характер розселення, його конфігурацію, густоту, сконцентрованість чи дисперсність. Опорний каркас — це кістяк системи розселення, навколо якого вона формується й зростає.

В географії населення з її просторовою орієнтованістю майже втрачаються динамічні аспекти вивчення населення. Про них нібито й пам'ятають, але не приділяють достатньої методологічної уваги. В даному разі має значення жорстка прив'язка до адміністративно-територіального поділу, домінування концепції систем розселення, геопросторовий підхід з аналізом розселення та форм територіальної організації населення. У вітчизняній географії населення мало позначені генетичні, історико-географічні аспекти формування та розвитку систем розселення.

Відтворення населення та його рух з постійними кількісними і якісними змінами, оновлення складу населення та його структури (статевої, вікової, соціальної, динамічної) трансформації розміщення та розселення населення у науках про народонаселення називають *демографічними процесами* (ДП). Демографи аналізують особливості *демовідтворювальних процесів і руху населення* для різних груп населення (соціумів) — статево-вікових когорт, соціальних верств, окремих адміністративно-територіальних одиниць і поселень, регіонів і країн. Закономірності демографічного розвитку звичайно встановлюють у залежності від демографічних ситуацій у різних групах населення та відмін їх соціально-економічних станів. У більшості випадків демографічний розвиток розглядають за його певною територіальною прив'язкою. Але така прив'язка

має формальний, зовнішній характер, її не розглядають як чинник демовітворювальних процесів.

Демографи визначають закономірність руху населення та демографічних процесів в залежності від складу населення та умов його проживання і життєдіяльності. У левовій більшості випадків демографічні процеси мають політико-адміністративну та адміністративно-територіальну прив'язку. Але територіальна належність не завжди слугує визначальною ознакою і головною передумовою демографічного розвитку. Її, буває, розглядають як зовнішню, формальну ознаку для порівняння різних демографічних ситуацій демографічних процесів. Відтак, *демографічна ситуація* — це сукупність умов і чинників, що визначають особливості руху населення, демографічного процесу для даної групи населення (населення даної адміністративно-територіальної одиниці, соціальної групи, статево-вікової групи – когорти, етнічної групи, конфесійної групи та ін.). Отже, новий стан науки потребує оновлення термінологічно-понятійного апарату, як і в інших галузях сучасної географії [12, 13].

Провідні ознаки географії населення

Одним з головних напрямків сучасного розвитку наук про народонаселення є їх посиленна орієнтовність на динамічні аспекти. *Рух населення, демографічний розвиток, демографічні процеси* — ці та інші нові поняття покликані позначити кількісні і якісні зміни народонаселення не лише як послідовну зміну фіксованих на певній час і статичних демографічних ситуацій, а як цілісний і безперервний процес, що має на кожній території свої передумови і чинники, свої складові, свою траєкторію та закономірності. Це надзвичайно важлива і глибока методологічна трансформація традиційної, переважно — статичної, демографії та географії населення, і розв'язання цієї задачі бере на себе геодемографія.

Ще раз підкреслимо посилення уваги до *територіальної організації населення*, що окреслює предметну область географії населення та її поступову стиковку з регіоналістикою. Сучасне трактування населення як сукупності людей певної території визначає предметну область географії населення. Наведемо приклади визначення предмету географії населення:

1. Географія населення вивчає регіональні відмінності складу, динаміки та розміщення населення, закономірності формування цих відмін, територіальні системи населених пунктів, закономірності їх розвитку (С.А. Ковальов, Н.Я. Ковальська, О.І. Полоса та ін.).

2. Предметом дослідження географії населення є географічні відмінності складу та відтворення населення, географічні відмінності в культурі, побуті, навичках населення, трудові ресурси територіальних груп населення і географічні відміни їх використання, населені пункти та їх територіальні системи (Є.Л. Шувалов, Н.П. Михайлова та ін.).

3. Географія населення — це наука про територіальні закономірності формування та функціонування людських спільнот (І.Гудзеляк та ін.).

Предметом дослідження географії населення є геопросторова організація населення [2], яка охоплює:

- геопросторові закономірності природного відтворення населення та формування демографічної структури населення;
- географічні закономірності формування і використання праце ресурсного потенціалу;
- географічні закономірності формування соціального складу населення;
- геопросторову організацію міграцій населення;
- територіальні закономірності розселення населення, розміщення, формування поселень та їхніх територіальних систем;
- геопросторові закономірності формування етнічного складу, функціонування етнічних і міжетнічних спільнот, етнічні процеси;
- регіональні відмінності у способі життя, культури та побуту людей.

Зауважимо, що І. Гудзеляк [3, 13] у складі географії населення цілком слушно визначає демографію (за нашим підходом — геодемографію) як науку, що вивчає закономірності природного відтворення населення.

Наприкінці ХХ ст. на стику демографії, географії та регіональної економіки формується новий науковий напрям — геодемографія. Його предметну область визначають вже не демографічні, а геодемографічні процеси. Демографія вивчає соціально-демографічні закономірності руху населення, а геодемографія визначає предметну область як територіальні, зокрема регіональні, відмінності демографічних процесів, як залежність демографічного розвитку території від особливостей її історико-географічних, етно-культурних, геополітичних, природно-ресурсних, соціально-економічних передумов, від рівнів господарського засвоєння території та її планувальної організації. Об'єктом дослідження геодемографії виступають не традиційні демографічні процеси, а їх територіальні (регіональні) різновиди, які називають геодемографічними елементами.

Висновки

На початку ХХІ століття демографічні проблеми вперше стикувалися з державною регіональною політикою, яка офіційно проголошена в Україні у 2001 р. До цього часу демографія і географія населення мали довільну прив'язку до території — від окремого поселення до країни в цілому. Вітчизняним наближенням до регіональної політики були адміністративно-територіальні одиниці — області, райони, міста. Відтепер ситуація докорінно інша: По-перше, результати досліджень демографії та географії населення повинні стати об'єктивною основою регіоналізації країни за європейськими нормами (NUTS-II — базові регіони), яку необхідно офіційно затвердити на

законодавчому рівні. По-друге, проблеми демографічного розвитку повинні визначатися і розв'язуватися у контексті регіональної демографічної політики. Виникає необхідність формування нового наукового напрямку географії населення — геодемографії, яка буде досліджувати передумови й особливості демографічного розвитку на рівні офіційних регіонів, у контексті державної та регіональної геодемографічної політики.

Традиційно динамічні складові географії населення дослідники вивчають за допомогою аналізу руху населення чи методом порівнянь різночасових геодемографічних обстановок і ситуацій. На часі вивчення *геодемографічних процесів*. Геодемографія наголошує регіональні аспекти процесів відтворення населення, руху населення, демографічного розвитку. Традиційний концептуально-понятійний апарат демографії і географії населення потребує відповідного розвитку, змістовних і функціональних трансформацій. Основне завдання геодемографії полягає у розкритті системи зв'язків відтворення народонаселення з суспільним розвитком на регіональному рівні. Геодемографії належить провідна роль у забезпеченні комплексного вивчення населення регіонів.

Базовими поняттями нового напрямку виступають геодемографічний розвиток, геодемографічна ситуація, геодемографічні процеси, регіональні системи розселення, демовідтворювально-територіальні комплекси, демографічна політика. Нами розроблена методологічна схема формування геодемографії як нового напрямку у системі наук про народонаселення за такою послідовністю: демографія — географія населення — геодемографія. Зрозуміло, що геодемографія має предметне методологічне перекриття і з демографією, і з географією населення. У визначені предметної області геодемографії можуть наголосуватися і переважати ті чи інші аспекти її складових – демографії та географії населення.

З одного боку, геодемографія розглядається як окремий розділ географії населення (С.А. Ковальов та ін.). Геодемографічна ситуація (обстановка) визначається у рамках географії населення як «історично сформовані на певній території відносини між сукупністю демографічних процесів і структур із соціально-економічними умовами й факторами». З іншого боку, геодемографія розглядається як спеціальна галузь соціально-економічної географії (А.А. Анохін, Г.М. Федоров і ін.), а геодемографічна ситуація включає просторово визначену демографічну систему разом з її відносинами до інших територіальних соціально-економічних систем. Третій підхід виділяється у дослідженнях демографів. Геодемографія розглядається як частина демографії, а геодемографічна ситуація як існуюче на даній території співвідношення народжуваності, смертності, міграційного руху, що створюють визначену структуру населення й динаміку її чисельності. Приставка «гео», на наш погляд, у цьому випадку відображає лише територіальний аспект демографії й демографічних процесів, який має побіжний, неістотний характер.

Список цитованої літератури

1. *Анохин А. А.* Региональные проблемы социального развития / А. А. Анохин; Ред. С. Б. Лавров. – Ленинград: Издво ЛГУ, 1986. – 133 с.
2. *Гріненко А.Ю.* Пріоритетні напрями регіональної демографічної політики / А.Ю. Гріненко // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2010_154_2/10gai.Pdf
3. *Гудзеляк І.Т.* Географія населення: навч. посіб. / І. Гудзеляк. – Львів: Вид. Центр ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 232 с.
4. *Демографія: учебник* / [Под общ. ред. Н.А. Волгина]. – Москва: РАГС, 2007. – 440 с.
5. *Комплексний демографічний прогноз України на період до 2050 р.* / [за ред. Е.М. Лібанової]. – Київ: УЦРС, 2006. – 138 с.
6. *Муромцева Ю.І.* Демографія: навч. посібник / Ю.І. Муромцева. – Київ: Кондор, 2009. – 300 с.
7. *Топчів О.Г.* Теоретичні постулати нового адміністративно-територіального устрою України: Зб. наукових праць / Наукові пошуки географічної громадськості: вчора, сьогодні, завтра / О.Г.Топчів, В.В. Яворська. – Луганськ: Вид-во ДЗ ЛНУ, 2009. – С. 29 – 32.
8. *Указ Президента України № 341/2001* «Про Концепцію державної регіональної політики» від 25.05.2001. <http://www.uapravo.net>
9. *Федоров Г. М.* Геодемографическая типология / Г. М. Федоров; Под ред. Н.Т. Агафонова. – Ленинград: Издво ЛГУ, 1985. – 152 с.
10. *Хомра А.У.* Региональная демография // Система знаний о народе-населении: Сб. научн. трудов / А.У. Хомра – Москва: 1991. – С. 126 – 132.
11. *Шуйський Ю.Д.* Географічна локальність у береговій зоні Світового океану / Україна та глобальні процеси: географічний вимір: Т. 1. – Відп. ред. П.Г.Шищенко. – Київ-Луцьк: Вежа, 2000. – С. 72 – 75.
12. *Шуйський Ю.Д.* Состояние современной географии и ее структура // Вісник Одеського нац. університету. Геогр. та геол. науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 2 (18). – С. 7 – 21.
13. *Яворська В.В.* Геодемографічні процеси і геодемографічні райони Українського Причорномор'я: методологічні і методичні проблеми. Одеса: Астропринт, 2007. – 208 с.

References

- [1] Anohin A. A. 1986. Regional'nye problemy social'nogo razvitiya. Leningrad: Izdvo LGU.
- [2] Grinenko A.Yu. Prioritetni napryami regional'noi demografichnoi politiki. www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2010_154_2/10gai.Pdf <http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2010_154_2/10gai.Pdf>
- [3] Gudzelyak I.T. 2008. Geografiya naselennya: navch. posib. L'viv: Vid. Centr LNU im. I.Franka.
- [4] Volgina N.A.. 2007. Demografiya: uchebnik. Moskva: RAGS.
- [5] Libanova E.M.. 2006. Kompleksnij demografichnij prognoz Ukraini na period do 2050 r. Kiev: UCRS.
- [6] Muromceva Yu.I. 2009. Demografiya: navch. posibnik. Kiev: Kondor.
- [7] Topchiev O.G., Yavors'ka V.V. 2009. Teoretichni postulati novogo administrativno-teritorial'nogo ustroyu Ukraini: Zb. naukovih prac. Naukovi poshuki geografichnoi gromadskosti: vchora, s'ogodni, zavtra. 29 – 32. Lugans'k: Vid-vo DZ LNU.
- [8] Ukaz Prezidenta Ukraini № 341/2001 «Pro Koncepciyu derzhavnoi regional'noi politiki» vid 25.05.2001. <http://www.uapravo.net>
- [9] Fedorov G.M.; Agafonova N.T. 1985. Geodemograficheskaya tipologiya. Leningrad: Izdvo LGU.
- [10] Homra A.U. 1991. Regional'naya demografiya. Sistema znanij o narodo-naselenii: Sb. nauchn. Trudov. 126 – 132. Homra – Moskva.
- [11] Shuj'skij Yu.D. 2000. Geografichna lokalnist u beregovij zoni Svitovogo okeanu. Ukraina ta global'ni procesi: geografichnij vimir: T. 1. 72 – 75. Kiiv-Luck: Vezha.
- [12] Shuj'skij Yu.D. 2013. Sostoyanie sovremennoj geografii i ee struktura. Visnik Odes'kogo nac. universitetu. Geogr. ta geol. nauki 18 (2-18): 7 – 21.
- [13] Yavors'ka V.V. 2007. Geodemografichni procesi i geodemografichni rajoni Ukrain'skogo Prichornomor'ya: metodologichni i metodichni problemi. Odesa: Astroprint.

Стаття надійшла 25 березня 2014 року

Яворская В.В.

кафедра экономич. и социальн. географии,
Одесский нац. университет им. И.И.Мечникова,
ул. Дворянская 2, Одесса-82, 65082, Украина

**ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
И РЕГИОНАЛЬНОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
В УКРАИНЕ****Резюме**

В статье подробно рассматриваются проблемы становления государственной региональной политики и этапы формирования и становления геодемографии, как современного научного направления общественной науки — географии населения. На первом этапе центральное место в системе знания населения принадлежало демографии. Второй этап усиливается взаимодействием демографии с другими науками, включая общественную географию. На их стыке формируется новая дисциплина — география населения. На третьем этапе формируется новое направление география населения-геодемография, ориентированная на изучение региональных различий населения и расселения и разработку региональной демографической политики.

Ключевые слова: демография, география населения, геодемография, геодемографический процесс.

V.V. Yavorskaya

Department of Economic and Social Geography
National Mechnikovs University of Odessa,
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, Ukraine

**PROBLEMS OF STATE AND REGIONAL DEMOGRAPHIC POLICY
IN UKRAINE****Abstract**

The problems of formation of regional policy and stages of formation and growth of geodemography as modern scientific field of population geography were reviewed in details in the article. In the first stage, a central place in the system of knowledge of the population belongs to the demographics. The second stage are increased by interaction of demography with other sciences, including geography. At their junction, a new discipline – population geography. In the third stage are forming the new direction of population geography – geodemography which orientated to the study of regional differences of population and resettlement and development of a regional demographic policy.

The basic concepts of the new trend are geodemography development, geodemographic situation, geodemographic processes regional, settlement system, demoreproductive – territorial complexes, demographic policy.

We have presented a methodological scheme formation of geodemography as a new trend in the sciences of the population in the following order: Demography – Population Geography – Geodemography. It is clear that geodemography has a substantive methodological overlap with demography, geography of population. In certain domain of geodemography

can be accentuated and dominated certain aspects of its components - demography and population geography.

On the one hand, geodemography are considered as a separate section of population geography (S.A. Kovalev et al.). Geodemography situation is defined within of population geography as “historically established in a particular area relationship between aggregate of demographic processes and structures of the socio-economic conditions and factors.” On the other hand, geodemography is considered as a special area of socio-economic geography (A. A. Anokhin, G.M. Fedorov et al.). And geodemographic situation involves a spatially defined demographic system along with its relationship to other regional socio-economic systems. The third approach stands in demographic studies. Geodemography is considered as part of demographic and geodemographic situation as existed at the area ratio of fertility, mortality, migration, what creating a defined population structure and dynamics of its population. The prefix “geo”, in our opinion, in this case shows only the territorial aspect of demography and demographic processes that have casual, insignificant character.

Keywords: demography, population geography, geodemography, geodemographic process.

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 551.35.054 (262.5)

Ю.Д. Шуйский, доктор геогр. наук, профессор
кафедра физической географии и природопользования,
Одесский нац. университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская 2, Одесса-82, 65082, Украина

О ВЛИЯНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА, ПОС. КРЫЖАНОВКА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Берега Одесского залива находятся в сфере активного и сильного антропогенного пресса уже несколько десятилетий. Около 55% длины береговой линии было занято песчаными аккумулятивными формами рельефа. Сейчас они значительно размывы, а абразионные формы претерпели коренное преобразование. Уже построенные гидротехнические сооружения в общем не выполняют своего назначения. Они усилили дефицит наносов по всей трассе вдольберегового потока. Это заставило применить нов берегозащитные мероприятия. Они также оказались неэффективными и привели к критическому обострению дефицита наносов. Поэтому пляжи на морской стороне пересыпи Куяльницкого лимана деградировали. Статья анализирует негативные последствия влияния антропогенного фактора в пределах Аджиясской литодинамической системы вдоль северных берегов Черного моря.

Ключевые слова: Черное море, Одесский залив, Крыжановка, пляж, наносы, буна, стенка, абразия.

Введение

В течение последних 2-3 десятилетий антропогенное влияние на берега усилилось, причем — негативное. Пляжевый песок вывозился для использования в строительстве. Произошло уничтожение природных ландшафтов, изменение морфологии и морфометрии прибрежно-морских форм рельефа, потери значительных площадей берега, уничтожение природных источников песчаных и других наносов, размывы вплоть до исчезновения пляжей, обострение дефицита наносов в береговой зоне и многого другого. В конце концов, вместе с берегом, начала размываться береговая территория Крыжановки. Несмотря на это, в самом начале XXI века на м. Северном Одесском была построена гавань для катеров и яхт, у которой молы перекрыли движение наносов «волнового поля» на пересыпь Куяльницкого лимана по трассе Аджиясского вдольберегового потока наносов. Нерациональная застройка берегов залива, в том числе вдоль территории пос. Крыжановка, усугубила ситуацию. Все это

привело к размыву и исчезновению значительной части пляжей. Стремление избежать негативных последствий привело к строительству пассивных гидротехнических сооружений вдоль берега Крыжановки. Создавшееся новое положение берега потребовало новой научно-исследовательской информации для оценки ситуации и избежания негативных последствий. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

Объектом исследования является береговая зона Одесского залива (Черное море) и оценка влияния на нее антропогенного фактора. *Предметом* исследования выступают изменения морфологии и динамики берегов Одесского залива в районе пос. Крыжановка, выявление причин этих изменений и определение путей восстановления берегов залива. В этой связи *цель данной статьи* состоит в исследовании влияния антропогенного фактора и его последствий на использование природных ресурсов берега Одесского залива в районе расположения поселка Крыжановка. Для достижения этой цели решались такие *основные задачи*: а) выполнить критический анализ истории хозяйственного освоения берегов Одесского залива и прилегающих берегов Черного моря; б) выявить основные последствия влияния антропогенного фактора на берега Одесского залива; в) выполнить анализ современного влияния антропогенного фактора на берега Одесского залива в районе Крыжановки.

В статье рассматривается, анализируется и оценивается антропогенное изменение морфологии и динамики берегов в северной части Черного моря в пределах единой литодинамической ячейки. В ней все прибрежно-морские процессы взаимосвязаны, и такая связь исследуется на примере участка разгрузки вдольберегового потока наносов. В этой связи статья имеет *теоретическое значение*. Обобщение неудачного опыта применения берегозащитных мероприятий и предупреждение об этом делает данную статью *практически значимой*. На типичном примере показана последовательность неэффективных, несистемных действий, практически не согласованных между собой. А это яркий индикатор непонимания сущности прибрежно-морских процессов и организации рационального природопользования.

Данный район побережья Черного моря изучался давно, со времени отвоевания Новороссии у Османской Империи во второй половине XVIII века. С тех пор вначале исследования проводили гидрографы Черноморского флота России, затем — картографы и служащие инженерных частей российской армии. Итогами эти работ стала первая лоция (1851 г.), ряд карт и атласов [5]. Последующие изыскания и гидрографические съемки берегов и дна были связаны с обеспечением навигации в Одесский порт. Значительный интерес вызывали исследования оползней и эффективности противооползневых и берегозащитных сооружений. Только с возникновением теории береговедения стали применять новую методику исследований береговой зоны, в том числе и на берегах Одесского залива.

Краткая историческая справка

Поселок Крыжановка относится к Коминтерновскому району Одесской области. Находится на берегу Одесского залива в северной части Черного моря, между мысами Ланжерон и Северо-Одесский (рис. 1). Поступление наносов с юга в составе второстепенных подвижек, от м.Ланжерон в вершину залива, на песчаные пересыпи Хаджибейского и Куяльницкого лиманов прекратилось в начале XIX столетия, после строительства причальных и ограждающих моллов до глубин 5-6 м. Скорость приращения береговой линии понизилась, но продолжалась со стороны мысов Аджияск и Северный Одесский [1]. В начале XX века портовые сооружения заняли почти 40% длины береговой линии залива и надвинулись на широкие песчаные пляжи устья р.Водяной и пересыпи Хаджибейского лимана. В 30-х и 50-х годах постройки новых промышленных предприятий заняли весь морской фланг песчаной пересыпи этого лимана. В 60-х годах сохранился песчаный пляж с морской стороны Куяльницкой пересыпи, возле курорта Лузановка. Он продолжал нарастать, а его ширина достигала 50 м.

Самая северная часть берега залива, длиной 2,5 км, высотой до 55 м, подверглась абразии (скорости до 3 м/год в 1960-1990 гг.), превратилась в оползневой береговой склон, несла на себе до 6 оползневых террас, была существенным источником наносов для пересыпи Куяльницкого лимана (пляжа на участке «Молодая Гвардия» и в Лузановке). После создания подходного канала к порту Южный и оградительных моллов при них началась застройка морского берега между мысами Северный Одесский и Аджияск. Но поскольку морской берег исторически сформировался как абразионный, то начались мероприятия по стабилизации и ликвидации процессов абразии [7]. За эту работу взялись те, кто, к сожалению, не разобрался в природе береговой зоны Черного моря, в т.ч. и в Одесском заливе. Сегодня около 50% абразионного берега закреплены, то поступления наносов во вдольбереговой поток прекратились. В итоге поступления наносов на пляжи Крыжановки и Лузановки сократились в 3 раза и не превышают 1 м³/м в год при том, что за счет роста повторяемости волнений от южного сектора горизонта усилилось напряжение волнового поля в Одесском заливе. Это значит, что естественного накопления пляжей не может быть, наоборот, даже те пляжи, которые могли бы быть, оказались размывтыми под влиянием неэффективных «защитных» сооружений.

Во время своего возникновения и развития поселок Крыжановка располагался в 100-200 метрах от моря. Это было необходимо, поскольку местное население знало, что глинистый берег залива разрушается во время штормов, при этом береговая линия отступает со значительной скоростью. К тому же ветры от морской стороны горизонта несут на берег брызги морской соленой воды, которая попадает на огороды, в сады, на пастбища. Чтобы избежать этих негативных явлений, жители строились вначале подальше от моря, а между домами и морем оставляли территорию.

Однако, со временем местное население стало пренебрегать данной пред-
усмотрительностью. В 30-40-е годы XX века дома стали все ближе подступать
к морю за счет той территории, но пока еще не до самого обрыва.



Рис. 1. Схема Одесского побережья между м. Бол. Фонтан и Бол. Аджалькским лиманом на Черном море в начале XXI века.

А в конце 80-х годов постройки стали появляться рядом с обрывом, нарушая при этом природоохранное законодательство. Одновременно к концу 70-х годов на пути Аджияского вдольберегового потока наносов стала громадная выемка судоходного канала, подходного к порту Южный, и ограждающие ее параллельные шпоры, выдвинутые до глубины 4 м. В те годы, до 1975 г., у естественных клифов по всей длине трассы потока средняя скорость абразии составляла 1,11 м/год, а после создания канала и парных молв, в период 1975-1987 гг. она достигла 1,78 м/год, т.е. на 63% больше [6, 7]. В результате сократились размеры пляжей почти наполовину под влиянием уменьшения мощности потока [3]. Развился сильный импульс негативного влияния в связи с сокращением мощности Аджияского вдольберегового потока. В первые годы XXI века дефицит пляжеобразующих наносов «волнового поля» достиг своего критического состояния: перманентное пляжеобразование в Одесском заливе стало невозможным.

Последствия антропогенного влияния

Часть населения Крыжановки состояла в рыболовецком колхозе и занималась рыболовством. Строения хозяйства находились на берегу моря. Здесь же рыбаки построили причал для баркасов и фелюг, для малых рыболовных траулеров (рис. 2). С середины 30-х годов причал был свайным, он был возве-

ден на сваях по рекомендации инженера Е.Е. Китрана. Этот специалист знал, что после строительства Одесского порта основное количество пляжеобразующих наносов поступало на участок Лузановки и Ярмарочной со стороны пересыпи Тилигульского лимана. Поэтому причал практически не препятствовал прохождению наносов с востока, от м.Аджияск. Это долгое время сохраняло поступление наносов, а потому Лузановский был основным и наиболее комфортным городским пляжем Одессы. С первых лет XXI века произошла массовая застройка береговой территории Крыжановки, и постройки попали в сферу влияния абразионного процесса и отступающего берега (рис. 2). Постройки появились и на пляже, что привело к локальному уменьшению его размеров. Попытки вернуть первичные размеры с помощью автомобильных покрышек между Лисками и Лузановкой привели к обратному результату и внесли свой «вклад» в дальнейшую деградацию пляжа: на этот раз почти половина длины пляжа была размыта и исчезла. Такие последствия и надо было ожидать по опыту, приобретенному на песчаных пляжах Бурнасского, Днестровского, Санжейского, Фонтанковского, Чабанского, Очаковского участков берега Черного моря.

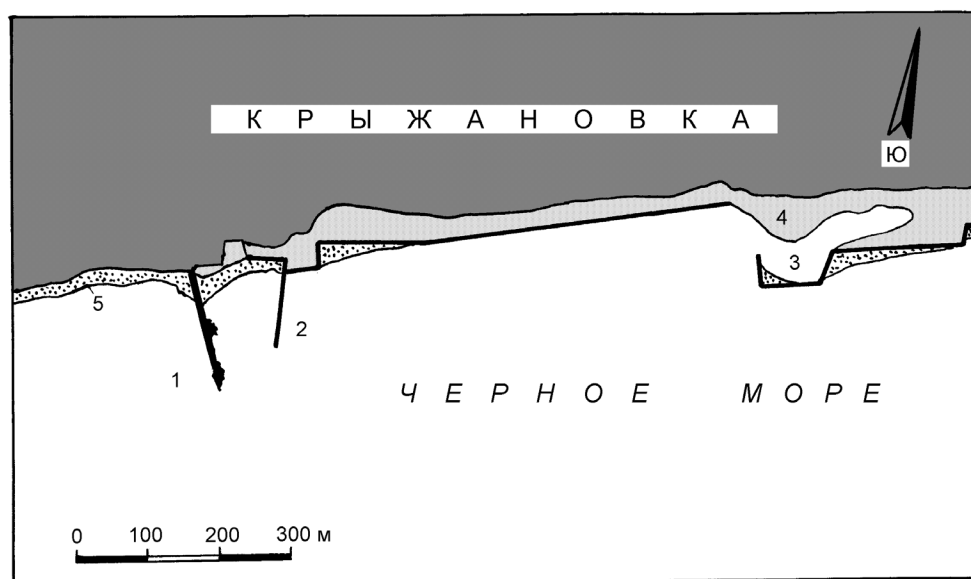


Рис. 2. Схема измененного берега Одесского залива во фронтальной части пос. Крыжановка в восточных предместьях Одессы. Цифровые обозначения: 1 — «длинная» буна; 2 — трасса старого рыбацкого причала и другие пассивные гидротехнические сооружения; 3 — отгорженный ковш «ЮгСпецСтроя-77»; 4 — срезанный и видоизмененный коренной глинистый склон; 5 — сохранившиеся и вновь образованные пляжи.

В начале 70-х годов на береговом оползневом склоне у пос. Лиски возникли постройки любительского причала для рыбаков дачного кооператива.

Появилось несколько десятков легких дачных домиков, приспособлений для хранения и спуска на воду рыбацких лодок. Любители сразу столкнулись с необходимостью защитить самую нижнюю оползневую террасу от волновой абразии и влияния ветровых нагонов воды. Ведь в естественном состоянии в период 1962-1974 гг. активный клиф, выработанный в этой террасе, отступал со средней скоростью около 3 м/год [1, 2]. Общественность, по рекомендациям экологов, приняла решение защитить берег деревянными сваями из толстых досок, автомобильными шинами и мелкокаменной наброской. В итоге на «защищенном» участке навсегда исчез песчано-галечный пляж и ветровые волны получили свободный доступ к террасе. Необустроенное водопользование рыбаками-любителями привело к насыщению водой глинистых пород на оползневом склоне, что усугубило его абразионные подвижки. В итоге защитные работы продолжались непрерывно и безуспешно, вплоть до появления «Соснового Берега».

С конца 80-х годов началась массовая застройка берега Черного моря между мысами Аджияск на востоке и Северный Одесский на западе. Соответственно, отрицательно отреагировали морские берега, поскольку предложения и заключения не были продуманы до конца. В качестве примера можно привести неудачную берегозащиту в пос. Фонтанка и Черноморское, где по заключениям экологов срезка берега, само собой, оказалась крайне неудачной: она активизировала отступление клифа, а не задержала его. Постройки возводились как можно ближе к урезу моря, чем игнорировался вековой опыт местного населения, не позволявшего себе осваивать морской берег в деструктивных очагах. Разрушения не заставили себя ждать. Как ответная реакция, в массовом порядке начались попытки избавиться от абразии на участках абразионно-оползневого клифа в Морском, Южном, Коблево, Кошарах, Черноморском, Дофиновке и др. Берег искусственно выколаживался, террасировался, опоясывался каменной наброской и т.д.

В итоге сложилось четыре главных последствий.

Первое: прежде всего была разрушена уникальная экологическая система в пределах приморско-оползневого типа ландшафтной местности. Сегодня на северных и северо-западных берегах Черного моря практически не осталось жизнеспособного участка этого ландшафта, и он фактически потерян для общества навсегда. Особую ценность представляли естественным образом террасированные оползневые склоны [6]. Согласно И.Я. Яцко [8], можно было наблюдать до 5-6 террас. Соответственно, и экосистема на них была наиболее ценной, например, возле поселков Лиски, Черноморское, восточнее Григорьевского (Мал. Аджалыкского) лимана.

Во-вторых, одетые в камень, бетон и металл, искусственно террасированные береговые склоны продолжают испытывать подвижки, хотя и минимальные, но непрерывные. Вместе с тем активные абразионно-оползневые клифы перестали быть источником пляжевых наносов. Полевое картографирование и расчеты показали, что из источников питания наносами выведено около 40%

длины активных клифов, причем, наиболее продуктивных осадочным материалом (с максимальными скоростями абразии).

Названных последствий можно было бы избежать при условии учета народного опыта освоения и застройки берега местным населением.

Оба последствия являются негативными. К ним добавилось еще два, которых можно было бы избежать при условии профессионального географического подхода.

Третье негативное последствие подготавливалось длительное время, когда было проигнорировано понятие о литодинамической системе. В научной литературе давно было доказано, что пляжи Крыжановки, «Молодой Гвардии» и Лузановки питаются наносами, которые сносятся в море между мысами Аджияск и Северный Одесский. В естественном виде в Лузановке на пляжах отлагалось в среднем до 2,5-3,0 м³/м ежегодно. Отмельный берег пересыпи Куяльницкого лимана нарастал в среднем со скоростью до 0,5 м/год. Наиболее крупные пляжи располагались в Крыжановке и на «Молодой Гвардии» — до 45 м³/м при максимальной ширине до 30-45 м и средней толщине 0,9-1,1 м (максимум в Лузановке до 1,5 м у бывшего причала). Все это указывает, что 40-50 лет назад Одесский залив был участком разгрузки вдольберегового потока наносов, который характеризовался аккумуляцией (хотя и очень небольшой) и зарождался между м. Аджияск и лиманом Карабуш. В течение первых лет XXI века сильно обострился дефицит наносов. В итоге почти в 2 раза уменьшилась конечная мощность вдольберегового потока наносов.

В-четвертых, потеря наносов в Одесском заливе возле Крыжановки и «Молодой Гвардии» возросла после строительства гавани для лодок и яхт у «Соснового Берега» в течение первого десятилетия XXI века. Оградительный мол гавани выходит на глубину около 3 м, а потому во время волнений от восточного, юго-восточного и южного частей горизонта отклоняет подвижки наносов подальше от берега. Рельеф дна сильно затрудняет возвращение наносов к берегу. Если бы не обострение дефицита наносов под влиянием блокирования клифов и строительства сооружений на мысе Северный Одесский, то пляжи сохранялись бы, их размеры уменьшились бы только на 10-15% возле Крыжановки и «Молодой Гвардии», а вдоль восточной части Крыжановки и у Лисков они сохранялись бы и могли бы сохранить свои размеры, а значит — существенно уменьшить отступление берега залива.

Постепенное антропогенное давление на природную систему береговой зоны в течение нескольких десятков лет привели к уменьшению размеров пляжей, в первую очередь — толщины и объема [3]. Ситуацию осложнили постройки, которые возведены прямо на пляже, неграмотная «защита» берега с помощью автомобильных покрышек и каменной наброски, использование пляжевых наносов для строительства различных построек. Поэтому в настоящее время сохранившиеся пляжи имеют ширину до 15 м, а вновь образовавшиеся — до 10 м. Однако, при этом их толщина равна обычно 0,1-0,4 м, в том

числе восточнее длинной буны до 0,2-0,25 м. Получается, что удельный объем таких пляжей чаще всего равен 1-6 м³/м. Это в 7-45 раз меньше, чем было измерено на участках «Молодая Гвардия» и «Крыжановка» в начале 70-х годов прошлого столетия.

Таким образом, на протяжении нескольких десятков лет все делалось, чтобы усилился дефицит наносов, понизилась мощность вдольберегового потока наносов, обострился дефицит наносов, уменьшилась масса накопления наносов и уменьшились размеры пляжей, а, следовательно, — увеличились бы скорости абразии вдоль территории поселка Крыжановка.

Анализ эффективности берегозащитных мероприятий

Как реакция местного населения и «новых организаторов» рекреационной деятельности на всю совокупность негативного антропогенного влияния, начались т.н. берегозащитные работы. Люди спохватились и воочию увидели, что надо было что-то делать, чтобы прекратить убывание пляжей и постоянную активизацию разрушения берегов, в отличие от экологов. Поэтому стали применять наброски из автомобильных шин и камня, а это тоже было ошибкой в данных прибрежно-морских ландшафтных условиях. Поэтому данные усилия не дали положительного эффекта.

Одновременно на пляж были выдвинуты различные постройки, часто их стены дали эффект вертикальной стенки. Поэтому возникли точечные очаги сильного размыва пляжа. Закрепление оползневого склона на мысе Северный Одесский как в заливе, так и со стороны Фонтанки, заметно пригрузило языки оползня, но это не остановило подвижки склона. Активность подвижек значительно снизилась, деформации хоть и стали значительно меньше, но все-таки продолжаются. Это заставляет проводить ремонтные работы, хотя пока на первых порах и небольшие.

На фоне появления многочисленных берегозащитных сооружений в районе Крыжановки, лагеря «Молодая Гвардия» и Одесского залива в целом не замечено сколько-нибудь существенных накоплений наносов и образования достаточно крупных пляжей. Длительное и неуклонное изъятие наносов из береговой зоны и столь же быстрое обострение дефицита наносов делает невозможным существование сколько-нибудь крупных пляжей. И это будет до тех пор, пока не исчезнут причины, закрывшие поступление пляжеобразующих наносов в береговую зону. Многочисленные жесткие конструкции, сделанные из бетона, железобетона, металла, рваного камня и др., по сути являются пассивной защитой. Такие пассивные сооружения являются трудоемкими и материалоемкими, а потому требуют больших затрат на эксплуатацию. По сути, в условиях острого дефицита наносов они становятся не только бесполезными, но и вредными. К тому же они засоряют морской берег и лишают его комфортности, а подчас создают опасность травматизма. Вместо песчаных пляжей отдыхающие получили нагромождение камней, кирпича, обломков бетонных блоков. Каким-то

утешением может служить не столь уж и сильное волновое влияние на сооружение данной пассивной защиты.

Восточный фланг береговой дуги Одесского залива не относится к очагу «сильных волновых энергий», как например районы расположения мысов Бурнас, Санжейский, Тарханкут или Лукулл. Поэтому волновое влияние на берег Крыжановского участка и участка Лиски не столь сильное, а это может продлить «безмятежную жизнь» бетонных и иных пассивных береговых сооружений (рис. 3). Но очень отмельный и широкий подводный склон на этом фланге залива включает достаточно высокие нагоны во время влияния ветров южного и западного направлений. Они могут в течение 50 лет повторяться 3-4 раза и приводить к повышению уровня воды на величину до 1,75 м выше ординара. Данное явление следует обязательно учитывать в практике эксплуатации пассивных берегозащитных и иных береговых сооружений.

Совершенно справедливо возникает ряд вопросов. Выполнен большой объем работ. Возведены многочисленные и разнообразные сооружения. Кто их возьмет на баланс? Кто их будет эксплуатировать? Крыжановка? Фонтанка? Коминтерновский район? Одесса? Было бы логичным и справедливым отдать эти сооружения на баланс тех, кто их разрабатывал и проектировал.

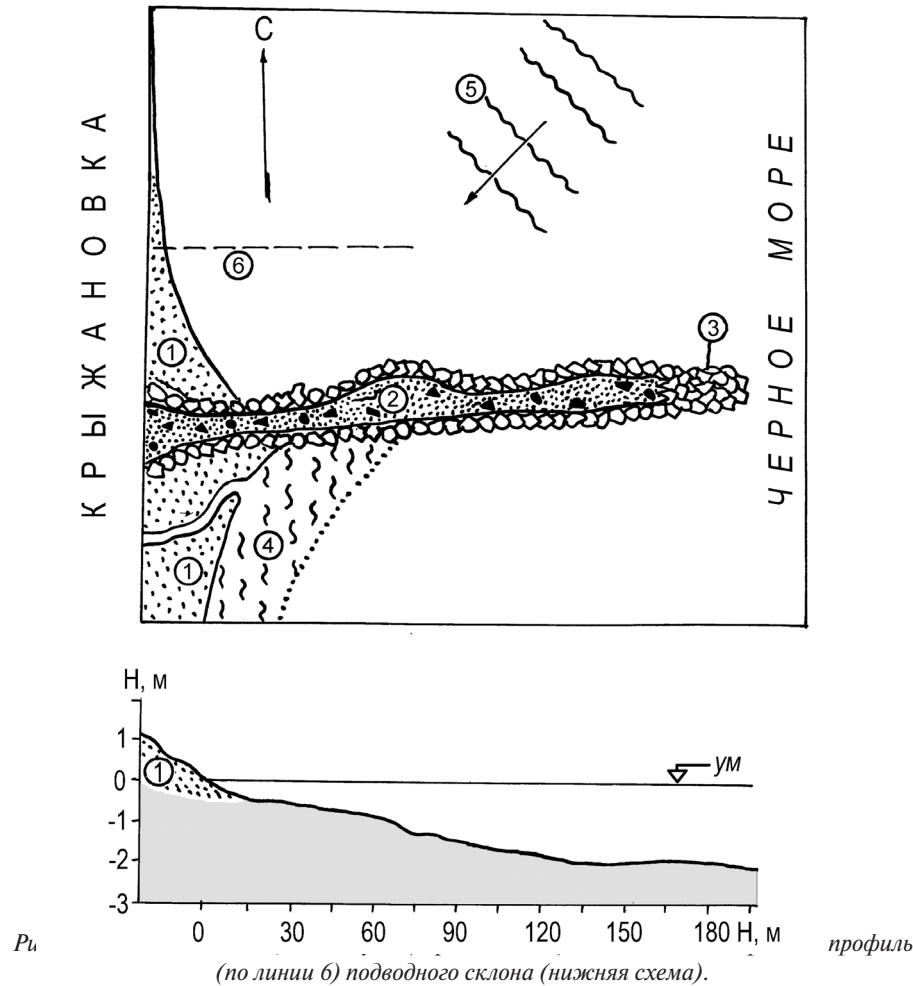
Что ожидать в будущем

Одной из недавних попыток сделать природную ситуацию лучше на берегах в районе Крыжановки стало возведение т.н. длинной буны в районе Приморской улицы (рис. 2, 3). Ее длина составляет ≈ 180 м, ширина по верху 9-12 м. Она окантована каменной наброской, что рассчитано на гашение волн при их подходе к берегу. Своей корневой частью буна упирается в берег возле нескольких рекреационных заведений. Длина ее является необычайно большой, до сих пор буны подобного назначения не имели такой длины на Одесских берегах Черного моря.

Понятно, что длинная буна рассчитана на накопление наносов во «входящих углах». Как следствие, по замыслу проектировщиков, здесь должны вырасти крупные пляжи, которые и станут ядром отдыха для местных жителей и приезжих граждан. С другой стороны, они должны послужить защитой от сильного волнового влияния. Оправдались ли эти надежды?

Непрерывные наблюдения за пляжами во «входящих углах» показали, что к середине декабря 2013 г. «угловые» пляжи по обе стороны от буны увеличились до определенных размеров и стабилизировались, испытывая сейчас текущую динамическую стабильность. Их наибольшая ширина менялась от 10 до 20 м во время различных штормовых ситуаций. Соответственно, толщина пляжевых наносов равнялась от 0,2 до 0,5 м, со срочным удельным объемом от 1 до 10 м³/м. Данные размеры зависят от угла подхода луча волны (рис. 3, 5) к береговой линии, от размеров волн и скорости штормового ветра. Эти факторы также регулируют выброс водорослей и морской травы на берег. Поскольку

перед берегом расположилось широкое мелководье (см. нижнюю схему рис. 3), то с него волнами регулярно водоросли выбрасываются к берегу.



Условные обозначения: 1 — прислоненный песчаный пляж во «входящих углах» буны; 2 — песчано-щебневая поверхность буны; 3 — оголовок буны, состоящий из россыпи каменной наброски; 4 — накопления водорослей после штормов; 5 — гребни приходящих к берегу волн (стрелка — луч волны).

Во время действия восточных ветров и волн водоросли забивают западный угол буны (4), который находится в волновой тени: обычно это происходит в теплое время года. Под влиянием западных волн и ветров водорослями забивается восточный угол (1), который в этой ситуации находится в волновой тени. При данном гидрометеорологическом режиме в последнее десятилетие [5] чаще водоросли забиваются в западный угол. Сюда же впадает периодичес-

кий водоток из Крыжановской балки, и вода в нем сильно загрязнена (в основном органика, фенолы, нефтепродукты). Создаются стагнационные условия, при которых развиваются процессы разложения органики. Вода становится сильно загрязненной, в воздух поступает неприятный запах, что грозит заболеваниями людей. В восточном углу ситуация несколько лучше, но в условиях длительных летних штилей, как раз во время пляжного сезона, и здесь может развиваться длительная гипоксия.

Как видим, пользы от буны намного меньше, чем ожидали проектировщики. В условиях острого дефицита наносов заполнение «входящих углов» оказалось более, чем скромным. Образовавшиеся пляжи, по причине малых размеров и загрязнения гниющими водорослями, — далеко не та цена, которая заплачена за постройку гидротехнических сооружений. Крупные берегозащитные пляжи не образовались в связи с отсутствием естественных наносов в береговой зоне.

В дополнение к этому, построенная буна создала локальные очаги размыва глинистого берега во время штормовых нагонов.

Под влиянием новой «длинной» буны оказалось возможным послештормовое накопление водорослей, срываемых с отмелого подводного склона. Выбросы составляют значительную биологическую массу, что обуславливает длительное влияние гниения водорослей.

Восточнее буны был построен ковш «ЮгСпецСтроя-77» (рис. 2, 3). Были опасения, что его заносимость обострит дефицит наносов, что еще сильнее повлияет на уменьшение размеров пляжей. Однако, за прошедшее время ковш практически не заносится, что понятно в результате отсутствия наносов, давнего и глубочайшего их дефицита. В этой связи данное сооружение уже не может повлиять на движение наносов и не является объектом перехвата наносов на пути к описанной буне. Во внешнем углу ограждения образовался пляж на глинистой поверхности. И хотя его максимальная ширина могла достигать 20 м, но толщина не превышала 0,10-0,15 м. Этот пляж образовался сразу же после строительства ковша, но быстро стабилизировался и вошел в относительное равновесие с окружающими географическими условиями.

Состояние берега Одесского залива стало крайне неблагоприятным. застройка берегов залива и сопредельных береговых участков оценивается как нерациональная, хотя согласовывается с государственными экологическими структурами. К тому же под влиянием бытовых и промышленных сбросов в залив свое полезное качество быстро меняет прибрежная вода. Хозяйственная организация территории курорта Лузановка может оцениваться как нерациональная. К тому же назревает осуществление согласованного проекта восстановления лимана Куяльник, а это чревато дополнительными природными угрозами.

Выводы

1. Хозяйственное освоение берегов Одесского залива (Черное море) в пос. Крыжановка Коминтерновского района Одесской области реализуется с явным непрофессионализмом и грубыми просчетами.

2. Застройка берега Одесского залива не привела к стабилизации преобразованного высокого абразионно-оползневого склона. Его небольшие, но непрерывные деформации и эрозионное расчленение продолжают продолжаться по-прежнему сильная абразия подводного склона залива.

3. «Длинная» одиночная буна рассчитана на накопление наносов во «входящих углах» и образования здесь песчаных пляжей, но такой расчет неоправдан в данных условиях развития острого дефицита наносов. Размеры новых пляжей: ширина ≤ 20 м, толщина 0,10-0,15 м, удельный объем $\leq 2-3$ м³/м, что крайне недостаточно для защиты сооружений и естественного берега. В дополнение этого, построенная буна создала локальные очаги размыва глинистого берега во время штормов.

4. Следовательно, понесенные значительные финансовые и материальные затраты на строительство «длинной» буны не являются оправданными затратами на берегоукрепительные работы.

5. Месторасположение указанной буны говорит о явно непродуманном решении, не учитывающем реально сложившуюся ситуацию. Под влиянием «длинной» буны оказалось возможным послештормовое накопление водорослей, срываемых с отмелого подводного склона, их разложение. Сюда же впадает периодический водоток из Крыжановской балки, и вода в нем существенно загрязнена. В результате создаются стагнационные условия, при которых развиваются процессы разложения органики.

6. Следовательно, понесенные значительные финансовые и материальные затраты на строительство «длинной» буны, отгороженного ковша, стенок, каменной наброски не являются оправданными затратами на берегоукрепительные работы. Это еще раз говорит о том, что оценки и согласования экологическими организациями являются непрофессиональными.

Литература

1. *Бертман Д.Я., Мирошниченко В.Г., Шуйский Ю.Д., Шкарупо И.В.* О гидрометеорологическом режиме побережья Черного моря между Одесским заливом и Днепровско-Бугским лиманом // Труды ЧерноморНИИпроекта (Одесса). – 1975. – Вып. 4. – С. 151 – 156.
2. *Выхованец Г.В.* Динамика естественных песчаных пляжей Одесского залива (Черное море) // Известия Всесоюз. Географич. общ-ва. – 1981. – Т. 113. – Вып. 3. – С. 253 – 259.
3. *Выхованец Г.В.* Морфология и динамика пляжей на берегах Черного моря между мысами Северный Одесский и Аджияк // География и природные ресурсы (Новосибирск). – 1988. – № 2. – С. 72 – 76.
4. *Гидрография Черноморского флота (1696-1982): исторический очерк* // Отв. ред. Л.И. Митин. – Севастополь: КЧФ МО СССР, 1984. – 360 с.
5. *Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. и др.* Гидрометеорологические условия морей Украины // Черное море. Том 2. – Севастополь: ЭкоСи, 2012. – 420 с.
6. *Шуйский Ю.Д.* Основные особенности природы приморско-оползневого типа физико-географической местности // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2007. – № 6. – С.

7. Шуйский Ю.Д., Муркалов А.Б. Многолетние изменения пляжей в Одесском заливе Черного моря с учетом влияния антропогенного фактора // Морские берега – эволюция, экология, экономика: Материалы XXIV Межд. Береговой конф. в Туапсе. – Краснодар: ИздатДом-Юг, 2012. – С. 377 – 381.
8. Яцко И.Я. Некоторые особенности в развитии оползневых процессов на Одесском побережье // Труды Одесск. гос. унив. Сер. Геол. и Геогр. наук. – 1960. – Т. 150. – Вып. 7. – С. 43 – 54.

REFERENCES

- [1] Bertman D.Ja., Miroshnichenko V.G., Shujskij Ju.D., Shkarupo I.V. 1975. O gidrometeorologicheskome rezhime poberezhja Chernogo morja mezhdou Odesskim zalivom i Dneprovsko-Bugskim limanom. Trudy ChernomorniiProekta (Odessa) 4: 151 – 156.
- [2] Vykhovanec G.V. 1981. Dinamika estestvennykh peschanykh pljazhejj Odesskogo zaliva (Chernoe more). Izvestija Vsesojuzn. Geografich. obshh-va 113 (3): 253 – 259.
- [3] Vykhovanec G.V. 1988. Morfologija i dinamika pljazhejj na beregakh Chernogo morja mezhdou mysami Severnyj Odesskij i Adzhijask. Geografija i prirodnye resursy (Novosibirsk) 2: 72 – 76.
- [4] Mitin L.I. 1984. Gidrografija Chernomorskogo flota (1696-1982): istoricheskij ocherk. – Sevastopol: KChF MO SSSR.
- [5] Ilin Ju.P., Repetin L.N., Belokopytov V.N. i dr. 2012. Gidrometeorologicheskie uslovija morejj Ukrainy. Chernoe more. 2. Sevastopol: EhkoSi.
- [6] Shujskij Ju.D. 2007. **Osnovnye osobennosti prirody primorsko-opolzneвого типа fiziko-geograficheskoy mestnosti.** Ekologija dovkillja ta bezpeka zhittedijalnosti. 6:
- [7] Shujskij Ju.D., Murkalov A.B. 2012. Многолетние изменения пляжей в Одесском заливе Черного моря с учетом влияния антропогенного фактора. Морские берега – эволюция, экология, экономика: Материалы XXIV Межд. Береговой конф. в Туапсе. Краснодар: ИздатДом-Юг.
- [8] Jacko I.Ja. 1960. Nekotorye osobennosti v razvitii opolznevykh processov na Odesskom poberezhje. Trudy Odessk. gos. univ. Ser. Geol. i Geogr. nauk 150 (7): 43-54.

Стаття надійшла 25 лютого 2014 р.

Ю.Д. Шуйський, доктор геогр. наук, проф.
кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський нац. університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

ПРО ВПЛИВ ЗАБУДОВ НА СТАН БЕРЕГІВ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ, СЕЛИЩЕ КРИЖАНІВКА (ЧОРНЕ МОРЕ)

Береги Одеської затоки розташовані в середовище активного та сильного антропогенного тиску протягом останніх кількох десятиріч. Близько 55% довжини берегової лінії затоки представлено піщаними акумулятивними формами рельєфу. Зараз вони є суттєво розмитими, а абразійні форми відчували доскональні зміни. Берегові гідротехнічні споруди, що вже були побудовані, взагалі не виконують свого захисного призначення. До того, вони загострили дефіцит наносів уздовж всієї траси потоку наносів. А це загострення змусило застосувати інші гідротехнічні споруди, які теж виявилися неефективними і призвели до подальшого блокування абразійного джерела наносів та наступного загострення їх дефіциту. Відтак, на морській околиці Куяльницького пересипу пляжі зазнали деградації. В статті аналізуються негативні наслідки впливу антропогенного фактору в межах Аджияської літодинамічної системи уздовж північних берегів Чорного моря.

Ключові слова: Чорне море, Одеська затока, Крижанівка, пляж, наноси, буна, мур, абразія.

Shuisky Y.D., Dr Sciences, Professor
Dept. Physical Geography & Natural Resources,
National Mechnikov's University of Odessa,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

ABOUT IMPACT OF A BUILDINGS ON SITUATION OF ODESSA BAY COASTS, KRYZHANOVKA VILLAGE (THE BLACK SEA)

Abstract

The Odessa bay coast situated under impact of active and strong anthropogenous press during several decades. Sandy accumulative shore forms occupy 55% of shore long in Odessa Bay. In current time the forms are very destroyed, and abrasive shore slopes closed by sea-walls and revetments, and not nourish the coastal zone by sediments. Hydrotechnical protective constructions havn't the defence actions, because are not corrective. The constructions increased deficiency of sandy drifts along way of alongshore line sediment flow. Correspondingly, shore-defence action were applicated still one time. But in this time some more the constructions havn't success too.

Keywords: Black Sea, Odessa bay, coast, abraziya, beach, groin, shore defence, sediment.

УДК 574.632 (262.5)

Берлинский Н.А., доктор геогр. наук, зав. отделом,**Деньга Ю.М.**, ст. научн. сотр.**Матвеев А.В.**, научн. сотр.**Подуст О.С.**, научн. сотр.**Попов Ю.И.**, канд. геогр. наук, ст. научн. сотр.**Третьяк И.П.**, научн. сотр.

Украинский научный центр экологии моря Минэкологии и природных ресурсов Украины, Французский бульв., 89, Одесса-9, 65009, Украина

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ УСЛОВИЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ НА ДИНАМИКУ ФИЛЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА

Рассматривается уникальное скопление красной агароносной водоросли рода филофора (*Phyllophora*), так называемое «филлофорное поле Зернова» расположенное в северо-западной части Черного моря. В период бурного развития эвтрофирования (1970-1990 гг.) и, как следствие, придонной гипоксии, произошла деградация поля, что выразилось в сокращении биомассы и ареала ее распространения. К другим факторам негативного воздействия относятся понижение прозрачности вод, заиление донных осадков, нерациональная добыча водоросли и возможно, техногенное влияние установок по добыче углеводородного сырья, расположенных на смежной акватории.

В последние 10-15 лет происходит восстановление филлофорного поля, что обусловлено следующими причинами: сокращением стока биогенных веществ из рек, увеличением прозрачности вод в результате сокращения взвешенных веществ органического и минерального происхождения в воде и прекращения донного траления. Оценка уровня накопления в филлофоре приоритетных загрязняющих веществ показала, что в сравнении с данными 2000г. концентрации токсических металлов уменьшились вдвое. Общее количество видов водорослей макрофитобентоса района исследований за последние годы возросло в 2-3 раза, что свидетельствует об улучшении экологического состояния «поля Зернова».

Уровень загрязнения морских донных отложений в районе филлофорного поля Зернова в целом соответствует экологическим нормативам качества морской среды (интегральный класс качества 2 – «хорошее качество»). Однако, в работе выявлено определенное влияние загрязняющих веществ со стороны установок по добыче углеводородного сырья.

Для определения наличия и возможного влияния придонной гипоксии на относительном глубоководье северо-западного шельфа Черного моря следует выполнить прямые экспедиционные наблюдения в летне-осенний период, т.е. в наиболее вероятный период широкомасштабного сокращения растворенного кислорода в придонном слое.

Ключевые слова: Черное море, шельф, дно, филофора, деградация, анализ, поллютанты, загрязнения, состояние, динамика.

Введение

В северо-западной части Черного моря расположено уникальное скопление красной агароносной водоросли рода филофора (*Phyllophora*), так называемое

«филлофорное поле Зернова». Филлофора весьма ценный продукт, который применяется в пищевой и медицинской промышленности. Подобного сосредоточения филлофоры данного вида, как на северо-западном черноморском шельфе, нет нигде в мире. Помимо этого, «поле Зернова» — это место обитания многих видов гидробионтов. Здесь отмечено более 47 видов рыб и 118 видов беспозвоночных.

В середине 70-х годов XX столетия на шельфе начался процесс широко-масштабного эвтрофирования вод, что обусловило рост первичной продукции фитопланктона. В результате бурного развития биомассы планктона произошло уменьшение прозрачности вод шельфовой области моря [6]. За счет экранирующего эффекта органического взвешенного вещества в столбе воды уменьшился эффект проникающей солнечной радиации, что привело к ограничению фотосинтеза. В итоге произошла сильная потеря кислорода в воде. Эти явления негативно отразились на биоценозе филлофоры и привели к значительной деградации и сокращению ареала ее распространения. К дополнительным факторам негативного воздействия в конце XX столетия следует отнести регулярное развитие придонной гипоксии и аноксии, приводящие к гибели бентоса на черноморском шельфе в теплый период года [2–5, 18, 19, 21], интенсивное донное траление до 70-х годов XX в. и, возможно, техногенную нагрузку из-за добычи углеводородного сырья на смежной акватории. В настоящее время актуальной является оценка современного состояния и возможность восстановления филлофорного поля.

Следует отметить, что дополнительная нагрузка на экосистему Черного моря в виде избыточного поступления биогенных веществ с речным стоком значительно сократилась. Запрещено донное траление. Приняты другие природоохранные меры. Однако, крупномасштабные заморы донной флоры и фауны продолжают, как показывают результаты мониторинга смежных с филлофорным полем акваторий [1]. Заморы связаны с аккумуляцией значительного количества биогенных веществ в донных осадках шельфа, которые продолжают провоцировать развитие придонной гипоксии. По этой причине Украинским научным центром экологии моря с 30 мая по 7 июня 2012 г. были выполнены комплексные исследования филлофорного поля с целью определения и оценки его состояния. *Объектом* явился северо-западный шельф Черного моря, а *предметом* — анализ современного состояния изучаемого объекта. К основным задачам проведенных исследований относились: оценка современных границ и состояния филлофоры, оценка гидрологических и гидрохимических условий и степени загрязненности компонентов экосистемы токсичными веществами.

Уже более 100 лет «поле Зернова» представляет собой цель исследования многих ученых как уникальное явление, необычную ассоциацию живых организмов, единственное в своем роде сочетание окружающих физико-географических условий, надежный индикатор состояния водной массы и морского дна. Это объект, который является одним из безоговорочных для подтверждения закона географической локальности и закона соответствия.

Материалы и методы исследований

Расположение станций наших исследований пришлось на центр «поля» (рис. 1). Анализ уровня загрязнения морской среды выполнялся в сравнении с действующими нормами предельно допустимых концентраций, принятых на Украине [13, 16], в России [12] и в странах Евросоюза [22].

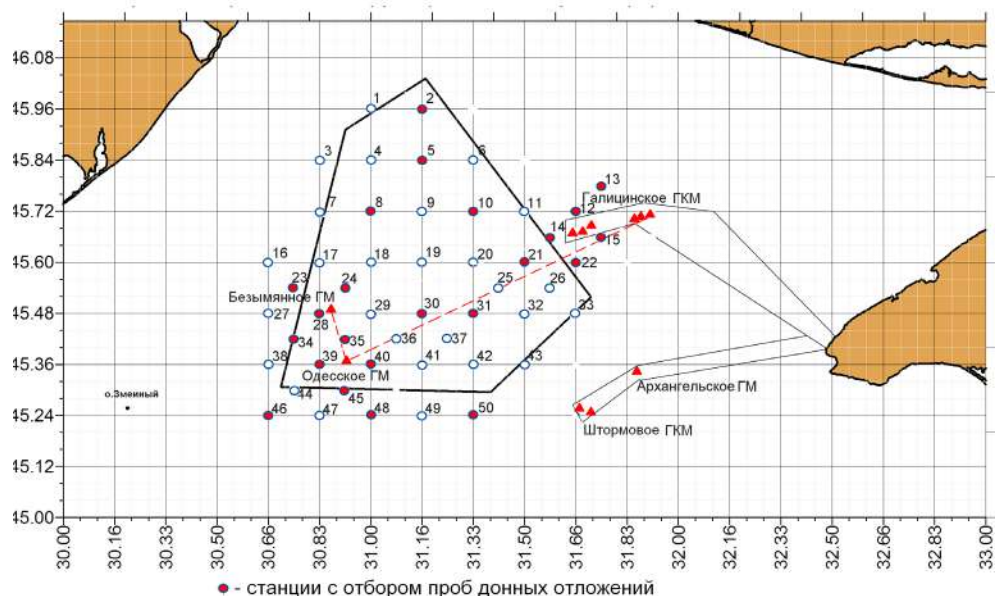


Рис. 1. Схема расположений станций в районе «филлофорного поля» и места добычи углеводородного сырья на шельфе Черного моря.

В процессе исследования определялись стандартные гидрохимические характеристики и загрязняющие вещества: соленость — электрометрическим методом; растворенный кислород — методом титрования (Винклера); pH — электрохимическим методом; взвешенное вещество — гравиметрическим методом на установке ультрафильтрации с ядерными фильтрами 0,45 мкм. Среди биогенных веществ выявлялись: азот нитритный, аммонийный, общий; также кремний; фосфор минеральный, общий — фотоколориметрическим методом; загрязняющие вещества — токсичные металлы: Al , As , Cd , Co , Cr , Cu , Fe , Mn , Ni , Hg , Pb , Zn — методом непламенной атомно-адсорбционной спектрофотометрии. Фенолы (сумма) выявлялись методом спектрофотометрии, нефтепродукты (сумма) — методом инфракрасной спектрофотометрии.

Макробентос, пробы воды и донных осадков отбирались и обрабатывались стандартными методами, согласно [15].

Обсуждение результатов

В период исследований в районе работ отмечался устойчивый меридиональный перенос вод южного направления со скоростями 10–15 см/с. Срединные области северо-западного шельфа являются зоной интенсивного перемешивания загрязненных речных вод днепровско-бугского, днестровского и, частично, дунайского происхождения, с проникающими сюда более чистыми водами открытого моря. Трансформированные воды дунайской разгрузки в основном распространяются в юго-восточных направлениях, т.е. в южные районы шельфовой области. Внедрение в центральные районы шельфа с юго-востока вод открытого моря с меньшей химической загрязненностью и биологической активностью определяет относительно высокую прозрачность поверхностной толщи вод. Это способствует развитию донной макроводоросли филофоры на глубинах 20–30 м. В настоящее время это ботанический заказник «Филлофорное поле Зернова» (рис. 2).

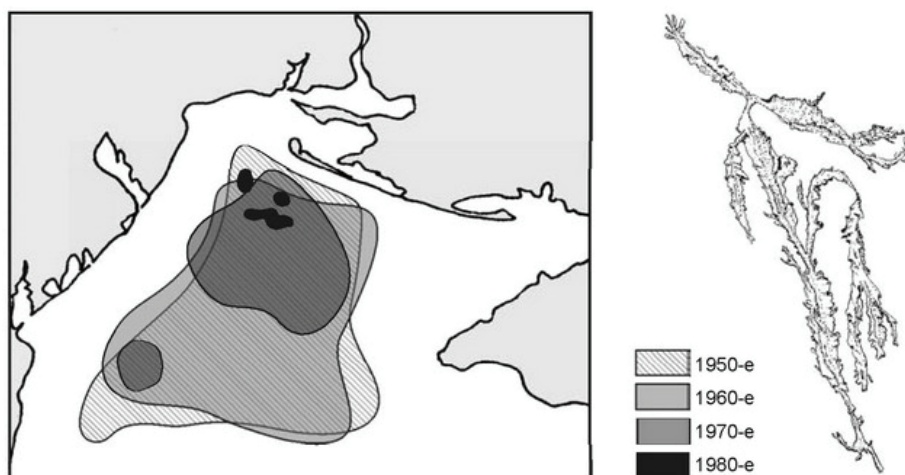


Рис. 2. Изменение площади филлофорного поля Зернова [17] и общий вид основного пластообразующего макрофита — *Phyllophora crispa* (= *Ph. nervosa*)

Для оценки происшедших изменений и современного состояния филлофорного поля, следует сопоставить ареал распространения филлофоры в предыдущие годы с настоящим. Начиная с 1920-х гг., филлофорное поле активно эксплуатировали: вплоть до начала 1980-х гг. ежегодно добывали по 15–20 тыс. тонн сырья для производства йода, желирующих веществ (агароид и филлофоран, «родственники» агар-агара). Делалось это варварски: драгами, которые нарушают весь растительный покров, вырывают с корнем все подряд, взмучивают донные осадки, переворачивают пласты донных отложений в те-

чение многих десятилетий. Уже этого было достаточно, чтобы поле серьёзно пострадало. Но добавился ещё и целый комплекс губительных факторов.

После Второй Мировой войны в странах восстанавливающейся Европы началось бурное развитие сельского хозяйства, своеобразная «зелёная революция», с использованием большого количества минеральных удобрений. Со стоком рек, прежде всего Дуная, в Черное море стало поступать избыточное количество биогенных веществ. Море начало «цвести»: вспышки численности фитопланктона привели к понижению прозрачности воды (в 2–3 раза по сравнению с 1940-ми гг.), что лимитировало фотосинтез на больших глубинах. Усиление седиментации вызвало заиление пласта растений, что ещё больше усугубило ситуацию. В 1960-е гг. были отмечены первые признаки отмирания пласта филофоры. В 1964 г. ее запас оценивался в 4,1 млн. тонн; к 1980-м годам площадь поля сократилась более чем втрое — до 3 тыс. км², а запас составил 1,7 млн. тонн. Ещё через 10 лет площадь сократилась до 500 км², а запас упал, по разным данным, до 100 — 300 тыс. тонн [7, 8]. В 2000 г. на «поле Зернова» осталось всего лишь \approx 6 тыс. тонн филофоры. В период 80-х годов небольшие пласты отмечены лишь возле Тендровской косы [2].

Сопоставление областей развития придонной гипоксии за тот же период показывает определенную закономерность сокращения площади расположения филофоры в результате придонной гипоксии и заморов донной флоры и фауны (рис. 3). Антропогенная нагрузка легла не только на прибрежные фитоценозы, но и на растительность «филофорного поля Зернова», которое находится на грани исчезновения.



Рис. 3. Динамика площади придонной гипоксии в СЗ части Черного моря [23]

В 1973–1990 гг. в северо-западной части Черного моря придонная гипоксия занимала площадь около 3500–40000 км² [24]. Первые признаки гибели филофоры в 1974 г. обнаружил К.М. Каминер. Согласно его данным, на «филофорном поле Зернова» от прежних запасов осталось всего 420 тыс. тонн, а за Бакальской косой Каркинитского залива — уже 70 вместо 326 тыс. тонн в 1964 г. Освободившаяся биологическая ниша заселяется малоценной мезо-

сапробной водорослью *Palysiphonia elongata*. Причина таких колоссальных изменений видится нам в эвтрофировании водных масс (заморы, заиление, гипоксия и аноксия у дна), вызывающее интенсивное развитие фитопланктона и снижение прозрачности воды, иногда вплоть до 0,5 м [17].

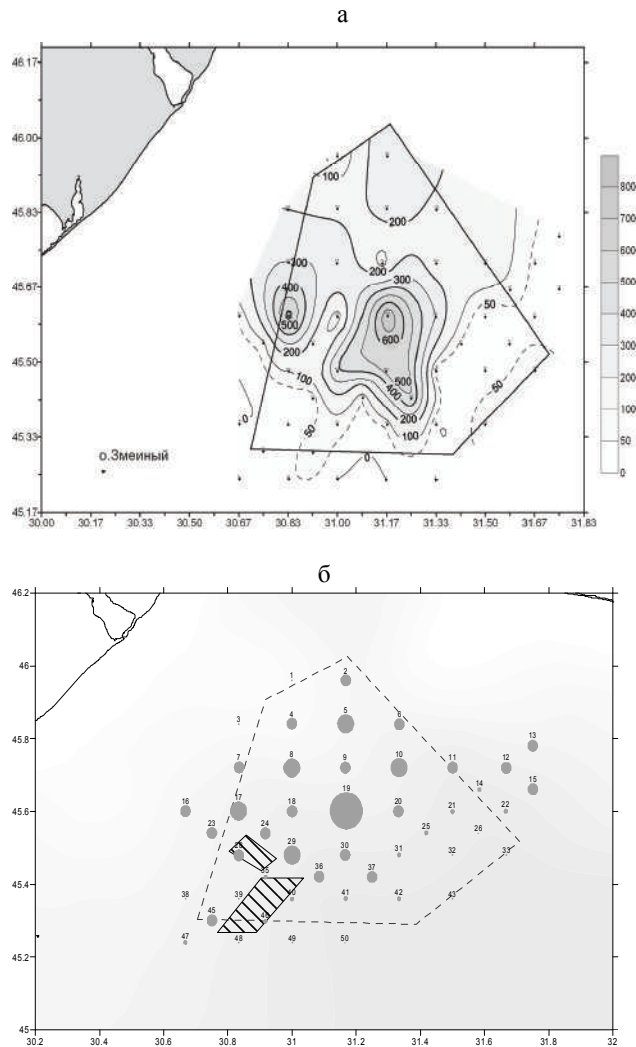


Рис. 4. Распределение филофоры у дна в расчете куст/100 м² (по данным съемки в 2012 г.) (а); проективное покрытие филофоры на поверхность дна (б).

Следует отметить, что за прошедшие 30 лет произошло определенное восстановление поля в пределах центральной и относительно глубоководной части шельфа (рис. 4). С помощью подводного аппарата «Атлеш» проводилась

видеосъемка донной поверхности района «филлофорного поля Зернова» с целью оценки степени ее проективного покрытия водорослями макрофитобентоса. Диапазон колебаний величин проективного покрытия донной поверхности района заказника водорослями макрофитобентоса весьма значительный: от 1% до 76%. Характер проективного покрытия донной поверхности водорослями обусловлен их физиолого-биохимическими особенностями (набором фотосинтетических пигментов), глубиной места нахождения водорослей и характером донного субстрата.

В северной половине обследованной территории (рис. 4-а) максимальные величины проективного покрытия донной поверхности водорослями макрофитобентоса достигали 65 – 76 %, составляя в среднем 40 – 45 %. В основном масса водорослей макрофитобентоса была представлена бурыми водорослями из родов *Ectocarpus* и *Feldmania*. Непосредственно водоросли рода филлофоры составляли 10 – 15 % общего водорослевого покрытия.

В центральной части филлофорного поля отмечается широкое распространение филлофоры по всей поверхности дна. Кроме отдельных кустов филлофоры, здесь находятся как большие скопления кустов, так и отдельные валы филлофоры. Кусты филлофоры представлены прикрепленной филлофорой *Phyllophora truncata*, а валы — пластообразующей неприкрепленной *Phyllophora crispa*. Проективное покрытие донной поверхности филлофорой в центре заказника достигает 35%. С увеличением глубин, в южной части поля, величины проективного покрытия донной поверхности водорослями макрофитобентоса составляют в среднем 10%, понижаясь до 6–2% в восточной части морского дна (рис. 1, станции № 26 и 32; рис. 4). Величина проективного покрытия с глубиной понижается до 10–5–1%. Следует отметить, что даже в конце благоприятных с экологической точки зрения 60-х годов прошлого века в этой части поля проективное покрытие дна филлофоры было также незначительным и составляло от 5 до 20% [9].

В настоящее время распределение водорослей макрофитобентоса в районе «филлофорного поля Зернова» носит мозаичный характер. На рис. 4-б приведено проективное покрытие филлофоры на донную поверхность поля. Для определения количественных характеристик этого проективного покрытия, был использован метод Б.М. Миркина [10], который является примером неравнодистанционной шкалы: 0 – 5 – 15 – 25 – 50 – 100 (или < 1%; 1 — 1–5%; 2 — 6–15%; 3 — 16–25%; 4 — 26–50%; 5 — > 50%).

В современный период сокращения биогенных веществ со стоком рек причиной восстановления филлофорного поля следует считать увеличение прозрачности вод и, тем самым, интенсивности фотосинтеза в столбе воды в результате понижения концентраций взвешенных веществ в море. Так, в 70-80-х годах XX века концентрации веществ в дунайской воде, содержащих азот и фосфор, резко увеличились в несколько раз, а в 90-х вернулись к значениям 50-60-х годов (табл. 1). Начиная с 90-х годов, в стоке Дуная отмечено заметное

уменьшение концентраций минеральных и возрастание концентраций органических форм азота и фосфора, а также нарушение соотношений между ними, которые существовали до начала антропогенного эвтрофирования (табл. 1) [21]. Такие изменения мы связываем со строительством новых очистительных сооружений и применением новых технологий очистки антропогенных стоков в европейских странах бассейна Дуная и разорением экономики Украины.

Таблица 1.

**Многолетние изменения концентраций биогенных веществ в воде
Кикийской дельты Дуная [21]**

Период	Объем стока км ³ /год	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{орг.}	PO ₄	P _{орг.}	Si
		мг/дм ³						
1958-1960	179,4	0,25	0,012	0,53	0,63	0,071	0,031	4,38
1977-1985	227,7	0,62	0,044	1,00	0,90	0,165	0,071	3,98
1986-1988	204,7	0,57	0,160	1,26	3,07	0,281	0,100	2,57
1989-1992	169,7	0,44	0,118	1,63	5,07	0,233	0,113	2,98
1993-1996	195,1	0,13	0,074	1,18	3,74	0,091	0,096	2,36
1997-2000	230,9	0,05	0,016	0,56	6,97	0,078	0,048	1,44

В период съемки 2012 г. концентрации взвешенных в морской воде веществ в поверхностных водах (рис. 5-а) изменялись в пределах от 0,34 мг/л на юго-востоке (ст. 42, рис. 1) до 3,72 мг/л на станции 32. Зона повышенных концентраций взвешенных веществ (2,5–3 мг/л) наблюдается в центре южного района (ст. 6, 9, 11, 20 на рис.1). В придонном слое максимум взвешенных веществ смещается в северо-западном направлении (рис. 5-б). Наибольшая концентрация (2,98 мг/л) была зафиксирована в районе станции 18, минимум (0,18 мг/л) — на станции 49 (рис. 1).

Наблюдается логическая обратная связь между прозрачностью вод и содержанием взвешенных веществ. На протяжении предыдущего десятилетия, по данным, явно выражена тенденция понижения прозрачности (рис. 6).

Наши исследования 2012 г. показали, что прозрачность морских вод изменялась в широких пределах — от 6 м в районах Тендровской косы, на юго-востоке и северо-западе полигона и до 9–13 м в 4–5 локальных районах, приуроченных к областям относительно соленых вод. Высокие значения прозрачности вод (12–13 м) отмечены в юго-западном секторе полигона работ (рис. 7а). Для определения роли динамики в формировании поля прозрачности вод вторично приводится картина геострофических течений со схематически оконтуренными элементами циклонического завихрения (рис. 7б).

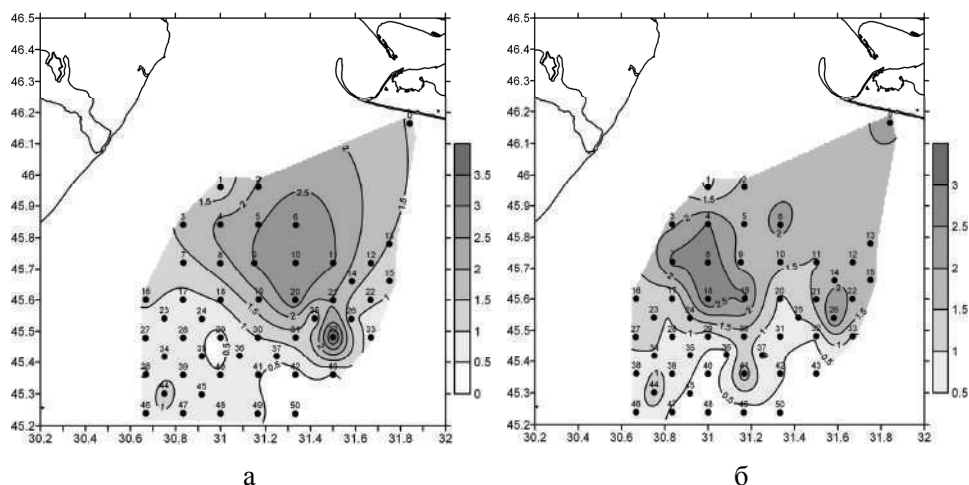


Рис. 5. Распределение взвешенного вещества (мг/л) на поверхности моря (а) и в придонном слое (б).

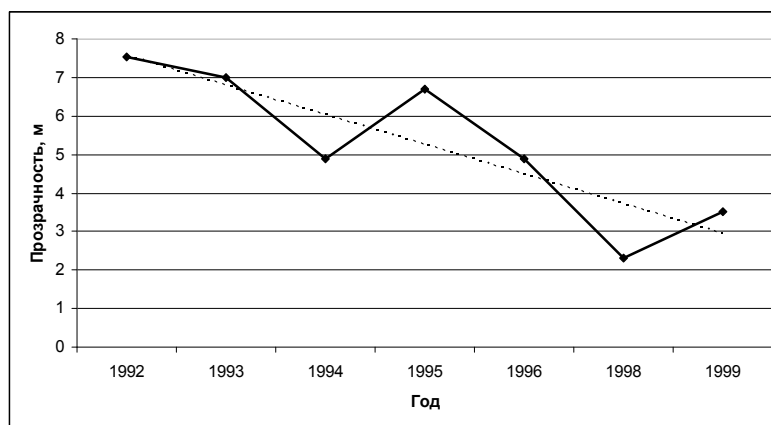


Рис. 6. Межгодовая динамика изменения прозрачности вод (м) по диску Секки [6]

Совместное представление данных схем и хорошее пространственное согласование циклонических вихрей и областей с большими глубинами прозрачности вод наглядно свидетельствует об определяющем (в данном случае) вкладе мезомасштабной циркуляции в формирование на поверхности областей более прозрачных вод. Циклонические вихри вызывают подъем в поверхностные слои промежуточных вод, а они, как правило, существенно меньше загрязнены и меньше насыщены взвешенными частицами. Этот факт объясняется нами климатической обусловленностью перестройки гидрофизических полей в северо-западной части Черного моря [1].

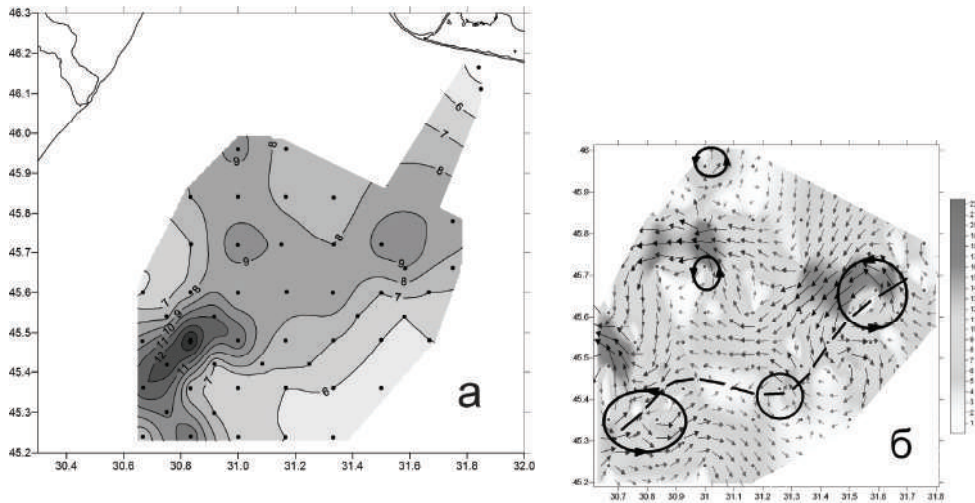


Рис. 7. Распределение прозрачности вод (а), определенной по диску ДБ (Секки), геострофической циркуляции воды на шельфе (б).

Выполненный анализ уровня загрязнения морской среды и компонентов экосистемы «филлофорного поля» в 2012 г. показал, что среди токсичных металлов в филлофоре в наибольших концентрациях (40–50 мг/кг) присутствуют цинк и никель, что примерно в 3–4 раза ниже, чем по результатам исследований в 2000 г. [11]. Средние уровни накопления в филлофоре кадмия (0,32 мг/кг) и меди (16 мг/кг) также, по сравнению с 2000 г., снизились в 3–3,5 раза. Концентрации макрокомпонентов (железо и марганец) в филлофоре на порядок выше других токсичных металлов (рис. 8).

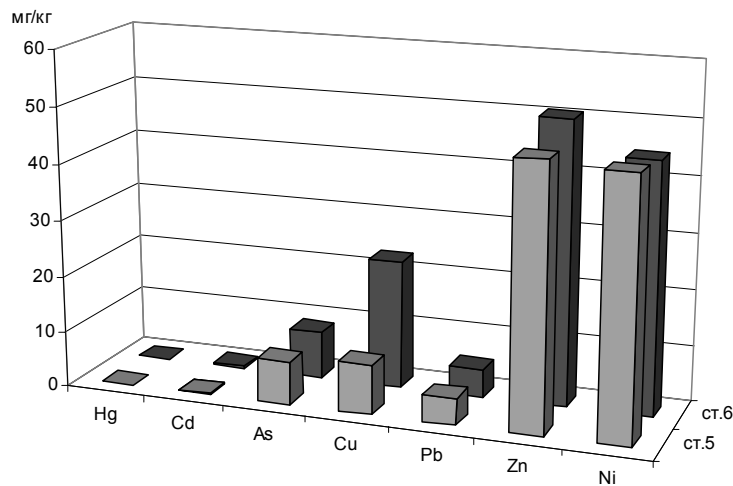


Рис. 8. Концентрации токсичных металлов в филлофоре

Особо следует отметить наличие в макрофитобентосе района ботанического заказника «Филлофорное поле Зернова» «краснокнижных» видов водорослей, занесенных в «Красную книгу Украины»: (эктокарпус стручковатый – *Ectocarpus siliculosus*; филлофора псевдорюгатая – *Phyllophora pseudoceranooides* и кладофора вадорская – *Cladophora vadorum*). В книгу «Black Sea Red Data Book» внесены филлофора пластообразующая (*Phyllophora crispa*) и филлофора прикрепленная (*Ph. Truncata*). Соотношение количества видов водорослей — макрофитов разных отделов (в %) представлено на рис. 9.

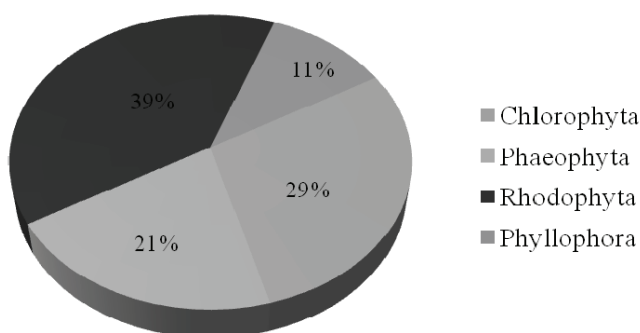


Рис. 9. Циклограмма соотношения количества видов водорослей, макрофитов разных отделов

Общее количество видов водорослей за период с 2005 г. до июня 2014 г. выросло с 8–17 видов до 28 видов. Успешнее всего восстанавливался видовой состав красных водорослей. Появилось 8 новых видов, которых не было в съемках 2005 и 2006 гг. Среди них — «краснокнижная» *Phyllophora pseudoceranooides*. В целом общее количество видов водорослей макрофитобентоса района Филлофорного поля Зернова за последние годы возросло в 2–3 раза. Это свидетельствует о том, что современное экологическое состояние макрофитобентоса данного района Черного моря можно оценить как удовлетворительное. Об этом свидетельствует и наличие среди *Ph. truncata* большого процента ($\approx 45\%$) особей молодого возраста.

Полученные нами результаты исследований степени загрязнения донных осадков показали, что для всех проб не установлено превышения экологических и гидрохимических нормативов. Содержание ртути составляло 0,3 мг/кг, кадмия — 0,8 мг/кг, мышьяка — 29 мг/кг, свинца — 85 мг/кг и цинка — 140 мг/кг. Концентрации меди и никеля, превышающие норму были выявлены в 5 из 23 проб донных осадков. Максимальное содержание меди 90 мг/кг отмечено на ст. 11 (рис.1), а никеля – 61 мг/кг – на ст. 39, с превышением экологических нормативов в 2,6 и 1,7 раза соответственно. Эти станции расположены в районах разработки Одесского и Галицинского месторождений углеводородного сырья. Их влиянием и можно объяснить повышенные концентрации загрязняющих веществ в донных осадках.

Таблиця 2.

**Видовой состав водорослей – макрофитов района ФПЗ
(по данным исследований 2005 – 2012 гг.)**

Видовой состав водорослей	по данным [26]	по данным [23]	по данным авторов за 2012г.
1	2	3	4
Phaeophyta			
<i>Cystoseira barbata</i> C. Ag. var. <i>barbata</i>	–	–	–
<i>Desmarestia viridis</i> (O. Mull. in Hornem.) J.V. Lamour.	–	+	+
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb. var. <i>hiemalis</i> (Crouan ex Kjellm.) Gallardon * var. <i>hiemalis</i> (Crouan ex Kjellm.) Gallardo	+	–	+
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Gamel.	–	+	+
<i>Myrionema seriatum</i> (Reinke) Kylin seriatum	–	–	+
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) Ag.	–	+	+
<i>Striaria attenuata</i> (Ag.) Grev.	–	–	+
Rhodophyta			
<i>Acrochaetium thuretii</i> (Bornet) F.S.Collins & Hervey	–	–	+
<i>Antithamnion cruciatum</i> (Ag.) Nag.	–	–	+
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	–	+	–
<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauv. ex Duby	–	–	–
<i>C. diaphanum</i> (Lightf.) Roth	+	+	+
<i>Dermatholithon cystoseirae</i> (Hauck) H. Huve	–	–	–
<i>Erythrocladia subintegra</i> Rosenvinge	–	–	+
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain Penrose et Y. M. Chamberlain	–	–	+
<i>Kylinia secundata</i> (Lyngbye) Papenfuss	–	–	+
<i>Lithothamnion</i> sp.	–	+	–
<i>Lithothamnion propontidis</i> Foslie	–	–	+
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Grev.) J. Ag.	+	+	–
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P. S. Dixon **	+	+	+
<i>Ph. pseudoceranioides</i> (S.G. Gmel.) Newroth et R.A. Taylor *	–	+	+
<i>Ph. truncata</i> (Pall.) Zinova **	+	+	+
<i>Pneophyllum confervicola</i> (Kützling) Y.M. Chamberlaine	–	–	+
<i>Pneophyllum fragile</i> Kütz.	+	+	+
<i>P. elongata</i> (Huds.) Harv.	+	+	+
<i>P. sanguinea</i> (Ag.) Zanard.	+	+	+

Продолжение таблицы 2

Chlorophyta			
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Ag.	–	+	–
<i>Br. hypnoides</i> J.V. Lamouroux	–	–	+
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	–	+	+
<i>Cl. liniformis</i> Kütz.	–	+	+
<i>Cl. vadorum</i> (Aresch.) Kütz. *	–	–	+
<i>Ectochaete endophytum</i> (M.Möbius) Wille	–	–	+
<i>Enteromorpha compressa</i> (L.) Nees	–	–	+
<i>Pilinia rimosa</i> Kützing	–	–	+
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillw.) Kütz.	–	+	–
<i>Rh. riparium</i> var. <i>implexum</i> (Dillwyn) Rosenvinge	–	–	+
Всего	8	17	28

Примечание:

- виды, занесенные в Красную Книгу Украины (*)
- виды, занесенные в Black Sea Red Data Book (**)

Наибольшие концентрации нефтепродуктов (420 и 450 мг/кг) также приурочены к этим районам (ст. 14, 22 — Голицинское месторождение, рис. 1) и 360 мг/кг (ст. 40 — Одесское месторождение, рис. 1). Минимальный уровень загрязнения в донных осадках (≤ 150 мг/кг) отмечался в СЗ районе исследуемой акватории. Наименьшая концентрация сумм нефтепродуктов (80 мг/кг) зафиксирована на ст. 4 (рис. 1). Средняя по полигону концентрация нефтепродуктов составила 240 мг/кг, что соответствует удовлетворительному качеству (класс 3) по классификации качества грунтов [14].

Пространственное распределение фенолов достаточно неоднородно на площади полигона. Максимальное содержание фенолов (0,82 мг/кг) отмечено на ст. 46 (Одесское месторождение), а минимальное $< 0,3$ мг/кг — в северо-западной части исследованной акватории. Среднее значение концентрации фенолов по акватории составило 0,39 мг/кг, что соответствует классу качества 4 — «низкое качество». Тем не менее, уровень загрязнения морских донных отложений в районе «филлофорного поля Зернова» в целом соответствует экологическим нормативам качества морской среды (интегральный класс качества 2 — «хорошее качество»).

Оценка качества морских донных осадков в районе филлофорного поля показала несоответствие нормативам для суммы нефтяных углеводородов и фенолов. Для разных загрязняющих веществ она различна (табл. 3).

Таблица 3.

**Интегральная оценка качества морских донных осадков
по уровню загрязнения различными поллютантами**

№ п/п	Названия химических элементов	Оценка уровня загрязнения
1.	Кадмий	Высокая
2.	Мышьяк	
3.	Ртуть	
4.	Цинк	
5.	Свинец	
6.	Медь	Хорошая
7.	Никель	
8.	Сумма нефте-углеводородов	Удовлетворительная
9.	Сумма фенолов	Слабая

Поскольку съемка в 2012 г. выполнялась в весенне-летний период, слой придонной гипоксии не отмечен. Известно [7], однако, что формирование придонной гипоксии на относительном глубоководье северо-западной части Черного моря начинается во второй половине летнего периода. По этой причине следует выполнить прямые экспедиционные наблюдения в указанный период для выявления возможного влияния кислородной депрессии на объекте исследований. В период выполненной съемки абсолютные значения растворенного кислорода в придонном слое в среднем составляли около 10–11 мг/л. Отмеченные концентрации биогенных веществ в морской воде сопоставимы с величинами периода 1960–1970-х годов (табл. 1), поскольку общее количество фосфора находилось в пределах от 0,005–0,025 мг/дм³, с доминированием минеральной составляющей до 75% от общего. Это свидетельствует об общем понижении уровня трофности вод. Таким образом, из рассмотренных факторов воздействия на состояние филофоры четко проявляется негативное влияние антропогенной нагрузки от разработки углеводородного сырья, сокращение уровня трофности. Определено содержание взвешенных веществ, что относится к позитивному фактору. В дальнейшем требуется определить состояние морской экосистемы в период развития придонной гипоксии, т.е. в летне-осенний период, для чего следует выполнить дополнительные наблюдения именно в этот период.

Выводы

Исследования, выполненные на северо-западном шельфе Черного моря в 2012-2014 гг. позволили сформулировать ряд выводов.

1. Отмечен позитивный факт постепенного снижения концентраций взвешенных в воде веществ, по сравнению с данными предыдущих исследований экологического состояния района «филлофорного поля Зернова».

2. Анализ уровня накопления в филофоре приоритетных загрязняющих веществ показал, что, в сравнении с данными 2000 г., концентрации токсических металлов уменьшились вдвое.

3. Общее количество видов водорослей макрофитобентоса района исследованных за последние 10-15 лет возросло в 2–3 раза, что свидетельствует об улучшении экологического состояния «филофорного поля Зернова».

4. Уровень загрязнения морских донных отложений в районе филофорного поля Зернова в целом соответствует экологическим нормативам качества морской среды (интегральный класс качества 2 – «хорошее качество»).

5. Таким образом, проведенные комплексные исследования позволяют оценить современное экологическое состояние филофорного поля Зернова как удовлетворительное. При этом отмечено локальное влияние антропогенной нагрузки при разработке месторождений нефти и газа на Одесском и Голицинском месторождениях.

Список цитированной литературы

1. Берлинский Н. А. Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дунай. – Одесса: Астропринт, 2012. – 252 с.
2. Берлинский Н. А., Богатова Ю.И., Гаркавая Г.П. О развитии гипоксии в северо-западной части Черного моря в современный период // Наукові записки Тернопільського національного пед. універс. ім. В. Гнатюка. Біологія. – 2001. – № 4 (15). – С. 114 – 116.
3. Берлинский Н. А., Косарев А.Н., Кураев А.В., Богатова Ю.И. Придонная гипоксия на северных шельфах Черного и Каспийского морей как фактор эвтрофирования // 4-я Межд. конф. Динамика и термика водохранилищ и прибрежной зоны морей: тез. докл. Под ред. Р.Чалова. – Москва, 2004. – С. 196 – 199.
4. Берлинский Н. А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 2003. – Вып. 63. – С. 17 – 22.
5. Берлинский Н. А. Развитие придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря / Н.А. Берлинский, А. Н. Косарев, Б. С. Залогин // Экологические проблемы Черного моря: междунар. научно-практическая конференция, 4–6 октября 1993, Севастополь: материалы. – Севастополь, 1993. – С. 33–37.
6. Орлова І.Г., Павленко М.Ю., Український В.В. та ін. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану Північно-Західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник / [відповід. ред. Лоева І.Д.]. – К.: КНТ, 2008. – 616 с.
7. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – К.: Наук. думка, 1975. – 247 с.
8. Мильчакова Н. А. Ресурсы макрофитов Чёрного моря: проблемы охраны и рационального использования // Экология моря. – 2001. – Вып. 57. – С. 7 – 12.
9. Миничева Г. Г., Косенко М.Н., Швец А.В. Фитобентос Большого и Малого филофорных полей как отражение современного экологического состояния северо-западной части Черного моря // Морск. Екол. журнал. – 2009. – Т. VIII. – № 4. – С. 24 – 40.
10. Миркин Б. М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – Москва: Наука, 1989. – 223 с.
11. Научно-технический отчет УкрНЦЭМ «Проведение инструментальных исследований фактического состояния объектов морской среды в районе филофорного поля Зернова», Одесса, 2000. – 12 с.
12. Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды, водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – Москва: Издательство ВНИРО, 1999. – 31 с.
13. Причинно-допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для рибогосподарських водойм : [№ 12 – 04 – 11 : чинний від 09 – 08 – 1990]. – Київ: Міністерство рибн. госп-ства СРСР, 1990. – 45 с.
14. Рекомендации по снижению влияния дноуглубительных работ и дампинга на качество водной среды. – Минтранс Украины [Госдеп морск. и речн. тран-та]. – Препринт / Одесса: ЧерноморНИИПроект, 1996. – 43 с.

15. *Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.* // Сб. научн. трудов: Под ред. А.В. Цыбань. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1980. – С. 100 – 105, 150 – 165.
16. *СанПиН 4630-88.* Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – Москва: Минздрав СССР. – 1988. – 26 с.
17. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* // Монография: Отв. ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. – Киев: Наукова думка, 2006. – 703 с.
18. *Толмазин Д. М., Острогин А.С., Кудрянь А.П., Балаиов А.И., Буланая З.Т.* Анализ гидрологических и гидрохимических факторов формирования гипоксии в междуречье Дунай – Днестр // Биология моря. – 1977. – Вып. 43. – С. 7 – 11.
19. *Толмазин Д. М.* Гидролого-гидрохимическая структура вод в районах гипоксии и заморозов в северо-западной части Черного моря // Биология моря. – 1977. – Вып. 43. – С. 12–17.
20. *Трет'як І. П., Костильов Е. Ф., Деньга Ю. М.* Деякі аспекти сучасного стану макрофітобентосу філофорного поля Зернова // Вісник Одеськ. нац. універс. Біологія. – 2006. – Том 11. – № 6. – С. 153 – 162.
21. *Berlinsky, N.A., Bogatova, Yu.I., Garkavaya, G.P.* // Estuary of the Danube River: The Handbook of Environmental Chemistry. – Vol. 5, Part H (Estuaries): Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg, 2006. – P. 233 – 264.
22. *BIJDAGE 1 GETALSWAARDEN WATER (BODEM) KWALITEIT DG XI,* Rue de la loi, Brussels, 1993. 165 – 170 pp.
23. *Zaitsev, Yu.P, Mamaev, V.A.* Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline [Black Sea Environmental Series] – New-York: United Nations Publ., 1997. – 208 p.

REFERENCES

- [1] Berlinskij N. A. 2012. *Dinamika tehnogennogo vozdejstviya na prirodnye komplekсы ust'evoy oblasti Dunaya.* – Odessa: Astroprint.
- [2] Berlinskij N. A., Bogatova Yu.I., Garkavaya G.P. 2001. *O razvitii gipoksii v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya v sovremennyj period.* Naukovi zapiski Ternopil'skogo nacional'nogo ped. univers. im. V. Gnatyuka. *Biologiya* 4 (15): 114 – 116.
- [3] Berlinskij N. A., Kosarev A.N., Kuraev A.V., Bogatova Yu.I. 2004. *Pridonnaya gipoksiya na severnyh shel'fah Chernogo i Kaspijskogo morej kak faktor `evtrofirovaniya. 4-ya Mezhd. konf. Dinamika i termika vodohranilisch i pribrezhnoj zony morej:* tez. dokl. Pod red. R.Chalova. 196 – 199. Moskva.
- [4] Berlinskij N. A., Garkavaya G.P., Bogatova Yu.I. 2003. *Problemy antropogennogo `evtrofirovaniya i razvitiya gipoksii v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya.* `Ekologiya morya 63: 17 – 22.
- [5] Berlinskij N.A., Kosarev A. N., Zalogin B. S. 1993. *Razvitie pridonnoj gipoksii v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya.* *Ekologicheskie problemy Chernogo morya: mezhdunar. nauchno-prakticheskaya konferenciya, 4-6 oktyabrya 1993, Sevastopol': materialy.* 33-37. Sevastopol.
- [6] Orlova I.G., Pavlenko M.Yu., Ukraïns'kij V.V. ta in. 2008. *Gilrologichni ta gidrohichni pokazniki stanu Pivnichno-Zahidnogo shel'fu Chornogo morya: dovidkovij posibnik.* K.: KNT.
- [7] Kalugina-Gutnik A. A. 1975. *Fitobentos Chernogo morya.* K.: Nauk. dumka.
- [8] Mil'chakova N. A. 2001. *Resursy makrofitov Chernogo morya: problemy ohrany i racional'nogo ispol'zovaniya.* *Ekologiya morya* 57: 7 – 12.
- [9] Minicheva G. G., Kosenko M.N., Shvec A.V. 2009. *Fitobentos Bol'shogo i Malogo filloformnyh polej kak otrazhenie sovremenogo `ekologicheskogo sostoyaniya severo-zapadnoj chasti Chernogo morya.* *Mors'k. Ekol. zhurnal.* T. VIII (4): 24 – 40.
- [10] Mirkin B. M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. 1989. *Slovar' ponyatij i terminov sovremennoj fitocenologii.* Moskva: Nauka.
- [11] *Nauchno-tehnicheskij otchet UkrNC'EM «Provedenie instrumental'nyh issledovanij fakticheskogo sostoyaniya ob'ektov morskoy sredy v rajone filloformnogo polya Zernova».* 2000. Odessa.
- [12] *Perechen rybohozajstvennyh normativov predel'no dopustimyh koncentracij (PDK) i orientirovochno bezopasnyh urovnej vozdejstviya (OBUV) vrednyh veschestv dlya vody, vodnyh ob'ektov, imeyuschih rybohozajstvennoe znachenie.* 1999. Moskva: Izdatel'stvo VNIRO.
- [13] *Prichinno-dopustimi znachennya pokaznikov yakosti vodi dlya ribogospodars'kih vodojm. Zagal'nij perelik GDK i OBRV shkidlivih rechovin dlya ribogospodars'kih vodojm :* [№ 12 – 04 – 11 : chinnij vid 09 – 08 – 1990]. 1990. Kiïv: Ministerstvo ribn. gosp-stva SRSR.
- [14] *Rekomendacii po snizheniyu vliyaniya dnouglubitel'nyh rabot i dampaing na kachestvo vodnoj sredy.* – Mintrans Ukrainy [Gosdep morsk. i rechn. tran-ta]. Preprint. 1996. Odessa: ChernomorNIIProekt.
- [15] Cyban A.V. 1980. *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnyh otlozhenij.* Sb. nauchn. trudov. 100 – 105, 150 – 165. Leningrad, Gidrometeoizdat.

- [16] SanPiN 4630-88. Sanitarnye pravila i normy ohrany poverhnostnyh vod ot zagryazneniya. 1988. Moskva: Minzdrav SSSR.
- [17] Zajcev Yu. P., Aleksandrov B. G., Minicheva G. G. 2006. Severo-zapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya. Monografiya. Kiev: Naukova dumka.
- [18] Tolmazin D. M., Ostrogin A.S., Kudryan' A.P., Balashov A.I., Bulanaya Z.T. 1977. Analiz gidrologicheskikh i gidrohimiicheskikh faktorov formirovaniya gipoksii v mezhdurech'e Dunaj – Dnestr. Biologiya morya (43): 7 – 11.
- [19] Tolmazin D. M. 1977. Gidrologo-gidrohimiicheskaya struktura vod v rajonah gipoksii i zamorov v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya. Biologiya morya (43): 12-17.
- [20] Tret'yak I. P., Kostil'ov E.F., Den'ga Yu.M. 2006. Deyaki aspekti suchasnogo stanu makrofitobentosu filofornogo polya Zernova. Visnik Odes'k. nac. univers. Biologiya. Tom 11 (6): 153 – 162.
- [21] Berlinsky, N.A., Bogatova, Yu.I., Garkavaya, G.P. 2006. Estuary of the Danube River: The Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5, Part H (Estuaries): 233 – 264. Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg.
- [22] BIJDAGE 1 GETALSWAARDEN WATER (BODEM) KWALITEIT DG XI, 1993. 165 – 170. Rue de la loi, Brussels.
- [23] Zaitsev, Yu.P, Mamaev, V.A. 1997. Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline [Black Sea Environmental Series]. New-York: United Nations Publ.

Статья поступила 15 января 2014 года

**М.А. Берлінський, Деньга Ю.М.,
Матвеев А.В., Подуст О.С.,
Попов Ю.І., Трет'як І.П.**

Український Науковий центр екології моря
Мінекології та природних ресурсів України,
Французький бульвар, 89, Одеса-9, 65009,
Україна

ВПЛИВ МІНЛИВОСТІ УМОВ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДИНАМІКУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЧОРНОМОРСЬКОЇ ФІЛОФОРИ (ПОЛЯ ЗЕРНОВА)

Резюме

Розглядається унікальне скупчення червоної агароносної водорості роду філофора (*Phyllophora*), так зване “філофорне поле Зернова” розташоване в північно-західній частині Чорного моря. У період бурхливого розвитку евтрофування (1970 – 90 рр.) і, як наслідок, придонної гіпоксії, відбулася деградація поля, що відобразилось на скороченні біомаси та ареалу її розповсюдження. До інших чинників негативного впливу відносяться зниження прозорості вод, замулення донних відкладів і нераціональний видобуток водорості і можливо, техногенний вплив установок з видобутку вуглеводневої сировини, розташованих на суміжній акваторії.

В останнє десятиліття відбувається відновлення філофорного поля, що обумовлено наступними причинами: скороченням стоку біогенних речовин, збільшенням прозорості вод в результаті скорочення зважених речовин органічного і мінерального походження у воді та припиненням донного тралення. Оцінка рівня накопичення в філофорі пріоритетних забруднюючих речовин показала, що в порівнянні з даними 2000 року концентрації токсичних металів зменшилися вдвічі. Загальна кількість видів водоростей макрофітобентосу району досліджень за останні роки зросла в 2–3 рази, що свідчить про поліпшення екологічного стану «Філофорного поля Зернова».

Рівень забруднення морських донних відкладень в районі філофорного поля Зернова в цілому відповідає екологічним нормативам якості морського середовища

(інтегральний клас якості 2 – «добра якість»). Однак, в роботі виявлено певний вплив забруднюючих речовин з боку установок з видобутку вуглеводневої сировини, розташованих на суміжній акваторії.

Для визначення наявності та можливого впливу придонної гіпоксії на відносному глибоководді північно-західного шельфу Чорного моря слід виконати прямі експедиційні спостереження в літньо-осінній період, тобто в найбільш ймовірний період широкомасштабного скорочення кисню в придонному шарі.

Ключові слова: Чорне море, шельф, дно, філофора, деградація, аналіз, політанти, забруднення, динаміка, становище.

N.A. Berlinsky, Yu. M. Den'ga,

A. V. Matveev, O.S. Podust,

Yu. I. Popov, I.P. Tretyak

Ukrainian Scientific Center of a Marine Ecology,
Ecological Ministry and Natural Resources of Ukraine,
89, Frantsuzsky bl-vd., Odessa-9, 65009, Ukraine

THE INFLUENCE OF MARINE ENVIRONMENT VARIABILITY TO THE DYNAMIC OF THE BLACK SEA PHYLLOPHORA AREA (ZERNOV FIELD)

Abstract

Red algae of the genus *Phyllophora* is located in the central part of the Black Sea shelf. Congestion of this algae is unique and named Zernov field. *Phyllophora* is important in the pharmaceutical and food industries. In a period of eutrophication (1970 – 90) and effect of near bottom hypoxia – as a consequence, there was degradation of the field and decreasing of algae biomass. The negative factors of influence are: decreasing of water transparency, silting of sediments, irrational expatriation of benthic communities algae is including and possible, influence of oil and gas drilling stations in adjacent area.

During the last decade recovering of *Phyllophora* field had been marked. The main reasons are: decreasing of nutrient run off from the rivers and suspended matter organic and inorganic origin, increasing of water transparency and ban bottom trawling.

Estimation of priority contamination into *Phyllophora* had been done. Concentration of toxic metals decreased in twice comparing with the period of 2000-Th. The total number of algae species increased in 2 – 3 times. All these confirm the environment amelioration in Zernov field area. The level of contamination of bottom sediments in the *Phyllophora* field equals to ecological standards as a good quality (second integrated class). At the same time, some influence of pollution from oil and gas drilling stations in adjacent area had been marked.

For determination of near bottom hypoxia phenomena and its influence to *Phyllophora* field condition it is necessary to continue additional scientific investigation in summer – autumn period, i.e. in a period of large scale hypoxia spreading in the Northwestern part of the Black sea.

Keywords: Northwestern part of the Black sea, *Phyllophora* field, contamination.

УДК 911.9+504.4.054+004.6

Светличный А. А., доктор геогр. наук, проф.,**Плотницкий С. В.**, доцент

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,

кафедра физической географии и природопользования,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина,

тел.: (0482) 68-78-86, e-mail: aasvetl@yandex.ua

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА НИТРАТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД

Представлены обоснование структуры, методика и результаты создания геоинформационной базы данных для обеспечения оценки потенциала нитратного загрязнения поверхностных и подземных вод территории Одесской области. База данных включает базовые и производные цифровые слои пространственной информации, характеризующие рельеф, гидрографическую сеть, почвенный покров, землепользование, а также пространственное распределение параметров математической модели оценки, в качестве которой выбрана регрессионная модель, разработанная в Университете Аристотеля г. Салоники (Греция). В базе данных используется растровая и векторная модели пространственных данных, но основной моделью является растровая модель с размером раstra 3710 x 3632 и размером ячейки раstra 92,6 м.

Ключевые слова: поверхностные воды, грунтовые воды, нитратное загрязнение, Одесская область, геоинформационная база данных.

Введение

Основной проблемой антропогенного загрязнения поверхностных и грунтовых вод территории Одесской области является их загрязнение соединениями азота [9, 12, 15 и др.]. Для сельскохозяйственных земель основным фактором, определяющим величину и характер нитратного загрязнения для поверхностных водных объектов является вынос азота с поверхностным стоком, а для грунтовых вод – с просачивающимися за пределы корнеобитаемого слоя атмосферными и – на массивах орошения – ирригационными водами. При этом объемы выноса и просачивания соединений азота зависят от комплекса природных и хозяйственных факторов, сочетание которых меняется в пространстве и во времени. Для учета этих факторов, имеющих явно выраженный пространственно-распределенный характер, для каждого элемента рассматриваемой территории необходима ГИС-реализованная пространственно-распределенная математическая модель, опирающейся на соответствующую цифровую базу входных данных.

Оптимизация использования водных ресурсов в сельском хозяйстве, являющемся самым крупным водопотребителем в мире, обеспечивающая экономию

воды и предотвращение загрязнения поверхностных и грунтовых вод, прежде всего, соединениями азота, является целью международного проекта Европейского Союза «Транснациональное интегрированное управление водными ресурсами в сельском хозяйстве для Европейской системы управления чрезвычайными ситуациями» (EU WATER) [28], выполненного в 2009-2012 гг. специалистами из 8 стран Юго-Восточной Европы – Италии, Греции, Венгрии, Сербии, Хорватии, Румынии, Молдовы и Украины. Территориальным объектом, для которого реализовывался проект в пределах Украины, явилась территория Одесской области, сельскохозяйственные земли в пределах которой на 01.01.2012 г. составляли 2,66 млн. га или 79,9% общей площади [16]. Обоснованию структуры и методики создания цифровой базы пространственно-распределенных данных для оценки потенциала нитратного загрязнения поверхностных и грунтовых вод Одесской области и непосредственной реализации этой задачи и посвящена настоящая статья.

Материалы и методы

Состав и характер геоинформационной базы данных в рамках решаемой задачи определяется математической моделью, используемой для оценки, и ожидаемым конечным «пространственным информационным продуктом» [3, 27] – цифровыми картами пространственного распределения в пределах сельскохозяйственных земель области потенциала нитратного загрязнения поверхностных и грунтовых вод. Степень пространственного разрешения итоговых карт должна соответствовать пространственной изменчивости факторов, определяющих оцениваемую опасность и существующей возможности ее практического учета на основе имеющихся данных.

Как известно, существуют две основные модели пространственных данных – векторная и растровая, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки [14], причем современные программные ГИС-пакеты, в том числе и настольные инструментальные ГИС семейства ArcGIS, использующиеся в проекте, имеют средства для взаимной конвертации этих моделей. В рамках решаемой задачи целесообразно использовать обе модели: векторную модель – для компактного хранения и высококачественного картографирования, растровую – для пространственно-распределенного моделирования. При этом основной моделью пространственных данных должна быть растровая модель, поскольку все использующиеся непосредственно при моделировании потенциального нитратного загрязнения цифровые слои данных должны быть растровыми.

Территориальный охват геоинформационной базы данных определяется территориальной протяженностью географического объекта исследований – Одесской области. Площадь области – 33,1 тыс. км², максимальная протяженность с севера на юг составляет 336 км, с запада на восток – 236 км. Таким образом, цифровые растровые карты базы данных могут иметь размер 340 х

240 км. Однако при создании карт непрерывно изменяющихся в пределах рассматриваемой территории переменных («непрерывных карт») – температур воздуха, слоев атмосферных осадков, отметок топографической поверхности и ряда других – для обеспечения необходимой точности их построения вблизи границ области с использованием методов пространственной интерполяции возникает необходимость привлечения дополнительной информации, лежащей и за пределами исследуемой территории. С учетом этого при построении карт пространственного распределения климатологических характеристик (осадков, температур, испаряемости) в качестве базовой была принята территория размером 340 x 325 км, значительно большая территории Одесской области в широтном направлении, поскольку основная часть «дополнительных» метеостанций находится к западу и востоку от рассматриваемой территории. Размер ячейки раstra, учитывая размеры территории, уже имеющуюся в наличии пространственно-распределенную информацию, сформулированные выше требования по учету пространственной изменчивости моделируемых переменных, а также вычислительные ресурсы имеющихся в распоряжении компьютеров, принят равным 3x3 угловые секунды или 92,6 x 92,6 м. После построения карт пространственного распределения климатологических величин с использованием данных всех задействованных метеостанций с целью минимизации объема файлов данных была выполнена «обрезка» краев раstra построенных цифровых карт до размера 3710 строк на 3632 столбца, полностью включающего территорию области. Этот размер раstra и использовался в дальнейшем как базовый для всех растровых слоев цифровой базы данных.

Все слои геоинформационной базы данных приведены к единой системе координат, в качестве которой, учитывая международный характер проекта, использована Мировая геодезическая система WGS-84 с поперечно-цилиндрической картографической проекцией Меркатора UTM.

В качестве математической модели оценки выноса соединений азота с поверхностным стоком и просачивающимися за пределы корнеобитаемого слоя водами выбрана регрессионная модель, разработанная в Университете Аристотеля г. Салоники (Греция) [24, 20, 23]. Данная модель построена как результат аппроксимации динамической модели GLEAMS версии 3.0 [22], детально описывающей процесс формирования качества поверхностных и подземных вод на сельскохозяйственных землях, по применению которой накоплен большой позитивный международный опыт. Основная идея выполненной аппроксимации детальной динамической модели – сведение входных данных к стандартной информации, имеющейся и доступной для достаточно больших территорий, таких как бассейн реки или административная территориальная единица – район или область, при обеспечении приемлемого качества результатов моделирования. Модель позволяет получить для территории моделирования среднегодовые величины: а) просачивания воды вглубь за пределы корнеобитаемой (30 см) зоны (LOSN_P), б) поверхностного стока (LOSN_R),

в) выщелачивания азота вглубь за пределы корнеобитаемой зоны (LOSN_PN) и г) выноса азота поверхностным стоком (LOSN_RN).

Входные данные регрессионной модели задаются в виде растровых карт пространственного распределения климатических, топографических, почвенных и хозяйственных факторов, которые и должны составлять геоинформационную базу данных (ГИБД) решаемой задачи. Все слои ГИБД можно разделить на *базовые*, которые создаются на основе первичных данных (бумажных топографических или тематических карт, данных дистанционного зондирования Земли, координированных в пространстве данных наблюдений или измерений) и *производные*, которые создаются на основе базовых программными средствами используемого ГИС-пакета.

Учитывая специфику используемой модели, к базовым слоям входных пространственно-распределенных данных в рамках решаемой задачи должны быть отнесены цифровые растровые карты: отметок топографической поверхности (цифровая модель рельефа, ЦМР), типов землепользования, гидрографической сети, массивов орошения, почвенного покрова, содержания гумуса в верхнем 30-ти сантиметровом слое почвы, среднегодовой температуры приземного воздуха, среднегодового слоя атмосферных осадков, среднегодового слоя испаряемости.

Производными цифровыми слоями геоинформационной базы данных являются цифровые растровые карты уклонов земной поверхности и гидравлической проводимости почво-грунтовой толщи.

Рассмотрим методику построения наиболее характерных слоев цифровой базы данных (БД), начиная с цифровой модели рельефа (ЦМР) – очень важного и, в то же время, наиболее сложного и трудоемкого слоя любой природно-ресурсной цифровой базы данных. В настоящее время для создания ЦМР для достаточно больших территорий практически используются два метода: на основе цифрования топографических карт или по данным спутниковой радиолокационной съемки (SRTM), выполненной Национальным агентством по авиации и космическим исследованиям США (NASA) с использованием космического корабля многократного использования Shuttle в феврале 2000 г. [11].

Данные спутниковой радиолокационной съемки имеют глобальный охват и могут быть свободно скачаны с соответствующего Интернет-ресурса. Размер ячеек растра этих данных составляет 3x3 или 1x1 (30,866 м) угловых секунды, что является достаточным для оценочных исследований в масштабе области или административного района. Основным недостатком этих данных является отражение сигнала не только от поверхности земли, но и от верхушек растительности, что создает на итоговой ЦМР значительный «высотный шум».

В рамках данного исследования цифровая модель рельефа Одесской области была построена методом оцифровки горизонталей и структурных линий рельефа по топографической карте М 1:200000 с использованием ГИС-пакета

MapInfo Professional. Созданная база данных высотных отметок включала поля: координаты X и Y географические (градусы долготы и широты), координаты X и Y метрические (UTM), высоты над уровнем моря. Для каждой горизонтали был создан отдельный файл, что позволило автоматизировать ввод значений высот. Для автоматизированного ввода значений координат X и Y использованы специальные функции Centroid(X) и Centroid(Y). Высоты для точек на тальвегах и водораздельных линиях определялись и вводились в ручном режиме. Всего с горизонталей и структурных линий топографической карты снято около 500000 точечных высотных отметок (в среднем 15 точек/км²).

Пространственная интерполяция точечных высотных отметок производилась в среде пакета Surfer с использованием в качестве метода пространственной интерполяции обыкновенного точечного кригинга.

Для создания векторных цифровых карт административного деления, типов землепользования, растительности, населенных пунктов и дорожной сети использована мозаика топографических карт М 1:100000, с которой методом экранного дигитизирования вводились в тематические слои геоинформационной базы данных: границы области, районов, населенных пунктов, дорожная сеть, контуры растительного покрова, участков землепользования и др. Для каждого тематического слоя определен набор атрибутов, уровень пространственной и семантической точности, условные обозначения. При оцифровке особое внимание уделялось пространственному взаимоположению объектов на различных слоях. Для обеспечения должного уровня актуальности данных для верификации векторных карт была создана и использовалась мозаика космических снимков высокого пространственного разрешения из открытых сервисов Internet.

Карта генетических типов почв создана на основе материалов Укрземпроекта. Значительное пространственное различие между координатными системами почвенной и топографических карт определяет необходимость ручной корректировки почвенных контуров под контуры форм рельефа (например, контуры почвы на почвенной карте, характерные для речных пойм, должны пространственно совпадать с границами пойм, построенных на основе топографической карты и т.д.).

Для построения карт пространственного распределения норм среднегодовых температур и атмосферных осадков естественно использовать данные Климатического кадастра Украины [7], в котором приведены среднесезонные значения основных метеорологических величин по всем метеостанциям Украины, в том числе и температур воздуха и сумм атмосферных осадков за действующий климатический период (1961-1990 гг.).

В пределах Одесской области расположено четырнадцать станций государственной метеорологической сети, более или менее равномерно распределенных по ее территории. На всех метеостанциях наблюдения ведутся за осадками, на десяти из них – за приземной температурой воздуха. Для

отображения пространственного распределения среднегодового количества осадков и среднегодовой температуры воздуха на исследуемой территории и обеспечения соответствующей точности вблизи границ области кроме данных наблюдений на этих станциях были дополнительно привлечены данные наблюдений на метеорологических станциях, расположенных вблизи границ области в соседних областях Украины (8 станций) и на территории Республики Молдова (12 станций). Таким образом, для построения карт пространственного распределения климатических показателей были использованы данные по 34-м метеорологическим станциям.

Наблюдения за испаряемостью на метеостанциях Украины не ведутся, в связи с чем возникает необходимость расчета нормы годовой испаряемости. На основе анализа имеющихся подходов к количественной оценке нормы испаряемости в качестве основы для расчета принят хорошо теоретически обоснованный комплексный метод М. И. Будыко [1] в модификации Л. И. Зубенок [4], опирающейся на стандартную метеорологическую информацию.

Сформированные на основе данных наблюдений на метеорологических станциях трехколонные массивы X , Y , Z , где X , Y географические координаты метеорологических станций в выбранной системе координат и картографической проекции (км), Z – значения норм среднегодовой температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), годовой суммы атмосферных осадков (мм) или годовой испаряемости (мм), были использованы для построения растровых карт пространственного распределения соответствующих переменных в пределах рассматриваемой территории с использованием методов пространственной интерполяции.

В качестве метода пространственной интерполяции использован обыкновенный точечный кригинг с предварительно оптимизированной гауссовской вариограммной моделью. В последующем из построенных в результате интерполяции карт с использованием карты-маски – контура Одесской области – и операций картографической алгебры были «вырезаны» части, точно соответствующие территории области.

Для построения карты гидравлической проводимости почв в условиях насыщения была использована зависимость этой водно-физической характеристики почвы от содержания в ней физической глины, представленная так называемой педотрансформационной функцией [21]:

$$K_s = 303,84 \exp(-0,144 C), \quad (1)$$

где K_s – гидравлическая проводимость почвы при насыщении, м/сутки; C – содержание физической глины, %.

В табл. 1 приводятся осредненные значения гидравлической проводимости при насыщении для почв различного гранулометрического состава, полученные с использованием формулы (1).

Таблица 1

Гидравлическая проводимость почв при насыщении

№ п/п	Гранулометрический состав, положение в рельефе	Гидравли-ческая проводимость, м/сутки
1	Песчаные, песчано-глинистые хорошо дренированные почвы речных террас	8,5
2	Песчаные, глинисто-песчаные, супесчаные почвы долины Дуная	4
3	Песчано-легкосуглинистые, пылевато-легкосуглинистые, песчано-среднесуглинистые почвы водораздельных пространств	2
4	Среднесуглинистые почвы водораздельных пространств и при-водораздельных склонов	0,2
5	Тяжело- и среднесуглинистые почвы долин малых рек	0,1
6	Тяжелосуглинистые и глинистые почвы водораздельных пространств и приводораздельных склонов	0,05

Данные табл. 1 позволили выполнить построение карты гидравлической проводимости почв области путем реклассификации почвенной карты области программными средствами ГИС-пакета.

Построение карт пространственно распределения климатических показателей и гидравлической проводимости почв Одесской области выполнено в среде пакетов Gstat и PCRaster [25].

Результаты и их анализ

Результатом проведенной работы явилась геоинформационная база данных, содержащая пространственно сопряженные слои данных, необходимых для выполнения оценки потенциала нитратного загрязнения Одесской области на основе выбранной математической модели. При этом часть цифровых слоев созданной базы данных представлена в растровой модели данных (ЦМР, осадков, температур воздуха, испаряемости, гидравлической проводимости), часть – в векторной модели (границ, административного деления, типов землепользования, генетических типов и подтипов почв, их гранулометрического состава, дорог, гидрографической сети). Примеры построенных по описанной выше методике цифровых слоев данных представлены на рис. 1, 2.

Пространственная точность слоев базы данных с учетом свойств исходного картографического материала и ошибок оцифровки и интерполяции оценивается в 100 м. Пространственная точность векторных карт может быть повышена за счет использования крупномасштабных карт, данных дистанционного зондирования высокого и сверхвысокого разрешения, а также данных полевых обследований (для отдельных участков).

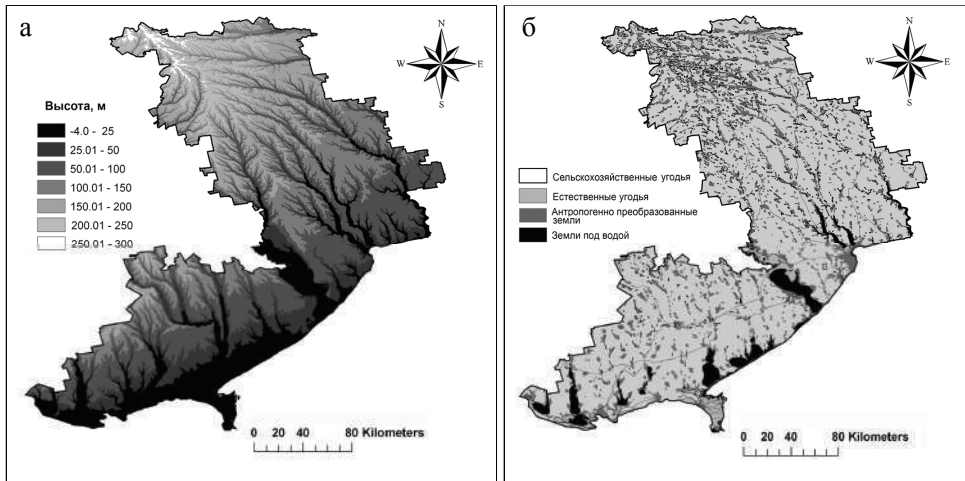


Рис. 1. Цифровая модель рельефа (а) и карта типов землепользования (б) Одесской области

Карты осадков и приземной температуры воздуха построены по данным метеорологических наблюдений и в комментариях не нуждаются. Представляется целесообразным оценить точность оценки и картографирования переменных, за которыми наблюдения или измерения либо не ведутся (как за испаряемостью), либо ведутся, но лишь в отдельных точках (как за гранулометрическим составом).

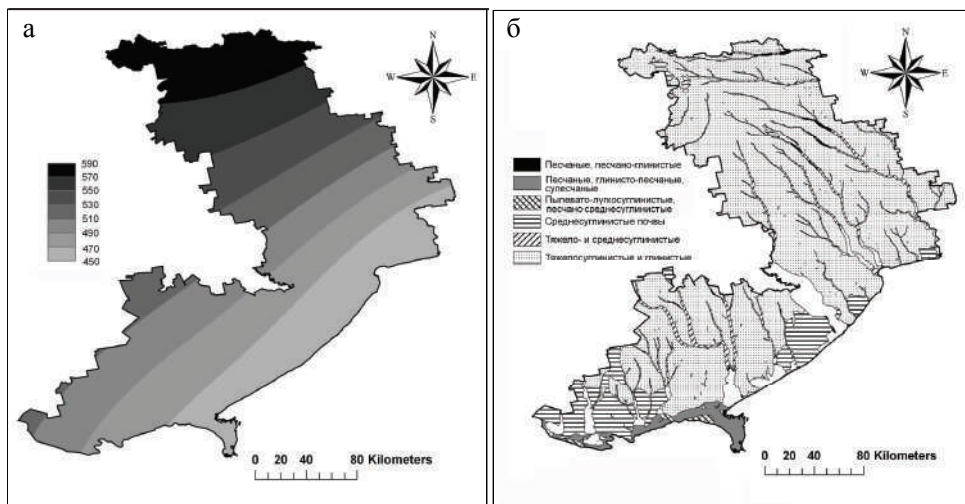


Рис. 2. Карты пространственного распределения норма атмосферных осадков, мм/год (а) и гранулометрического состава почв (б) территории Одесской области

Рассчитанные методом Будыко-Зубенок годовые величины испаряемости по данным наблюдений на метеостанциях области изменяются от 853 (Любашовка) до 963 (Болград) миллиметров в год. При этом распределение годовых слоев испаряемости по исследуемой территории достаточно сложное. По данным удаленных от моря метеостанций в целом имеет место увеличение годовой испаряемости с севера на юг, однако на побережье Черного моря отмечается снижение испаряемости относительно «зональных» значений до 850 мм (Одесса) и 848 мм (Белгород-Днестровский), объясняемое более высокой здесь влажностью и меньшим дефицитом насыщения воздуха. Самая же высокая испаряемость в пределах первоначально рассмотренной территории (включая прилегающие к Одесской области с запада и востока части Молдовы и Украины) характерна для южной части Республики Молдова– 980-990 мм (Комрат, Чадыр-Лунга).

Сопоставление построенной карты нормы испаряемости с результатами расчета испаряемости или испарения с водной поверхности (которое для суши близко к испаряемости и часто принимается в качестве испаряемости), выполненных для всей территории Украины или ее части различными методами [6, 10, 2, 8, 19], в целом подтверждает слои испаряемости, полученные с использованием метода Будыко-Зубенок.

Анализ построенной карты гранулометрического состава почв (рис. 2 б) и приводимых в табл. 1 величин гидравлической проводимости почв области показывает, что значения гидравлической проводимости почв тяжелого гранулометрического состава (№№ 4-6 в табл. 1), на которые приходится около 90 % пахотных земель в регионе, хорошо согласуются с величинами интенсивности установившейся инфильтрации, которые были определены с помощью искусственного дождевания небольших стоковых площадок [18, 17, 13, 5]. Это дает основания считать, что значение гидравлической проводимости при насыщении для почв региона, полученных с помощью педотрансформационной функции (1), достаточно надежны.

Выводы

Созданная прикладная база данных пространственно-координированной информации, состоящая из сопряженного набора цифровых растровых и векторных слоев пространственных данных, характеризующих природные и хозяйственные условия территории Одесской области, решает задачу обеспечения оценки потенциала нитратного загрязнения поверхностных и грунтовых вод на основе математической модели, разработанной в Университете Аристотеля г. Салоники (Греция) и уже достаточно широко апробированной в разных странах Европы. Выполненный анализ показал достаточную для данного масштаба пространственную и атрибутивную точность цифровых слоев данных. Созданные цифровые слои пространственно-распределенных данных помимо целевого назначения могут быть использованы при решении широкого класса задач для территории Одесской области.

Список литературы

1. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 255 с.
2. Гонченко С. Д., Лобода Н. С. Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплового балансу // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 259. – С. 106-120.
3. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы. – М.: Изд-во СП «Дата+», 1999. – 491 с.
4. Зубенок Л. И. Испарение на континентах. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 264 с.
5. Игошин Н. И., Сизов В. А., Хан К. Ю., Кириченко В. И. Определение противозерозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания // Эродированные почвы и повышение их плодородия. – Новосибирск: Наука, 1985. — С. 105-108.
6. Каганер М. С., Дюкель Н. Г. Исследование испарения с водной поверхности на территории Украины и Молдовы // Материалы УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 175. — С. 94-105.
7. Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс]: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. – Київ, Центральна геофізична лабораторія, 2006.
8. Лобода Н. С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
9. Лозовіцький П. С. Моніторинг якості води річки Дунай у м. Кілія / Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – №4 (42). — С. 158-182.
10. Михайлов В. Н., Исулова М. В., Магрицкий Д. В. Водный баланс крупнейших дельт мира // Вест. Моск. ун-та, Серия 5. – География, 2001. — № 5. – С. 3-8.
11. Описание и получение данных SRTM. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/srtm.html#>. D0.9C.D0.B8.D1.81.D1.81.D0.B8.D1.8F_SRTM.
12. Ротар М. Ф., Лиходедова О. Г. Пестициды в геологической среде и некоторые последствия их применения в Украине. – Одесса: ИНВАЦ, 2007. — 170 с.
13. Светличная И. А. Формирование и предвычисление притока ливневых вод на малых водосборах лесостепной и степной зон Украины и Молдавии (по материалам экспериментальных исследований и водно-балансовых станций). Автореф. дис...канд. географ. наук. – Одесса: ОГМИ, 1984. — 17 с.
14. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики / За ред. О.О.Світличного. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 295 с.
15. Стан навколишнього природного середовища в Одеській області / Бюлетень, Частина III. – Одеса: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області, 2009. — 68 с.
16. Статистичний щорічник Одеської області за 2011 рік. — Одеса: Державний комітет статистики України, Головне управління статистики в Одеській області, — 2012. — 541 с.
17. Хан К. Ю., Игошин Н. И., Гайворон А. И. О противозерозионной стойкости некоторых типов почв юга Европейской территории Союза // Научн. техн. бюл. по проблеме «Теоретические и практические вопросы почвозащитного земледелия». – Вып. 1 (28). — Курск, 1981. — С. 3-7.
18. Швейбс Г. И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 184 с.
19. Шерешевський А. І., Синицька Л. К. Розрахункове випаровування з водної поверхні на території України // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252. – С. 11-26.
20. Common methodology to elaborate and improve water-sensitive and vulnerability zones maps according to EU WATER philosophy. B. Manos, V. Aschonitis, O. Papadopoulou, N. Kazakis, K. Voudouris, Ch. Moulougianni, P. Papanagiotou.- Aristotle University of Thessaloniki, 2010. — 19 p.
21. Dane J. H., Puckett W. Field soil hydraulic properties based on physical and mineralogical information // Proceedings of the International Workshop on Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils / Van Genuchten, M.Th. et al. (Eds.), University of California, Riverside, 1994. – P. 389-403.
22. Knisel W. G., Leonard R. A., Davis F. M. Agricultural management alternatives: GLEAMS model simulations // Proc. Computer Simulation Conf., Austin, Texas, 1989, July 24-27. – P. 701-706.
23. Manos B., Moulougianni Ch., Bournaris Th. Tools for impact assessment of EU policies in agriculture and environment // 3rd International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2011) & SECOTOX Conference, Skiathos Greece, June, 2011. – P. 19-24.
24. Manos B., Papathanasiou J., Bournaris T., Voudouris K. A multicriteria model for planning agricultural regions within a context of groundwater rational management // Journal of Environmental Management. – 2010. – Vol. 91. — P. 1593-1600.
25. PCRaster manual, version 2: [електронний ресурс]. – Utrecht: Faculty of Geographical Sciences Utrecht University & PCRaster Environmental Software. – 1998. – 368 p. – Режим доступа: <http://pcraster.geo.uu.nl/documentation/pcrman/book1.html>.
26. Pebesma E. J. Gstat user's manual. – Utrecht, The Netherlands, 2001. – 100 p.
27. Tomlinson R. F. Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fourth Edition. – Redlands, California: ESRI Press, 2011. – 268 p.

28. *Transnational integrated management of water resources in agriculture for the EU WATER emergency control*. – Режим доступа: <http://www.eu-water.eu/index.shtml>.

References

- [1] *Budyko M. I.* 1956. *Teplovy balans zemnoy poverhnosti*. L.: Gidrometeoizdat.
- [2] *Gopchenko E. D., Loboda N. S.* 2001. Otsinyuvannya pryrodnykh vodnykh resursiv Ukrainy za metodom vodno-teplovogo balansu. *Nauk. Pratsi UkrNDGMI*. Vyp. 259: 106-120.
- [3] *DeMers M. N.* 1999. *Georaphycheskie informatsionnye sistemy*. M.: Izd-vo SP «Data+».
- [4] *Zubenok L. I.* 1976. *Isparenie na kontinentah*. L.: Gidrometeoizdat.
- [5] *Igoshin N. I., Sizov V. A., Khan K. Yu., Kirichenko V. I.* 1985. *Opreделение protivoerozionnoy ustojchivosti pochv metodom iskusstvennogo dozdevaniya. Erodirovannye pochvy i povyshenie ikh plodorodiya*. 105-108. Novosibirsk: Nauka.
- [6] *Kaganer M. S., Dyukel N. G.* 1980. *Issledovanie ispareniya s vodnoi poverhnosti na territorii Ukrainy i Moldovy*. *Materialy UkrNIGMI*. Vyp. 175: 94-105.
- [7] *Klimatychnyi kadastr Ukrainy [Elektronnyi resurs]: standartni klimatychni normy za period 1961-1990 pp.* 2006. Kyiv: Tsentralna geofyzychna observatoriya.
- [8] *Loboda N. S.* 2005. *Raschety i obobscheniya kharakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyah antropogennogo vliyaniya*. Odessa: Ekologiya.
- [9] *Lozovitskyi P. S.* 2011. *Monitoring yakosti vody richky Dunay u m. Kiliya. Prychernomorskyi ekologichnyi byuletен №4 (42): 158-182*.
- [10] *Mikhailov V.N., Isupova M. V., Magritskiy D. V.* 2001. *Vodnyi balans krupneishih del't mira*. *Vestn. Mosk. un-ta. Seriya 5. Geografiya № 5: 3-8*.
- [11] *Opisanie i poluchenie dannykh SRTM*. – Режим доступа: http://gis-lab.info/qa/srtm.html#_D0.9C.D0.B8.D1.81.D1.81.D0.B8.D1.8F_SRTM.
- [12] *Rotar M. F., Likhodedova O. G.* 2007. *Pestitsydy v geologicheskoy srede i nekotorye posledstviya ikh primeneniya v Ukraine*. – Odessa: INVATS.
- [13] *Svetlichnaya I. A.* 1984. *Formirovanie i predvychislenie pritoka livnevnykh vod na mal'nykh vodosborakh lesostepnoy i stepnoy zon Ukrainy i Moldavii (po materialam eksperimentalnykh issledovaniy i vodno-balansovykh stantsiy)*. Avtoref. diss. kand. geogr. nauk. Odessa: OGMI.
- [14] *Svetlitchnyi O. O., Plotnitskiy S. V.* 2008. *Osnovy geoinformatyky*. Za red. O. O. Svitlychnogo. Sumy: VTD «Universytetska knyga».
- [15] *Stan navkolyshnego pryrodnogo seredovyscha v Odeskiy oblasti*. *Byuletен, Chastyna III*. 2009. Odesa: Derzavne upravlinnya navkolyshnego pryrodnogo seredovyscha v Odeskiy oblasti.
- [16] *Statystychnyi schorichnyk Odeskoyi oblasti za 2011 rik*. 2012. Odesa: Derzavnyi komitet statystyky Ukrainy, Golovne upravlinnya statystyky v Odeskiy oblasti.
- [17] *Khan K. Yu., Igoshin N. I., Gajvoron A. I.* 1981. *O protivoerozionnoy stojkosti nekotorykh tipov pochv yuga Evropejskoy territorii Soyuza*. *Nauchn. tekhn. byl. po probleme «Teoreticheskie i prakticheskie voprosy pochvozaschitnogo zemledeliya»*. Vyp. 1 (28): 3-7.
- [18] *Shvebs G.I.* 1974. *Formirovanie vodnoj 'erozii, stoka nanosov i ih ocenka*. L.: Gidrometeoizdat.
- [19] *Shereshevskiy A. I., Sinic'ka L. K.* 2003. *Rozrahunkove viparovuvannya z vodnoi poverhni na teritorii Ukraini*. *Nauk. praci UkrNDGMI*. Vip. 252: 11-26.
- [20] *Manos B., Aschonitis V., Papadopoulou O., Kazakis N., Voudouris K., Moulougianni Ch., Papanagioutou P.* 2010. *Common methodology to elaborate and improve water-sensitive and vulnerability zones maps according to EU WATER philosophy*. Aristotle University of Thessaloniki.
- [21] *Dane J. H., Puckett W.* 1994. *Field soil hydraulic properties based on physical and mineralogical information*. *Proceedings of the International Workshop on Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils*. Van Genuchten, M.Th. et al. (Eds.), 389–403. University of California, Riverside.
- [22] *Knisel W. G., Leonard R. A., Davis F. M.* 1989. *Agricultural management alternatives: GLEAMS model simulations*. 701-706. *Proc. Computer Simulation Conf., Austin, Texas, July 24-27*.
- [23] *Manos B., Moulougianni Ch., Bournaris Th.* 2011. *Tools for impact assessment of EU policies in agriculture and environment*. 3rd International Conference on Environmental Management, Engineering, 19–24. Planning and Economics (CEMEPE 2011) & SECOTOX Conference, Skiathos Greece, June.
- [24] *Manos B., Papathanasiou J., Bournaris T., Voudouris K.* 2010. *A multicriteria model for planning agricultural regions within a context of groundwater rational management*. *Journal of Environmental Management*. Vol. 91: 1593-1600.
- [25] *PCRaster manual, version 2*. 1998. Utrecht: Faculty of Geographical Sciences Utrecht University & PCRaster Environmental Software. <http://pcraster.geo.uu.nl/documentation/pcrman/book1.html>.

- [26] *Pebesma E. J.* 2001. Gstat user's manual. Utrecht, The Netherlands.
- [27] *Tomlinson R. F.* 2011. Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers, Fourth Edition. Redlands, California: ESRI Press.
- [28] *Transnational integrated management of water resources in agriculture for the EU WATER emergency control.* <http://www.eu-water.eu/index.shtml>.

Стаття поступила 23 января 2014 г.

Світличний О. О., Плотницький С. В.

кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський нац. університет ім. І. І. Мечникова,
2, Дворянська вул., Одеса-82, 65082, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА БАЗА ДАНИХ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ І ГРУНТОВИХ ВОД

Резюме

Представлено обґрунтування структури, методики та результатів побудови геоінформаційної бази даних для забезпечення оцінки потенціалу нітратного забруднення поверхневих і підземних вод території Одеської області. База даних включає базові та похідні цифрові шари просторової інформації, що характеризують рельєф, гідрографічну мережу, ґрунтовий покрив, типи землекористування, а також просторовий розподіл параметрів математичної моделі оцінки, в якості якої обрана регресійна модель, розроблена в Університеті Аристотеля м. Салоніки (Греція). У базі даних використовується растрова і векторна моделі просторових даних, але основною моделлю є растрова з розміром растру 3710 x 3632 і розміром комірки растру 92,6 м.

Ключові слова: поверхневі води, ґрунтові води, нітратне забруднення, Одеська область, геоінформаційна база даних.

Svetlitchnyi A. A., Plotnitsky S. V.

Odessa I. I. Mechnikov National University,
Department of Physical Geography,
2, Dvorianskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine,

GEOINFORMATION DATABASE FOR EVALUATION OF POTENTIAL NITRATE POLLUTION OF SURFACE WATER AND GROUNDWATER

Abstract

Presented by the rationale for the structure, methods and results of creation of the geoinformation database for assessing the potential nitrate-made pollution of surface and groundwater in Odessa region. The database includes basic derivatives and digital layers of spatial information characterizing relief, hydrographic network, soil cover, land-use and spatial distribution parameters of the mathematical model of evaluation, which is selected as a regression model, developed at the Aristotle University of Thessaloniki (Greece). The database is used raster and vector spatial data models, but the basic model is a raster with the size of the raster 3710 x 3632 and with the raster cell size 92.6 m.

Keywords: surface water, ground water, nitrate contamination, Odessa region, geoinformation database.

УДК 551.468.4 (265 + 477)

Гыжко Л.В., преподаватель
кафедра физической географии и природопользования,
Одесский национ. университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина
e-mail: physgeo_onu@ukr.net

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ «ТУЗЛОВСКОЙ ГРУППЫ» ЛИМАНОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Научные исследования лиманов на северо-западном побережье Черного моря начались в первой половине XIX столетия. До начала XXI-го доминировали гидрохимические и биологические исследования. В начале XXI века была разработана новая методика физико-географической съемки лиманов. На основании ее применения, с учетом комплексного подхода, были получены новые результаты. Исследования охватывали все 6 главных элементов лиманных природных систем (устья рек, впадающих в лиман; лиманные берега; водная толща лиманов; донные осадки и коренные породы; пересыпи лиманов; прилегающая акватория и дно моря) в составе группы «тузовских лиманов». Реки вносят несущественный вклад в водный баланс лиманов. Берега подвержены настолько сильному абразионному влиянию, что определяют современное формирование площади акватории и количество (состав) донных осадков. Мелководные лиманы значительной площади характеризуются чувствительной вертикальной стратификацией водной толщи и горизонтальной неравномерностью основных физико-химических свойств. Пересыпи исследованных лиманов развиваются в условиях дефицита наносов, являются динамичными, смещаются в сторону суши в течение десятков лет. Прилегающая часть акватории моря оказывает существенное влияние на изменчивость пересыпей и на гидролого-гидрохимический режим лиманной воды, а лиманы влияют на прибрежные воды моря во время существования прорв. По итогам работ впервые сложены кондиционные карты распространения глубин, прозрачности, состава донных осадков, взвесей, температуры, солености, первичной продукции.

Ключові слова: Чорне море, узбережжя, лимани, історія, рельєф, вода, солоність, температура, баланс, карти.

Введение

Группа из 9 лиманов на побережье между устьями Днестра и Дуная и до нашего времени относится к наименее исследованным. Одновременно они в минимальной мере затронуты влиянием антропогенного фактора, кроме лимана Сасык (фактически он искусственно превращен в водохранилище Сасык). Сегодня этот лиман служит своеобразным полигоном для натуральных исследований последствий действия антропогенного фактора. В последние 3-7 лет с участием автора были получены новые физико-географические данные, более детальные и совершенные. К тому же они имеют важное хозяйственное значение — достаточны и позволяют рационально планировать территорию и ис-

пользовать природные ресурсы на черноморском побережье. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

Для подведения итогов новейших исследований причерноморских лиманов «тузловской группы» следовало систематизировать данные и выявить основные закономерности распространения и развития отдельных элементов лиманных систем, что является *целью данной работы*. Для достижения цели нами были решены *следующие основные задачи*: а) уточнить определение понятия «лиман»; б) выявить особенности динамики берегов лиманов; в) определить строение водной толщи в лиманах; г) оценить антропогенное влияние на различные лиманы. Решение этих задач позволит уточнить оптимальное природопользование, что имеет важное *прикладное значение* данной статьи.

Установленные закономерности природной структуры и путей эволюции лиманов вносит определенный *вклад в теорию* курортологии, геоморфологии, лимнологии в частности и физической географии вообще. В качестве *объекта* исследования определены лиманы т.н. «тузловской группы», расположенные на побережье Черного моря между устьями Днестра и Дуная. *Предметом* исследования является поиск и формулировка основных закономерностей строения и развития сложного географического объекта (лиманов) на примере классического («эталонного») лиманного побережья на северо-западе Черного моря. В состав лиманных систем входит не только акватория с массой воды, но и несколько других составных элементов. Это прилегающая к лиману часть той или иной реки, рельеф дна и осадки, берега лиманов, включая пересыпи, прилегающая часть моря, с водной толщей и прибрежным дном.

Материалы и методы исследований

В основу статьи положены данные исследований и измерений природных характеристик группы лиманов, расположенных на побережье Черного моря между устьями Днестра и Дуная. Их всего 9, из которых 6 крупных и 1 преобразован мелиоративной деятельностью. Каждый лиман был описан по данным других авторов и картографической информации. Затем была получена новая информация путем применения кондиционной физико-географической съемки в масштабе 1:25000 и 1:50000. Результаты съемки были подвергнуты камеральной и компьютерной обработке, что позволило построить новые карты, схемы, графики, таблицы. Описания, оценки и анализ этого материала легли в основу формулирования основных закономерностей строения и развития лиманных природных систем.

Теоретическая обработка данных выполненных исследований лиманов строилась на основании методов систематизации, аналитических, ретроспективном, сравнительно-географическом, картографическом. Полученные результаты синтезированы из собранной научной информации. Итоговые карты оцифровывались, а точки измерений наносились по данным GPS.

Обсуждение материалов и результаты исследований

Краткая история исследований. Научный интерес к лиманам открылся в 30-х годах XIX столетия, в связи с развитием рекреационного дела и судоходства в Новороссии, освоением новых земель, которые были завоеваны Россией у Османской Империи [6, 8]. Со временем лиманы стали использоваться в лечебном деле, особенно активно — после Крымской войны 1853-1855 гг. В 50-х годах появляются первые научно-исследовательские публикации (Б.Абрагамсон, О.О. Мочутковский, Л. Першке и др.). Хотя изображения лиманов находим на картах еще Раннего Средневековья, но тогда они были визуальные, неточные. Составляемые вплоть до начала XIX столетия, они не могут служить для точных сопоставлений и сравнений. Лишь после создания триангуляционной сети лиманы изображаются относительно достоверно, например, на картах А.Григорьева, М.И. Будищева, Н.Д. Критского, а также в Атласе Е.П. Манганари (1844) и в первой Лоции Черного моря (1851). Доктор Э.С. Андриевский начал исследовать рекреационные свойства лиманов. Позже свойства рапы и илов в лиманах изучали Х.Гассгаген, Е.М. Брусиловский, С.А. Щукарев, А.А. Вериге.

В конце XIX века работами В.И.Шманкевича, О.А. Грима, М.Е. Крендовского, П.Н. Бучинского становятся известными гидробиологические свойства лиманов, включая данные о планктоне, нектоне и бентосе. Гипотезы о происхождении лиманов находим в работах А.А. Браунера, М.П. Рудского, Н.А. Соколова, И.В. Мушкетова, а также в трудах Новороссийского Общества естествоиспытателей и Геологического комитета. К началу XX столетия сложились основные направления исследований лиманов, среди которых главное место заняло биолого-химическое. В течение всего столетия оно было ведущим, в то время, как остальным уделялось несравненно меньше внимания.

Первая половина XX века в общем характеризовалась усилением внимания к исследованию лиманов. В работах Р.Р. Выржиковского и В.С. Клера излагались результаты геологических работ, с описанием геологического строения берегов, состава донных осадков, строения пересыпей и геологической историей этих объектов. Э.С.Бурксер выполнил научный обзор природы соляных озер и лиманов Украины. Обоснование промышленной добычи соли в лиманах разработала Е.А.Савельева. На комплексные физико-географические исследования лиманов впервые обратили внимание Г.И. Танфильев и Н.А. Загоровский; они выполняли картографические, гидрологические, метеорологические, биологические, палеогеографические, геоморфологические работы. Долгое время они были актуальны и ими пользовались последователи. Пересыпи лиманов и их значение изучал А.И.Дзенс-Литовский. Капитальные ботанические, бальнеологические и зоологические работы производили С.Б.Гринбарт, Л.Ф. Назаренко и И.И.Погребняк, И.И.Пузанов, Д.И. Склярчук, а А.М. Алмазов — гидрохимические.

Большой объем исследований природы лиманов на побережье Черного моря выполнили те ученые, которые были участниками большой программы пере-

броски пресных вод из Дуная в Днепр и превращения лиманов в пресноводные водоемы. Как и ранее, главное внимание было уделено гидрологическим, гидрохимическим и биологическим исследованиям, а ведущую роль стала играть экологическая парадигма [8]. Наибольший объем информации был получен гидрологами и биологами (Ю.П.Зайцев, В.Д.Романенко, Г.И. Швец, В.М.Тимченко, М.Ш. Розенгурт, П.Н.Бефани и др.). К сожалению, физико-географический принцип дальнейшего развития не получил. Одновременно активизировались прибрежно-морские исследования лиманной и морской частей пересыпей лиманов в береговой зоне Черного моря [2, 5, 9]. Начались исследования колебаний уровня Черного моря за последние 30 тысяч лет, включая и современные в течение минувших 100 лет, и их влияние на морфологию и динамику берегов, на формирование пересыпей и берегов лиманов [5, 9]. В течение первого десятилетия XXI века гидрохимические, гидробиологические и медико-рекреационные исследования проводились почти исключительно на прилегающей акватории Черного моря и в устьевой области Дуная.

Много внимания уделялось ___? пересыпей лиманов. Оказалось, что морской их край в общем выровнен, а вот со стороны лимана – резко расчленен (рис. 1). Такой рельеф вызван различиями режима и глубины в море и в лимане.

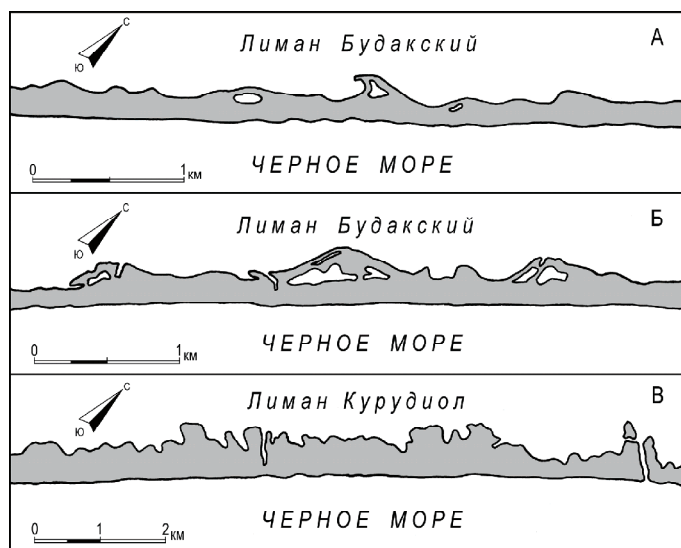


Рис. 1. Различные типы лиманной береговой линии на разных пересыпях лиманов Северо-западного побережья Черного моря: А – активный волновой вдольбереговой разнос и доминирование выравнивания береговой линии; Б – волновое выравнивание конусов штормового выноса и формирование расчлененной береговой линии; В – ослабленное волновое влияние и формирование сложной расчлененной береговой линии лимана.

В первые годы нового столетия на кафедре физической географии и природопользования Одесского национального университета имени И.И. Мечникова, с участием автора, была разработана новая методика физико-географической

съемки хотя и обширных, но очень мелких озер на морских побережьях. Такая съемка охватывала все основные элементы лиманных систем, предполагала получение динамических характеристик этих систем, должна была охватывать относительно равномерно всю акваторию снимаемого лимана, а информация от одной станции на акватории характеризовала определенную площадь. Чем меньше такая площадь, тем крупнее масштаб съемки. Расположение станций может постепенно относительно равномерно охватывать лиманные акватории, а может быть в виде отдельных профилей, в т.ч. и поперечных.

В период 2005-2014 гг. автор, в составе экспедиции названной кафедры, выполнял физико-географическую съемку и повторные тахеометрические работы на Будацком лимане и лиманах «тузловской группы». Полученные данные легли в основу данной работы и отражены в ряде других публикаций [2-5, 9]. Соответственно, лиманы Будацкий и Бурнас были засняты в масштабе 1:10000 (1 станция на 2 км² площади), лиманы Алибей и Шаганы — в масштабе 1:25000 (1 станция на 2-3 км² площади), а Сасык и Березанский — в масштабе 1:50000 (1 станция на 3-5 км² площади). Получается, что наша работа построена на принципиально новом основании и совершенно новых принципах именно географической съемки, а не на точечных опробованиях, причем, со всем комплексом лиманных систем. Для репрезентативных сравнений во время повторных работ требуются съемки в тех же масштабах, иначе сравнения некорректны.

Определение понятия «лиман». Северо-западное и северное побережья Черного моря являются классическими лиманными. Поэтому их состояние и анализ их хозяйственной значимости обращают на себя первостепенное внимание. Длительное время исследуется часть причерноморских лиманов, которые относятся к «тузловской группе», — это 6 основных, наиболее крупных лиманов (Бурнас, Алибей, Шаганы, Джентшей, Мал. Сасык, Сасык) между устьями Днестра и Дуная (Одесская область Украины). Существуют и второстепенные лиманы, которые рядом авторов относятся к «дочерним» (большие Соленый, Курудиол, Хаджидер, Карачаус и малые Будуры, Мартаза, Магалевский, Соленый). По своей природе они отличаются от остальных лиманов, что заставляет применять локальную схему рационального природопользования и технологию освоения природных ресурсов.

В географической литературе все чаще звучат попытки все водоемы в устьях больших и малых рек относить к «эстуариям» [7]. Это противоречит признакам эстуария: сопряженного приливного моря, периодичности прохождения приливной волны, возвратно-поступательному режиму течений, составу и накоплению наносов, скоростям осадконакопления, режиму сгонно-нагонных явлений и многому другому. Причем, следует подчеркнуть, что все эти признаки действуют одновременно. Мы склоняемся к мысли, что все устья называть эстуариями пришло из западной литературы, где широко распространены эстуарии, а опыта исследования других типов устьев у наших иностранных коллег было очень мало.

Особенно нелепо называть эстуариями устья малых рек на северо-западном побережье Черного моря, объекты наших исследований. Реки впадают в лиманы, которые образовались в прилегающих к морю устьях речных долин в процессе голоценовой трансгрессии. Сама форма устьевых водоемов, лиманов, не соответствует характеру влияния приливной волны. И не может соответствовать, поскольку Черное море является неприливым. Поэтому реки, которые впадают в исследованные лиманы, практически не могли участвовать в их формировании. Лиманы формировались совсем другими природными факторами, а в их числе нет приливных волн и течений [2, 9]. Поэтому относить причерноморские лиманы к эстуариям является некорректным.

Речные долины и крупные балки характеризуются впадно-эрозионным происхождением. Согласно генетическому принципу в физической географии, происхождение определяет все последующее развитие объекта, в т.ч. и лиманы.

Значение абразии берегов лиманов. В специальной литературе сложился вывод, что берега исследованных лиманов являются неактивными, стабильными, отмершими. Поэтому формирование лиманов происходит преимущественно за счет трансгрессивных положительных или регрессивных отрицательных колебаний уровня воды в Черном море. На основании длительных инструментальных измерений на 16 стационарных участках нами установлено, что развит существенный абразионный процесс на глинистых берегах всех лиманов. Конечно, при существующих глубинах и сравнительно небольших длинах разгона ветрового потока над акваторией водоема не могут развиваться достаточно большие волны, чтобы обеспечить обнаруженные скорости абразии. Однако, такие условия благоприятны для значительных сгонно-нагонных колебаний уровня воды. При нагоне в соприкосновение со стенкой глинистого клифа входит уровень, задействуется лиманная вода, а потому гигроскопичные глинистые породы испытывают намокание, при котором рвутся прочностные связи, порода набухает, а отдельные ее агрегаты дезинтегрируются. Поэтому достаточными являются мелкие ветровые волны, ветровые и сгонно-нагонные течения для того, чтобы удалить отдельные частички разрушенного клифа и распределить их на дне лимана. Во время стояния среднего и сгонного уровня воды клиф недоступен для гидрогенного влияния, волновое разрушение клифа не происходит. Тем не менее заметным является воздействие текучих вод во время действия летних ливневых дождей. Если под влиянием ветра ливневые воды поступают на стенку клифа, то данный денудационный фактор усиливает скорости волновой абразии и ее литодинамическую функцию.

Средние многолетние скорости абразии, при участии высоких ветровых нагонов (до +0,7-0,9 м), при повышении уровня во время сезонного наполнения лиманов морской водой ($\pm 0,6$ м, или 30-60% значения глубины), составляют 0,2-0,5 м/год. Это позволяет утверждать, что площадь акваторий лиманов постоянно растет в процессе голоценовой трансгрессии и при одновременном

существенном участии абразионного отступания клифов. В условиях иссякания стока воды в малых реках водосборных бассейнов лиманов под влиянием антропогенного фактора и роста потока солнечной радиации именно абразионный процесс оказывается ведущим источником поступления осадочного материала на дно лиманов и формирования донных осадки.

Поскольку в сферу влияния абразии входят глинистые породы (в основном лессы и суглинки), то осадки представлены тонкими илами и глинами (мельче 0,05 мм), с небольшой примесью алевритовых фракций. В итоге илистые осадки оказываются пластичными («маслянистыми»), весьма однородными. В большинстве случаев они содержат не более 1% песчаных фракций, преимущественно обломков створок раковин моллюсков и перенесенных с пересыпи во время штормовых ветров. Такие толщи представляют собой идеальную среду, содержащую гиперсоленые поровые воды, насыщенную рапу. Химические реакции в толще илов приводят к сильному поглощению кислорода, а потому складываются стагнационные условия, в которых развивается выделение сероводорода.

Основные свойства воды в лиманах. До конца XX столетия считалось, что водные массы в отдельных лиманах являются однородными, а их основные физико-химические параметры не меняются ни по площади, ни по глубине. Основная причина — мелководность исследованных лиманов (глубины 1-4 м), при которой даже слабый ветер приводит к полному перемешиванию воды и выравниванию физико-химических градиентов. Поэтому водные массы лиманов были исследованы плохо, без учета конфигурации береговых линий, небольших перепадов глубины, свойств воды из источников поступления, а также по привычной уверенности в правоте выводов предыдущих исследований. Поэтому наши исследования производились на основании принципов и правил физико-географической съемки озерных водоемов, разработанной Ю.Д. Шуйским.

Наши исследования показали, что температурная горизонтальная стратификация, например, в лимане Шаганы составляет 2,8°C, а вертикальная равна до 3°C по максимальной и минимальной величинам, а по средним для всего водоема 0,256°C для июня и июля (0,18° C на 1 м глубины). Для площади 71 км² и средней глубине 1,41 м это довольно много, а сам результат оказался неожиданным. В другом лимане, в Алибее, подобное явление обнаружено также. Там горизонтальная разность составила 2,3°C, вертикальная 0,37°C по значениям средних по лиману величин на поверхности и у дна; получается, что вертикальный приведенный градиент равен 0,26°C на 1 м глубины. Аналогичное явление прослежено во всех крупных лиманах «тузловской группы». В малых лиманах, с глубиной менее 1 м (Соленый, Хаджидер, Карачаус, Мал. Сасык, Джантшей) картина сложная, а четких закономерностей не обнаружено. В лимане Курудюл во время измерений практически всегда обнаруживаются сильные течения со скоростями 0,5-1,2 м/сек под влиянием перепадов

уровня между лиманами Бурнас и Алибей, и это явление нами рассматривается как причина отсутствия вертикального термического градиента.

В процессе полевых исследований оказалось возможным установить различные масштабы съемки, разработанные на кафедре физической географии Одесского университета (с участием автора). Оказалось, что для съемки данных водоемов в масштабе 1:10000 достаточно отработать 1 физико-географическую станцию на 1-2 км² площади. Во время съемки в масштабе 1:50000 достаточно, чтобы 1 станция описывала 4-5 км² акватории, а в масштабе 1:100000 — 1 станция на 6-7 км². Также разработаны соответствующие критерии физико-географических съемок не только в основных, но и в промежуточных масштабах. Эти критерии были применены для съемок всех исследованных лиманов «тузловской группы». Теперь становится ясным, сколько следует отработать комплексных станций, чтобы полученная информация была бы достоверной, репрезентативной и давала бы реальное представление о том или ином лимане.

Для выявления динамики основных природных свойств воды в лиманах был применен «метод полигонов». В качестве полигона долговременного наблюдения был выбран лиман Бурнас. Максимальная соленость его вод приурочена к маловодным годам и закрытым пересыпям лиманов, когда уровень этого лимана может понизиться на 0,9-1,0 м ниже среднего. В такие годы затухает абразия берегов и резко понижается концентрация взвеси в воде, в общем повышается прозрачность, исчезает подпор подземных вод. В течение многолетних лет, связанных со сверхнормативным выпадением атмосферных осадков и образованием прорывов сквозь пересыпи лиманов, ситуация становится противоположной. В общем лиманные воды оказывают незначительное влияние на прибрежные морские воды прилегающей морской акватории, в то время как морская вода может существенно повлиять на лиманные воды (масса воды, ее температура, соленость, плотность, динамика, глубины, мутность и прозрачность и др.), особенно во время образования широких и глубоких прорывов под влиянием сильных штормов.

Выводы

Получена новая научная физико-географическая информация, которая необходима для деятельности Тузловского национального парка на побережье Черного моря. Большинство результатов построено на новой методике физико-географической съемки мелководных водных объектов.

Исследование лиманов «тузловской группы» на северо-западном побережье Черного моря позволило получить ряд новых выводов. Эти выводы заставляют посмотреть несколько под иным углом зрения всей совокупности природопользования. Ни в коем случае не использовать эти лиманы для строительства морских портов. Никогда не менять рельеф берегов и дна лиманов. Все лиманы, кроме водохранилища Сасык, использовать только в рекреационных целях, но при этом использовать очаговый принцип застройки берегов. Никогда не застраивать пересыпи лиманов. Никогда не сливать в лиман стоки из

населенных пунктов и предприятий. Целесообразным представляется устройство заповедника или национального парка в пределах всех лиманов данной группы с особенно строгим режимом охраны.

Список использованной литературы

1. Выхованец Г.В., Гыжко Л.В. Концепция создания базы данных по Причерноморским лиманам // Вісник Одеськ. нац. університету. Геогр. і геол. науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 3 (19). – С. 28 – 37.
2. Выхованец Г.В., Гыжко Л.В., Вержбицкий П.С., Стоян А.А., Гыжко А.А., Муркалов А.Б. Физико-географическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря // Вісник Одеськ. нац. університету. Геогр. і Геол. науки. – 2008. – Т. 13. – Вип. 6. – С. 44 – 56.
3. Гыжко Л.В. Изучение солёности лимана Бурнас // Вісник Одеськ. нац. університету. Геогр. і Геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 16. – С. 59 – 67.
4. Гыжко Л.В. Распределение температуры воды в лиманах Алибей и Шаганы летом 2008 года // Вісник Одеськ. нац. університету. Географічні та геологічні науки. – 2011. – Том 16. – Вип. 1. – С. 58 – 66.
5. Гыжко Л.В. Основные особенности природы «тузловской группы» лиманов на северо-западном побережье Черного моря // Материалы XI Междунар. научн. конф. «Ломоносовские чтения — 2012»: Под ред. М.Э Соколова и В.А. Иванова. – Севастополь: ЭкоСи, 2012. – С. 36 – 38.
6. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. – Москва: Географгиз, 1958. – 360 с.
7. Михайлов В.Н., Горин С.Л., Михайлова М.В. Новый подход к определению и типизации эстуариев // Вестник Моск. ун-ва. География. – 2009. – № 5. С. 3 – 11.
8. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – Киев: Наукова думка, 1974. – 224 с.
9. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В., Гыжко Л.В., Стоян А.А., Вержбицкий П.С. Физико-географические черты природы лиманов Шаганы и Алибей на побережье Черного моря // Причерноморский Экологический Бюллетень. – 2009. – № 1 (31). – С. 96 – 111.
10. Шуйский Ю.Д., Стоян А.А. Опыт анализа антропогенной перестройки естественного лимана на северо-западном побережье Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2011. – Вип. 26. – Севастополь: ЭкоСи. – С. 97 – 109.

References

- [1] Vyhovanec G.V., Gyzhko L.V. 2013. Konceptiya sozdaniya bazy dannyh po Prichernomorskim limanam. Visnik Odes'k. nac. universitetu. Geogr. i geol. nauki 18 (3 – 19): 28 – 37.
- [2] Vyhovanec G.V., Gyzhko L.V., Verzhbic'kij P.S., Stoyan A.A., Gyzhko A.A., Murkalov A.B. 2008. Fiziko-geograficheskaya harakteristika limana Burnas na semero-zapadnom poberezh'e Chernogo morya. Visnik Odes'k. nac. universitetu. Geogr. i Geol. nauki 13 (6): 44 – 56.
- [3] Gyzhko L.V. 2009. Izuchenie solenosti limana Burnas. Visnik Odes'k. nac. universitetu. Geogr. i Geol. nauki 14 (16): 59 – 67.
- [4] Gyzhko L.V. 2011. Raspredelenie temperatury vody v limanah Alibej i Shagany letom 2008 goda. Visnik Odes'k. nac. universitetu. Geografichni ta geologichni nauki 16 (1): 58 – 66.
- [5] Gyzhko L.V. 2012. Osnovnye osobennosti prirody «tuzlovskoj grupy» limanov na severo-zapadnom poberezh'e Chernogo morya. Materialy XI Mezhdunar. nauchn. konf. «Lomonosovskie chteniya – 2012»: Pod red. M. E Sokolova i V.A. Ivanova. 36 – 38. Sevastopol: `EkoSi.
- [6] Zenkovich V.P. 1958. Berega Chernogo i Azovskogo morej. Moskva: Geografiz.
- [7] Mihajlov V.N., Gorin S.L., Mihajlova M.V. 2009. Novyj podhod k opredeleniyu i tipizacii `estuarijev. Vestnik Mosk. univ. Geografiya (5): 3 – 11.
- [8] Rozengurt M.Sh. 1974. Gidrologiya i perspektivy rekonstrukcii prirodnyh resursov Odesskih limanov. Kiev: Naukova dumka.
- [9] Shujskij Yu.D., Vyhovanec G.V., Gyzhko L.V., Stoyan A.A., Verzhbic'kij P.S. 2009. Fiziko-geograficheskie cherty prirody limanov Shagany i Alibej na poberezh'e Chernogo morya. Prichernomors'kij Ekologichnij Byulleten (1 – 31): 96 – 111.
- [10] Shujskij Yu.D., Stoyan A.A. 2011. Opyt analiza antropogennoj perestrojki estestvennogo limana na severo-zapadnom poberezh'e Chernogo morya. `Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. 26. 97 – 109. Sevastopol: `EkoSi.

Статья поступила 17 февраля 2014 года

Гижко Л.В., викладач

кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет імені І.І.Мечникова,
вул. Дворянська 2, Одеса-82, 65082, Україна

**ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ РИСИ «ТУЗЛІВСЬКОЇ ГРУПИ» ЛИМАНІВ
НА ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ****Резюме**

Наукове дослідження лиманів на північно-західному узбережжі Чорного моря почалося в першій половині XIX століття. До початку XXI-го помітно переважали гідрохімічні та біологічні дослідження. На початку XXI століття була розроблена методика фізико-географічної зйомки лиманів. На її підставі та з урахуванням комплексного підходу були отримані нові результати. Дослідження захоплювали всі 6 провідних елементів лиманних природних систем (гирла річок, що втікають в лимани; лиманні береги; водна товща лиманів; донні відклади; пересипи лиманів; прилегла акваторія та дно моря) у складі групи «тузлівських лиманів» між гирлами Дністра та Дунаю. Річки мають незначний внесок в водний баланс тих лиманів, що досліджені. Береги зазнають настільки сильної абразійної дії, що грають суттєву роль у формуванні площі акваторії та донних відкладів лиманів; обмілинні лимани мають помітну вертикальну стратифікацію водної товщі та суттєві відмінності властивостей в різних частинах акваторії. Пересипи досліджених лиманів розвиваються в умовах дефіциту наносів, є дуже динамічними, пересуваються в бік суходолу протягом десятиріч. Прилегла частина акваторії моря завдає помітного впливу на гідролого-гідрохімічний режим лиманної води, а лимани впливають на морську воду під час утворення прорв. Складені карти розповсюдження в лиманах глибин, температури, солоності, завислих наносів, прозорості води, первинної продукції, складу донних осадків на підставі розробленої методики фізико-географічної зйомки.

Ключові слова: Чорне море, узбережжя, лимани, історія, рельєф, вода, солоність, температура, баланс, карти.

Gyzhko L.V., teacher

Phys.-Geogr. & Natur. Resources Management Dept.,
National Mechnikov's University of Odessa,
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

**PHYSICAL-GEOGRAPHICAL FEATURES OF TUZLA GROUP
LIMANS ALONG THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA
COAST****Abstract**

Along North-Western coast of the Black Sea between Danube and Dniester mouths rivers, limans of "tuzlowskaya group" began to research in second part of XVIII century. During middle part of XIX century first scientific labours about limans appeared, and it's directions were hydro-chemical and biological.

Keywords: Black Sea, coast, liman, hystory, relief, water, temperature, balance, maps.

УДК 626.8 (477.7)

Бахтіарова Л. І., зав. відділом
Чорноморський Біосферний заповідник НАН України
вул. Лермонтова, 1, Гола Пристань, Херсонська обл.,
75600, Україна,
e-mail: bahtiarova.l.i@nas.gov.ua

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ МЕЛІОРАЦІЙ В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'Ї: ДРЕНАЖНІ СИСТЕМИ

Дренування зрошуваних масивів покращило стан земель Північного Причорномор'я. Відбулася стабілізація рівнів ґрунтових вод, їх опріснення, зменшилася площа засоленних земель. Наведені фактичні дані про кількість свердловин вертикального дренажу, площу дренованих земель регіону, кількість і мінералізацію дренажних вод. Зроблений аналіз негативних наслідків постійної роботи свердловин вертикального дренажу. Вказані фактичні об'єми скиду дренажних вод в затоки Чорного моря. Обґрунтована необхідність комплексного управління режимами зрошення і дренажу. Дана характеристика сучасного стану дренажних систем. Наголошується на необхідності застосування ресурсозберігаючих технологій.

Ключові слова: Північне Причорномор'я, вертикальний дренаж, ефективність меліорацій, рівень ґрунтових вод, мінералізація дренажних вод, родючість ґрунтів.

Вступ

Північне Причорномор'я є одним із досить добре розвинених сільськогосподарських регіонів України, з потужним водогосподарським комплексом. Проте, використання земель регіону відбувається в умовах катастрофічного погіршення їх стану через низький рівень агротехнологій, в тому числі й меліоративних. Проблеми раціонального використання земель, підвищення родючості ґрунтів на зрошуваних масивах повинні безперервно забезпечуватися необхідною науковою інформацією, а тому досить *актуальні*. Їх вирішення потребує нової наукової інформації та зваженого підходу для реконструкції існуючих зрошуваних та дренажних систем, до вибору нових технічних рішень щодо покращення стану довкілля.

Об'єкт дослідження — це територія Херсонської області в межах зрошувальних систем та аналіз багаторічних результатів експлуатації свердловин вертикального дренажу на зрошуваних та прилеглих до них землях регіону. *Предметом дослідження* є оцінювання ефективності роботи вертикального дренажу на зрошувальних площах та збереження природних ресурсів. Відповідною мірою *метою роботи* є комплексне висвітлення територіальної організації та рівня експлуатації дренажних систем Північного Причорномор'я, обґрунтування їх економіко-географічної ролі, перспектив використання

водно-меліорованих земель. Досягнення такої мети дозволить вирішувати широке коло задач раціонального природокористування.

Теоретичне та практичне значення представлено опрацюванням наявного досвіду експлуатації дренажних систем, наукових розробок стосовно комплексного управління режимом зрошення і дренажу. Його вважаємо за реальний шлях до створення оптимальних умов підвищення родючості ґрунтів.

Матеріали та методика досліджень

З 1974 р. Голопристанське управління колекторно-дренажних систем починає централізовану експлуатацію майже 300 свердловин вертикального дренажу в Північному Причорномор'ї. З кожним роком інтенсивність дренажу земель регіону зростала. Матеріалом даної публікації стали як власні розрахунки під час роботи в Голопристанському управлінні колекторно-дренажних систем в 1977-1995 рр., так і оброблені та узагальнені архівні дані відділу меліорації ГУКДС щодо кількості дренажних вод (табл. 1). Використовувалися показники пристроїв обліку води (водомірів), встановлених на насосних станціях вертикального дренажу [7], або, при їх відсутності, за об'ємом водоподачі глибинних насосів за годину, в залежності від їх марки. Усі заміри здійснювалися на території Цюрупинського, Каланчацького, Скадовського, Голопристанського районів Херсонської області, а також з 1981 р. на нових дренажних системах Каховського та Чаплинського районів (табл. 2). Устаткування розташоване в різних частинах території в різних фізико-географічних умовах. Матеріали вимірів оброблялися комп'ютерними методами. Для узагальнень використовувалися методи систематизації, аналізу, синтезу, ретроспективний, картографічний, порівняльно-географічний.

Таблиця 1

Технічні характеристики свердловинних насосів, встановлених на свердловинах

Марка насоса	Водоподача, м ³ /год	Напор, м
ЕЦВ12-375-30	320-410	28-34
2 ЕЦВ12-255-30Г	220-285	27-34
ЕЦВ12-255-55	160-250	44-66
ЕЦВ12-210-25	140-250	21-37
ЕЦВ10-160-65	120-200	53-75
ЕЦВ10-160-35М	120-175	28-40
І ЕЦВ10-120-60	90-150	50-69

Таблиця 2.
Загальна кількість свердловин вертикального дренажу на землях
(в т. ч. в населених пунктах) районів Херсонської області

Роки	Голопристанський р-н		Каланчацький		Каховський р-н		Скадовський		Цирулинський р-н		Чаплинський рн	
	всього	в н.п.	всього	в н.п.	всього	в н.п.	всього	в н.п.	всього	в н.п.	всього	в н.п.
1974	103	33	27	17	—	—	79	15	63	57	—	—
1975	159	54	52	31	—	—	116	25	76	57	—	—
1976	186	58	63	36	—	—	150	34	80	57	—	—
1977	193	58	63	36	—	—	150	34	86	57	—	—
1978	208	58	67	36	—	—	156	34	92	57	—	—
1979	216	65	79	36	—	—	158	34	92	57	—	—
1980	223	65	86	36	—	—	174	42	92	57	—	—
1981	228	67	87	36	—	—	174	42	92	57	5	5
1982	228	67	90	39	—	—	176	44	92	57	5	5
1983	256	67	93	42	5	5	178	46	92	57	5	5
1984	257	67	93	42	5	5	201	53	92	57	5	5
1985	262	67	94	42	5	5	212	53	92	57	5	5
1986	263	67	94	42	5	5	223	53	92	57	10	8
1987	265	67	94	42	5	5	223	53	97	57	28	8
1989	269	71	95	43	5	5	224	54	97	57	51	8
1990	280	71	Передані в експлуатацію Катанчаському УЗС		13	8	224	54	97	57	Передані в експлуатацію Чаплинському УЗС	
1991	280	71	13	8	13	8	224	54	97	57		
1992	280	71	37	32	37	32	224	54	97	57		
1993	280	71	37	32	37	32	224	54	97	57		
1994	280	71	37	32	37	32	224	54	97	57		
1995	280	71	37	32	37	32	224	54	97	57		
1996	280	71	37	32	37	32	224	54	97	57		

В основу роботи покладений проаналізований і оброблений багаторічний картографічний матеріал Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції, який надсилався до ГУКДС двічі на рік (у передполивний і післяполивний періоди). Зокрема, це були карти гідроізогіпс і глибин залягання рівня ґрунтових вод та карти мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод масштабом 1:50000, а також інформації про меліоративний стан земель.

Узагальнення та обговорення матеріалів

Вертикальний дренаж виявився найбільш швидким, надійним і економічним засобом виправлення складної меліоративної ситуації в Північному Причорномор'ї. Висока меліоративна ефективність вертикального дренажу проявилася в перші ж роки експлуатації. Відбулася стабілізація рівнів ґрунтових вод на ділянках, які захищалися вертикальним дренажем, опріснення ґрунтових вод, особливо ефективно при поєднанні дренажу та зрошення. Площа дренажу вертикальним дренажем в регіоні стрімко зростала (табл. 4).

Таблиця 4.

Збільшення площі дренажних земель ГУКДС з 1974 по 1996 роки

Роки	Всього тис. га	в тому числі по районах					
		Голопристанський р-н	Каланчацький р-н	Каховський р-н	Скадовський р-н	Цюрупинський р-н	Чаплинський р-н
1974	39,4	17,5	3,3	—	7,5	11,1	—
1975	85,6	38,0	6,8	—	28,1	12,7	—
1976	101,2	40,0	6,9	—	40,9	13,4	—
1977	106,5	44,9	6,9	—	40,9	13,8	—
1978	107,3	45,2	7,4	—	40,9	13,8	—
1979	108,7	46,7	7,6	—	41,0	13,8	—
1980	111,2	48,8	8,2	—	41,0	13,8	—
1981	111,7	48,7*	8,2	0,45	41,0	13,8	0,165
1982	112,5	50,9	8,4	0,45	41,0	13,8	0,165
1983	115,4	50,9	9,0	0,45	41,0	13,8	0,165
1984	118,1	51,5	9,0	0,45	43,7	13,8	0,165
1985	119,3	51,5	9,0	0,45	44,3	13,8	0,165
1986	116,2*	51,7	9,0	0,45	45,0	9,8*	0,395
1987	116,5	50,3**	9,1	0,45	45,0	9,8	0,395
1988	117,5	51,4	9,1	0,45	45,0	9,8	2,795
1989	122,2	54,0	9,1	0,45	45,8	9,8	6,120
1990	99,7	54,0	Передані в експлуатацію Каланчацькому УЗС	0,45	35,5*	9,8	Передані в експлуатацію Чаплинському УЗС
1991	99,7	54,0		0,63	35,5	9,8	
1992	99,9	54,0		0,63	35,5	9,8	
1993	99,1**	54,0		0,63	35,5	9,1**	
1994	99,1	54,0		0,63	35,5	9,1	
1995	99,1	54,0		0,63	35,5	9,1	
1996	99,1	54,0		0,63	35,5	9,1	

* Проведена інвентаризація дренажних площ інститутом «Укрдипроводгосп».

** Корегування дренажних площ в радгоспі «Сонячний» Голопристанського району та імені Фрунзе Цюрупинського району.

В цілому по області зросла з 39.4 тис. га в 1974 р. до 122.2 тис. га в 1989 р. [1]. Всього за кілька років безперервної роботи насосних станцій вертикального дренажу відбулося значне скорочення площ з глибинами залягання рівня ґрунтових вод від 0 до 1, та від 1 до 2 м. Вертикальний дренаж суттєво вплинув і на розсолення ґрунтів зони аерації. За матеріалами Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції [4], обчислені сумарні площі зрошуваних земель, які активно дренивалися (табл. 5) та богарних земель, що не дренивалися. Вони разом із тим зазнавали певного впливу від меліоративних заходів, які застосовувалися в господарствах регіону (табл. 6).

Таблиця 5.

**Рівень ґрунтових вод на зрошуваних землях без площі рисових систем
(в господарствах, що обслуговувалися ГУКДС)**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа зрошуваних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	1941	751	784	584	436	494
2.	1 – 2	18825	13527	10864	9122	7766	5750
3.	2 – 3	8720	13540	13598	13720	15239	18006
4.	3 – 5	4516	7087	9566	11063	12054	13464
5.	5 – 8	3696	10414	11277	12923	14655	11222

Таблиця 6.

Рівень ґрунтових вод на богарних землях

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа богарних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	18471	16922	17285	18250	18084	18203
2.	1 – 2	58873	46810	37202	33629	28300	26796
3.	2 – 3	31587	37128	38928	37044	36438	37021
4.	3 – 5	33096	41421	47298	45809	47368	51548
5.	5 – 8	20011	276934	31287	33290	36501	40354

В Цюрупинському районі під впливом Каховського водосховища та Північно-Кримського каналу досить швидко відбулося підтоплення земель та населених пунктів. Вже на початку шістдесятих років були побудовані перші свердловини вертикального дренажу та розпочалися дослідження ефективності його роботи. Оскільки була встановлена чітка залежність між рівнями ґрунтових вод і водоносного горизонту понтичних вапняків, вирішувалося питання, яке необхідно створити водозниження в понтичних вапняках, щоби досить глибоко понизити рівень ґрунтових вод у четвєртинних пісках. В 1964-

1974 рр. сумарний водозабір свердловин дренажу систематично зростає і на рубежі 1973–1974 рр. сягнув прогнозних значень [2]. Тому і площі з глибинами залягання ґрунтових вод (табл. 7, 8) відображають вже майже 10-річний результат роботи вертикального дренажу.

Таблиця 7.

**Рівень ґрунтових вод на дренажних зрошуваних землях
Цюрупинського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа зрошуваних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	258	-	6	3	6	3
2.	1 – 2	1548	407	274	336	514	306
3.	2 – 3	1877	2178	1773	1498	2079	2566
4.	3 – 5	668	1552	1983	2252	3380	3349
5.	5 – 8	-	212	313	260	237	267

Таблиця 8.

**Рівень ґрунтових вод на богарних землях
Цюрупинського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа богарних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	522	85	52	63	71	79
2.	1 – 2	2228	406	531	324	420	459
3.	2 – 3	8762	4761	3639	3652	3331	3436
4.	3 – 5	6812	12409	12206	11679	11279	11289
5.	5 – 8	2332	2850	3903	2778	3238	4246

В Каланчацькому районі на дренажних зрошуваних землях положення дзеркала ґрунтових вод визначалося режимом роботи свердловин вертикального дренажу і умовами перетікання ґрунтових вод в пліоценовий водоносний горизонт (табл. 9). Максимальне зниження рівня спостерігалось на ділянках з близьким до поверхні заляганням ґрунтових вод. Ці ділянки знаходилися поза зоною впливу рисових систем і крупних іригаційних каналів. На богарних землях Каланчацького району глибина залягання рівня ґрунтових вод дещо зросла, що обумовлено розтіканням куполів іригаційно-ґрунтових вод, що утворилися під зрошуваними полями, розташованими на більш високих відмітках рельєфу (табл. 10).

Таблиця 9.

**Рівень ґрунтових вод на дренажних зрошуваних землях
Каланчацького району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа зрошуваних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	-	10	20	-	9	28
2.	1 – 2	161	139	240	189	43	165
3.	2 – 3	690	565	503	456	437	494
4.	3 – 5	1167	1167	1316	1155	1136	1125
5.	5 – 8	2640	2648	3257	3301	3231	3574

Таблиця 10.

**Рівень ґрунтових вод на богарних землях
Каланчацького району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа богарних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	1890	1035	4487	4777	1251	2601
2.	1 – 2	8817	8742	6920	6615	5944	6454
3.	2 – 3	6532	7002	7371	7921	7036	7529
4.	3 – 5	11131	10835	9850	7948	9394	10189
5.	5 – 8	12409	13104	10930	10534	13276	13953

У Скадовському районі перші свердловини вертикального дренажу будувалися протягом 1967-1968 рр. Під впливом роботи вертикального дренажу вже в 1971 р. спостерігалось зниження рівня вод куюльницьких пісків (другого від поверхні водоносного горизонту, з якого здійснювалося відкачування) [2]. В подальшому гідрогеолого-меліоративна ситуація на зрошуваних землях в цілому стабілізувалася (табл. 11). Проте, для її покращення необхідна була тривала робота систем вертикального дренажу. Площі богарних земель Скадовського району з високим стоянням рівня ґрунтових вод розташувалися в основному на прибережній смузі, на території поблизу рисових систем та в межах численних подів (табл. 12).

На більшій частині Голопристанського району, під впливом 5-6-річної роботи вертикального дренажу, рівні ґрунтових вод суттєво знизилися. Станом на 1979 р. вони стабілізувалися [5] на глибинах від 2 до 5 метрів. Такі умови домінували на території зрошеного масиву району, що дренажувалася, і захопили суттєві площі (табл. 13).

Таблиця 11.

**Рівень ґрунтових вод на дренажних зрошуваних землях
Скадовського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа зрошуваних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	287	433	580	363	217	326
2.	1 – 2	5888	5854	4136	3583	2945	3834
3.	2 – 3	4243	4533	5128	5715	6473	6195
4.	3 – 5	2450	3090	3569	3417	3471	4456
5.	5 – 8	1056	3779	6072	8194	10109	7069

Таблиця 12.

**Рівень ґрунтових вод на богарних землях
Скадовського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа богарних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	2728	3604	2706	1895	2314	2376
2.	1 – 2	14623	11858	9654	9681	7940	8116
3.	2 – 3	7425	10292	10971	8841	9676	9337
4.	3 – 5	10203	10391	12506	11372	11728	11966
5.	5 – 8	3146	18214	22353	24626	16988	16270

Таблиця 13.

**Рівень ґрунтових вод на дренажних зрошуваних землях
Голопристанського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа зрошуваних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	1396	308	177	218	204	137
2.	1 – 2	11230	7127	6034	5014	4264	1445
3.	2 – 3	1910	6264	6194	6051	6250	8761
4.	3 – 5	231	1278	2638	3578	4067	4534
5.	5 – 8	-	80	14	196	272	312

Поza зоною впливу вертикального дренажу на землях, безпосередньо в приморській смузі шириною до 2-3 км, рівні ґрунтових вод знаходилися на глибинах до 1-2 м. Ситуація ускладнювалася також і рисовими системами, побудованими на засолених ґрунтах. Площі з рівнями ґрунтових вод до 1-2 м зберігалися і по подових зниженнях та котловинах озер, та в зоні, що безпосередньо примикала до магістрального каналу шириною, зазвичай, 200-400 метрів, де ґрунтові води поповнюються фільтраційним потоком з каналу (табл. 14).

Таблиця 14.

**Рівень ґрунтових вод на богарних землях
Голопристанського району**

№ з/п	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Площа богарних земель по роках, га					
		1974	1975	1976	1977	1978	1979
1.	0 – 1	13331	12198	10040	11515	14465	13147
2.	1 – 2	33205	25804	20099	16709	13996	11767
3.	2 – 3	8868	15074	16957	16630	16398	16719
4.	3 – 5	495	7286	12736	14810	14977	18104
5.	5 – 8	2034	1906	2416	3257	3099	5885

Меліоративна ефективність вертикального дренажу підтверджувалася і матеріалами сольових зйомок, проведених Каховською ГТМЕ в 1972 і 1976 роках. Вони показали, що на Краснознам'янському зрошуваному масиві намітилася загальна тенденція до розсолення ґрунтів [4]. Біля 12 % зрошуваних земель з градації середньозасолених перейшли в градацію слабкозасолених та незасолених земель [6]. Така тенденція спостерігалася і на інших іригаційних масивах, але вона не визнається тотальною. Вважаємо, що, окрім впливу вертикального дренажу, на певне розсолення земель могло вплинути також і кліматичне підвищення пересічної суми атмосферних опадів на рік. Зокрема, на півдні Херсонської області кількість опадів підвищилася на 75 мм/рік, або майже на 22%, протягом останніх 60 років. Це досить велика величина додатку, що спроможна вплинути на процес розсолення. Та разом із цим, імовірно, що питання потребує ретельного дослідження, бо сучасні зміни клімату суттєво проявляються в Північному Причорномор'ї.

При визначенні режиму роботи дренажної системи на нових площах земель розрізняються два періоди — меліоративного освоєння земель і експлуатаційний. Протягом першого періоду режим роботи дренажу повинен забезпечувати максимально можливе відведення відкачуваних вод з ККД 0,85-0,9 [2]. Так відбувалося в перші роки експлуатації свердловин ГУКДС, зупинки практично не допускалися. Несправності обладнання, якщо траплялися, усувалися миттєво. Незначні зупинки не впливали на гідрогеолого-меліоративну ситуацію. Значно зростали об'єми відкачуваних вод (табл. 15).

Таблиця 15.

**Кількість відсмоктаних дренажних вод Голопристанським управлінням
колекторно-дренажних систем з 1974 по 1996 роки**

Роки	Всього, млн.м ³	в тому числі по районах					
		Голопри- станський	Каланча- цький р-н	Кахов- ський р-н	Скадов- ський р-н	Цюрупин- ський р-н	Чаплинсь- кий р-н
1974	240,9	58,2	20,0	—	37,8	124,9	—
1975	388,8	152,1	39,4	—	63,5	133,8	—
1976	423,9	159,3	52,9	—	79,7	132,0	—
1977	461,0	171,8	60,3	—	102,3	126,6	—
1978	478,8	185,4	67,3	—	99,4	126,7	—
1979	466,7	167,0	74,1	—	112,2	113,4	—
1980	433,2	137,5	79,5	—	103,6	112,6	—
1981	404,1	114,9	82,2	—	84,3	122,7	—
1982	395,0	99,2	80,1	1,0	99,7	110,8	4,2
1983	377,8	107,8	82,4	5,8	87,8	88,9	5,1
1984	360,2	105,6	74,6	4,4	81,7	88,7	5,2
1985	389,2	127,7	62,7	3,8	94,3	96,5	4,2
1986	419,3	110,3	73,5	7,5	113,7	110,6	3,7
1987	417,3	101,7	74,4	5,2	128,2	101,8	6,0
1988	350,7	86,6	77,5	4,8	97,2	78,9	5,7
1989	365,3	71,8	76,8	4,6	92,9	112,0	7,2
1990	268,1	73,0	Передані в експлуатацію Каланчацькому УЗС	14,0	86,0	95,1	Передані в експлуатацію Чаплинському УЗС
1991	225,95	64,0		15,95	75,4	70,6	
1992	208,8	53,9		18,3	67,0	69,6	
1993	154,9	38,2		15,8	54,7	56,2	
1994	123,4	18,9		15,5	38,4	50,6	
1995	85,1	9,4		14,6	26,3	34,7	
1996	98,5	10,8		12,6	37,7	37,3	

Науковці дійшли висновку про суттєві відмінності водно-сольового режиму і родючості ґрунтів в залежності від впливу вертикального дренажу і зрошення, глибини залягання і мінералізації ґрунтових вод. Вони дали рекомендації щодо завдань вертикального дренажу на масиві в меліоративний та експлуатаційний періоди його роботи. Тривалість меліоративного періоду роботи вертикального дренажу встановлена для масиву від 1-3 до 4-5 років, в залежності від ступеню

засоленості ґрунтів і ґрунтових вод [5]. Протягом наступного (експлуатаційного) періоду роботи вертикальний дренаж рекомендовано було використовувати головним чином для регулювання рівня низько мінералізованих ґрунтових вод. А регулювання забезпечую їх наближення до поверхні на початку вегетаційного періоду. Це сприяє участі у вологозабезпеченості рослин і зниженні рівня ґрунтових вод під кінець вегетаційного періоду, з метою попередження можливої акумуляції солей у ґрунтах у токсичних для рослин кількостях [5]. Тобто, дренаж у цей період повинен стати засобом оптимізації водоспоживання рослин, у значній мірі — за рахунок використання ґрунтових вод, що залягають близько до поверхні, і регулювання солемісту в ґрунтах в оптимальних для рослин кількостях.

Натурні дослідження на КрЗС показали [14], що рекомендовані глибини залягання рівня ґрунтових вод становлять: при наявності прісних (до 3 г/л) ґрунтових вод — 1,5 – 1,6 м, при мінералізації ґрунтових вод більше 3-4 г/л для богарних земель — 2,1-2,5 м, для зрошуваних — 1,6 – 1,8 м. На практиці це досягалося циклічним режимом роботи вертикального дренажу, який щомісячно розроблявся спеціалістами ГУКДС і КГГМЕ з урахуванням рекомендацій інституту «Укрдїпроводгосп» з меліоративного покращення засолених земель КрЗС. Переривчастий режим роботи вертикального дренажу відразу відобразився на об'ємі відкачених дренажних вод — з початку 80-років він почав зменшуватися (див. табл. 15). Під впливом вертикального дренажу відбувається опріснення ґрунтових вод, особливо на зрошуваних землях, а у вологі роки і на богарних. В опріснених ґрунтових водах хлоридно-сульфатного і сульфатно-хлоридного засолення збільшується вміст гідрокарбонатів, що створює небезпеку содового засолення ґрунтів зони аерації [5]. Практика передбачає низку економічних вигод. У результаті відключення на певний час дренажних свердловин скорочувалися енергетичні і виробничо-технічні затрати, зменшувалися об'єми скидів дренажних вод.

Проте, широке впровадження режиму регулювання водоподачі за допомогою дренажу припускає зведення до мінімуму фільтраційних втрат зі всіх ланок зрошувальної мережі, а головне — що землі будуть знаходитись в зоні впливу дренажу. На жаль, рівень водокористування на КрЗС був недосконалим. Із внутрішньогосподарської мережі каналів при поливі агрегатом ДДА-100М фільтрація складала 20-35 % від загального об'єму води, що подавалася в мережу. В міжгосподарській мережі каналів фільтраційні втрати були ще більші і складала 45 % від загальних втрат води в межах всієї зрошувальної системи [3]. Втрати води були величезними, вони значно ускладнювали гідрогеолого-меліоративну ситуацію та спричиняли додатковий тиск на вертикальний дренаж. Комплексного управління режимами зрошення і дренажу, який би допоміг уточнити режим водозниження, досягти не вдавалося. Щомісячний графік роботи свердловин вертикального дренажу, який розроблявся спеціалістами ГУКДС спільно з гідрогеологами та ґрунтознавцями КГГМЕ, залежав від фак-

тичної меліоративної ситуації. Необхідні були серйозні заходи з економії води, впорядкування водокористування та його нормування.

Серйозною перешкодою для впорядкування водокористування у зрошенні була практично повсюдна відсутність об'єктивного обліку споживання зрошувальної води. Тому визначити об'єми витраченої води на якій-небудь ділянці неможливо, оскільки «гектари» і «поливи» були невизначеними [8].

В таких умовах роботу свердловин вертикального дренажу доводилося постійно корегувати. В населених пунктах робота свердловин корегувалася таким чином, щоб дотримувалася санітарна норма зниження рівня ґрунтових вод: для сіл — 2 м, для міських населених пунктів — 3 м. На зрошуваних і богарних землях режим роботи свердловин визначався критичною глибиною рівня ґрунтових вод. Паралельно відбувалася технічна реконструкція і вдосконалення зрошувальної системи в цілому. Все це до певної міри дозволяло зменшити тиск на систему вертикального дренажу та зменшити негативні наслідки інтенсивного дренажу земель.

Одним із таких негативних наслідків була проблема відведення відкачаних вод. Мільйони кубічних метрів дренажних вод різної мінералізації потребували скидання в штучні або природні водоприймачі. Прісні дренажні води, що відкачувалися дренажними свердловинами Цюрупинського і Каховського районів відводилися в Північно-Кримський магістральний канал та частково повторно використовувалися на зрошення (табл. 16). Від свердловин лінійного вертикального дренажу вздовж Краснознам'янського магістрального каналу прісні дренажні води скидалися в КМК і також частково використовувалися на зрошення. Частина відкачаних дренажних вод від свердловин систематичного вертикального дренажу Голопристанського, Скадовського, Каланчацького і Чаплинського районів з мінералізацією до 1,5 г/л повторно використовувалася на зрошення (табл. 17-20). Інша частина скидалася в магістральні канали та в зрошувальну мережу. Проте, значна кількість скидалася в затоки Чорного моря. Тут, на відмілинах коло берега, наприкінці 80-х—початку 90-х років простежувалося забруднення морської води, а її солоність могла знижуватися до 3-5‰. Все це призводило до суттєвого вимирання рослин і тварин, особливо — бентосних. В цей час піщані пляжі почали збагачуватися біогенними наносами, особливо часто — чурупкою та чурупковим детритом. Підвищилася повторюваність утворення фітогенних пляжів та валів на присушних берегах.

З даних таблиць 17-20 зрозуміло, що затоки Чорного моря стали водоприймачем значної кількості не тільки прісних вод, а й високо мінералізованих дренажних вод практично по всьому північному узбережжю від Ягорлицької затоки до Сивашу. Їх певна кількість негативно вплинула на морську акваторію від Лазурного до Залізного Порта. З 1974 р. до початку корегування режиму роботи свердловин об'єми відкачування та скидання постійно зростали. З початком корегування роботи свердловин вертикального дренажу об'єми відкачаних дренажних вод починають зменшуватися, зростає кількість повторно використаних дренажних вод.

Таблиця 16.

**Використання та скидання відкачаних дренажних вод
в Цюрупинському і Каховському районах**

Роки	Цюрупинський район, млн. м ³			Каховський район, млн. м ³		
	Відкачано всього	Повторно вико- ристано	Скинуто в СКК	Відкачано всього	Повторно використано	Скинуто в СКК
1974	124,9	58,8	66,1	—	—	—
1975	133,8	66,7	67,1	—	—	—
1976	132,0	65,0	67,0	—	—	—
1977	126,6	62,2	64,4	—	—	—
1978	126,7	65,4	61,3	—	—	—
1979	113,4	63,7	49,7	—	—	—
1980	112,6	66,9	45,7	—	—	—
1981	122,7	82,2	40,5	—	—	—
1982	110,8	64,8	46,0	1,0	—	1,0
1983	88,9	54,9	34,0	5,8	3,6	2,2
1984	88,7	61,2	27,5	4,4	2,8	1,6
1985	96,5	57,6	38,9	3,8	2,0	1,8
1986	110,6	60,0	50,6	7,5	3,2	4,3
1987	101,8	75,7	26,1	5,2	3,9	1,3
1988	78,9	61,5	17,4	4,8	3,6	1,2
1989	112,0	87,0	25,0	4,6	3,3	1,3
1990	95,1	70,2	24,9	14,0	11,6	2,4
1991	70,6	61,6	17,4	15,95	11,0	5,95
1992	69,6	54,6	15,0	18,3	13,1	5,2
1993	56,2	46,6	9,6	15,8	11,1	4,7
1994	50,6	41,6	9,0	15,5	13,0	2,5
1995	34,7	30,0	4,7	14,6	11,1	3,5
1996	37,3	30,7	6,6	12,6	10,4	2,2

Таблиця 17.

**Використання та скидання відкачаних дренажних вод
в Ізюмському районі Херсонської області**

Роки	Відкачано, млн.м ³	Повторно використано	Скинуто в зрушув. мережу	Скинуто в море всього млн.м ³	В тому числі:														
					Тендрівська затока					Ягорлицька затока					Відкрите море				
					Всього, млн. м ³	до 1,5 г/л	1,5-3,0 г/л	3,0-10,0 г/л	> 10,0 г/л	Всього, млн. м ³	до 1,5 г/л	1,5-3,0 г/л	3,0-10,0 г/л	> 10,0 г/л	Всього, млн. м ³	до 1,5 г/л	1,5-3,0 г/л	3,0-10,0 г/л	> 10,0 г/л
1974	58,2	2,9	—	55,3	29,5	20,0	0,5	1,9	7,1	—	—	—	—	—	25,8	10,5	1,5	2,7	11,1
1975	152,1	7,6	—	144,5	109,3	58,8	—	7,4	43,1	—	—	—	—	—	35,2	22,7	1,5	1,1	9,9
1976	159,3	8,0	0,5	150,8	113,9	57,6	—	6,7	49,6	—	—	—	—	—	36,9	26,3	0,7	1,2	8,7
1977	171,8	8,6	3,5	159,7	123,5	59,8	—	5,3	58,4	—	—	—	—	—	36,2	24,5	0,8	1,1	9,8
1978	185,4	9,5	5,0	170,0	132,3	71,2	0,6	7,5	53,0	0,7	—	—	—	—	37,9	26,4	0,9	1,9	8,7
1979	167,0	10,4	5,3	151,3	117,5	59,7	0,5	8,2	49,1	1,4	—	—	—	—	32,4	21,1	2,0	3,0	6,3
1980	137,5	9,7	5,3	122,5	96,6	58,3	0,1	7,0	31,2	2,5	—	—	—	—	23,4	17,4	0,2	0,8	5,0
1981	114,9	9,6	3,8	101,5	79,5	42,9	0,7	4,1	31,8	1,3	—	—	—	—	20,7	15,2	0,2	0,7	4,6
1982	99,2	10,5	3,8	84,9	59,0	20,6	0,3	2,3	35,8	1,0	—	—	—	—	24,9	17,9	1,1	1,2	4,7
1983	107,8	21,3	4,5	82,0	59,4	13,6	1,0	3,2	41,6	2,0	—	—	—	—	20,6	7,8	1,6	3,0	8,2
1984	105,6	28,9	5,2	71,5	50,2	8,8	-	4,8	36,6	2,8	—	—	—	—	18,5	7,1	0,7	3,0	7,7
1985	127,7	36,0	4,4	87,3	63,1	13,5	1,1	7,0	41,5	1,5	—	—	—	—	22,7	12,9	1,2	0,9	7,7
1986	110,3	29,4	4,6	76,3	58,3	24,0	—	3,7	30,6	1,1	—	—	—	—	16,9	9,7	1,2	0,4	5,6
1987	101,7	14,5	4,9	82,3	54,5	20,3	—	3,7	30,5	1,9	—	—	—	—	25,9	16,4	3,2	0,6	5,7
1988	86,6	7,5	3,3	75,8	50,4	14,4	—	3,9	32,1	1,3	—	—	—	—	24,1	13,1	0,5	2,0	8,5
1989	71,8	13,0	6,0	52,8	35,4	11,6	—	1,6	22,2	1,2	—	—	—	—	16,2	10,1	0,3	0,3	5,5
1990	73,0	13,5	4,0	55,5	35,5	11,3	—	1,4	22,8	2,0	—	—	—	—	18,0	11,0	0,2	0,8	6,0
1991	64,0	13,0	1,9	49,1	31,2	11,9	—	2,6	16,7	1,2	—	—	—	—	16,7	10,0	0,3	0,7	5,7
1992	53,9	12,6	0,7	40,6	25,2	12,9	—	1,9	10,4	1,2	—	—	—	—	14,2	10,7	—	0,7	2,8
1993	38,2	7,0	1,8	29,4	16,5	12,1	—	1,4	3,0	0,3	—	—	—	—	12,6	7,4	0,3	0,5	4,4
1994	18,9	5,1	0,7	13,1	7,9	5,0	—	0,6	2,3	0,1	—	—	—	—	5,3	2,9	0,1	0,1	2,0
1995	9,4	0,7	0,2	8,5	5,9	3,8	—	0,3	1,8	—	—	—	—	—	2,6	0,7	—	0,7	1,2
1996	10,8	1,1	0,4	9,3	6,2	3,6	—	0,1	2,5	—	—	—	—	—	3,1	0,9	—	0,2	2,0

Таблиця 18.

**Використання та скидання відкачаних дренажних вод
в Скадовському районі Херсонської області**

Роки	Відкачаного, всього млн.м ³	Повторно використано	Скинуто в море зреш. мережу	Скинуто в море всього млн.м ³	Джарилгачська затока						В тому числі:							
					всього млн. м ³		в т.ч. з мінералізацією > 10,0 г/л		в т.ч. до 1,5 г/л		в т.ч. до 1,5 г/л		всього млн. м ³		в т.ч. до 1,5 г/л		в т.ч. до 1,5 г/л	
1974	37,8	6,8	—	31,0	24,2	21,4	2,8	—	—	5,7	5,7	—	—	—	1,1	1,1	—	—
1975	63,5	10,0	5,9	47,6	40,5	37,4	3,1	—	—	2,3	2,3	0,8	0,8	0,9	0,9	—	—	—
1976	79,7	15,9	5,8	58,0	42,5	39,8	2,7	—	—	10,8	10,8	4,0	4,0	0,7	0,7	—	—	—
1977	102,3	23,0	7,9	71,4	46,8	44,7	2,1	—	—	14,1	14,1	6,2	6,2	4,3	2,9	1,4	1,4	1,4
1978	99,4	25,2	7,2	67,0	43,8	40,4	3,4	—	—	14,3	14,3	6,8	6,8	2,1	0,6	1,5	1,5	1,5
1979	112,2	24,7	8,5	79,0	55,4	51,6	3,8	—	—	11,3	11,3	6,1	6,1	6,2	4,5	1,7	1,7	1,7
1980	103,6	24,9	6,9	71,8	48,1	41,8	4,5	0,9	0,9	10,2	10,2	7,7	7,7	5,8	4,4	1,4	1,4	1,4
1981	84,3	18,6	6,7	59,0	39,5	32,1	2,9	3,0	1,5	11,6	11,6	4,2	4,2	3,7	3,1	0,6	0,6	0,6
1982	99,7	17,6	6,1	76,0	54,5	46,2	3,8	2,4	2,1	12,1	12,1	5,4	5,4	4,0	2,7	1,3	1,3	1,3
1983	87,8	18,6	4,0	65,2	47,1	38,6	2,9	4,9	0,7	10,9	10,9	3,9	3,9	3,3	2,3	1,0	1,0	1,0
1984	81,7	19,1	3,2	59,4	41,4	35,5	2,1	3,4	0,4	12,7	12,7	3,4	3,4	1,9	1,4	0,5	0,5	0,5
1985	94,3	18,0	4,5	71,8	50,4	44,6	3,0	2,0	0,8	15,1	15,1	4,5	4,5	1,8	1,5	0,3	0,3	0,3
1986	113,7	25,3	6,7	81,7	56,6	48,2	3,5	3,2	1,7	17,1	17,1	4,8	4,8	3,2	2,5	0,7	0,7	0,7
1987	128,2	22,2	8,0	98,0	70,8	62,2	2,5	3,9	2,2	18,5	18,5	4,2	4,2	4,5	3,1	1,4	1,4	1,4
1988	97,2	19,4	7,8	70,0	48,0	40,1	3,7	2,6	1,6	15,9	15,9	3,8	3,8	2,3	0,7	1,6	1,6	1,6
1989	92,9	20,2	8,5	64,2	43,0	36,9	3,3	1,6	1,2	12,9	12,9	3,3	3,3	5,0	4,4	0,6	0,6	0,6
1990	86,0	17,0	7,6	61,4	40,8	33,5	2,9	2,7	1,7	15,2	15,2	2,4	2,4	3,0	2,6	0,4	0,4	0,4
1991	75,4	16,6	4,5	54,3	35,1	28,3	2,5	2,6	1,7	15,1	15,1	1,5	1,5	2,6	1,8	0,8	0,8	0,8
1992	67,0	16,0	4,8	46,2	30,4	22,5	4,9	1,9	1,1	10,8	10,8	2,0	2,0	3,0	1,7	1,3	1,3	1,3
1993	54,7	14,6	5,1	35,0	25,6	17,1	4,3	2,1	2,1	6,7	6,7	1,7	1,7	1,0	0,8	0,2	0,2	0,2
1994	38,4	11,5	2,3	24,6	17,2	10,3	3,6	2,1	1,2	5,2	5,2	1,1	1,1	1,1	1,1	—	—	—
1995	26,3	7,1	1,2	18,0	13,9	7,8	4,4	0,9	0,8	3,1	3,1	1,0	1,0	—	—	—	—	—
1996	37,7	8,5	4,4	25,9	22,0	11,1	5,6	3,7	1,6	2,8	2,8	1,1	1,1	—	—	—	—	—

Таблиця 19.

Використання та скидання відкачаних дренажних вод
в Каланчацькому районі* Херсонської області

Роки	Відкачано, всього млн.м ³	Повторно використано	Скинуто в море всього млн.м ³	Скинуто в зрештуровану	В тому числі:															
					Переконська затока				Каркінітська затока				Каланчацьк				Річка Каланчак			
					Всього млн м ³	до 1,5 г/л	1,5- 3,0 г/л	3,0- 10,0 г/л	> 10,0 г/л	Всього млн м ³	до 1,5 г/л	1,5- 3,0 г/л	3,0- 10 г/л	> 10 г/л	Всього млн м ³	до 1,5 г/л	1,5- 3,0 г/л	3,0- 10 г/л	Всього млн м ³	до 1,5 г/л
1974	20,0	1,4	2,5	16,1	—	—	—	—	—	0,7	—	—	—	0,7	5,3	5,3	10,1	10,1	—	—
1975	39,4	2,9	2,5	34,0	9,2	7,4	—	1,8	—	1,5	—	—	—	1,5	9,3	9,3	14,0	12,5	1,5	—
1976	52,9	3,8	2,8	46,3	11,3	9,4	—	1,9	—	1,8	—	—	—	1,8	9,5	9,5	23,7	21,0	2,3	0,4
1977	60,3	4,3	2,1	53,9	11,4	9,0	—	2,4	—	2,0	—	—	—	2,0	10,9	10,9	29,6	27,0	2,4	0,2
1978	67,3	5,3	2,6	59,4	12,4	10,0	—	2,4	—	2,6	—	—	—	2,6	13,1	13,1	31,3	28,6	2,3	0,4
1979	74,1	3,7	2,8	67,6	12,7	10,0	—	2,4	0,3	1,5	—	—	—	1,5	15,3	15,3	38,1	34,6	3,1	0,4
1980	79,5	8,8	3,0	67,7	18,3	14,2	1,4	1,9	0,8	2,6	—	—	—	2,6	14,5	14,5	32,3	28,7	3,1	0,5
1981	82,2	11,9	3,8	66,5	21,8	15,6	3,4	2,5	0,3	2,7	—	—	—	2,7	11,3	11,3	30,7	27,0	3,3	0,4
1982	80,1	13,3	3,1	63,7	21,9	15,3	2,9	2,6	1,1	3,5	—	—	—	3,5	12,7	12,7	25,6	21,8	3,6	0,2
1983	82,4	14,5	2,8	65,1	16,4	12,7	1,5	0,6	1,6	3,4	—	—	—	3,4	11,5	11,5	33,8	32,1	1,6	0,1
1984	74,6	13,2	4,2	57,2	13,4	10,2	1,2	0,2	1,8	1,9	—	—	—	1,9	11,1	11,1	30,8	27,5	3,2	0,1
1985	62,7	9,8	3,0	49,9	11,6	5,4	3,0	1,4	,8	2,3	—	—	—	2,3	7,8	7,8	28,2	25,2	2,7	0,3
1986	73,5	9,5	4,5	59,5	15,4	10,2	2,9	0,8	1,5	1,8	—	—	—	1,8	9,8	9,8	32,5	29,4	2,9	0,2
1987	74,4	11,8	3,0	59,6	16,2	10,4	1,7	1,2	2,9	1,2	—	—	—	1,2	9,5	9,5	32,7	28,7	3,8	0,2
1988	77,5	12,9	2,7	61,9	17,2	12,1	1,6	1,9	1,6	2,1	—	—	—	2,1	—	—	42,6	38,5	3,7	0,4
1989	76,8	11,6	1,2	64,0	16,6	12,8	0,9	2,0	0,9	3,3	—	—	—	3,3	11,5	11,5	32,6	28,3	3,9	0,4

* З 1990 року свердловини вертикального дренажу Каланчацького району передані в експлуатацію Каланчацькому управлінню зрошувальних систем.

Таблиця 20.

**Використання та скидання відсмоктаних дренажних вод
в Чаплинському районі Херсонської області***

Роки	Відкачано всього млн. м ³	Повторно використано млн. м ³	Скинуто в зрошувальну мережу	Скинуто в море	В т.ч. з мінералізац.	
					до 1,5 г/л	1,5-3,0 г/л
1982	4,2	-	-	4,2	3,3	0,9
1983	5,1	-	-	5,1	3,9	1,2
1984	5,2	-	-	5,2	4,0	1,2
1985	4,2	-	-	4,2	3,0	1,2
1986	3,7	-	-	3,7	2,4	1,3
1987	6,0	-	-	6,0	4,6	1,4
1988	5,7	-	-	5,7	4,0	1,7
1989	7,2	1,6	0,5	5,1	3,7	1,4

* Свердловини вертикального дренажу на території Чаплинського району введені в експлуатацію в 1982 році, а з 1990 року передані Чаплинському управлінню зрошувальних систем

Найбільші об'єми відкачуваних вод були в Голопристанському районі (табл. 17), що пов'язано з досить складною гідрогеологічно-меліоративною обстановкою, найбільшою кількістю свердловин вертикального дренажу. Район досліджень характеризується також високою мінералізацією підземних вод на значній площі [9]. Тому і об'єми відкачаних підземних вод з мінералізацією від 1,5 г/л до 10 г/л становили в окремі роки понад 10 млн. м³, а з мінералізацією більше 10 г/л в окремі роки досягали майже 70 млн. м³ (тобто близько 50% загального об'єму відкачаних вод).

Свердловини вертикального дренажу в Скадовському районі (табл. 18) відкачували в основному води з мінералізацією до 1,5 г/л, води з мінералізацією від 1,5 г/л до 10 г/л становили всього 6-7%, а з мінералізацією більше 10 г/л — всього 2-3%. Свердловини вертикального дренажу в Каланчацькому районі (табл. 19) також відкачували в основному підземні води з мінералізацією до 1,5 г/л (до 85% в окремі роки), з мінералізацією від 1,5 г/л до 10 г/л — близько 10%, а з мінералізацією більше 10 г/л — всього 5-6%. І хоч цих найбільших концентрацій небагато, але в 2-3 рази більше, ніж в Скадовському районі. Нарешті, свердловини вертикального дренажу Чаплинського району (табл. 20) відкачували в цілому води з мінералізацією до 3,0 г/л.

Безумовно, скидання дренажних вод в затоки Чорного моря не могло не впливати на стан солоності вод заток (від значного опріснення до підвищення солоності в окремих місцях) та не спричинити низку наслідків, пов'язаних з такими змінами [9]. Дренажні канали та канали зрошувальної мережі виноси-

ли в затоки значну кількість забруднюючих мінеральних та органічних речовин, завислих наносів. Тому корегування роботи дренажних свердловин, зменшення об'ємів відкачаних та скинутих дренажних вод було дієвим не тільки водогосподарським, а й природоохоронним засобом управління меліоративними системами в Північному Причорномор'ї практично до початку 90-х років.

Експлуатація систем вертикального дренажу потребувала значних коштів. Це і витрати на електроенергію, на насосно-силове обладнання, яке досить часто псувалося, особливо на свердловинах, що відкачували підземні води з високою мінералізацією. Вже в кінці 80-х років стало відчутним недостатнє фінансування експлуатації дренажних систем. З розпадом СРСР проблеми ще більше ускладнилися. В умовах економічних негараздів електропостачання насосних станцій часто припинялося, нове насосно-силове обладнання не надходило. За таких умов Голопристанське управління колекторно-дренажних систем невзможі було оперативно здійснювати технічне обслуговування дренажних систем віддалених районів. В 1989 р. передаються Каланчацькому та Чаплинському районним управлінням зрошувальних систем дренажні системи цих районів.

До 2000 р. дренажні системи експлуатувалися в досить складних умовах, почалося розкрадання окремих елементів електрифікованого дренажу. Кількість відкачаних вод постійно зменшувалася, але вже не через корегування графіку роботи, а через технічну несправність робочого обладнання та ліній електрозв'язку. На багатьох свердловинах відбулося піскування фільтрів і відновити їх не було ніякої можливості. Водозбірна спроможність багатьох свердловин зменшувалась через механічний, хімічний і біологічний кольматаж фільтрів. Якщо раніше такі проблеми усувалися за допомогою спеціальних технічних та інших профілактичних заходів, то за безлад на Україні та за відсутності коштів вони не проводилися.

Проте, дренаж все ж таки продовжував виконувати свої захисні функції, особливо в сильно вологому 1997 р. За даними Бехтерської метеостанції, річна сума опадів того року становила 597,4 мм опадів (при пересічній багаторічній кількості — 381,85 мм). Об'єми відсмоктаних свердловинами вертикального дренажу вод зросли в 1997 та 1998 рр., порівняно з 1996 р., на 21 млн. м³ та на 52 млн. м³ відповідно. Проте, в подальшому технічний стан свердловин вертикального дренажу продовжував погіршуватися. На кінець 90-х років в Херсонській області з 990 свердловин вертикального дренажу у робочому стані знаходилося лише 200 свердловин, в основному в межах населених пунктів [1].

Після 2000 р. дренажні системи Скадовського району передаються в експлуатацію Краснознам'янському управлінню зрошувальних систем, а Цюрупинського і Каховського районів — Цюрупинському управлінню зрошувальних систем. В кінці 2003 р. перестає існувати спеціалізована установа — Голопристанське УКДС (відбулося об'єднання з Приморським УЗС). Залишки дренажної системи Голопристанського району передаються в Приморське управління

зрошувальних систем. Катастрофічне підтоплення земель і населених пунктів Херсонщини в сильно вологому 2010 р., коли випало 687 мм опадів, відбувалося на фоні практично повного знищення системи вертикального дренажу. Показником може бути об'єм відкачаних дренажних вод свердловинами вертикального дренажу в Голопристанському районі, який становив за 2010 р. всього лише 1057 тис. м³ [1]. Економічна криза останніх років ще більше ускладнила ситуацію, а практично повне знищення дренажних систем в роки зі значною кількістю опадів призводить до катастрофічного підтоплення території регіону.

Розпаювання орних земель останніми роками змушує фермерів переходити на ощадливі технології сільськогосподарського виробництва. Економія коштів змушує їх використовувати підземні води для поливу своїх земель, застосовувати крапляне зрошення. Слід зауважити, що науковці [2] ще в 1978 р. наголошували, що зрошення прісними підземними водами земель Північного Причорномор'я не тільки доцільне в зв'язку з економією поверхневих вод, а й необхідне, оскільки воно буде сприяти покращенню меліоративних умов і родючості ґрунтів регіону. Такі землі, за умов науково обґрунтованих рекомендацій, можуть використовуватися для вирощування екологічно чистої продукції, в тому числі і для дитячого харчування.

Висновки

1. В Північному Причорномор'ї вертикальний дренаж створив умови для збереження і примноження природної родючості ґрунтів, значно зменшив загрозу вторинного засолення земель.

2. Експлуатаційний період роботи вертикального дренажу потребував єдиної технологічної схеми управління режимами зрошення і вертикального дренажу з урахуванням погодних умов, оброблюваних культур, ґрунтово-меліоративних особливостей території.

3. В умовах кризового стану економіки альтернативою масштабному зрошенню може бути використання прісних підземних вод для ощадливих технологій сільськогосподарського виробництва.

Список використаної літератури

1. *Архівні матеріали Голопристанського управління колекторно-дренажних систем (звіти, інформації, паспорти свердловин і обладнання, картографічний матеріал) за 1974-1997 рр.*
2. *Баер Р.А., Грыза А.А., Лютаев В.В., Смирнов Р.А.* Инженерно-геологическое обоснование мелиоративного строительства. – Киев: Будівельник, 1978. – 200 с.
3. *Киенчук А. Ф.* Водораспределение на оросительных системах. – Киев: Урожай, 1989. – 176 с.
4. *Матеріали Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції (інформації про меліоративний стан земель, карти гідроізогіпс і глибин залягання рівня ґрунтових вод та карти мінералізації та хімічного складу ґрунтових вод зрошуваних масивів) за 1974-1996р.*
5. *Мелиоративное улучшение земель в колхозе «Россия» Голопристанского района Херсонской области на площади 310 га (Окончательный отчет) // Исполнители: Гоголев И.Н., Биланчин Я.М. Блинштейн С.Я. и другие. Тема ГГФПГ 734 – Одесса: Одесск. Гос. Унив. – 1980. – 135 с.*

6. *Рекомендации по мелиоративному улучшению засоленных земель на Краснознаменской оросительной системе с учетом работы вертикального дренажа.* – Киев: Укргипроводхоз, 1979. – 34 с.
7. *Решеткина Н. М., Якубов Х. И.* Вертикальный дренаж. – Москва: Колос, 1978. – 320 с.
8. *Штаковский А. В.* Система нормирования водопользования в орошаемом земледелии // Гидротехника и мелиорация. – 1992. – № 1. – С. 15 – 18.
9. *Шуйський Ю.Д., Вихованець Г.В., Котовський І.М.* Зміни розвитку обмілинних берегів Каркінітської затоки Чорного моря // Сучасні географічні проблеми Української РСР: Тези доповідей VI Географічного Т-ва УРСР / Відп. ред. О.М.Маринич. – Київ: Наукова думка, 1990. – С. 296 – 298.

References

- [1] Arhivni materialy Golopristsanskogo upravlinnya kolektorno-drenazhnykh sistem (zvity, informacii, pasporti sverdlovin i obladnannya, kartografichnij material) za 1974-1997 rr.
- [2] Baer R.A., Gryza A.A., Lyutaev V.V., Smirnov R.A. 1978. *Inzhenerno-geologicheskoe obosnovanie meliorativnogo stroitel'stva.* Kiev: Budivel'nik.
- [3] Kienchuk A. F. 1989. *Vodoraspredelenie na orositel'nykh sistemah.* Kiev: Urozhaj.
- [4] Materialy Kahovs'koj gidrogeologo-meliorativnoї ekspedicii (informacii pro meliorativnij stan zemel', karti gidroizogips i glibin zalyagannya rivnya gruntovih vod ta karti mineralizacii ta himichnogo skladu gruntovih vod zroshuvanih masiviv) za 1974-1996r.
- [5] Gogolev I.N., Bilanchin Ya.M. Blinshtejn S.Ya. i drugie. 1980. *Meliorativnoe uluchshenie zemel' v kolhoze «Rossiya» Golopristsanskogo rajona Hersonskoj oblasti na ploschadi 310 ga (Okonchatel'nyj otchet).* Tema GGFGP 734. Odessa: Odessk. Gos. Univ.
- [6] *Rekomendacii po meliorativnomu uluchsheniyu zasolennykh zemel' na Krasnoznamennoj orositel'noj sisteme s uchedom raboty vertikal'nogo drenazha.* 1979. Kiev: Ukrghiprovodhoz.
- [7] Reshetkina N. M., Yakubov H. I. 1978. *Vertikal'nyj drenazh.* Moskva: Kolos.
- [8] Shtakovskij A. V. 1992. *Sistema normirovaniya vodopolzovaniya v oroshaemom zemledelii.* Hidrotehnika i melioraciya 1: 15 – 18.
- [9] Shujskij Yu.D., Vihovanec G.V., Kotovskij I.M. 1990. *Zmini rozvitku obmilinnykh beregiv Karkinit's'koї zatoki Chornogo mora. Suchasni geografichni problemi Ukrain's'koї RSR: Tezi dopovidej VI Geografichnogo T-va URSR.* 296 – 298. Kiiv: Naukova dumka.

Стаття надійшла 29 квітня 2014 року

Бахтиарова Л.И.

Черноморский биосферный заповедник НАН Украины
ул. Лермонтова, 1, Голая Пристань, Херсонская обл.,
75600, Украина
e-mail: bahtiarova.l.i@nas.gov.ua

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ МЕЛИОРАЦИЙ В СЕВЕРНОМ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ: ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ

Резюме

Дренирование орошаемых массивов улучшило состояние земель Северного Причерноморья. Произошла стабилизация уровней грунтовых вод, их опреснение, уменьшилась площадь засоленных земель. Приведены фактические данные о количестве скважин вертикального дренажа, площади дренированных земель региона, количестве и минерализации дренажных вод. Сделан анализ негативных последствий постоянной работы скважин вертикального дренажа. Указаны фактические объемы сброса дренажных вод в заливы Черного моря. Обоснована необходимость комплексного

управления режимами орошения и дренажа. Дана характеристика современного состояния дренажных систем. Подчеркивается необходимость применения ресурсосzczędящих технологий.

Ключевые слова: Северное Причерноморье, вертикальный дренаж, эффективность мелиораций, уровень грунтовых вод, минерализация дренажных вод, плодородие почв

Bakhtiarova L.I.

Black Sea Biosphere Reserve,
Lermontova st. 1, Golaya Pristan',
Kherson region, 75600, Ukraine
e-mail: bahtiarova.l.i@nas.gov.ua

**CAUSES AND EFFECTS OF MELIORATIONS IN THE NORTH
BLACK SEA REGION: DRAINAGE SYSTEMS**

Abstract

The drainage of irrigated areas has led the improved condition of lands the Northern Black Sea. The stabilization of groundwater levels, their desalination, the reduction of areas of saline lands occurred. In this article the actual data on the number of vertical drainage wells, the squares of drained lands in the region, the quantity of drainage water and their mineralization are given. The analysis of the negative effects of constant use of drainage wells was made. The factual amount of drainage water discharge into the bays of the Black Sea shown. The need for integrated management of irrigation and drainage regimes proved. The author describes the current state of drainage systems and accentuates the need for technologies that spare the resources.

Keywords: the Northern Black Sea, vertical drainage, efficiency of meliorations, groundwater level, mineralization of drainage water, soil fertility

УДК 911.2

¹Шуйский Ю.Д., доктор геогр. наук, профессор²Холопцев А.В., доктор геогр. наук, профессор¹кафедра физической географии и природопользования,

Одесского национ. университета им. И.И. Мечникова,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

²кафедра судовождения и безопасности мореплавания,

Севастопольская Морская академия

ул. Рыбаков, 7, Севастополь-14, 99014,

Украина

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОДНОЙ ТОЛЩИ И ВАРИАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТИХОГО ОКЕАНА)

На примере Тихого океана показано, что статистически значимым фактором межгодовых изменений среднемесячных значений поверхностных температур океанических акваторий, в которых происходит апвеллинг, в период 1973-2012 гг., являются фрагменты предыстории вариаций солнечной активности, опережающие их на 200-210 лет. Изучены сезонные изменения расположений районов Тихого океана, для которых имеет место значимая отрицательная корреляция соответствующих фрагментов временных рядов рассматриваемых процессов. Выявлены фрагменты ряда чисел Вольфа, которые значимо статистически связаны с межгодовыми изменениями среднемесячных поверхностных температур максимального количества районов данного океана в том или ином месяце. Для подобных фрагментов, определены положения океанических районов, в которых упомянутая связь является статистически значимой. Показано наличие статистической устойчивости выявленных связей к вариациям года начала фрагментов временных рядов изучаемых процессов. Поэтому их целесообразно учитывать при разработке сверхдолгосрочных прогнозов изменчивости состояния Мирового океана и климата.

Ключевые слова: Тихий океан, вода, температура, Солнце, активность, колебания, климат

Введение

Вариации распределений поверхностных температур многих регионов Мирового океана являются значимыми факторами изменчивости регионального климата, а также пространственной дифференциации ландшафтов обширных территорий, которые расположены в зонах их влияния. Поэтому совершенствование методик их сверхдолгосрочного прогнозирования является *актуальной проблемой* физической географии, геофизики ландшафтов и климатологии. Наибольший интерес решение указанной проблемы представляет для океанических регионов, в зонах влияния которых проживает большая часть человечества. Одним из таких регионов является Тихий океан, взаимодействие которого с атмосферой определяет условия жизни населения Земли, а также развития

геобиоценозов во многих регионах Евразии, Северной и Южной Америки, Австралии и Океании.

Используя обширные материалы, А.В. Холопцев [16] выдвинул гипотезу: одним из факторов изменчивости поверхностных температур в водах различных подразделений Мирового океана могут являться вариации солнечной активности, значительно опережающие их по времени. Причем, речь идет о наиболее характерной и четко выраженной области апвеллинга в водах, сформировавшихся в Субантарктической зоне конвергенции. Последующая проработка вопроса позволила большинству авторов показать [2–5], что уже собрано достаточное количество необходимого фактического материала, позволяющего проверить адекватность данной гипотезы. Систематические наблюдения за состоянием солнечной активности (относительные числа Вольфа) ведутся с 1749 г., а их результаты изложены в ряде открытых публикаций в разных изданиях (в частности [2, 11, 14, 16, 17]).

Подтверждение адекватности предложенной гипотезы является одним из необходимых условий адекватности существующих точек зрения, поскольку в их основе лежит один и тот же физический процесс распространения и трансформации *S*-аномалий по системе течений, переносящих промежуточные и верхние глубинные воды Мирового океана и влияющих на соленость. Оценка гипотезы представляет собой не только теоретический, но и практический интерес, поскольку позволяет определить целесообразность учета предыстории солнечной активности при прогнозировании изменений поверхностных температур многих океанических регионов. В этом случае становятся более понятными термо-плотностные механизмы вод Океана и его морей [5, 12, 15]. Тем не менее, ранее оценка адекватности указанной гипотезы не проводилась. Не выявлены фрагменты предыстории вариаций солнечной активности, которые целесообразно учитывать при прогнозировании межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур океанической воды. В качестве наиболее удобного *объекта исследований* нами выбран Тихий океан. В его пределах очень четко прослежены межгодовые изменения среднемесячных значений поверхностных температур различных его районов, а также относительных чисел Вольфа, которые соответствуют тем или иным месяцам. *Предметом исследования* являются сезонные изменения расположений районов Тихого океана, для которых связи межгодовых изменений их среднемесячных поверхностных температур и различных фрагментов предыстории вариаций солнечной активности являются статистически значимыми.

Следовательно, *целью работы* является подтверждение адекватности выдвинутой гипотезы, а также выявление условий, при которых учет предыстории вариаций солнечной активности при прогнозировании межгодовых изменений поверхностных температур различных районов Тихого океана является целесообразным.

Для достижения указанной цели решены четыре *основные задачи*.

1. Нахождение для каждого месяца фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, которые значимо статистически связаны с временными рядами среднемесячных поверхностных температур наибольшего количества районов Тихого океана.
2. Оценка окружающих природных закономерностей, которые оказывают влияние на вариации годового потока солнечной радиации, поступающей на поверхность акваторий наибольшего количества районов Тихого океана.
3. Выявление и анализ физико-географических особенностей расположения районов, исследованных нами.
4. Составление и анализ карт общего расположения средних поверхностных температур воды в январе, апреле, июле, октябре.

Краткая история вопроса

Основой современных представлений о причинах изменчивости распределения поверхностных температур Тихого океана [2, 4] являются работы В. В. Шулейкина, В.Н. Степанова, В.А. Буркова, А. С. Монины, Р. В. Озмидова, У. Брокера, Г. Т. Уолкера, многих других. Важную роль в их развитии сыграли работы океанологов Украины В.Н. Еремеева, Ю.В. Артамонова, А.А. Букатова, А.И. Малышева, Е.А. Скрипалевой, В.Ф. Суховой, И.Г. Рубана, А.А. Лазарева, В.М. Панкова, А.В. Холопцева и др. Согласно их работам, к числу основных факторов, которые вызывают изменения поверхностных температур различных районов Мирового океана, относятся вариации потоков поступающих в них солнечной и тепловой радиации. К ним относятся также уходящие с океанических акваторий в атмосферу потоки длинноволновой радиации и водяного пара [5, 7]. Их действие обуславливает существование значимых статистических связей между изменениями поверхностных температур океанических акваторий и поверхности суши, а также состояний атмосферных процессов при временных сдвигах между ними, которые не превышают двух месяцев [18, 20].

Существенную роль в рассматриваемых изменениях способны играть также вариации расходов поверхностных океанических течений. В совокупности с величинами температуры переносимых ими вод образуются океанические потоки тепла. Скорости распространения в океане термических аномалий, обусловленных этими вариациями, относительно невелики. Вследствие этого, между изменениями среднемесячных поверхностных температур и режима тепловых потоков в пределах весьма удаленных друг от друга океанических районов, через которые проходит подобное течение, могут существовать статистические связи при еще больших временных сдвигах [11, 15].

Еще одним фактором изменчивости поверхностных температур океанических районов рядом авторов определены вариации интенсивности происходящего в них апвеллинга [4, 11, 20]. Причинами этих вариаций считаются чаще

всего изменения не только характеристик ветра, воздействующего на водную поверхность, но и плотность промежуточных либо верхних глубинных вод, которые в нем участвуют. При уменьшении плотности этих вод интенсивность апвеллинга с их участием возрастает, что приводит к похолоданию поверхности того океанического района, где он происходит, а при ее повышении — к ее потеплению.

Одной из наиболее существенных региональных причин, порождающих упомянутые вариации плотности вод, участвующих в апвеллинге, обычно бывают изменения их солёности [7, 12, 20]. Подобные *S*-аномалии зарождаются в регионах (очагах) формирования океанических вод, которые участвуют в апвеллинге и распространяются в глубинах океана вместе с ними. Поскольку скорости распространения рассматриваемых вод весьма невелики, за время их перемещения из соответствующих очагов в районы апвеллинга (десятки-сотни лет) происходит трансформация их солевого поля. Тем не менее, воды, ушедшие из очага более солёными, также и в район развития апвеллинга приходят более солёными и плотными. Это позволяет допускать, что между изменениями поверхностных температур воды в районах апвеллинга и вариаций их солёности может существовать значимая отрицательная корреляция при временных сдвигах между ними на десятки—сотни лет [17]. Поскольку за изменениями солёности промежуточных и глубинных вод Мирового океана, в очагах их формирования, а также в период, когда в них образовывались воды, участвующие ныне в процессе апвеллинга, наблюдений не производилось, то адекватность данной гипотезы ранее не оценивалась.

В физической географии океана выяснено [2, 5, 20], что в процессах апвеллинга, происходящих во многих районах Тихого океана, принимают участие Субантарктические промежуточные и верхние глубинные воды. Они формируются в результате погружения на соответствующие глубины поверхностных вод его Субантарктической зоны конвергенции [3]. Изменения солёности поверхностных вод этой зоны определяются вариациями расходов поверхностных течений, доставляющих в нее с юга опресненные воды. Эти воды образуются при таянии покровных и шельфовых ледников Антарктиды и айсбергов, а также сложившейся солёности океанических вод [6].

Нами учитываются высокие альбедо покровных ледников и малые значения этой характеристики. Для свободной безледной водной поверхности, понятно, что основное влияние на количество этих вод, поступающих за год в Субантарктическую зону конвергенции, оказывают вариации годового потока солнечной радиации, поступающей на поверхность ее акваторий. Вариации радиационного потока в основном обусловлены изменениями оптической плотности облачности в атмосфере над акваториями, окружающими Антарктиду, которая зависит от интенсивности образования в ней атмосферных ядер конденсации. Наиболее эффективные из этих ядер — это ионизированные молекулы атмосферных газов, образовавшиеся под воздействием вторичных

элементарных частиц, возникших при вхождении в соответствующий сегмент атмосферы космических лучей [14]. Следовательно, существенным фактором изменений солёности поверхностных вод Субантарктической зоны конвергенции чаще всего являются изменения потоков космических лучей, входящих в земную атмосферу над Антарктикой [18, 21]. Причиной таких изменений могут являться вариации солнечной активности, поскольку при ее повышении поток данных лучей уменьшается.

Фактический материал и методика исследований

При решении указанных задач как фактический материал использованы временные ряды аномалий среднемесячных значений поверхностных температур. Речь идет о всех районах Мирового океана, размерами $5^\circ \times 5^\circ$, которые представлены в [3, 16, 17]. Как характеристика солнечной активности рассматривался такой ее индекс, как соответствующее тому или иному месяцу относительное число Вольфа. Предпочтение данному индексу отдано потому, что мониторинг его изменений непрерывно осуществляется с 1749 г., а накопленный за это время временной ряд его результатов существенно длиннее, чем для любых других индексов.

Как следует из изложенного, рассматриваемые изменения поверхностных температур любых океанических районов обусловлены действием многих факторов. Статистические связи подобных факторов с изучаемыми процессами являются значимыми при различных временных сдвигах между их рядами. Вследствие этого, изученные процессы целесообразно рассматривать как многофакторные. Как известно [8, 12], к числу наиболее существенных факторов качества прогнозов подобных физико-географических процессов относятся полнота учета в соответствующих прогностических моделях их причинно-следственных связей, а также степень адекватности закладываемых в них сценариев будущего. Одним из наиболее реалистичных и достоверных сценариев изменчивости в будущем столь инерционной геосистемы как Тихий океан является сценарий, предполагающий, что на отрезке времени, для которого разрабатывается прогноз, связи изучаемого процесса и его факторов останутся такими же, какими они были в прошлом и являются ныне.

При осуществлении данного сценария наиболее робастной и точной может являться прогностическая модель исследуемого процесса, учитывающая его причинные связи с комплексом физико-географических факторов [1, 19]. В прошлом этот комплекс действовал с опережением на время, превышающее заданное значение упреждения прогноза. При решении обеих задач гипотезы Холопцева применен метод корреляционного анализа [10]. При этом вычислены значения коэффициента парной корреляции между различными фрагментами продолжительностью 33 года всего временного ряда значений относительных чисел Вольфа для того или иного месяца. Также установлена связь между соответствующими отрезками временных рядов среднемесячных аномалий

поверхностных температур различных районов Тихого океана за период 1980-2012 гг. Эти значения сопоставлены по модулю с уровнем 95% и 99% порогов достоверной корреляции по критерию Стьюдента. А они определялись с учетом числа степеней свободы соответствующих временных рядов и составляют соответственно 0.36 и 0.42 [9]. Таким образом, для каждого месяца и каждого отрезка временного ряда чисел Вольфа определены районы Тихого океана, где межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур в период 1980-2012 гг. значимо отрицательно коррелированы с ним.

При решении первой задачи как мера существенности некоторого фрагмента предыстории солнечной активности, принято количество районов Тихого океана, размерами $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ [2]. Для них корреляция между изучаемыми процессами отрицательна и статистически значима.

При решении второй задачи на контурные карты Тихого океана нанесены изолинии значений коэффициента парной корреляции изученных процессов, которые соответствуют уровням 95% и 99% порогов достоверной корреляции. При нанесении упомянутых изолиний использован метод триангуляции Делоне [13]. Это позволило для каждого месяца выявить его районы, в которых связь современных изменений их поверхностных температур, а также наиболее существенных фрагментов ряда чисел Вольфа является значимой.

Устойчивость и достоверность выявленных закономерностей к временным сдвигам проверена путем проведения аналогичных исследований для отрезков времени. На их основании рассматриваются изменения температур, имеющих такую же продолжительность, но начинающихся в 1975-1979 годах. При этом для каждого из этих отрезков времени описанные исследования повторены, а полученные результаты сопоставлены. Таким образом, принятая методика исследований, качество информации и ее достоверность позволяют достичь поставленной цели в данной статье.

Результаты исследований и их анализ

Статистический анализ рассматриваемых фрагментов поверхностных температур показал, что число степеней их свободы составляет 33. Учитывая это, уровни 95% и 99% порогов достоверной корреляции по критерию Стьюдента составляют примерно 0.36 и 0.42, как было подчеркнуто выше.

При решении первой задачи установлено, что в Тихом океане действительно существуют районы, где парная корреляция между изменениями их среднемесячных температур того или иного месяца в период 1980-2012 гг., а также различными фрагментами ряда чисел Вольфа, является значимой и отрицательной. Также для каждого месяца выявлены фрагменты, которые значимо статистически связаны с рядами межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур для наибольшего количества рассматриваемых районов. Выявлены годы начала выявленных фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующих различным месяцам. Они зна-

чимо отрицательно коррелированы с изменениями температур поверхностных вод подавляющей части акватории Тихого океана в течение периода 1980-2012 гг. (табл. 1).

Таблица 1.

Годы начала фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующих различным месяцам года

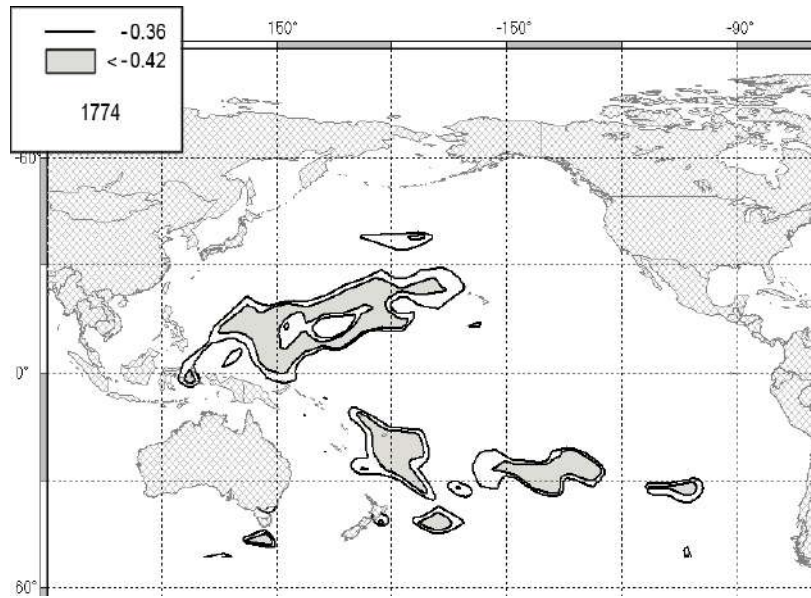
Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы
Январь	1774	Апрель	1774	Июль	1774	Октябрь	1774
Февраль	1776	Май	1776	Август	1780	Ноябрь	1776
Март	1775	Июнь	1772	Сентябрь	1778	Декабрь	1775

Как видим, при решении первой задачи гипотезы Холопцева наиболее существенные фрагменты временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующие различным месяцам, практически совпадают. Это подтверждает адекватность данной гипотезы. Причина адекватности — характеристики промежуточных и верхних глубинных вод Тихого океана, участвующих в апвеллинге, для большинства его районов от времени года практически не зависят. При решении второй задачи гипотезы Холопцева для каждого месяца выявлены расположения районов Тихого океана. В их пределах ряды межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур за 1980-2012 гг. значимо статистически связаны с наиболее существенными фрагментами ряда чисел Вольфа. Также проанализированы и их особенности.

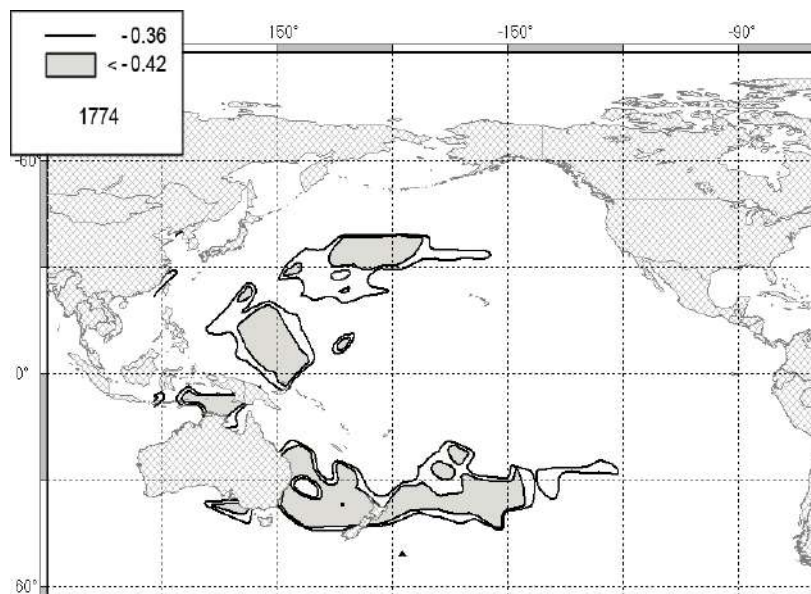
В качестве примера, на рис. 1 представлены расположения подобных районов, соответствующих таким месяцам, как январь, апрель, июль и октябрь, а также фрагментам ряда чисел Вольфа, начинающимся с 1774 г.

Из рис. А видно, что в январе области, в которых локализованы рассматриваемые районы, расположены в основном в зонах Северо-Тихоокеанского, Северо-Пассатного, Южно-Пассатного течений, т.е. и в Северном, и в Южном полушариях. Часть заняла Теплый Тихоокеанский бассейн и Центральную область Южного Антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана. В годовом ходе изменений площади рассматриваемых областей, которые находятся в Северном полушарии, январю соответствует максимум. Площади аналогичных областей Южного полушария при этом минимальны.

Рис. Б показывает, что в апреле аналогичные области значимой корреляции с вариациями солнечной активности расположены в зоне Северо-Тихоокеанского течения и северной периферии течения Западных ветров. Они пришлись на центральные области Южного Антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, на Теплый Тихоокеанский бассейн, а также на области Восточно-Австралийского течения. Как видно, они проявились также



А) Январь



Б) Апрель

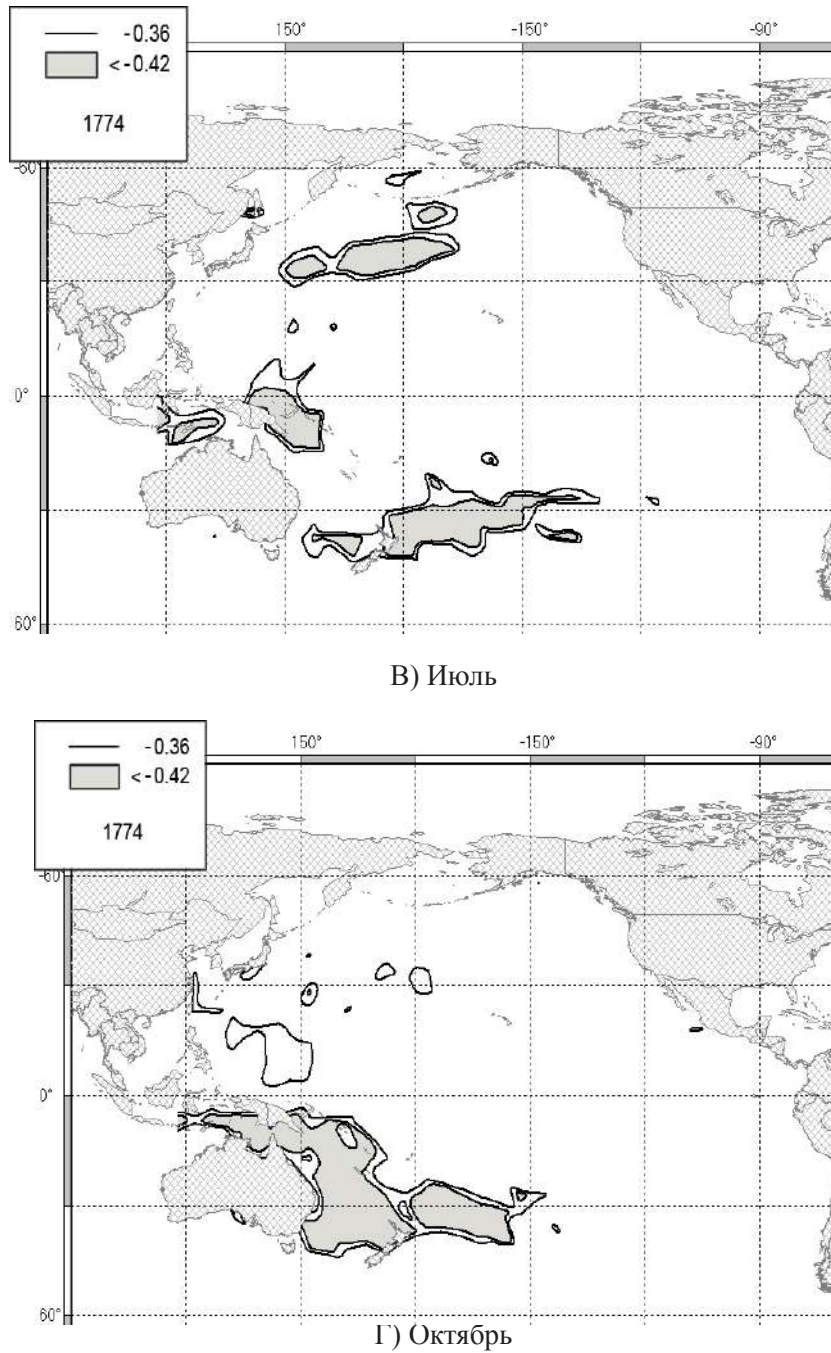


Рис. 1. Расположение районов Тихого океана, где межгодовые изменения их среднемесячных поверхностных температур в январе (А), апреле (Б), июле (В) и октябре (Г), значимо коррелированы с вариациями солнечной активности, опережающими их на 206 лет.

в Северном и Южном полушариях, однако почти полностью в западной части Океана.

Рис. В показал, что в июле рассматриваемые области со значимой корреляцией находятся по-прежнему в зонах Северо-Тихоокеанского течения и северной периферии течения Западных ветров. Они прослежены в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, а также на экваторе, к востоку от острова Калимантан. В общем, ситуация похожа на апрельскую, но несколько меньшей площади охвата.

Как видно из рис. Г, в октябре изучаемые области находятся по-прежнему в зонах Северо-Тихоокеанского течения, где их размеры минимальны. Они расположены и в северной периферии течения Западных ветров, в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, в областях Теплого Тихоокеанского бассейна и Восточно-Австралийского течения. В годовом ходе изменений площади областей, расположенных в южном полушарии в этом месяце достигается максимум. В Северном полушарии изученные области практически не встречаются.

Из сравнения карт/схем А-Г на рис. 1 видно, что расположения областей Тихого океана, в которых межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур в период 1980-2012 гг. значимо связаны с вариациями солнечной активности в период 1774-1806 гг., как и их площади, существенно зависят от погодных условий в тот или иной сезон года. При этом существуют районы, расположенные в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, а также в его Теплом бассейне, где в течение любых месяцев статистические связи межгодовых изменений их поверхностных температур, а также фрагмента ряда чисел Вольфа, являются значимыми.

Расположение выявленных районов в апреле-июле соответствует положению субтропического разрыва тропопаузы Северного полушария. К тому же оно в течение любых месяцев совпадает с положением аналогичного разрыва тропопаузы Южного полушария. Это позволяет предполагать, что с тем же фрагментом предыстории вариаций солнечной активности может существовать значимая статистическая связь межгодовых изменений ОСО в соответствующих сегментах атмосферы над Южным полушарием (круглогодично), а над Северным полушарием — в весенние и летние месяцы. Годовой ход изменений площадей областей, расположенных в северном и в южном полушарии, асимметричен. Так, в Северном полушарии указанные характеристики достигают максимальных значений в январе, а в Южном — в октябре. В Северном полушарии они минимальны в октябре, а в Южном — в январе.

При проверке статистической устойчивости выявленных закономерностей к временным сдвигам установлено, что от года начала периода времени, которому соответствуют рассматриваемые временные ряды поверхностных температур различных районов Тихого океана, расположения его акваторий, где

значимыми являются связи этих характеристик с вариациями солнечной активности, опережающими их на 200-210 лет, практически не зависят. Последнее свидетельствует о целесообразности учета выявленных связей при сверхдолгосрочном прогнозировании рассматриваемых процессов.

Выводы

Таким образом, установлено:

1. Межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур многих районов Тихого океана значимо статистически связаны с опережающими их на 200-210 лет фрагментами ряда относительных чисел Вольфа (т. е. выдвинутая гипотеза является адекватной).

2. Расположения районов Тихого океана, для которых существуют рассматриваемые связи, существенно зависят от месяца. В Южном полушарии они в любые месяцы расположены преимущественно в зоне между параллелями 10°S и 40°S, а их суммарная площадь существенно не изменяется. В Северном полушарии суммарная площадь областей, локализирующих рассматриваемые районы, максимальна в январе и минимальна в октябре, а сами они располагаются в основном между экватором и параллелью 40°N.

3. В большинстве выявленных районов на протяжении всего года существует апвеллинг, в котором участвуют Субантарктические промежуточные и верхние глубинные воды.

4. Выявленные статистические связи обладают устойчивостью к временным сдвигам, что указывает на целесообразность их учета при моделировании и прогнозировании изучаемых процессов, а также изменений климата и ландшафтов регионов, на которые влияют вариации поверхностных температур установленных районов Тихого океана.

5. Поскольку многие из выявленных районов Тихого океана расположены под субтропическими струйными течениями, то представляется вероятным наличие значимых статистических связей тех же фрагментов предыстории чисел Вольфа с современными изменениями состояний соответствующих сегментов озоносферы, которые целесообразно учитывать при их моделировании и прогнозировании. В дальнейшем аналогичные исследования предполагается произвести для Атлантического и Индийского океанов.

Список использованной литературы

1. *Белевич М.Ю.* Математическое моделирование гидрометеорологических процессов (учебное пособие). – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000. – 213с.
2. *Бензема В.Ю.* Пространственно-временная изменчивость гидрофизических полей океана. – СПб: Нева, 2009. – 320 с.
3. *Бурков В.А.* Общая циркуляция Мирового океана. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 254 с.
4. *Бышев В.И.* Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. – Москва: Наука, 2003. – 344 с.
5. *Гилл А.* Динамика атмосферы и океана: Том 1. – Москва: Мир. – 1986. – 396 с.

6. Гусев А.М. Антарктида. Океан и атмосфера. – Москва: Просвещение, 1983. – 151 с.
7. Доронин Ю.П. Физика океана. – СПб: Изд-во РГГМУ. – 2000. – 302 с.
8. Емельянов А.Г. Теоретические основы комплексного физико-географического прогноза. – Калинин: Облиздат, 1988. – 233 с.
9. Закс Ш. Теория статистических выводов. – Под ред. Беляева Ю.К. – Москва: Мир, 1985. – 776 с.
10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – Москва: Физматлитиздат, 2006. – 816 с.
11. Питербарг Л.И. Динамика и прогноз крупномасштабных аномалий температуры поверхности океана. Л.: Гидрометеониздат. 1989. 199с.
12. Пузаченко Ю.Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. М., 1998.
13. Скворцов А.В. Триангуляция Делонэ и ее применение. – Томск: Изд-во Томского гос. университета, 2002. – 128 с.
14. Стожков Ю.И. Космические лучи и атмосферные процессы, причины изменений климата. – СПб: Изд-во БШФФ, 2007. – С. 56 – 60.
15. Суховой В.Ф. Изменчивость гидрологических условий Атлантического океана. – Киев: Наукова думка, 1977. – 214 с.
16. Холопцев А.В., Никифорова М.П. Солнечная активность и прогнозы физико-географических процессов. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2013. –333 p.
17. Холопцев А.В., Никифорова М.П. Роль Мирового океана в изменчивости озоносферы. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2013a. –158 p.
18. Холопцев А.В., Шуйский Ю.Д. Изменения характеристик подстилающей поверхности как фактор изменений температуры воздуха на Земле // Причорномор. Екологічний бюлетень. – 2007. – № 4. – С. 119 – 129.
19. Хьюбер Д.П. Робастность в статистике. – Москва: Мир. – 1984. – 304 с.
20. Шулейкин В.В. Физика моря. – Москва: Наука, 1968. – 1083 с.
21. Cannizzaro, F., Greco, G., Ranelli, M. Concentration Measurements of ^{14}Be at ground level air at Palermo, Italy, — comparison with solar activity over a period 21 years // Jour. Environ. Radioactivity. – 2004. – № 72. – P. 259 – 271.

References

- [1] Belevich M.Yu. 2000. Matematicheskoe modelirovanie gidrometeorologicheskikh processov (uchebnoe posobie). SPb.: Izd-vo RGGMU.
- [2] Benzeman V.Yu. 2009. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' gidrofizicheskikh polej okeana. SPb: Neva.
- [3] Burkov V.A. 1980. Obschaya cirkulyaciya Mirovogo okeana. Leningrad: Gidrometeoizdat.
- [4] Byshev V.I. 2003. Sinopticheskaya i krupnomasshtabnaya izmenchivost' okeana i atmosfery. Moskva: Nauka.
- [5] Gill A. 1986. Dinamika atmosfery i okeana: T. 1. Moskva: Mir.
- [6] Gusev A.M. 1983. Antarktida. Okean i atmosfera. Moskva: Prosveschenie.
- [7] Doronin Yu.P. 2000. Fizika okeana. SPb: Izd-vo RGGMU.
- [8] Emel'yanov A.G. 1988. Teoreticheskie osnovy kompleksnogo fiziko-geograficheskogo prognoza. Kalinin: Oblizdat.
- [9] Zaks Sh. 1985. Teoriya statisticheskikh vyvodov. Moskva: Mir.
- [10] Kobzar' A.I. 2006. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Moskva: Fizmatlitizdat.
- [11] Piterbarg L.I. 1989. Dinamika i prognoz krupnomasshtabnyh anomalij temperatury poverhnosti okeana. L.: Gidrometeoizdat.
- [12] Puzachenko Yu.G. 1998. Metodologicheskie osnovy geograficheskogo prognoza i ohrany sredy. M.
- [13] Skvorcov A.V. 2002. Triangulyaciya Delon'e i ee primenenie. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. universiteta.
- [14] Stozhkov Yu.I. 2007. Kosmicheskie luchy i atmosferynye processy, prichiny izmenenij klimata. – SPb: Izd-vo BShFF.
- [15] Suhovej V.F. 1977. Izmenchivost' gidrologicheskikh uslovij Atlanticheskogo okeana. Kiev: Naukova dumka.
- [16] Holopcev A.V., Nikiforova M.P. 2013. Solnechnaya aktivnost' i prognozy fiziko-geograficheskikh processov. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ.
- [17] Holopcev A.V., Nikiforova M.P. 2013. Rol' Mirovogo okeana v izmenchivosti ozonosfery. Saarbrücken: Lambert Acad. Publ.
- [18] Holopcev A.V., Shujskij Yu.D. 2007. **Izmeneniya harakteristik podstilayushej poverhnosti kak faktor izmenenij temperatury vozduha na Zemle. Prichornomor. Ekologichnij byuleten (4): 119 – 129.**

- [19] H'yuber D.P. 1984. Robastnost' v statistike. Moskva: Mir.
[20] Shulejkin V.V. 1968. Fizika morya. Moskva: Nauka.
[21] Cannizzaro, F., Greco, G., Ranelli, M. 2004. Concentration Measurements of ^{7}Be at ground level air at Palermo, Italy, — comparison with solar activity over a period 21 years. Jour. Environ. Radioactivity (72): 259 – 271.

Статья поступила в редакцию 17 января 2014 года

¹Шуйський Ю.Д., доктор геогр. наук, професор
²Холопцев О.В., доктор геогр. наук, професор
¹кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна
²кафедра навігації та безпеки мореплавства,
Севастопольська Морська академія,
вул. Рибаків, 7А, Севастополь-14, 99014,
Україна

МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕМПЕРАТУР ОКЕАНІЧНИХ АКВАТОРІЙ ТА ВАРІАЦІЇ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ (НА ПРИКЛАДІ ТИХОГО ОКЕАНУ)

Резюме

На прикладі Тихого океану показано, що статистично суттєвими чинниками міжрічних змін середньомісячних значень поверхневих температур океанічних акваторій в районах розвитку апвелінгу. У період 1973-2012 рр. фрагментарно склалися ряди відносних чисел Вольфа, котрі передують ним на 200-210 років. Вивчено особливості сезонних змін розташувань районів Тихого океану, для яких має місце суттєва негативна кореляція між відповідними фрагментами часових рядів тих процесів, що розглядаються. Визначено фрагменти ряду чисел Вольфа, для яких є статистично суттєвим їх зв'язок зі змінами пересічномісячних поверхневих температур максимальної кількості районів даного океану у тому чи іншому місяці. Для подібних фрагментів встановлено розташування океанічних районів, де зазначений зв'язок є статистично суттєвим. Підтверджена статистична стійкість зв'язків, що встановлено до варіацій років, з яких починаються фрагменти часових рядів процесів, що вивчаються. Тому їх доцільно ураховувати при розробці прогнозів мінливості стану Світового океану та клімату.

Ключові слова: Тихий океан, вода, температура, Сонце, активність, коливання, клімат.

Shuisky, Yu.D., DrSci, Prof.

Kholoptsev, A.V., DrSci, Prof.

¹Physical-Geography & Environm. Manag. Dept.,
National Mechnikov's Univ. of Odessa,

Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

²Maritime Academy,

Dept. of Navigation,

Rybakov Str., 7A, Sevastopol-53, 99053,

Ukraine

INTERANNUAL VARIABILITY OF SURFACE OCEAN WATERS TEMPERATURE AND SOLAR ACTIVITY VARIATIONS (FOR EXAMPLE THE PACIFIC OCEAN)

Abstract

On the example of Pacific shows, that statistically significant factor of interannual variations of monthly surface temperature of ocean regions water, where, during the 1973-2012 y., was upwelling, are fragments of variations in solar activity history, which are ahead of them in 200-210 years. Studied seasonal changes in locations of the Pacific, for which there is a significant negative correlation between the corresponding fragments of time series of the processes involved. Identified the fragments of Wolf number series, which are statistically significantly associated with interannual changes in surface temperature maximum number of areas of ocean current in a given month. The Oceanic maps of distribution of real connections of surface water temperature with «Wolf-number» within the Pacific aquatory were constructed during our research.

For these fragments, positions oceanic regions in which said communication is statistically significant. Demonstrated the presence of statistical stability identified links to variations years beginning fragments of time series processes studies. Therefore, they should be considered when developing super long forecasts variability states of the Ocean and Climate. In the article hypothesis by Kholoptsev was suggested about clear correlation between temperature of the oceanic waters and solar activity for the aquatory regions of upwellings.

Keywords: Pacific Ocean, water, temperature, Sun, solar activity, equilibrium, climate.

УДК 631.4:631.459

П'яткова А.В., канд. геогр. наук, доцент,
Кордіс А.В., студентка
кафедра фізичної географії і природокористування
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

ДО ПИТАННЯ ПРО ВЕРИФІКАЦІЮ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ЗМИВУ ҐРУНТУ

Резюме

Розглянута проблема перевірки адекватності просторово-розподіленої ГІС-реалізованої моделі змиву-аккумуляції ґрунту, розробленої на кафедрі фізичної географії та природокористування Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, на основі даних польових вимірів механічного зціплення ґрунту та потужності гумусового горизонту для ділянки схилу балки Лабушна (учбовий стаціонар «Кринички», Балтський район, Одеської області).

Ключові слова: ґрунти, водна ерозія, просторове розподілення, верифікація, ГІС-модель змив, аккумуляція.

Вступ

Водна ерозія ґрунтів є найнебезпечнішим деградаційним процесом, який у кінцевому результаті призводить до формування бедлендів та спустелювання території. Одним з шляхів вирішення проблеми оптимізації використання ерозійнонебезпечних земель є створення адекватної моделі змиву ґрунту, яка враховує нестационарність процесу водної ерозії. Докладний огляд існуючих на сьогоднішній день моделей змиву ґрунту, частина з яких використовується для рішення різноманітних задач з природокористування, зроблений, наприклад, у [6]. Тому *провідною метою* статті є виконати дослідження верифікації просторово розподілених моделей змиву ґрунту в фізико-географічних умовах Причорноморської низовини, при ерозійно-денудаційному розчленуванні рельєфу та посушливого степу.

Сучасний рівень розвитку геоінформаційних технологій, геостатистичної обробки інформації та методів польових досліджень дають можливість виконувати просторове моделювання окремих факторів водної ерозії і змиву ґрунту для різних за масштабом територій, включаючи окремі схилі ділянки. Але існує проблема верифікації таких моделей, тобто перевірки їх адекватності на основі даних польових досліджень. Отже, тема статті є *актуальною*.

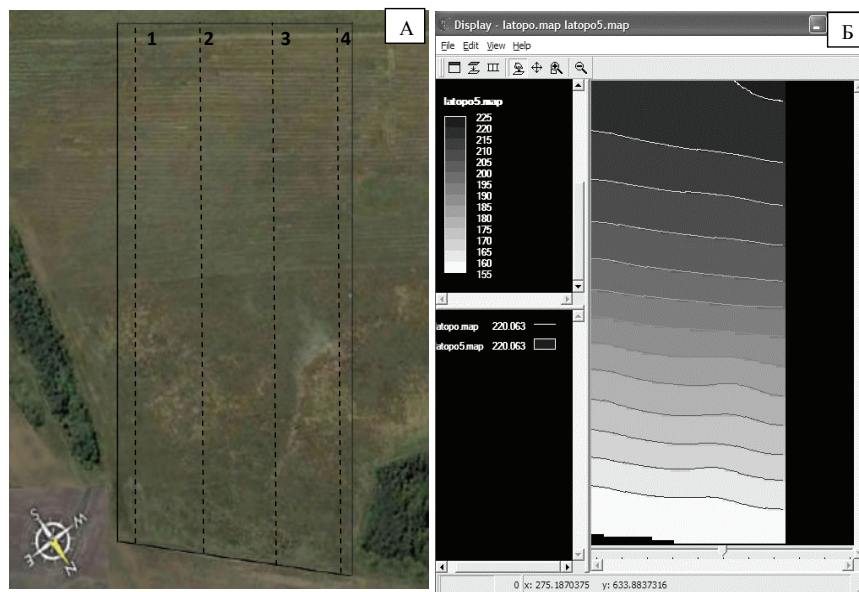
В останні десятиліття перерозподіл наносів по площі оцінюється з використанням методів магнітного та радіоцезієвого трасерів, що отримали досить широке розповсюдження [1, 2]. Розроблена на кафедрі фізичної географії та

природокористування ГІС-реалізована просторова модель змиву ґрунту верифікована з використанням вище наведених методів [7].

Оцінити адекватність просторової моделі змиву ґрунту представляється можливим і на основі співставлення розрахункових даних із вимірними у польових умовах окремими чинниками ерозії ґрунту, наприклад, протиерозійною стійкістю ґрунту, товщиною гумусового горизонту тощо. *Об'єктом* роботи є посушливий степ Причорноморської низовини. *Предметом* даної статті є верифікація ГІС-реалізованої просторової моделі змиву-акумуляції ґрунту з використанням даних польових досліджень механічного зціплення ґрунту як характеристики його протиерозійної стійкості та товщини гумусового горизонту як характеристики ступеню його змитості. Висновки роботи дозволяють більш досконало використовувати сільськогосподарські угіддя, що визначає *практичне значення* роботи.

Матеріали та методи дослідження

Оцінка адекватності просторової моделі змиву ґрунту виконувалась на схилі балки північно-східної експозиції. Вона розташована у межах північної частини Причорноморської низовини (учбовий стаціонар «Кринички» ГГФ ОНУ, Балтський район, Одеська область), на самій крайці лісостепової зони. Ділянка має площу 18 га, довжину близько 700 м, пересічний нахил 7-8°, опукло-увігнуту форму (рис.1).



— межі ділянки в 1 см 20 м
1 профілі та їх номери

Рис. 1. Космічний знімок (А) та цифрова модель рельєфу (Б) ділянки схилу балки Лабушина північно-східної експозиції.

Ґрунтовий покрив тут представлений чорноземами реградованими легко глинистими, на лесоподібних суглинках різного ступеню змитості. Майже вся площа ділянки розорюється і використовується під посіви зернових, соняшника, сої тощо. Періодично ділянку лишують під перелогами.

На схилі протягом теплого періоду 2003 та 2004 рр. були виконані виміри механічного зціплення ґрунту. Це є однією з характеристик протиерозійної стійкості ґрунту, яка використовується у таких моделях змиву, як LISEM та EUROSEM [8, 9]. Вздовж схилу були закладені 4 профілі (рис. 1 А), по яких на кожних 30 м відстані здійснювались виміри механічного зціплення з використанням портативного торвейну, тарованого у $кг/см^2$. Особливості проведення вимірів представлені у [3]. Такий метод вимірювання характеристики протиерозійної стійкості є привабливим своєю відносно малою трудомісткістю. В результаті проведених вимірів отримані дані просторового розподілу механічного зціплення ґрунту [3, 4].

У межах даної ділянки також виконано детальну ґрунтову зйомку, в результаті якої отримані дані по товщині гумусового горизонту у межах нижньої, середньої та верхньої третин схилу та привододільної поверхні вздовж профілів, представлених на рис. 1 А. Змив ґрунту оцінювався з використанням ГІС-реалізованої просторової моделі змиву-акумуляції ґрунту, що враховує значну просторову неоднорідність всіх факторів змиву-акумуляції у межах схилкових ділянок. Модель реалізована у середовищі геоінформаційного пакету *PCRaster* з використанням мови програмування високого рівня *Visual Basic*. Більш докладно модель представлена в роботах [4, 5].

Вхідними даними для розрахунків є цифрова модель рельєфу, побудована на основі топографічних карт (масштабу 1:25 000 та 1:10 000) з коміркою растру 5 м та січенням горизонталей 5 м. Також залучалася ґрунтова карта, створена з використанням даних польової ґрунтової зйомки, дані вологості верхнього півметрового шару ґрунту та значення гідрометеорологічного фактору зливого та весняного змиву ґрунту, отримані за відповідними картами та польовим контролем [6].

Результати та їх аналіз

На рис. 2 представлена карта просторового розподілу норми річного змиву ґрунту для ділянки схилу північно-східної експозиції балки Лабушна, створена з використанням просторової моделі змиву-акумуляції ґрунту. Треба відмітити, що на тлі суцільного нерівномірного розподілу розрахованого змиву ґрунту на ділянці чітко спостерігається чергування смуг підвищених та понижених значень змиву. Від'ємні значення (акумуляція) характерні для підніжжя схилу – зони найбільш помітного перегибу рельєфу.

Співставлення розрахованих значень річної норми змиву ґрунту, знятих з карти, із нормованими відносно середнього за два періоди досліджень по площі механічного зціплення ґрунту значеннями в цілому показують непогану їх

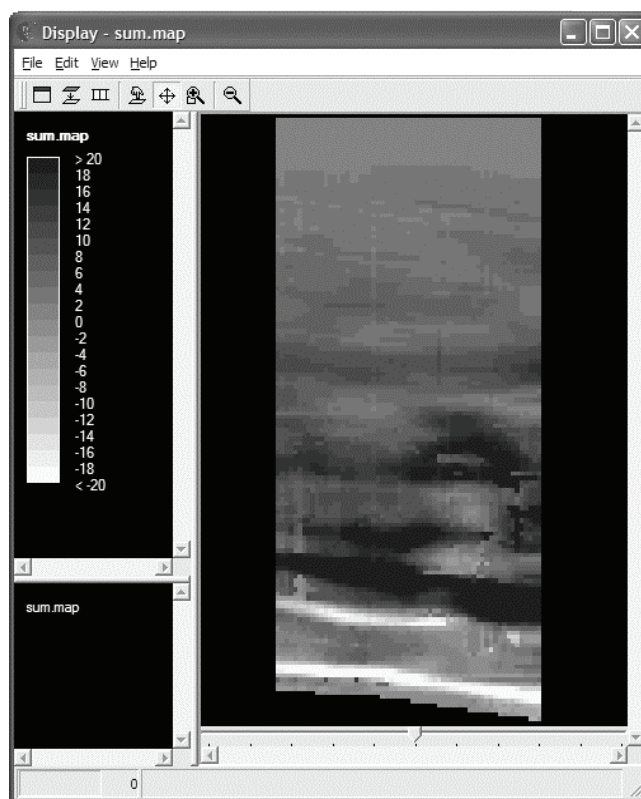


Рис. 2. Карта норми річного змиву-акумуляції ґрунту для ділянки схилу балки Лабушна північно-східної експозиції

зв'язок між цими двома величинами (рис. 4). Отже, на прикладі, що наводиться, підтверджується закономірність: чим більше поверхневий змив, тим меншою є товщина гумусового горизонту.

Таким чином, розрахунки змиву ґрунту з використанням просторової ГІС-реалізованої моделі характеризуються достатньо високою достовірністю і сама модель може вважатися адекватною реальному процесу змиву-акумуляції.

Висновки

Виконана перевірка адекватності просторово-розподіленої ГІС-реалізованої моделі змиву-акумуляції ґрунту з використанням даних польових вимірів механічного зціплення ґрунту, як характеристики його протиерозійної стійкості, та потужності гумусового горизонту у межах схилової ділянки балки Лабушна показала досить високу адекватність даної моделі та високу достовірність результатів, отримуваних з її використанням.

відповідність (рис. 3). Згідно представлених графіків у більшості випадків, особливо у верхній та середній частині ділянки схилу (зниження схилу на рисунку зліва направо), спостерігається зниження змиву ґрунту при відносно високих значеннях зціплення та підвищення розрахованого змиву при зниженні зціплення.

Співставлення розрахованої норми річного змиву ґрунту із товщиною гумусового горизонту, представленою у вигляді нормованих значень відносно товщини незмитого ґрунту на вододільній поверхні, для даної ділянки – становить майже 80 см. Воно показало також достатньо тісний зворотний

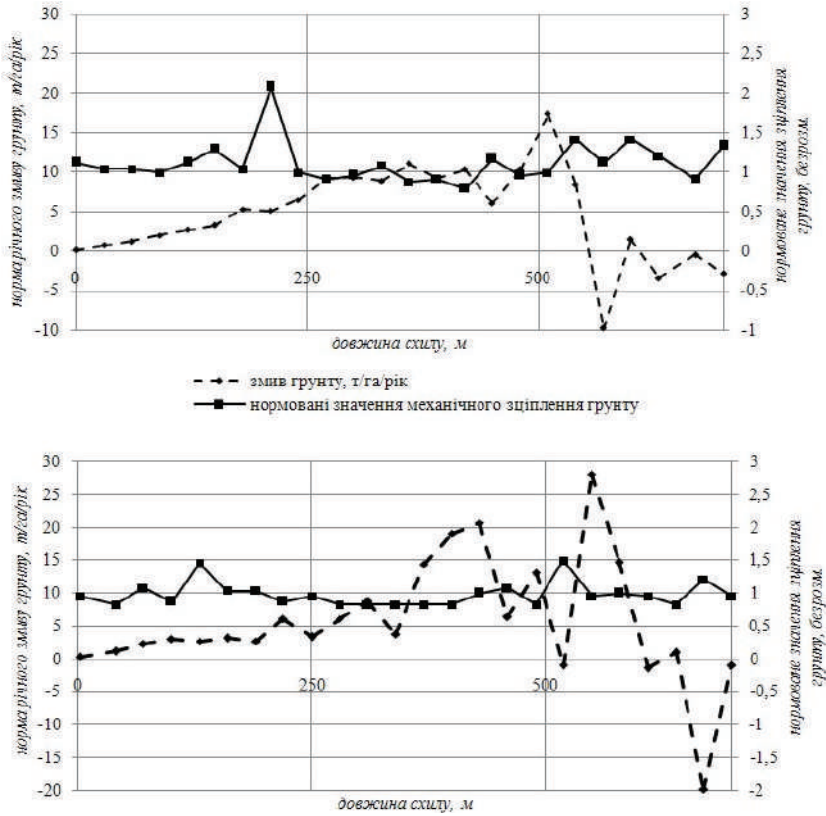


Рис. 3. Графіки зміни вздовж профілів 1 (зверху) та 3 (знизу) розрахованого змиву ґрунту та механічного зчеплення

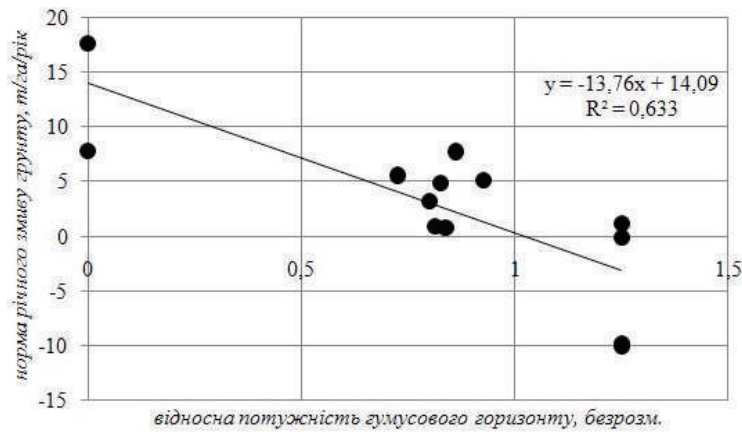


Рис. 4. Зв'язок між розрахованою нормою річного змиву ґрунту та відносною потужністю гумусового горизонту

Стаття надійшла до редакції 15 червня 2014 р.

Список використаної літератури

1. *Беляев В. Р.* Использование ^{137}Cs для оценки современной агрогенной трансформации почвенного покрова в районах Чернобыльского загрязнения / *Беляев В. Р., Маркелов М. В., Голосов В. Н., Бонте Ф., Иванова Н. Н.* // Почвоведение. – 2003. – № 7. – С. 876-891.
2. *Жидкин А. П.* Оценка эрозионных процессов методом магнитного трассера в почвах малого водосбора в Курской области / *Жидкин А. П.* // География и природные ресурсы. – 2010. – №1. – С. 149-156
3. *Иванова А.В.* Пространственные закономерности характеристик противозерозионной стойкости почв / *Иванова А.В.* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. – Серия география. – 2003. – Т. 16. – №1. – С. 81-85.
4. *Пяткова А.В.* Особенности моделирования водной эрозии с учетом пространственной изменчивости ее факторов / *Пяткова А.В.* // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. Міжвід. наук. збірник України. – Вип. 50. – Ч. II. – Одеса: Вид. “Екологія”, 2008. – С.437-442.
5. *П'яткова А.В.* Просторова ГІС-реалізована модель зливогого змиву-аккумуляції ґрунту / *П'яткова А.В.* // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том 15. – Вип. 13. – 2010. – С. 162-172.
6. *Светличный А. А.* Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты / *Светличный А. А., Черный С. Г., Швебс Г. И.* – Сумы: ВТД «Университетская книга», 2004. – 410 с.
7. *Светличный А.А.* Проблема верификации пространственно-распределенных математических моделей водной эрозии почв/ *Светличный А.А., Пяткова А.А., Плотницкий С.В., Голосов В.Н., Жидкин А.П.* – Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том 19. – Вип. 3(19). – 2013. – 38-49.
8. *De Roo A. P. J.* LISEM: A physically-based hydrological and soil erosion model incorporated in a GIS / *De Roo A. P. J., Wesseling C. G., Cremers N. H. D. T., Offermans R. J. E., Ritserma C. J., Van Oostindie K.* // J. J. Harts, H. F. L. Ottens, H. J. Scholten (eds), EGIS / MARY'94 Conference Proceedings. – Utrecht/Amsterdam: EGIS Foundation, 1994. – P. 207-216.
9. *Morgan R.P.C.* The European soil erosion model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments / *Morgan R.P.C., Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., Poesen J.W.A., Auerswald K., Chisci G., Torri D., Styczen M.E.* // Earth Surface Processes and Landforms. – 1998, Vol. 23. – P. 527-544.

References

- [1] V. R., Markelov M. V., Golosov V. N., Bonte F., Ivanova N. N. 2003. Ispol'zovanie ^{137}Cs dlya ocenki sovremennoj agrogennoj transformacii pochvennogo pokrova v rajonah Chernobyl'skogo zagryazneniya. Pochvovedenie. (7): 876-891.
- [2] Zhidkin A. P. 2010. Ocenka `erozionnyh processov metodom magnitnogo trassera v pochvah malogo vodosbora v Kurskoj oblasti. Geografiya i prirodnye resursy. (1): 149-156.
- [3] Ivanova A. V. 2003. Prostranstvennyye zakonornosti harakteristik protiv `erozionnoj stojkosti pochv. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional' nogo universiteta im. V.I.Vernad'skogo. Seriya geografiya. T. 16 (1): 81-85.
- [4] Pyatkova A. V. 2008. Osobennosti modelirovaniya vodnoj `erozii s uchetom prostranstvennoj izmenchivosti ee faktorov. Meteorologiya, klimatologiya ta gidrologiya. Mizhvid. nauk. zbirnik Ukraini. Vip. 50. Ch. II. 437-442. Odesa: Vid. "Ekologiya".
- [5] P'yatkova A. V. 2010. Prostorova GIS-realizovana model' zlivovogo zmivu-akumulyacii rruntu. Visnik ONU. Seriya geografichni ta geologichni nauki. T. 15 (13): 162-172.
- [6] Svetlichnyj A. A., Shvebs G. I., Chernyj S. G. 2004. Eroziovedenie: teoreticheskie i prikladnye aspekty. Sumy: VTD «Universitetskaya kniga».
- [7] Svetlichnyj A.A., Pyatkova A.A., Plotnickij S.V., Golosov V.N., Zhidkin A.P. 2013. Problema verifikacii prostranstvenno-raspredelelynyh matematicheskijh modelej vodnoj `erozii pochv. Visnik ONU. Seriya geografichni ta geologichni nauki. Tom 19 (3 – 19): 38-49.
- [8] De Roo A. P. J., Wesseling C. G., Cremers N. H. D. T., Offermans R. J. E., Ritserma C. J., Van Oostindie K. 1994. LISEM: A physically-based hydrological and soil erosion model incorporated in a GIS. EGIS / MARY'94 Conference Proceedings. 207-216. Utrecht / Amsterdam: EGIS Foundation.
- [9] Morgan R.P.C, Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., Poesen J.W.A., Auerswald K., Chisci G., Torri D., Styczen M.E. 1998. The European soil erosion model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments. Earth Surface Processes and Landforms. v. 23: 527-544.

Стаття надійшла до редакції _____

Пяткова А.В., канд. геогр. наук, преподаватель,
Кордис А.В., студентка
кафедра физической географии и природопользования
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса-82 65082, Украина

К ВОПРОСУ О ВЕРИФИКАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ СМЫВА ПОЧВ

Резюме

Рассмотрена проблема проверки адекватности пространственно-распределенной ГИС-реализованной модели смыва-аккумуляции почвы, разработанной на кафедре физической географии и природопользования Одесского национального университета им. И.И.Мечникова, на основе данных полевых измерений механического сцепления почвы и мощности гумусового горизонта для участка склона балки Лабушная (учебный стационар «Кринички» в Балтском районе, Одесской области).

Ключевые слова: водная эрозия почв, пространственно-распределенная ГИС-реализованная модель смыва-аккумуляции, механическое сцепление почвы, балка Лабушная.

Ryatkova A.V., PhD Geography, Ass. Prof.
Kordis A.V., student-bachelor

TO THE QUESTION OF VERIFICATION OF SPACE-DISTRIBUTED SOIL EROSION MODELS

Abstract

Purpose. Water soil erosion is one of the most dangerous process which eventually leads to a loss of soil fertility and landscape degradation. The solution to this problem lies in the creation of mathematical models of adequate soil flushing. The current level of geographic information technologies make it possible to perform spatial modeling of soil erosion for different scale areas. To estimate adequacy of spatial model of soil washing off is possible on the basis of comparison of calculation information with the separate factors of erosion of soil measured in the field terms.

Methodic. The estimation of adequacy of spatial model of soil washing off was executed on the slope of beam of north-eastern display, within the south part of Podol'ska hills. The soil washing off was estimated using spatial GIS-realized model of water erosion losses and accumulation of soil, developed on the department of physical geography and nature use of the National Mechnikov's University of Odessa, physgeo_onu@ukr.net

Finding. Comparison of the calculated values of annual rate of soil erosion, taken from digital maps of normalized relative to the average for the two periods of research in the area of mechanical cohesion soil values generally show good correspondence of. And comparison of calculated annual soil erosion standards of humus horizon showed also close enough to reverse connection between these two sizes.

Results. Checking of the adequacy of spatially distributed GIS model of soil flush-accumulation using data from field measurements of some factors of soil erosion showed sufficiently high adequacy of this model.

Keywords: water soil erosion, spatially distributed GIS model of soil flush-accumulation, mechanical cohesion of soil, Labushnaya beam.

УДК 551.465 (262.5)

Е. И. Газетов, научный сотрудник,
Региональный центр интегрированного мониторинга
и экологических исследований,
Одесский национ. университет им. И.И.Мечникова,
пер. Маяковского, 7, Одесса-82, 65082, Украина
gazetov@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ ВОКРУГ О. ЗМЕИНЫЙ В 2003-2013 ГГ.

Приведены результаты исследования вертикальной структуры гидрологических и гидрохимических параметров водной толщи на шельфе о. Змеиный. Используются наблюдения научно-исследовательской станции (НИС) «Остров Змеиный» в 2003-2013 гг. Показано влияние конкретных метеорологических условий и рельефа дна на формирование особенностей вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров воды на шельфе о. Змеиный. Выявлено отсутствие прямой зависимости между апвеллингом и увеличением//уменьшением относительного содержания кислорода в воде.

Ключевые слова: Черное море, шельф, Змеиный, вода, свойства, водообмен, кислород, стратификация.

Введение

Исследование характера вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров важно, в первую очередь, для диагностики общих свойств морской среды: происхождения водных масс, интенсивности водообмена, кислородного режима. Для Черного моря эти вопросы *актуальны* в силу естественной изолированности от океана, значительного притока речных вод, резкого расслоения (стратификации) поверхностных (0-50 м) и глубинных (> 100 м) вод, слабого вертикального водообмена между слоями.

Для участков моря, прилегающих к дельтам больших рек, информация о свойствах вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров еще более важна, т.к. здесь может возникать устойчивая стратификация водных масс, препятствующая перемешиванию и вызывающая недостаток кислорода в придонных слоях [1]. Поэтому требуется точная информация для использования в рыболовстве, при оценке кормовой базы промысловых организмов и для общей оценки природных условий. Такая цель работы определяет ее важное *практическое значение*.

В последние годы исследования по этой проблеме проводились Морским гидрофизическим институтом (МГИ) и Одесским национальным университетом им. И.И.Мечникова (ОНУ) [3, 4]. Ежегодным наблюдениям за

гидролого-гидрохимическими параметрами на акватории Черного моря вокруг о. Змеиный посвящен раздел монографии ОНУ [3]. *Целью* данной работы является исследование особенностей формирования вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров вод на шельфе о. Змеиный под воздействием различных природных факторов.

Объект исследования — водная толща на прилегающей 500-метровой части шельфа о. Змеиный. Он расположен в 35 км от морского края дельты Дуная и примерно в 40 км от 50-метровой изобаты в области смешения водных масс различного происхождения. *Предметом* исследования являются закономерности формирования вертикальной физико-химической структуры морской воды на СЗ шельфе Черного моря вокруг о.Змеиный.

Материалы и методы исследования.

Для выполнения этой работы были использованы результаты измерений электропроводности (и рассчитанной солености), температуры, содержания кислорода и водородного показателя в прибрежных водах о.Змеиный, проведенных НИС «Остров Змеиный» в 2003-2013 гг. по программе комплексного экологического мониторинга [3]. При этом необходимо уточнить, что в период с апреля-мая по декабрь регулярные ежедневные наблюдения проводились каждый год, а в январе-марте только в 2005-2006 гг.

К местам наблюдений в прибрежных водах о. Змеиный в 2004-2013 гг. (рис. 1) относятся станция «Причал» (ZPR на рис. 1, глубина 8 м), на которой проводились ежедневные наблюдения (более 33000 измерений), и около 100 станций в 500-метровой зоне прибрежных вод с глубинами до 37 м (около 12000 измерений). Расположение станций 4-х экспедиций ОНУ на шельфе о. Змеиный в 2003 г. приведено в монографии [3].

В качестве вспомогательных материалов при анализе гидролого-гидрохимических параметров использованы результаты: *а)* метеорологических наблюдений (ежедневные срочные измерения скорости и направления ветра) НИС «Остров Змеиный» в 2003-2013 гг.; *б)* математического моделирования скорости и направления течений в районе о. Змеиный в 2003-2012 гг. [5]; *в)* батиметрических исследований НИС «Остров Змеиный» на шельфе в 2008-2013 гг. (изолинии глубин представлены на рис. 1). Методика проведения метеорологических, гидрологических и гидрохимических наблюдений детально описана в работе [3]. Для построения карты глубин и проведения статистической обработки данных использованы программные средства ARCGIS и Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Как было установлено в [3] для 2003-2008 гг. и дополнено наблюдениями НИС «Остров Змеиный» в 2008-2013 гг., на шельфе вокруг о. Змеиный наблюдаются следующие характерные сезонные изменения гидролого-гидрохимических параметров на вертикали водной толщи.

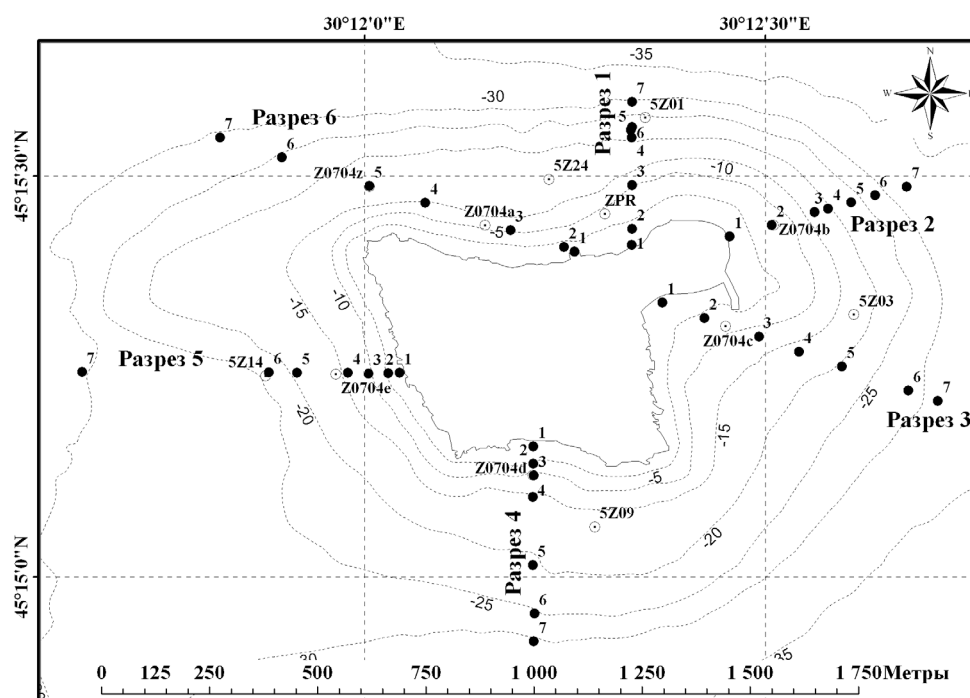


Рис. 1. Расположение станций НИС «Остров Змеиный» на островном шельфе Черного моря по схеме разрезов (сплошные кружки) и других (полые кружки)

Период март-май: возникновение резкой температурной стратификации воды с прогреванием верхнего слоя толщиной до 10 м (до 20°C) и уменьшением солёности (до 13 PSU) за счет распреснения речными водами. Период июнь-август: постепенное заглубление температурного скачка до глубин 10-24 м с увеличением солёности за счет поступления большего объема вод из центральной части моря; максимальные величины водородного показателя в поверхностном слое. Период август-сентябрь: формирование верхнего квазиоднородного по температуре слоя (ВКС) 0-20 (иногда до 24) м за счет активного ветрового перемешивания, максимумы солёности, минимумы содержания растворенного в воде кислорода в придонных слоях. Период октябрь-февраль: постепенная отдача атмосфере поверхностью моря накопленной в теплый период года тепловой солнечной энергии, ослабление термической стратификации, разрушение термоклина, инверсии температуры, максимумы солёности.

Следует отметить, что максимум годового хода температуры воды у дна на шельфе о. Змеиный приходится на октябрь-ноябрь при минимуме в февралемарте, в отличие, например, от акватории Одесского порта с температурным максимумом в сентябре и минимумом в феврале [1].

Среднемесячные вариации глубины верхней границы термо- и галоклина в период наблюдений НИС «Остров Змеиный» приведены в табл. 1.

Таблиця 1.

Глубина залегання термо- и галоклина на шельфе о. Змеиный в 2003-2013 гг.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Параметр												
Верхняя граница термоклина, м	Нет данных	0-15 (инверсия)	-	3-6	5-10	8-22	10-24	15-24	20-30	20-30	-	0-5 (инверсия)
Верхняя граница галоклина, м	Нет данных	-	-	3-6	10-14	10-15	10-20	-	-	-	-	-

Заслуживающим интерес является факт превышения (на 0,28-0,44 ед. рН) многолетних среднемесячных величин водородного показателя в поверхностном слое над таковыми в придонном слое в июне-сентябре и обратная закономерность в остальное время года.

Сезонные закономерности подтверждены статистическими характеристиками для 2003-2013 гг. (табл. 2), а также дополнены характером сезонной трансформации вертикальных профилей солёности, температуры, содержания кислорода, водородного показателя, скорости и направления течений, примеры которых для некоторых месяцев приведены на рис. 2-9.

Таблиця 2.

Среднемесячные значения метеорологических, гидрологических и гидрохимических параметров в 2003-2013 гг.**(приводная атмосфера; слой воды 0-1 м / придонный слой глубже термоклина)**

Месяц	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, см/с	Температура воды, °С	Растворенный кислород, %	Растворенный кислород, мг/л	Водородный показатель, ед.рН	Солёность, PSU
1	7,4	21/5	7,0/7,8	89,2/88,5	9,81/9,56	8,27/8,32	14,388/14,785
2	6,1	14/6	3,0/3,6	85,9/84,3	10,45/10,10	8,03/8,07	15,218/15,87
3	6,4	19/5	4,4/4,3	83,2/81,8	9,78/9,63	7,98/8,04	15,182/15,66
4	4,3	7/7	11,1/9,9	99,4/96,3	9,97/10,12	8,29/8,34	13,687/16,09
5	4,3	9/2	16,5/8,2	99,3/78,6	8,84/8,40	8,25/8,21	14,603/17,702
6	4,3	9/2	21,8/10,3	101,1/79,8	8,13/8,10	8,43/7,99	14,341/16,892
7	4,4	9/5	23,8/15,7	96,4/84,6	7,48/7,70	8,54/8,23	14,629/16,758
8	4,4	8/3	25,4/11,5	94,3/81,4	7,09/8,00	8,45/8,16	15,262/17,254
9	5,6	11/4	21,6/12,9	96,5/53,6	7,78/5,12	8,44/8,07	16,085/17,561
10	6,2	13/5	17,6/17,1	89,7/88,4	7,84/7,85	8,38/8,52	15,975/17,149
11	6,0	14/5	13,3/15,1	86,6/85,0	8,31/7,87	8,20/8,32	16,228/17,271
12	7,8	16/6	9,6/9,7	88,8/87,2	9,22/9,03	8,21/8,25	16,143/16,347

Примечание: Значения для 1, 2 и 3-го месяцев рассчитаны по 2006-му году.

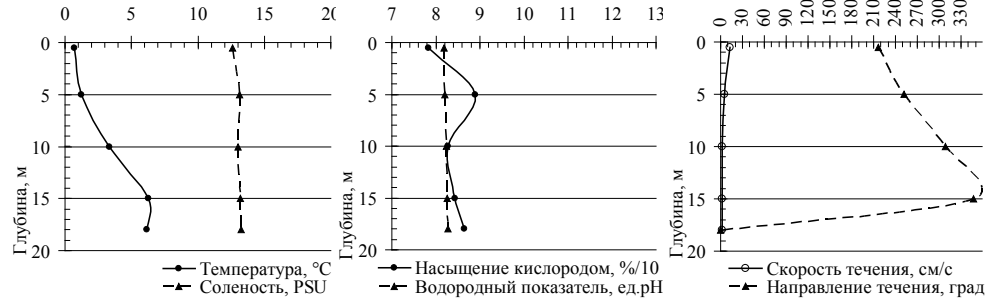


Рис. 2. Распределение гидролого-гидрохимических параметров глубины на станции Z0704z 02.02.2006 г. (скорость ветра, 4,4 м/с; направление ветра, 225°; период ветра 14 часов; предыдущее направление ветра – СЗ)

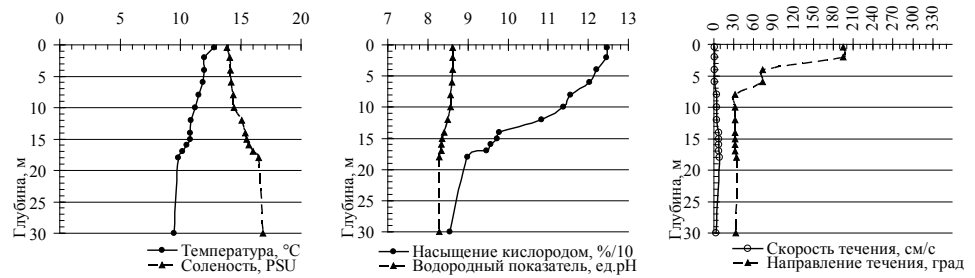


Рис. 3. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции 7 разреза 5 27.04.2009 г. (скорость ветра, 2,5 м/с; направление ветра, 30°; период ветра 6 часов; предыдущее направление ветра – ЮВ)

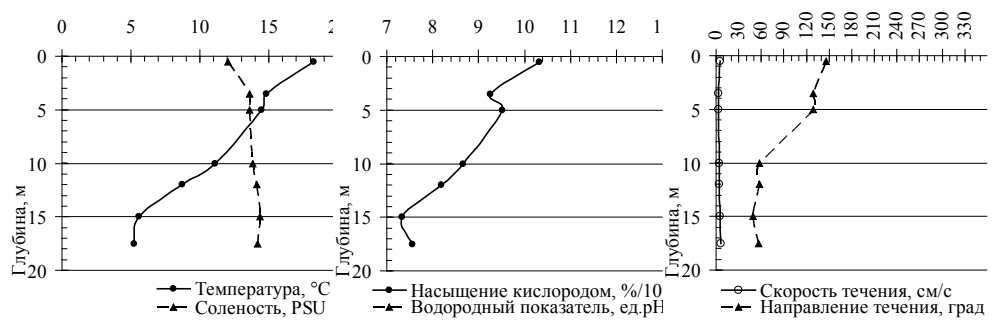


Рис. 4. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z 15.05.2006 г. (скорость ветра, 3,0 м/с; направление ветра, 170°; период ветра 19 часов; предыдущее направление ветра – З)

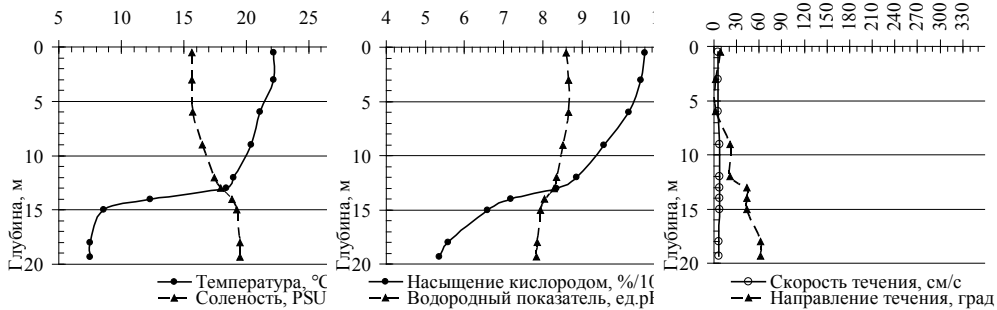


Рис. 5. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z, 28.06.2005 г.
(скорость ветра, 0,9 м/с; направление ветра, 130°; период ветра 5 часов;
предыдущее направление ветра – СЗ-СВ)

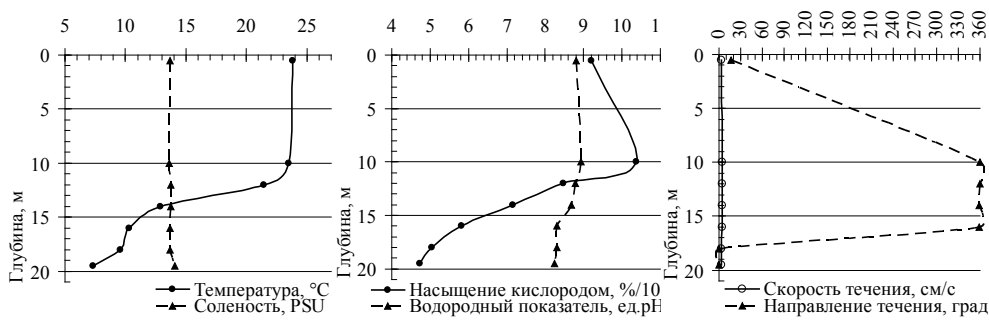


Рис. 6. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z, 20.07.2008 г.
(скорость ветра, 5,0 м/с; направление ветра, 110°; период ветра 17 часов;
предыдущее направление ветра – З)

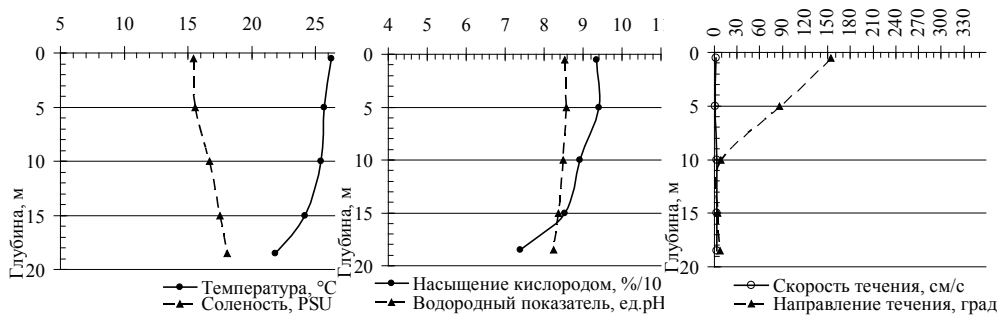


Рис. 7. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z, 17.08.2005 г.
(скорость ветра, 2,6 м/с; направление ветра, 120°; период ветра 15 часов;
предыдущее направление ветра – СВ)

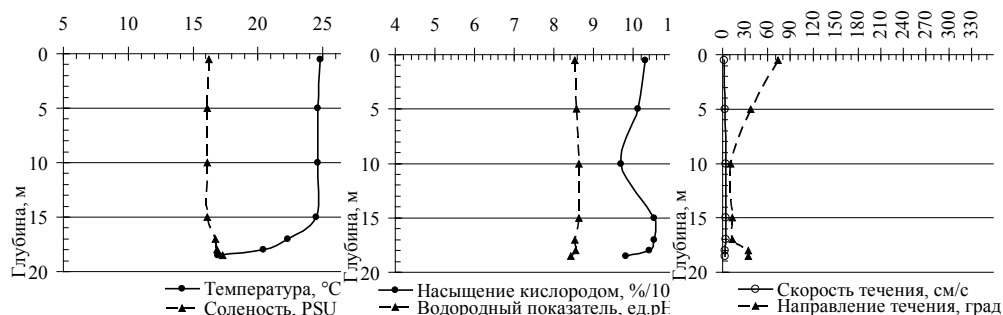


Рис. 8. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z 04.09.2008 г. (скорость ветра, 4,0 м/с; направление ветра, 80°; период ветра 67 часов; предыдущее направление ветра – 3)

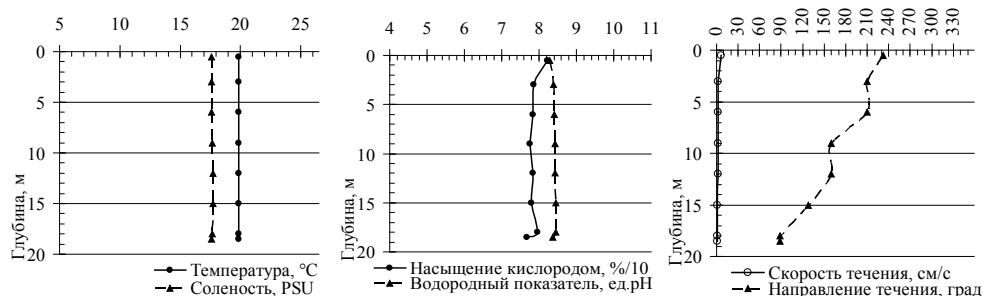


Рис. 9. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z 14.10.2005 г. (скорость ветра, 2,3 м/с; направление ветра, 140 град.; период ветра 19 часов; предыдущее направление ветра – СЗ)

Вместе с тем, в ряде случаев отмечались отклонения от характерного сезонного хода вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров, причины которых следует еще выяснить в будущем.

Исходя из географического положения объекта исследований, на СЗШ могут поступать как распресненные стоком р. Дунай воды, так и черноморские с глубины более 50 м. Кроме того, исследованная акватория находится в области северной ветви Основного Черноморского течения (ОЧТ), переносящего воду в район расположения о.Змеиный с остальной части северо-западного шельфа Черного моря (СЗШ). При ветрах северного, северо-восточного и восточного направлений на СЗШ преобладает циклоническая циркуляция, а при южных и юго-западных ветрах — антициклоническая [2].

По данным НИС «Остров Змеиный» 2003-2013 гг., получена схема распределения направлений ветра (табл. 3). Соответственно, в этом районе преоб-

ладают ветры северного и южного направления. Следует отметить, что, по сравнению с 2004-2007 гг. [3], в 2008-2013 гг. примерно на три процента увеличилась повторяемость ветров восточного, южного и западного направления. Такие изменения привели к усилению т.н. Дунайского антициклонического вихря [2] с интенсификацией поступления в район острова распресненной «дунайской» воды и глубинных вод повышенной солености.

Таблица 3.

Средняя повторяемость ветра по направлениям на о.Змеиный в 2004-2013 гг.

Направление ветра, румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость, %	18,8	16,7	9,8	8,2	17,6	7,9	9,8	9,2	2,0

Еще одной из воздействующих компонент, вызывающих возмущения в классической схеме сезонного изменения вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров, является рельеф шельфа (рис. 1). Частого проявления апвеллинга в наблюдениях НИС «Остров Змеиный» не отмечено, что объяснимо небольшими размерами острова ~ 750x800 м и прилегающей акватории шельфа ~ 2x2 км. Однако, локальные проявления апвеллинга, возникавшего под влиянием особенностей рельефа, иногда накладывали ощутимый отпечаток на классические схемы: образование на шельфе в «тени» острова придонных линз воды, с отличными от окружения свойствами [3], либо локальных возмущений в распределении с глубиной вышеперечисленных параметров.

14 мая 2005 г. были зафиксированы две аномалии в вертикальном распределении температуры, солености и насыщении воды кислородом на горизонтах 3,5, 6,5 и 12,5 м (рис. 10). Измерения проводились при южном направлении ветра, которое сохранялось предыдущие перед измерениями 24 часа. Тогда преобладали ветры северного направления со скоростями до 10 м/с. В итоге, благодаря «теневому» эффекту острова, в северной части прилегающего дна глубже 10 м сохранялась вода со свойствами, которые установились в предыдущие 24 часа. Можно предположить, что эта вода была принесена в потоке ОЧТ. От поверхности до 10 м отмечалась зона активного перемешивания воды из ОЧТ и более теплых вод, принесенных с юга, что подтверждается направлениями течения и повышенным содержанием кислорода в слое 3,5-6,5 м, вызванным интенсификацией процесса фотосинтеза.

Другой пример (рис. 10) иллюстрирует воздействие апвеллинга на изменение температурной стратификации водной толщи в августе 2010 г. Подход глубинных вод с южной стороны острова на расстояние до 500 м от острова вызвал подъем верхней границы термоклина на глубину 13 м, что нехарактерно для середины августа. Кроме того, отмечено резкое увеличение содержания кислорода в слое 13-20 м и сложная структура динамики воды: по крайней мере, 3-х разнонаправленных по течению слоя воды по глубине.

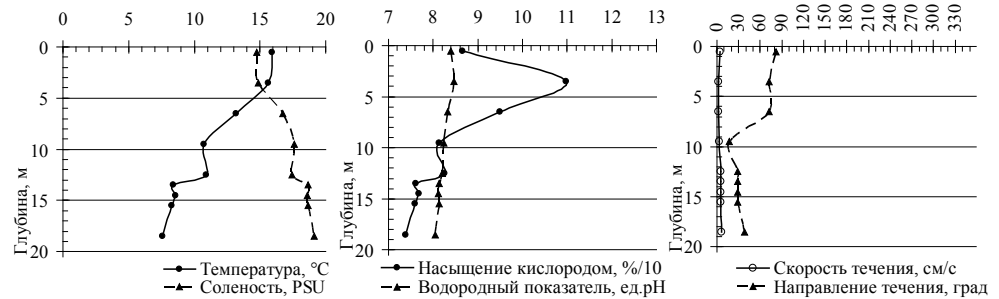


Рис. 10. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции Z0704z 14.05.2005 г. (скорость ветра, 3,1 м/с; направление ветра, 170°; период ветра 24 часа; предыдущее направление ветра – С)

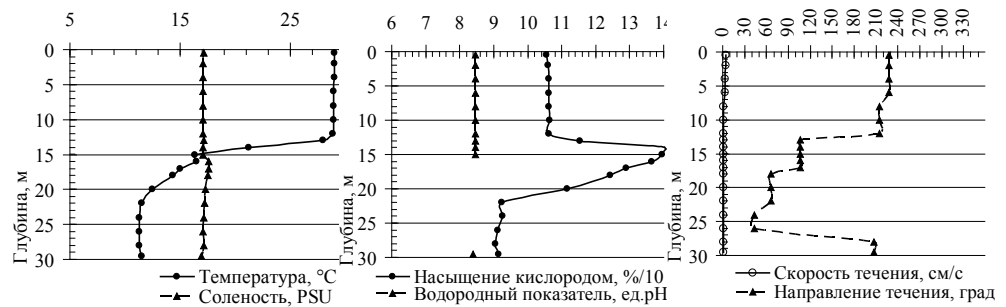


Рис. 11. Распределение гидролого-гидрохимических параметров с глубиной на станции 7 разреза 6 17.08.2010 г. (скорость ветра, 1,4 м/с; направление ветра, 160°; период ветра 21 час; предыдущее направление ветра – СВ-В)

По наблюдениям НИС «Остров Змеиный» установлено, что подход глубинных вод не всегда сопровождался увеличению содержания кислорода. За период 2003-2013 гг. 7 раз было зафиксировано уменьшение относительного содержания кислорода в придонном слое менее 50% (табл. 4). В 4-х случаях это происходило при апвеллинге, а в 3-х — при подходе пресных «дунайских» вод. Для двух случаев (выделено жирным шрифтом в табл. 4) ситуация повторилась: при сильном ветре юго-западных румбов после 57 часов относительное содержание кислорода на 8 м станции ZPR снизилось до 47%.

Таблица 4.

**Метеорологические и гидролого-гидрохимические параметры,
наблюдавшиеся при уменьшении относительного содержания кислорода
в придонном слое воды менее 50%**

Даты	Скорость (м/с) и продолжительность ветра, ч	Направление ветра, град.	Температура у поверхности и дна, °С	Относительное содержание кислорода у поверхности и дна, %	pH у поверхности и дна, ед.pH	Соленость у поверхности и дна, PSU
25-27.09.2003	<u>2,0-8,8</u> > 48	0-315	<u>19,3</u> 9,9	<u>88,8</u> 42,4	<u>8,20-8,40</u> 7,90-8,10	<u>16,120-17,260</u> 17,060-18,140
20.09.2004	<u>2,0-10,0</u> 48	0-90	<u>19,8</u> 19,8	<u>41,1</u> 41,1	<u>8,31</u> 8,33	<u>15,483</u> 15,483
25.09.2004	<u>2,0-13,1</u> 57	180-280	<u>20,0</u> 19,9	<u>49,6</u> 47,0	<u>8,34</u> 8,31	15,739 15,928
25.10.2004	<u>3,0-12,2</u> 57	180-230	<u>15,6</u> 16,2	<u>65,8</u> 47,3	<u>8,05</u> 7,90	12,458 14,409
17.09.2005	<u>0,0-7,8</u> 69	30-120	<u>23,93</u> 15,24	<u>94,5</u> 20,5	<u>8,54</u> 7,78	<u>16,419</u> 18,494
20.07.2008	<u>0,0-5,0</u> 57	0-315	<u>23,93</u> 15,24	<u>94,5</u> 20,5	<u>8,54</u> 7,78	<u>16,419</u> 18,494
24-25.10.2009	<u>1,0-9,3</u> >24	90-175	<u>16,9-17,4</u> 13,3-13,7	<u>108,6-108,7</u> 33,0-39,2	<u>8,51-8,53</u> -	<u>14,900-16,000</u> 17,160-17,110

Выводы

Изложенные материалы натуральных наблюдений в течение 2003-2014 гг. и их обсуждение, с учетом современных основных положений физической географии, дали возможность сформулировать такие основные выводы.

1. Для водной толщи на шельфе Черного моря вокруг о. Змеиный характерным является сезонный ход вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров. Особенности вертикального распределения, проявляющиеся в существенной разнице величин гидролого-гидрохимических параметров в поверхностном и придонном слоях, объясняются относительной близостью острова к дельте р. Дунай, к северной ветви ОЧТ и к более глубоким (> 50 м) участкам северо-западного шельфа Черного моря.

2. Непериодические кратковременные отклонения от характерного сезонного вертикального распределения гидролого-гидрохимических параметров возникают при конкретных метеорологических ситуациях и имеют масштаб синоптических неоднородностей [2]. В частности установлено, что продолжительное (> 50 ч) воздействие ветров юго-западных румбов в районе о. Змеиный вызывает уменьшение относительно содержания кислорода в воде менее 50% на глубинах более 8 м. Между тем, однозначной связи между уменьшением (увеличением) содержания кислорода в придонных слоях и апвеллингом пока не выявлено.

3. Морфологические особенности рельефа шельфа о. Змеиный в комплексе с определенной метеорологической ситуацией могут вызывать сложную структуру течений и апвеллинг в непосредственной близости к острову (до 500 м).

Благодарности.

Автор благодарит Мединца В.И. за советы и постоянное внимание к работе, а также всех других сотрудников ОНУ, благодаря которым проводились регулярные наблюдения на НИС «Остров Змеиный».

Данное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской темы № 506 «Оцінити довгострокові зміни та обґрунтувати заходи щодо стабілізації екологічного стану прибережних вод та берегової смуги острову Зміїний», которая финансировалась Министерством образования и науки Украины в 2013-2014 гг.

Список использованной литературы

1. *Большаков, В. С.* Трансформация речных вод в Черном море [Текст] / В. С. Большаков, Ин-т биологии южн. морей, АН УССР, Одес. отд-ние. – Киев : Наук. думка, 1970. – 328 с., 74 с. ил. – Библиогр.: с. 318-325. – 550 экз. – ISBN 5-0924564-A.
2. *Иванов, В. А., Белокопытов, В. Н.* Океанография Черного моря [Текст] / В. А. Иванов, В. Н. Белокопытов, Морской гидрофизический ин-т. – Севастополь : 2011. – 212 с., 114 с. ил. – Библиогр.: с. 176-209. – 200 экз. – ISBN 978-966-022-6165-5.
3. Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод [Текст] : монографія / В. А. Смиртина [та ін.] ; відп. ред. В. І. Медінець ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – 228 [20] с., 74 с. ил. – Библиогр.: с. 189-207. – 300 экз. – ISBN 978-966-190-149-9.
4. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный: современное состояние экосистемы [Текст] / Морской гидрофизический ин-т; под ред. В. А. Иванова, С. В. Гошовского. – Севастополь : НПП «ЭКОСИ-Гидрофизика», 1999. – 268 с., 148 с. ил. – Библиогр.: с. 259-268. – 150 экз. – ISBN 966-021238-0.
5. BLACK SEA PHYSICS REANALYSIS (1992-2012) [Electronic resource] / Black Sea Marine Forecasting Center, Marine Hydrophysical Institute (MHI). – Electronic data (140693,84 Megabytes). – Sevastopol: MHI, 2014. – Mode of access : <http://www.myocean.org.ua>, free with registration. – Title from the screen.

References

- [1] Bolshakov, V. S. 1970. Transformatsiya rechnykh vod v Chernom more. Kiev: Naukova dumka.
- [2] Ivanov, V. A., Belokopytov, V. N. 2011. Okeanografiya Chernogo morya. Sevastopol: Marine Hydrophysical Institute of National Academy of Sciences of Ukraine.
- [3] Medinets, V.I. (ed) 2008. Ostriv Zmiyinyy. Ekosystema pryberzhnykh vod (Monohrafiya). Odessa: Astroprint.
- [4] Ivanov, V. A., Goshovskiy, S. V. (eds) 1999. Prirodnye usloviya vzmorya reki Dunay i ostrova Zmeinyy: sovremennoe sostoyanie ekosistemy. Sevastopol: NPTs «EKOSI-Gidrofizika».
- [5] Black Sea physics reanalysis (1992-2012), data file, available at: http://mis.myocean.org.ua/mis-gateway-servlet/Motu?action=listcatalog&service=http%3A%2F%2Fpurl.org%2Fmyocean%2Fontology%2Fservice%2Fdatabase%23BLACKSEA_REANALYSIS_PHYS_007_002-FILE [accessed 15 May 2014].

Стаття поступила 22 марта 2014 года

Є. І. Газетов, науковий співробітник,
Регіональний Центр інтегрованого моніторингу
та екологічних досліджень,
Одеський націон. університет імені І. І. Мечникова,
пер. Маяковського, 7, Одеса-82, 65082, Україна
gazetov@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОД ЧОРНОГО МОРЯ НАВКОЛО ОСТРОВА ЗМІІНИЙ В 2003-2013 РР.

Резюме

Наведено результати дослідження вертикальної структури гідролого-гідрохімічних параметрів водної товщі на шельфі о. Зміїний. Використано спостереження науково-дослідної станції (НДС) «Острів Зміїний» в 2003-2013 рр. Показано вплив конкретних метеорологічних умов і рельєфу дна на формування особливостей вертикального розподілу гідролого-гідрохімічних параметрів води на шельфі о. Зміїний. Виявлено відсутність прямої залежності між апвелінгом і збільшенням / зменшенням відносного вмісту кисню у воді.

Ключові слова: Чорне море, шельф, Зміїний, вода, властивості, водообмін, кисень, страгифікація.

Ye. I. Gazetov, researcher,
Regional Centre for Integrated Environmental
Monitoring and Ecological Researches,
National Mechnikov's University of Odessa,
Mayakovskogo Lane, 7, Odessa-82, 65082, Ukraine
gazetov@gmail.com

PECULIARITIES OF HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL PARAMETERS' BY VERTICAL DISTRIBUTION AROUND ZMIINYI ISLAND THE BLACK SEA WATERS DURING 2003-2013

Abstract

The paper is dedicated to studies of hydrological & hydrochemical parameters' vertical distribution in the area where water masses of different origin mix. The studies have been based on the collected massif of hydrometeorological information on the Zmiinyi Island shelf area accumulated in National Mechnikovs University of Odessa. The objective of the work has been studies of physicochemical parameters vertical distribution forming peculiarities in water column and the level of different factors' influence on this distribution.

To perform the studies the data about wind and currents speed and direction, conductivity, temperature, oxygen content and *pH* in the Zmiinyi Island coastal waters in 2003-2013 have been used. Measurements and modelling results have been processed using statistics and comparative analysis methods with the application of ARCGIS and Excel software.

Seasonal regularities in hydrological and hydrochemical parameters' vertical distribution of in the Zmiinyi Island coastal waters have been confirmed. Deviations from the characteristic seasonal variation of hydrological and hydrochemical parameters' vertical distribution have been revealed and assumptions about their reasons made.

For the years 2008-2013 the tendency towards frequency increase of eastern, southern and western winds has been pointed out, which intensify inflow of the Danubian waters and the deep waters of high salinity into the island aquatorium. The influence of the island shelf relief has been shown, which is making itself evident in episodic upwelling, «shadowing» effects of the island and local disturbances in the above mentioned parameters' distribution with depth.

It has been confirmed that peculiarities of vertical distribution of hydrological and hydrochemical parameters in water column could be explained by proximity of the island to the Danube mouth, to northern branch of the general Black Sea current and to the deeper parts of the sea. Non-periodical deviations from seasonal vertical distribution of the above mentioned parameters are connected with concrete meteorological situations are of synoptic scale. Influence of morphological peculiarities of the shelf on currents structure and upwelling forming in the immediate proximity (up to 500 m) to the island has been established. No unambiguous connection between oxygen content in bottom layers and upwelling has been found.

Keywords: Black Sea, shelf, Zmeinyi Is., seawater, property, water-exchange, oxygen, stratification.

УДК 502.9.2:63

Т.Н. Хохленко, к. с-х. н, доцент,
кафедра физической географии и природопользования,
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина
physgeo_onu@ukr.net

ГЕОЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ОБМЕН КАК ВЕДУЩИЙ ПРИНЦИП ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ (ПО РАЗРАБОТКАМ КАФЕДРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ)

Приводится обоснование необходимости регулирования процесса природопользования через географическую оболочку на основе географических принципов, ведущим из которых является принцип геоэквивалентного обмена. В качестве «геоэквивалента» предлагается использовать средовосстанавливающие геосистемы и биогенные компоненты, которые способны поддерживать остойчивость формирующихся в процессе природопользования ПХТС и основные функции – ресурсовосстанавливающую, средовосстанавливающую и природоохранную. Ответственных за самоорганизацию геосистем.

Ключевые слова: природопользование, геоэквивалентный обмен, географическая оболочка, геосистема, природные ресурсы, географические проблемы, принципы.

Введение

Природопользование в философском смысле следует рассматривать как процесс энергетического обмена между обществом и природой, сложный, многогранный, который осуществляется посредством множества механизмов различной природы и конструкции, изменяющихся и усложняющихся во времени и пространстве в соответствии с развитием научно-технического прогресса и возрастающих потребностей общества во всех благах жизни на фоне роста народонаселения. Цивилизацию нельзя остановить, но в силах человечества сделать процесс природопользования не только эффективным для человека но и безопасным для природы. Такова основная задача географии как фундаментальной науки, а как прикладного направления – разработать механизмы взаимосвязи природных и хозяйственных подсистем на коадаптивной основе в рамках целостной в функциональном отношении природнохозяйственной территориальной системы (ПХТС) при разных категориях землепользования с учетом географической детерминации.

Теоретической основой для конструирования таких систем является парадигма о системной организации территории, которая существует объективно, независимо от нашего представления и является объектом исследования в географии и объектом воздействия при всех видах природопользования. Есть все основания полагать, что именно физической географии принадлежит ведущая

роль в регулюванні процесу природопольовання в нужном для человека и безопасном для природы направлении.

Концепция эволюции географической оболочки Земли. В основе учения о природной среде и ее взаимосвязи с деятельностью человека лежит концепция о географической оболочке Земли, как глобальной, целостной, саморазвивающейся геосистеме. В формировании современных представлений о географической оболочке важную роль сыграли идеи В.В. Докучаева [3] о зонах природы и целостности природной среды, учения Л.С. Берга о географических зонах, учения В.И. Вернадского [1] о биосфере и ноосфере. Впервые понятие о «наружной оболочке Земли» – эпигеосферы объединяющей лито-, гидро-, атмо- и биосферу ввел в 1910 г. профессор Петербургского университета П.И. Броунов, сам термин «географическая оболочка» был введен впоследствии С.В. Колесником, в таком же контексте А.М. Рябчиков [5] использует термин «геосфера», «ландшафтная сфера» (Ф.Н. Мильков, Ю.К. Ефремов), «биогеосфера» (И.М. Забелин). Все они представляют поверхностный слой Земли как защитную мембранную пленку кремне-кислородный панцирь, глобальную геосистему. Эпигеосфера – самая сложная часть нашей планеты, богатая различными видами свободной энергии, своего рода главная «лаборатория» Земли, где постоянно происходит трансформация вещества и энергии и дальнейший энергообмен между всеми сферами и компонентами через влагооборот, биологический круговорот, которые играют огромную роль в географических процессах. Им принадлежит ведущая роль в «судьбе» многих химических элементов и преобразованиях состава и свойств эпигеосферы.

Одним из основных свойств географической оболочки является тесная взаимосвязь и взаимозависимость составных частей (сфер, компонентов), которая обуславливает целостность глобальной экосистемы. Незначительное изменение одного из компонентов приводит к изменению других и всего природного комплекса в целом в силу действия цепных реакций. И эту закономерность следует положить в основу геоэквивалентного принципа природопользования. Надо отметить, что энергетические возможности географической оболочки, которая сформировалась под действием многих энергетических факторов, определяющих подвижное равновесие в природной среде (солнечная, космическая, гравитационная, тектоническая, магнитная, химическая, биогенная) не безграничны, как и сама географическая оболочка, которая сформировалась за 4,7 млрд. лет в геологической шкале времени. [5]

С появлением человека возникает новый фактор эволюции географической оболочки – энергия мирового производства как антропогенный фактор. Развитие его происходит уже по исторической шкале времени а удваивает свою мощность, по мнению ученых, примерно через каждые 15 лет. Энергетические уровни – природные и антропогенный несоизмеримы по своей мощности, но, тем не менее, учитывая прогрессирующий рост энергии мирового производства, возникает необходимость регулирования процесса природопользования очевидна.

В свое время В.Р. Вильямс (1949) отмечал, что процесс взаимосвязи компонентов природы и человеческой деятельности проявляется в обмене вещества и энергии в виде незамкнутых круговоротов различного масштаба. В связи с тем, что географическая оболочка имеет ограниченную массу, а миграция атомов и энергии происходит непрерывно, то «... единственный способ придать элементу конечному количественно ограниченному свойству бесконечного – это придать ему цикличное движение, заставить его возвращаться в круговороте».

На ранних стадиях существования человек вписывался в звенья природного круговорота веществ и потоков энергии, но с ростом цивилизации в современных условиях хозяйствования, вооруженный наукой и техникой, человек стирает грань между природными условиями и природными ресурсами, влияет своей деятельностью на все звенья круговорота и вносит в него количественные и качественные изменения, поставив под угрозу его непрерывное функционирование и саморегуляцию. Так спонтанно происходит формирование природно-антропогенных геосистем разного уровня сложности и размерности.

Необходимость знаний основных законов и особенностей развития географической оболочки и ее структурных подразделений лежит в основе регулирования происходящих в геосистемах процессов для поддержания динамического равновесия в окружающей среде.

Географические принципы природопользования. Географические принципы рационального использования и улучшения природной среды были впервые сформулированы и осуществлены на практике В.В. Докучаевым [4] и его учениками. Идею «единой, цельной и нераздельной природы» Докучаев положил в основу комплексного плана мелиорации земель и ведения сельского хозяйства по природным зонам в соответствии с законом зональности. Его ученик и последователь Г. Н. Высоцкий внедрил принцип зональности в основу методов степного лесоразведения. Г.Ф. Морозов разработал учение о лесе, лес она называл «явлением географическим». Со времен В.В. Докучаева и Г. Н. Высоцкого лесоразведение в степи рассматривается как одна из ведущих форм геоэквивалентного обмена человека с природой.

В.И. Вернадский [2] писал, что в процессе хозяйственной деятельности человек целенаправленно изменил природу, модифицируя ее, или создавая новые искусственные компоненты, основываясь на элементах природы. Медленный ход изменения природной среды постепенно приспособлял их к новым условиям, которые или замедляли или ускоряли естественные процессы и явления в ландшафтах. Современная ситуация характеризуется столь интенсивным воздействием на природу и столь глубокими изменениями, столь масштабными и быстрыми, что в новых условиях природные компоненты не успевают приспособиться друг к другу и стабилизироваться в рамках геосистем. Взаимосвязь человека с природой становится все теснее, сложнее и опаснее для природы. В результате в процессе хозяйственной деятельности спонтанно формируются без должного контроля и учета природнохозяйственные территориальные

системы (ПХТС) – геосистемы разной устойчивости, разной функциональной значимости со свойственными им специфическими круговоротами вещества и энергии. Выделяется и развиваются новые виды, уровни и формы организации вещества и энергии, влияющие на эволюцию географической оболочки через межкомпонентные и межсистемные связи, посредством цепных реакций.

Особую роль сыграло учение В.И. Вернадского [1] о ноосферном уровне организации географической оболочки, когда биогеохимическая активность и энергетическая мощь биотических компонентов, связанных с эволюцией человека настолько возросла, что человек становится ведущим геологическим фактором, влияющим на все сферы жизни – социальную, политическую и экономическую.

Разработка географических принципов по вопросам восстановления механизма саморегуляции территории в рамках ПХТС, создающихся в процессе природопользования занимался в конце XX начале XXI века заведующий кафедрой физической географии и природопользования доктор географических наук, профессор Г.И. Швец [10, 11].

Современные теоретические проблемы природопользования он сводит к двум основным положениям:

1. Природные условия и природные ресурсы не могут быть только частной собственностью. Это общее достояние людей настоящего и будущего поколений.

2. Географическая оболочка, являясь регулятором стабильности (динамического равновесия) природной среды, обладает пределом энергетической хозяйственной емкости, равной всего лишь 1% первичной биологической продукции, то есть, она не бесконечна и человек должен помнить об этом.

Факторы влияния человека на природу вызывают разнообразные последствия по силе воздействия и по характеру изменения природной среды. С точки зрения нарушения круговорота веществ, их энергетической емкости и степени разомкнутости выделяют в науке три группы нарушения природной среды: 1.) изъятие вещества и энергии (добыча ископаемых, вырубка лесов, выпас скота, промысел зверей, птиц, рыбы, забор поверхностных вод, чрезмерная эксплуатация почв при распашке и др.). При этом нарушается функция ресурсовосстановления. Необходимо регулировать скорость, размеры использования природных ресурсов и механизмы воспроизводства по принципу геоэквивалентного обмена. 2.) внесение в природные комплексы чуждых для них веществ (ксенобиотиков), или повышенного количества загрязняющих природу элементов, в результате чего ухудшается качество природной среды. Необходимо контролировать и регулировать средовосстанавливающую функцию, использовать очистные сооружения и совершенствовать технологию производства. 3.) воздействие, не вызывающее крупных изменений состава вещества природных комплексов, но меняет их свойства и блокирует основные функции природы – средовосстанавливающую, средовоспроизводящую и природоохранную (асфальт, бе-

тон, застройка земель, частично пашня). При этом изменяется географическая оболочка, усиливаются деструктивные процессы (эрозия, дефляция, селевые потоки, оползни), происходит перераспределение стока, изменяется термический режим, сокращается видовое разнообразие флоры и фауны. Возникают географические проблемы, связанные с нарушением энергетического баланса в природной среде и изменением внутрисистемных отношений и межсистемных.

Генрих Иванович полагал, что на состояние среды и на природные ресурсы в эпоху научно-технической революции воздействуют 5 главных факторов, или процессов: индустриализация, урбанизация, интенсификация сельского хозяйства и лесного, развитие транспорта и рекреационно-туристической деятельности. Они могут быть разносторонние – позитивные и негативные, преднамеренные и непреднамеренные для природы и для общества. С географической позиции есть основание полагать, что все связи человека с природой становятся все теснее и разнообразнее. Поэтому необходимо рассматривать системную комплексную взаимосвязь по следующей цепочке: «Потребности людей – воздействие общества на природу – изменение в природе (как географические проблемы) – последствия изменений для хозяйства и здоровья людей (как экологические проблемы)».

Г.И. Швец подчеркивал, что в основе природопользования лежит понятие о системной организации объектов природопользования. «Система – форма представления реальности (объективной!), которая вскрывает особенности строения, функционирования и развития как смесь структур в результате взаимосвязи и взаимозависимости. Система как общий знаменатель природных условий и природных ресурсов через ПРП». При этом особое значение он придавал процессу синергизма в рамках сложных систем, в которых вопросы обратных связей рассматриваются на математическом уровне в философском представлении (линейные и нелинейные зависимости). Подчеркивал необходимость изучения пространственно-временных изменений геосистем и уровня нагрузки, что определяет режим функционирования геосистем, которые не должны выходить за рамки определенных параметров в конкретных географических условиях. В ПХТС рамки геосистем должны регулироваться через установленные параметры путем ограничения потребления ресурсов, в отличие от самоограничения в природных геосистемах. В организации ПХТС особая активная географическая роль принадлежит организмам, хотя их масса ничтожно мала (примерно одна миллионная часть всей эпигеосферы). Это связано с чрезвычайной химической активностью, огромным разнообразием форм, высокой устойчивостью, способностью активно расселяться и преобразовывать огромные массы материи, создавая закономерности формирования пространственно-временной организации территории на основе усиления межкомпонентного вещественно-энергетического обмена. Благодаря способности живого вещества к восстановлению механизма саморегуляции в ландшафтах, существенный интерес представляет вопрос об устойчивости и обратимости изменений, обусловленных разными видами хозяйственной деятельности.

Чтобы перестроить геосистему, или создать на ее месте «новую», необходимо, как полагал Генрих Иванович Швебс, создать иную структуру, иную устойчивую систему внутренних и внешних связей. Эту же мысль поддерживал и В.Б. Сочава (1978): «...биотические компоненты обладают способностью восстанавливаться после нарушения – в этом заключается их важнейшее стабилизирующее значение в геосистемах».

В таком же контексте Г.И. Швебс приводит значение средообразующих геосистем как меры геоэквивалентного обмена в процессе природопользования, отмечая, что средообразующие геосистемы играют основную стабилизирующую (восстанавливающую) роль в функционировании геосистем на региональном уровне их пространственно-временной организации. При этом, к средообразующим геосистемам он относит как типичные для региона системы, так искусственно созданные: лесные массивы и искусственные насаждения (лесополосы, лесопарки, водоохранные зеленые зоны), сенокосы, пастбища, городские зеленые насаждения, кустарники, степи и пустыни, аквальные комплексы, заповедные зоны и др, которые в структуре ландшафта выполняют ресурсовоспроизводящие, средовосстанавливающие и природоохранные функции (охрана геонифонда) и поддерживают динамическое равновесие геосистем, о которых писал В.И. Вернадский: «должно существовать сложное равновесие между количеством живых существ в море, богатого животными, химическими свойствами бикарбонатов, массой углекислоты морской воды, биохимическим «дыханием» почвы и массой зеленых растений».

В свое время А.И. Воейков нашел два главных естественных «рычага» геоэквивалентного обмена для улучшения природной среды, которые поддерживал и использовал В.В. Докучаев. Это растительный покров (биогеогенный круговорот веществ) и регулируемое звено влагооборота – процесс стока.

В современных условиях природопользования Г.И. Швебс рассматривал основополагающий принцип ведущей роли географической оболочки и геоэквивалентного обмена в сфере отношений «природа-общество», реализацию которых предполагал осуществлять различными путями.

1. Предполагается, что природопользование связано с изъятием вещества и энергии (информации), для восстановления которых человек должен в эквивалентной форме возратить природе в виде средовосстанавливающих геосистем (лесные массивы, полосы, водоемы, парки, скверы). При этом в другом месте или здесь же, но в другом виде, в пределах региона должно быть привнесено эквивалентное количество вещества и энергии в природу. Средообразующие и средовосстанавливающие системы являются при этом эквивалентом, компенсирующим изъяты природные ресурсы.

2. Второй аспект проблемы является «откачивание неупорядоченной энергии» в системе. Когда долго используют систему – создается критический момент, ослабляющий устойчивость системы. Возникает необходимость упорядочить состояние геосистем. В упредительном порядке необходимо применить мелиоративные меры для улучшения и повышения устойчивости систем на длитель-

ное время. (Пример: попытка упорядочить состояние пойм малых рек). При этом мелиорация всегда должна предшествовать акту добычи природных ресурсов.

3. Еще один путь геоэквивалентного обмена – это сохранение биоразнообразия в природе (по мере возможности!). Так, лесные полосы, водоемы, заповедные объекты вносят био- и георазнообразие в степные ландшафты, что способствует стабилизации геосистем и поддерживает динамическое равновесие в природе, создавая гармонию человека с природой в процессе природопользования.

Выводы. Таким образом применение геоэквивалентного принципа для регулирования процессов природопользования позволяет установить допустимую меру воздействия человека на природную среду для осуществления рационального использования природных ресурсов с учетом ресурсовосстановления, средовосстановления и охраны генофонда в конкретных географических условиях при разных видах природопользования.

Список использованной литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера. – М., 1967 – 376 с.
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. – М., 1967 – 192 с.
3. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. – М.: Географгиз, 1948 – 28 с.
4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М.: Сельхозгиз, 1953 – 152 с.
5. Миланова Е.В., Рябчиков А.М. Использование природных ресурсов и охрана природы. – М.: «Высшая школа» – 1986. – 279 с.
6. Полевой А.Н., Хохленко Т.Н. Географическая детерминация природопользования – биоклиматический потенциал природной среды: проблемы, тенденции развития // Вісник Одеського нац. ун-ту, Т. 18, Вип. 2 (18) – Одеса, 2013 – С. 22-31.
7. Топчиев А.Г. Геоэкология (географические основы природопользования). – Одесса: Астропринт, 1996. – 390 с.
8. Хохленко Т.Н. Земельные ресурсы Одесской области и географические основы природопользования // Причорноморський екологічний бюлетень. – Одеса, 2008. – № 1 (27). – С. 139-155.
9. Хохленко Т.Н. Географические основы природопользования как научное наследие Генриха Ивановича Швебса. // Тез. докл. науч. конф., посвящ. юбилею Г.И. Швебса – Одесса – 2009. – С. 36-40.
10. Швебс Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы природопользования // География и природные ресурсы – 1987. – №4. – С. 30-38.
11. Швебс Г.И. Об эволюции ландшафта и коэволюции природно-хозяйственных систем // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. – 1990. Т. 122. – Вып. 5. – С. 415-419.

References

1. Vernadsky V.I. Biosphere. – M., 1967 – 376 p.
2. Vernadsky V.I. Reflections of naturalist. Scientific thought as a planetary phenomenon. – M., 1967 – 192 p.
3. Dokuchaev V.V. On the doctrine of natural zones. – M.: Geografiz, 1948 – 28 p.
4. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. – M.: Selkhozgiz, 1953 – 152 p.
5. Milanova E.V. Rjabchikov A.M. Use of natural resources and nature conservation. – M.: High School, 1986. – 279 p.
6. Polevoy A.N. Khokhlenko T.N. Segmented nature determination – bioclimatic potential environmental Issues and trends // News Odessa nat. University that, T. 18, Vol. 2 (18) – Odessa, 2013 – pp. 22-31.
7. Topchiev A.G. Geoecology (geographical bases of wildlife). – Odessa: “Astroprint”, 1996. – 390 p.
8. Khokhlenko T.N. Land Odessa region and geographical bases of nature // The Black sea ecological bulletin. – Odessa: – 2008. – № 1 (27). – pp. 139-155.
9. Khokhlenko T.N. Geographical bases of nature as scientific heritage Henrich Ivanovich Shvebs's. // Proc. of reports. scientific. conf., is dedicated. anniversary GI Shvesa – Odessa – 2009. – pp. 36-40.

10. Shvebs G.I. The concept of natural and economic systems and territorial questions of nature // Geography and Natural Resources – 1987. – № 4. – pp. 30-38.
11. Shvebs G.I. On the evolution of the landscape and the coevolution of natural and economic systems // Math. Proc. geogr. of the Society. – 1990. T. 122. – Vol. 5. – pp. 415-419.

Стаття поступила в редакцію 27 марта 2014 г.

Т.Н. Хохленко, к. с.-г. н, доцент,
кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
physgeo_onu@ukr.net

ГЕОЕКВІВАЛЕНТНИЙ ОБМІН ЯК ПРОВІДНИЙ ПРИНЦИП ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ (НА ОСНОВІ РАЗРОБОК КАФЕДРИ ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ)

Показана необхідність регулювання процесу природокористування через географічну оболонку на основі географічних принципів де провідним є принцип геоеквівалентного обміну. В якості еквіваленту пропонується використовувати середовідновлюючі геосистеми та біогенні компоненти, які здібні підтримувати стійкість ПГТС, що формуються в процесі природокористування та провідних функцій – ресурсовідновлюючу, середовідновлюючу та природоохоронну, відповідальних за сомовідровлення геосистем.

Ключові слова: природокористування, геоеквівалентний обмін, географічна оболонка, геосистема, природні ресурси, географічні проблеми.

T.N. Khokhlenko,
Department of Physical Geography and Nature
Odessa I. I. Mechnikov National University,
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine
physgeo_onu@ukr.net

GEOEQVIVALENT EXCHANGE AS LEADING PRINCIPLE OF NATURE (OF ENGINEERING DEPARTMENT OF PHYSICAL GEOGRAPHY AND NATURE)

The rationale for managing wildlife through geographic shell based on geographical principles, the leading principle of which is geoequivalent exchange. As “geoequivalent” encouraged to use recovery environment, geosystems and biogenic components that are able to maintain stability in the emerging nature PHTS and basic functions – resource recovery, recovery environment and conservation. responsible for self-organization of geosystems.

Keywords: nature, geoequivalent exchange, geographic shell, geosystem, natural resources, geographical problems, principles.

ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА ГЕОГРАФІЯ ҐРУНТІВ

УДК 557.577.13: 624.131.6 (210.7) (262.5) (477.74)

S. V. Medinets^{1,2,3}, PostGrad student, s.medinets@gmail.com

U. M. Skiba⁴, PhD, Head of Department, ums@ceh.ac.uk

V. I. Medinets¹, PhD, Princ. Res., medinets@te.net.ua

Ya. M. Bilanchin⁵, PhD, Head of Dept., grunt.onu@mail.ru

V. Z. Pitsyk¹, researcher, v.z.pitsyk@gmail.com

L. M. Goshurenko⁵, researcher, grunt.onu@mail.ru

S. S. Kotogura¹, researcher, s.kotogura@gmail.com

¹Regional Centre for Integrated Environmental Monitoring and Ecological Researches, National Mechnikov's University of Odessa, Mayakovskogo lane 7, Odessa-82, 65082, Ukraine

²University of Freiburg, Georges-Koehler-Allee 53/54, D-79110 Freiburg, Germany

³Institute for Meteorology and Climate Research (IMK), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Kreuzackbahnstraße 19, D-82467 Garmisch-Partenkirchen, Germany

⁴Department of Biosphere Atmosphere Exchange of Tracegases, Centre for Ecology and Hydrology (CEH) Edinburgh, Natural Environmental Research Council (NERC), Bush Estate, Penicuik, Midlothian, EH26 0QB, United Kingdom

⁵Department of Soil Science and Soil Geography, National Mechnikov's University of Odessa, 2, Dvoryanskaya St., 65082, Odessa-82, Ukraine

CHANGES IN SOIL CARBON AND NITROGEN DYNAMICS DURING A THREE YEAR CROP ROTATION ON A CHERNOZEM SOIL IN THE SOUTHERN UKRAINE

Soils in the southern Ukraine have been reported to have lost 32% to 40%, or 51 to 71 t ha⁻¹ of their original soil organic matter (SOM) pool between 1881-1981, mainly due to inappropriate soil management by collective farms during 1930-1981. In this period agricultural management was directed towards irresponsible expansion of arable fields and short-term yield increases. Modern, sustainable agricultural management is slowly being introduced. There is a need to assess to what extent such methods stabilize and build new SOM to support and increase fertility both in the short and long-term. This study investigates the influence of a modern crop rotation (onion-tomato-barley) on one field, which was tilled, fertilized, irrigated and harvested in response to the crops needs, on the dynamics of total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) storage in the fertile topsoil of a Chernozem typical for southern Ukraine. Crop residue remained on the field. The results of three years (2007-2009) of quarterly monitoring of the key topsoil parameters TOC, TN, extractable mineral N (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻), pH, potential net N mineralisation (MIN) and nitrification (NITR) rates and physical characteristics (bulk density, soil texture) are discussed. Moderate (114 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) and low (28 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) N fertilizer applications together with adequate drip irrigation for onion and tomato and incorporation of plant residue did significantly change the C and N pools. Total organic carbon and TN contents of the topsoil horizon (0-74 cm) were found to increase by 20% (26.8 t C ha⁻¹) and 38% (5.9 t N ha⁻¹), respectively. Largest

increases were measured in the surface layer (0-27 cm) with a 45% increase in TOC and a 36% increase in TN content. The largest average soil NH_4^+ content of the topsoil horizon (0-74 cm) was observed in 2009 under barley ($154.9 \pm 41.3 \text{ kg N ha}^{-1}$) and the maximum average NO_3^- content was $166.9 \pm 44.5 \text{ kg N ha}^{-1}$ under tomato in 2008. Mineralisation and nitrification rates significantly varied between years and with season and were largest in the first year of the crop rotation (onion), $41.0 \pm 57.3 \text{ kg N ha}^{-1}$ and $36.6 \pm 74.4 \text{ kg N ha}^{-1}$ for MIN and NITR, respectively. The incorporation of plant residues and efficient N fertilizer applications within a crop rotation appeared to be effective in stabilizing the existing SOM and promoting SOM build-up.

Keywords: nitrogen, carbon, nitrate, ammonium, mineralization, nitrification, soil organic matter

Introduction

The presence of organic matter contributes to good soil fertility. Soil organic matter (SOM) conservation and accumulation needs to be a priority in arable land management. This however was not the case in the Ukraine during the Soviet Union leadership. During 1930-1981 many fields were managed by collective farms («kolkhoz»). Financial incentives directed their agricultural management towards annual maximum yield only without taking measures to prevent water and soil erosion or organic matter depletion. Land, not normally considered suitable for cultivation was also farmed. Even since independence lack of government support has prevented many farms to become profitable and change from short-term yield driven management to one promoting long-term sustainability. Consequences of this agricultural mismanagement are a serious loss in SOM, as was demonstrated for an important farming region in the southern part of the Ukraine, the steppe zone of Odessa Oblast. Here, the southern chernozem black soils are considered a natural resource and have been farmed for more than 200 years and in many years between 85-90 % of these soils are ploughed [1, 33]. Southern sub-type of chernozem of a steppe has less SOM (3-6% in the upper 30 cm) compared to typical chernozems of a steppe (6-8%) or a forest-steppe (7-12%) [28, 50]. Farming between 1881-1981 decreased the SOM by $51\text{-}71 \text{ t ha}^{-1}$ from $126\text{-}221 \text{ t ha}^{-1}$ in 1881 to $75\text{-}150 \text{ t ha}^{-1}$ in 1981 [28, 32, 45]. It is therefore important to develop strategies that will increase SOM and use mineral fertilizers combined with drip irrigation to improve environmental and economic outcomes. Sustainable management of arable land provides an opportunity to improve soil conditions and increase fertility, decrease soil erosion, and reduce N_2O emissions by denitrification [38]. One efficient way to increase SOM is incorporation of plant residues and straw [15]. In many regions animal manure applications are limited, because they can be as much as three times more expensive than mineral fertilizers. The mineralisable N content of plant residues may exceed the amount of N entering soil as mineral fertilizers. But according to previous studies [20, 39] the simultaneous input of plant residues and N fertilizer are important and promote an increase in aggregate formation. It is known that soil aggregates physically protect

SOM [46] and they play an important role in SOM stabilization [15]. In crop rotations the use of plant residues for SOM enrichment is possible and cost-effective. Plant residues incorporated into the soil will be slowly decomposed and mineralized by the microbial community and provide plant nutrients for the following growing season [31, 34]. The above processes are influenced by the physical and chemical properties of soil, microbial composition and climatic conditions and therefore may be very different in different soils. The article theme is topical and have been significant for agricultures.

An important consideration in studies of changes in SOM content is the depth of the soil profile. In their review of literature, Baker et al. [3] pointed out that many researchers had studied soil carbon (*C*) not below a depth of 30 cm and thereby may have over-estimated soil *C* sequestration rates for reduced tillage systems compared to tilled systems. It is also important to consider the influence of plant roots on the soil *C* balance at the depth exceeding 30 cm and changes in bulk density which is often associated with reduced tillage systems. According to Halvorson et al. [17, 18], soil bulk density increases with reduced tillage and less crop residue inputs. This means that if soil is receiving no *C* input an apparent increase in the mass of *C* will be observed if samples are taken at the same depth. On the other hand Snyder et al. [42] reported that increased crop residue return linked to *N* application rates can reduce the soil bulk density. In order to reliably monitor changes in soil organic *C* content that results from different rates of *N* application, we would need deep soil sampling [42].

The *object* of study is the fertility topsoil horizon (0-74 cm) of southern chernozem. The *subject* of study is changes in soil *C* and *N* contents in this particular layer of southern chernozem soil. The *aim of this article* was to investigate the influence of agricultural management (crop rotation design, plant residue and mineral *N* fertilizer input, and tillage treatments) on the dynamics of total organic *C* (TOC) and total *N* (*TN*) storage in southern black soil in the area of the «Petrodolinskoye» research monitoring station National Mechnikov's University of Odessa (ONU) in 2006-2009. To increase assessment of the precision of *C* and *N* dynamics studies were carried out of the entire topsoil profile (0-74 cm), which was divided into 4 layers according to genetic and morphological features (0-27 cm, 27-44 cm, 44-60 cm and 60-74 cm).

The *theoretical aspect* of this study meaning is to demonstrate why for arable lands in general and for chernozem in particular a whole profile of fertility layer (at least until the floor of ploughing) is needed to be investigated to estimate precise *C* and *N* contents. From *practical point of view* we explain what issues can be met during element content estimations in appropriate layer per appropriate area. We believe that our work both elucidates interesting results and highlights critical issues for computation of those informative parameters, which are widely used in biogeomodelling.

Materials and Methods of the researches

Study site

This study was carried out at the Petrodolinskoye Atmospheric Research Monitoring Station of Regional Centre for Integrated Environmental Monitoring and Ecological Studies (RCIEM) of National Mechnikov's University of Odessa (ONU). The station is located near «Mirnoye» settle (46°27'22.12"N; 30°20'9.94"E), 27 km southeast of Odessa and was established in 2006 within the framework of the NitroEurope IP of the FP6 programme. The 8 ha field had a relatively homogeneous topography with an elevation of 66 m above a sea level ordinary. The soil was a black soil typical for the south of the Ukraine (Chernozems Vermi-Calcic (CH vec), [13]) (Table 2). The climate is temperate continental, with an annual average air temperature of 10.1°C with a minimum mean of 7.1°C and maximum mean of 13.5°C; air relative humidity of 76.0%; wind velocity 3.9 m s⁻¹; prevailing direction from North, Northwest and total precipitation of 464 mm. Detailed meteorological data (rainfall, air temperature and relative humidity were measured 8 times per day) for the study years and were obtained from the state meteorological station «Odessa», 30 km away from our field site (Fig. 1). A meteorological station was set up at the Petrodolinskoye field site in November 2007 and provided rainfall, air temperature and relative humidity, atmospheric pressure, soil temperature and moisture, soil heat flux, wind speed and direction, photosynthetic active radiation, global and net radiation measurements at a frequency of 10 sec for 2008 and 2009 (Fig. 1). For 2008 and 2009 datasets from the Odessa and the Petrodolinskoye sites were in good agreement, with no more than 10% variation.

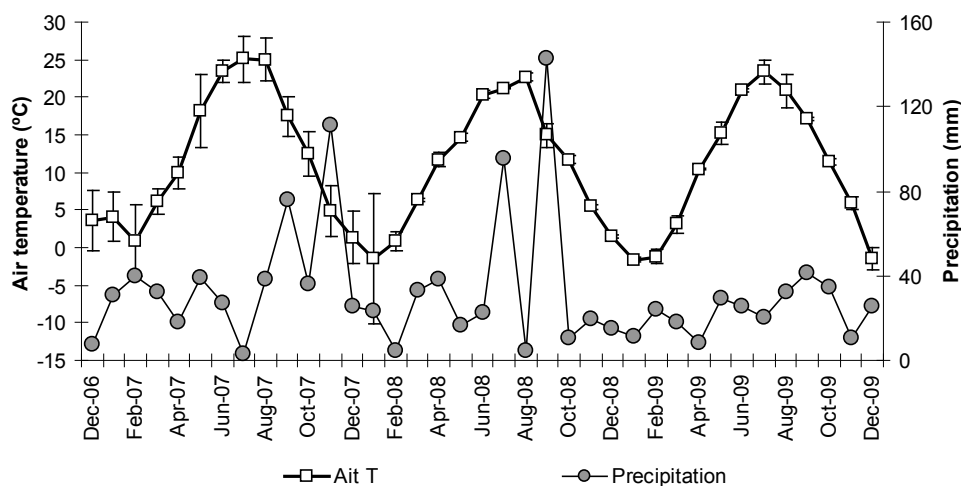


Fig. 1. Average monthly air temperature and total precipitation for the study area in Dec 2006 – Dec 2009 (2006, 2007 data were kindly obtained from the Meteorological Station «Odessa» and 2008, 2009 data were measured on the study field)

Crop rotation and management

The study site had been under active agricultural management for more than 200 years. However, the detailed history of the agricultural management is unknown. Before autumn 2006 the area was managed by a collective farm («kolkhoz»). They declined to provide us with any information about the agricultural history of this field. We therefore assume a management that would have been normal for collective farms. The main way to improve the soil fertility would have been by included legumes (pea, bean or alfalfa) in crop rotation every 2nd-4th year. Mineral N fertilizer input would have been low (approximately 0-5 kg N per ha⁻¹). All arable fields were deep ploughed (40-60 cm) annually at a time prescribed by the regional administration rather than in response to weather, crop and soil characteristics. Plant residues would have been burned, harvested or ploughed deeply into the soil. Surface irrigation using either short-jet/long-jet fixed/mobile devices would have taken place.

The study field 8 ha in size was leased in autumn 2006 from the Association of Agricultural Enterprises «Granit». In 2006 the crop was wheat. The crop rotation used during the study period was onions in 2007, tomatoes in 2008 followed by barley and winter wheat in 2009. The crops were grown with an application of mineral fertilizers and drip irrigation (Table 1). Fertilizer was applied as $CO(NH_2)_2$ -N, NH_4NO_3 -N; $NH_4H_2PO_4$ -P and -N; KNO_3 -K and -N; KH_2PO_4 -K and -P. Rates and split applications are detailed in Table 1.

To prevent plant diseases and to suppress weeds, pesticides and herbicides were applied to all crops, except to the winter wheat in autumn 2009. The onion and tomato crops were drip irrigated during May until the middle of August 2007 (totally ca. 140 m³/ha⁻¹) and July-June 2008 (totally ca. 147 m³/ha⁻¹) respectively. Due to the difficult economic situation on the farm, in 2008 the field was not tilled after harvest and in 2009 barley grown for fodder was not irrigated. The following tillage methods were used: deep ploughing (25 and 40 cm depths), disking (10 cm depth), dragging (10 cm depth), subsurface cultivation (10 cm depth), inter-row cultivation (5 cm depth), tiller cultivation (5 cm depth) (Table 1).

Soil sampling and analyses

Soil sampling was conducted on three plots within the study field four times per year (once per season) from December 2006 to October 2009. These plots were located triangularly equidistantly, approximately 50 m away from the atmospheric monitoring station situated in the centre of the field. Plots were triangular, with each side measuring about 10 meters. On each plot three soil profiles were collected using a 7 cm diameter and 30 cm long soil corer [21]. Each of soil sampling profile had 4 distinct morphological layers (0-27 cm, 27-44 cm, 44-60 cm and 60-74 cm). The weight of the intact samples varied between 0,7 and 1,5 kg depending on sampling horizon. All intact soil samples were used to determine the bulk density and soil moisture content according to ISO 11272 [23] and ISO 11465 [24] respectively. For further analyses samples from the same layers in each plot were integrated to

Table 1.
**Details of the agricultural management for the three year
 crop rotation practiced on the study field**

Year	Crop	Date of Sowing	Date of Harvesting	Type of Residue	Tillage [date]	Fertilizer input rates				
						Date of split application	N, kg ha-1	P, kg ha-1	K, kg ha-1	Split application
2007	Onion	01 Apr	31 Jul – 17 Aug	Left-over onions lying in/on soil (approx. 20% of crop)*	Ploughing 40 cm [Dec '06] Ploughing 25cm [02 Sep] Disking 10 cm [05 Oct] Ploughing 25 cm [05 Nov] Ploughing 40 cm [20 Nov] Cultivation 10 cm [04 Dec] Cultivation 10 cm [06 Dec]	May	76,2	9,7	39,6	With drip irrigation
						Jun	15,2	2,2	13	
2008	Tomato	18 Apr	07 -31 Aug	Whole plants with left-over tomato-fruits (15% of crop)*	Dragging 10 cm [15 Apr] Inter-row cultivation 5 cm [20 May] Inter-row cultivation 5 cm [25 May] Weeding and replanting [29 May]** Tiller cultivation 5 cm [30 May]	Jun	14,1	1,3	6,3	With drip irrigation
						July	14,1	1,3	6,3	
2009	Barley	01 Apr	08 Jul	Barley stubbles (10 cm)	Disking 10 cm [30 Mar] Disking 10 cm [10 Oct]	Apr	57,2	17,5	33,2	Surface
	Winter wheat	15 Oct	-	-	-	-	0	0	0	-

*The % residue remaining on field was estimated for onion, but measured for tomato, **manual weeding and replanting where crop did not establish

one composite sample. Total numbers of such composite samples for each sampling event (each season) for the study area were 12. These samples were analyzed for soil texture [26], for chemical characteristics, potential net *N* mineralization (MIN) and potential net nitrification (NITR) by the Soil Laboratory of the ONU. Methods, described in detail by Kaurichev [27] and Vadyunina and Korchagina [49], were used for determination of TOC (chromic acid oxidation) and TON (modified Kjeldahl method). KCl extractable (2% KCL) NH_4^+-N , and water extractable $NO_2^- -N$ and $NO_3^- -N$, were determined by colorimetric analysis. The *pH* of a soil suspension in water (ratio soil:water = 1:5) was determined using a *pH*-meter (Fisher Brand Hydrus 400) according to ISO 10390 [22]. SOM content was calculated by multiplying the TOC content with the conversion factor of 1.724 [6, 35, 43, 55]. We used the traditional 1.724 conversion factor instead of the updated value of 2.0 [7] to allow comparison of our results with earlier literature SOM data.

Some parameters were analysed less frequently (4 samples in December 2006 and 4 samples in October 2009): samples were extracted with water and analysed for CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ -ions and total salts, the cation exchange capacity and exchangeable Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ and K^+ , P_2O_5 and K_2O [27, 49].

All chemical analyses were undertaken on three replicates; if differences between results and the mean values exceeded by 10% the analyses were repeated.

We carried out analyses to determine MIN and NITR in each layer of the topsoil. To estimate MIN and NITR rates in vitro soil samples (100 g), covering the seasonal pattern over the study period, were incubated in a temperature-regulated chamber at 20°C and at a water content of 27% of field capacity for 28 days [25]. Fresh soil samples and incubated samples were analyzed for NH_4^+-N , $NO_2^- -N$ and $NO_3^- -N$ [27, 49]. MIN rates were calculated as:

$$MIN = (NH_4^+_{inc} + NO_3^-_{inc} + NO_2^-_{inc}) - (NH_4^+_{frs} + NO_3^-_{frs} + NO_2^-_{frs}) \quad (1)$$

where the indexes ‘inc’ represents ‘incubated soil’ and ‘frs’ represents ‘fresh soil’.

NITR rates were calculated as:

$$NITR = (NO_3^-_{inc} + NO_2^-_{inc}) - (NO_3^-_{frs} + NO_2^-_{frs}) \quad (2)$$

For correlation analysis we also calculated potential net ammonification (AMMON) rates as:

$$AMMON = NH_4^+_{inc} - NH_4^+_{frs} \quad (3)$$

The plant samples of tomato crop were collected for determination of total *C* and *N* by mass spectrometry. Samples of all above-ground plant material in 4x0.25 m² representative subplots distributed across the site were collected and dried in paper bags at 80°C until constant weight. Analyses were conducted on ANCA-SL elemen-

tal analyzer coupled to a 20-20 tracer mass spectrometer by Plant and Soil Science Laboratory, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen.

Statistical analysis

We used correlation analysis to investigate relationships between studied soil parameters, fertilizers input and meteorological data. We also calculated significance tests for comparison of the average values using Student t-test (normal distribution). All the analyses were carried out with SPSS Statistics (version 20.0 for Windows, IBM, 2011) and STATISTICA (version 8.0 for Windows, StatSoft, Inc., 1984-2007). Diagrams and trends were built by using MS Excel 2010.

Results and Discussion

Analysis of meteorological observations during 2007 – 2009 (Fig.1) showed rainfall was much lower in 2009 (281 mm) than in the previous two years (477 mm in 2007 and 426 mm in 2008). Year of 2007 was the warmest: the annual average temperature was $12,4 \pm 9,2^\circ\text{C}$ compared to $10,8 \pm 8,3^\circ\text{C}$ and $10,3 \pm 9,3^\circ\text{C}$ in 2008 and 2009, respectively and the average January and July temperatures were $4,0^\circ\text{C}$ and $25,1^\circ\text{C}$ compared to $-1,5$ and $21,2^\circ\text{C}$ in 2008 and then $1,7$ and $23,4^\circ\text{C}$ in 2009, respectively (Fig. 1).

The southern chernozem black soil texture for the study site was a heavy loam, which was reasonably homogenous along the profile (Table 2).

Table 2.

The physical and chemical characteristics of the field site. Data are averages of 4 measurements per year during the period Dec 2006 – Oct 2009

Parameter	1 st layer (0-27 cm)		2 nd layer (27-44 cm)		3 rd layer (44-60 cm)		4 th layer (60-74 cm)		Number of observations N
	Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std	
pH	6,96	0,49	7,09	0,41	7,79	0,57	8,48	0,24	33
Bulk density (g cm ⁻³)	1,29	0,15	1,43	0,05	1,48	0,09	1,53	0,10	33
Clay (%)	59,43	0,04	60,64	0,73	60,90	0,15	55,15	0,24	4
Sand (%)	11,59	0,21	9,10	0,98	11,93	0,23	9,76	0,43	4
Silt (%)	28,98	0,17	30,26	0,39	27,17	0,21	35,09	0,23	4
Moisture (% by volume)	31,13	3,11	33,49	2,64	31,60	3,42	31,21	2,25	33
SOM (%)	3,12	0,23	2,65	0,46	2,04	0,59	1,20	0,46	33
TOC (%)	1,81	0,13	1,53	0,27	1,19	0,34	0,65	0,23	33
Inorganic C (%)	0,01	0,04	0,01	0,04	0,13	0,25	0,90	0,66	27
TN (%)	0,18	0,05	0,17	0,06	0,18	0,10	0,13	0,04	33

The average depth of the topsoil horizon was 74 ± 3 cm. The average bulk density over the three year observations increased from $1,29 \pm 0,15$ g/cm³ in the top layer (0-27 cm) to $1,53 \pm 0,10$ g/cm³ at the lowest sampling depth (60-74 cm), this difference was significant at $P < 0.00001$ (Table 2). Bulk densities of the topsoil (0-74 cm) for the three individual years were slightly, but not significantly different. The average bulk densities and soil moisture contents of the topsoil horizon (0-74 cm) had no statistically significant differences between onion (2007), tomato (2008) and barley (2009) seasons and were $1,43 \pm 0,03$ g/m³ and $27,6 \pm 8.15\%$ in 2007, $1,46 \pm 0,09$ g/m³, and $32,7 \pm 1,1\%$ in 2008, $1,40 \pm 0,10$ g/m³ and $31,0 \pm 2,8\%$ in 2009.

The average *pH* significantly ($P < 0,00001$) changed from neutral ($6,96 \pm 0,49$) in upper layer (0-27 cm) to alkaline ($8,48 \pm 0,24$) in the lowest layer (60-74 cm) in 2007-2009 (Table 2). The average *pH* value of the topsoil (0-74 cm) was significantly largest under tomato (2008; *pH* $7,85 \pm 0,12$ at $P < 0,007$) compared to onion (2007; *pH* $7,37 \pm 0,16$) and barley (2009; *pH* $7,51 \pm 0,38$). For the surface layer (0-27 cm) the same tendencies were observed, but the highest *pH* for 2008 was $7,26 \pm 0,56$ ($P < 0,05$). The *pH* was significantly negatively correlated with TOC (Table 3) storage in the profile ($r = -0,72$, $P < 0,0001$).

Table 3.

Correlation coefficients between variables in profile of topsoil horizon
(* $P < 0,0001$, ** $P < 0,001$, *** $P < 0,05$ at $n = 132$)

Variable	pH	Bulk Density (g cm ⁻³)	Avail. water (%)	TOC (%)	TN (%)	DIN (%)	NH ₄ ⁺ (µg N g ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (µg N g ⁻¹)	MIN (µg N g ⁻¹)	NITR (µg N g ⁻¹)
Bulk density (g cm ⁻³)	0,49*									
Available water (%)	-0,05	0,14								
TOC (%)	-0,72*	-0,66*	0,03							
TN (%)	-0,12	-0,32**	0,08	0,51*						
DIN (%)	0,13	-0,12	0,08	0,02	0,24***					
NH ₄ ⁺ (µg N g ⁻¹)	-0,15	-0,20***	0,09	0,25***	0,43*	0,23***				
NO ₃ ⁻ (µg N g ⁻¹)	0,20***	0,01	0,02	-0,13	-0,05	0,78*	-0,41*			
MIN (µg N g ⁻¹)	-0,14	0,04	-0,31**	-0,01	-0,22***	-0,55*	-0,47*	-0,22***		
NITR (µg N g ⁻¹)	-0,22***	-0,04	-0,24	0,12	-0,11***	-0,44*	-0,04	-0,39*	0,85*	
AMMON (µg N g ⁻¹)	0,09	0,14	-0,19***	-0,21***	-0,24***	-0,32**	-0,81*	0,21***	0,52*	-0,02
Air T (°C)	-0,07	0,20***	0,30**	-0,07	-0,33**	0,03***	-0,07	0,07	-0,42*	-0,46*

The calculated *SOM* content [6] in the surface layer (0-27 cm) was $3,12 \pm 0,23\%$ or $110 \pm 8 \text{ t/ha}^{-1}$ and decreased with depth to $1,20 \pm 0,46\%$ ($P < 0,00001$ at 60-74 cm), which is equivalent to $25 \pm 9 \text{ t/ha}^{-1}$ (Table 2). The *TOC* content also significantly declined ($P < 0,00001$) from $1,81 \pm 0,13\%$ in the top layer to $0,65 \pm 0,23\%$ in the lowest layer (Table 2). The inorganic *C* fraction in the two upper layers (0-44 cm) was very small, but in the lowest horizon the percentage of carbonates (present as white soft granules of CaCO_3) was 90 times larger ($P < 0,00001$) (Table 2). The average *TN* content ranged from $0,13 \pm 0,04\%$ (60-74 cm depth) to $0,18 \pm 0,05\%$ (depth of 0-27 cm) of the dry soil weight ($2,8 \pm 0,9 - 3,9 \pm 1,1 \text{ t/ha}^{-1}$) and was statistically-valid at $P < 0,00001$ (Table 2). *TOC* and *TN* were positively correlated ($r = 0,51$; $P < 0,0001$) in the entire topsoil horizon (Table 3) and in the top three layers ($r = 0,39$ at $P < 0,025$ in layer 1st; $0,68$ and $0,78$ at $P < 0,0001$ in 2nd and 3rd, respectively). Both, *TOC* and *TN* were negatively correlated with the average bulk density ($r = -0,66$; $P < 0,0001$ for *TOC* and $r = -0,32$; $P < 0,001$ for *TN*) (Table 3).

To provide the full picture of *TOC* and *TN* storage we investigated their content in the whole profile of the topsoil horizon and contribution of each morphological layer during 2006-2009 crop rotation. Over the 3 years *TOC* and *TN* content of topsoil horizon (0-74 cm) increased by 20% and 38%, respectively (Fig.2).

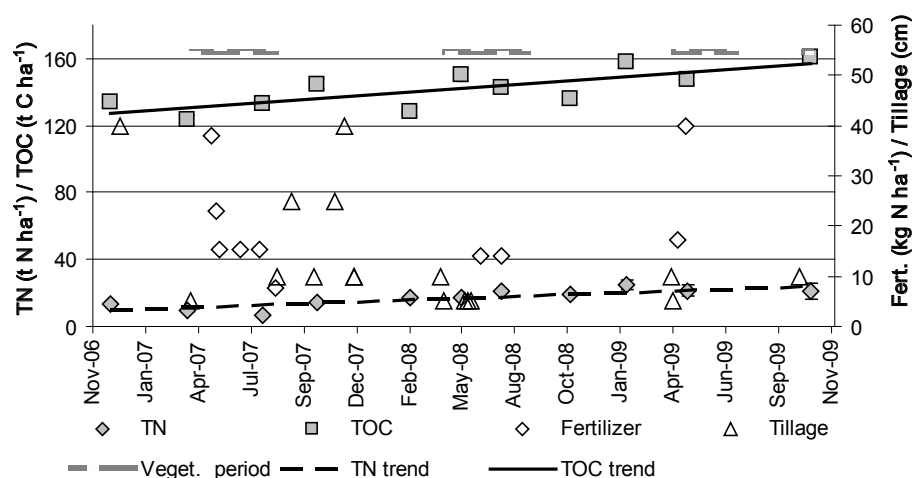


Fig. 2. The changes in *TN* ($r^2 = 0,646$; $y = 0,0133x - 509,7$) and *TOC* ($r^2 = 0,597$; $y = 0,0284x - 980,05$) content of the topsoil (0-74 cm) during the crop rotation

TOC increased from $134,4 \pm 2,6 \text{ t C ha}^{-1}$ in Dec 2006 to $161,1 \pm 2,0 \text{ t C ha}^{-1}$ in Oct 2009 ($P < 0,001$) and the *TN* content from $15,4 \pm 0,6 \text{ t N ha}^{-1}$ to $21,3 \pm 4,5 \text{ t N ha}^{-1}$ over the same period ($P < 0,05$). All four layers contributed to the overall increase, however, the largest increase was found in the surface layer (0-27 cm) with a 45% increase ($P < 0,00001$) in *TOC* and a 36% increase ($P < 0,05$) in *TN* content (Fig. 3). Accumulation of *C* and *N* differed between years and for individual soil layers. During 2007

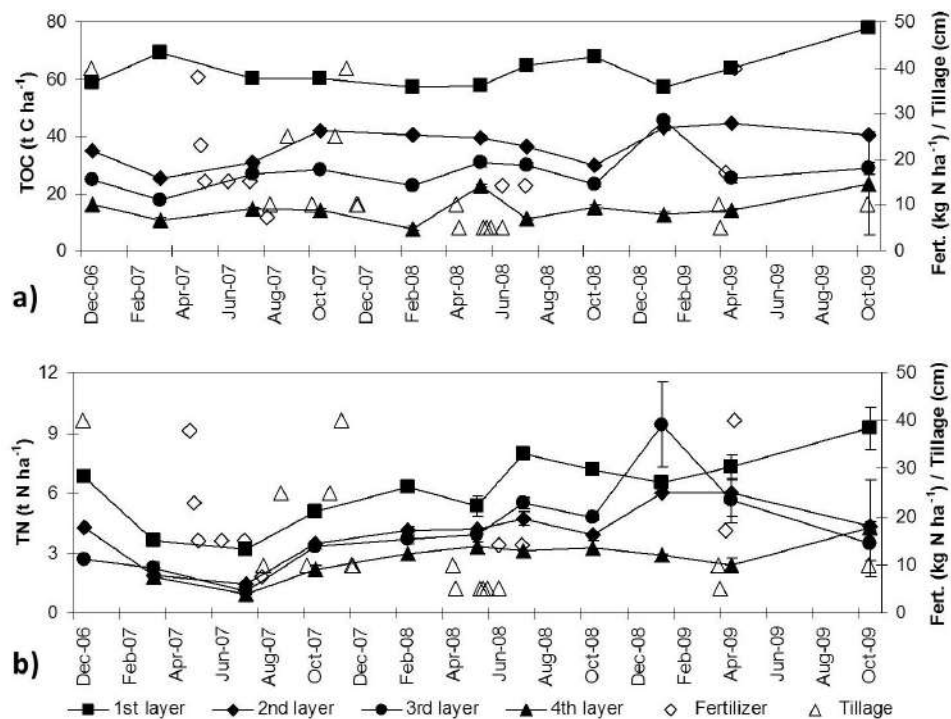


Fig. 3. Variations in TOC (a) and TN contents (b) in the 4 layers of the topsoil horizon (0-27, 27-44, 44-60, 60-74 cm) over a three year crop rotation (2007 onion, 2008 tomato, 2009 barley) in southern Ukraine

(onion crop) we observed an increase in TOC of 7,8% ($P < 0,05$) in the whole topsoil horizon over the period December 2006 to October 2007. TOC contents in the individual layers differed and significant increased by 21,5% ($P < 0,001$) and 13,8% ($P < 0,001$) in 2nd and 3rd layer respectively, but decreased by 11,2% ($P < 0,05$) in 4th layer (Fig. 3a). In 2008 (tomato crop) TOC increased ($P < 0,05$) by 6% in the entire 74 cm horizon (Fig. 3a). The significant increases ($P < 0,001$) of 19% and 97,2% were observed in the 1st and 4th layers, but in 2nd layer TOC decreased by -26,3% ($P < 0,00001$) (Fig. 3a). In 2009 (barley crop) TOC difference was not statistically significant for 0-74 cm horizon. TOC increased in the 1st layer by 36,5% ($P < 0,01$), but declined by 53,1% ($P < 0,00001$) in the 3rd layer (Fig. 3a).

During 2007 (from December 2006 to October 2007) the TN content of the 74 cm horizon decreased by 9,0% ($P < 0,05$); we measured losses in the 1st and 2nd layers by 25,6% ($P < 0,01$) and 18,7% ($P < 0,01$) respectively, but gains by 24% ($P < 0,05$) and 30% ($P < 0,05$) in the 3rd and 4th layers, respectively (Fig. 3b). For the tomato growing season (2008) the TN content increased by 12,3% ($P < 0,05$); it increased by 13,9% ($P < 0,01$) and 31,5% ($P < 0,001$) in the 1st and 3rd layers respectively (Fig. 3b). In 2009, there were no significant differences in TN content for the 74 cm horizon.

Nevertheless *TN* significantly increased by 42,2% ($P < 0,01$) in the 1st layer, and decreased by 63,1% ($P < 0,00001$) in 3rd one (Fig. 3b). The soil *C/N* ratio in the 74 cm topsoil horizon decreased throughout the study period due to the dynamic of rising *TN* content exceeded slight increasing of *TOC* content (Fig. 4).

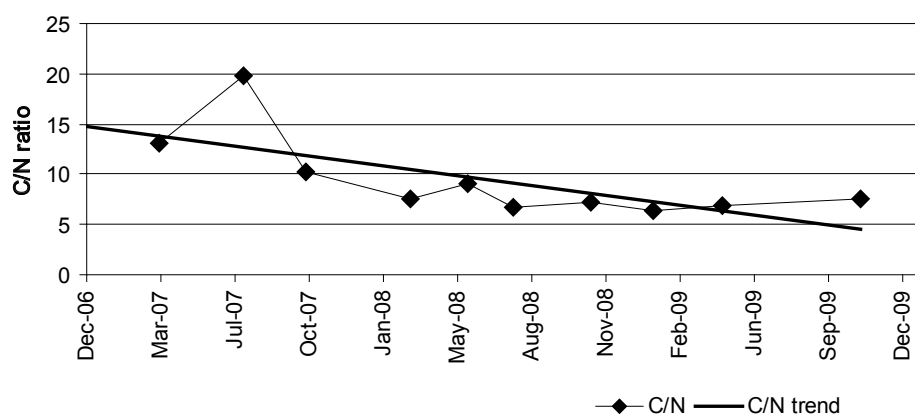


Fig. 4. Changes in *C/N* ratio in the 74 cm top horizon during the crop rotation onion-tomato-barley-winter wheat ($r^2 = 0,492$)

The onion crop residue had a *C/N* ratio of approximately 15 (the exact ratio is unknown) and was ploughed into the soil in autumn 2007 (Table 1) and is likely to mediate the *TN* increasing together with *N* fertilizer application ($P < 0,00001$), compared to summer 2007 (Fig. 3b). Tomato plants and fruits ($C/N=12$, 2076 ± 178 kg *C* ha⁻¹ and 173 ± 15 kg *N* ha⁻¹, *C/N* ratios of under-ground parts of plants were not estimated) remained on the field from August 2008 until the end of March 2009 when they were incorporated into the soil by disking (Table 1). The barley stubble probably had *C/N* ratio of 10. The exact amount of *N* in the residue was unknown, we therefore assumed that the average return of straw and root biomass of wheat/barley under fertilization on black chernozem was approximately the same as in the literature [10] and equal to 2903 ± 369 kg *C* ha⁻¹ and 290 ± 37 kg *N* ha⁻¹. Disking in October 2009 (Table 1) with further decomposition of plant residues appears to affect to significant increasing *TOC* ($P < 0,01$), compared to April 2009 (Fig. 3a).

In the onion season the *TOC* content increased 1,3 times more than during the tomato season and 4 times more than during the barley season ($P < 0,001$). Maximum significant accumulation ($P < 0,05$) of *TN* by 12,3% occurred during the tomato year. Onion growing caused a decline ($P < 0,05$) in *TN* by 9% (Fig. 2, Fig. 3b). However, the trend for *TN* storage was 1,8 times higher than for *TOC*. A steady decline of the *C/N* ratio over this crop rotation took place (Fig. 4), as apparently a result of the different *C/N* ratios of the plant residues as well as different *N* application scheme and soil management practice. Onion growing caused *C* sequestration and *N* loss from soil and increased the *C/N* ratio to 19 in July 2007 (Fig. 3, 4). However the tomato

crop season contributed to the C/N ratio reduction by almost 50%. During barley growing in 2009 the ratio was stabilized at 8.

Soil extractable NH_4^+ and NO_3^- content in the 4 soil layers varied and depended on factors such as fertilizer input, tillage periodicity and air temperature. Correlations between extractable mineral N concentrations and these variables were strongest for the top soil layer (0-27 cm). Ammonium and nitrates were negatively correlated ($r = -0,41$; $P < 0,0001$). The largest average NH_4^+ content was observed in 2009 during barley growth ($154,9 \pm 41,3$ kg N ha $^{-1}$) but for 2007 and 2008 was approximately 3,5 times lower (Table 4, Fig. 5a). A significant increase ($P < 0,00001$) in NH_4^+ content started after the tomato harvest in autumn 2008 and continued during the barley growing season (2009). Differences in NH_4^+ concentrations between the top layer and the three lower layers were largest ($P < 0,00001$) in 2009, when barley was grown. The correlation between NH_4^+ concentration in the top layer (0 – 27 cm) and TOC content was significant ($r = 0,74$; $P < 0,0001$).

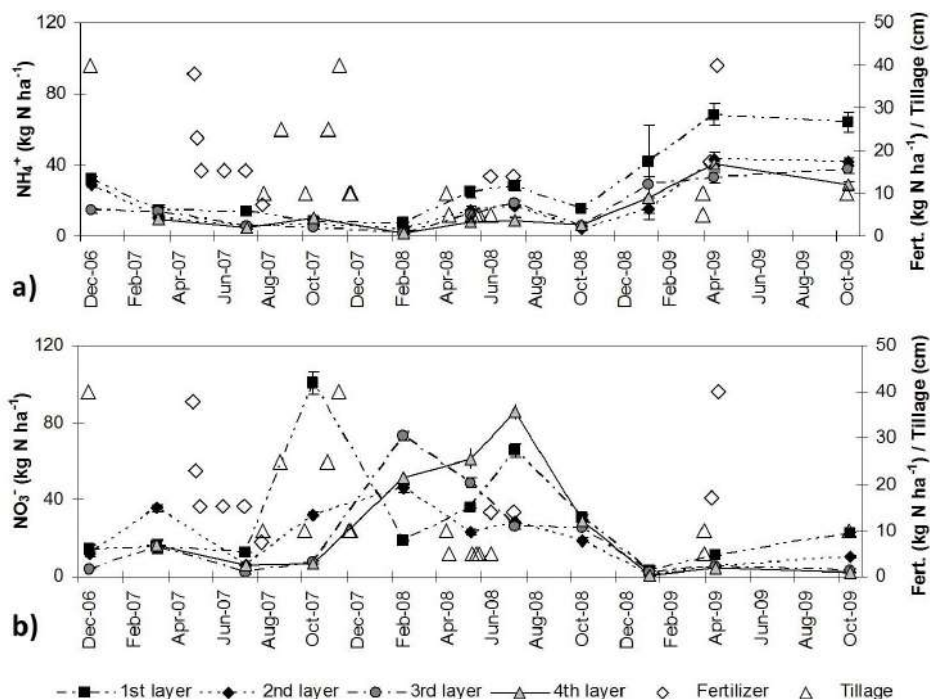


Fig. 5. Variations in extractable NH_4^+ (a) and NO_3^- (b) contents in the 4 layers of the topsoil horizon (0-27, 27-44, 44-60, 60-74 cm) over a three year crop rotation (2007 onion, 2008 tomato, 2009 barley) in southern Ukraine.

The variations of NO_3^- content was characterized by large fluctuations between and within the layers from September 2007 to September 2008 (Fig. 5b). The maximum average NO_3^- content was $166,9 \pm 44,5$ kg N ha $^{-1}$ during 2008 (tomato) and was

2,3 and 7,2 times ($P < 0,00001$) than in 2007 (onion) and 2009 (barley), respectively (Table 4). In July 2007 (onion) we registered a significant decrease in concentration of extractable mineral N ($P < 0,01$) and TN (0,05) after an input of *ca.* 100 kg N ha⁻¹. A combination of ploughing (40 cm) (20th of November 2007) and high rainfall in November 2007 (110 mm) could cause the leaching of NO_3^- down to the lower soil depths. In the first half of 2008 NO_3^- redistribution took place is likely due to soil tillage and fertilizer application as well as possible NO_3^- leaching during heavy rainfall (95 mm) in July 2008. We showed that in the top layer (0-27 cm) NO_3^- concentrations were strongly positively correlated ($P < 0,0001$) with air and soil temperature (to 10 cm depth) ($r = 0,84$ and $0,86$), fertilizer input ($r = 0,80$), amount of precipitation ($r = 0,79$) and soil moisture content to 10 cm depth ($r = 0,64$) but negatively correlation with TOC ($r = -0,76$; $P < 0,0001$).

Table 4.

Soil extractable NH_4^+ , NO_2^- and NO_3^- content, MIN and NITR rates during the crop rotation in the top soil horizon (0 – 74 cm). Data shown are averages (\pm std) of seasonal measurements ($n = 4$), each from 3 composite samples

Variable	2007 onion	2008 tomato	2009 barley
NH_4^+ (kg N ha ⁻¹)	45,5 \pm 21,5	44,3 \pm 26,0	154,9 \pm 41,3
NO_2^- (kg N ha ⁻¹)	0,37 \pm 0,46	0,48 \pm 0,57	0,47 \pm 0,18
NO_3^- (kg N ha ⁻¹)	71,7 \pm 56,8	166,9 \pm 44,5	23,2 \pm 15,6
MIN (kg N ha ⁻¹)	41,0 \pm 57,3	-11,9 \pm 100,2	-57,9 \pm 39,0
NITR (kg N ha ⁻¹)	36,6 \pm 74,4	-19,0 \pm 89,6	14,7 \pm 44,9

MIN and NITR rates varied between years in total and during every season (Table 4, Fig. 6). The highest average MIN was 41,0 \pm 57,3 kg N ha⁻¹ ($P < 0,001$) during onion growth (2007) compared to 2009, when we observed a net consumption of available mineral N forms (Table 4). There were no statistically significant differences regarding NITR during studied period (Table 4). During barley growth, when a large NH_4^+ content was detected in soil samples, the average annual nitrification rate was 14,7 \pm 44,9 kg N ha⁻¹. Seasonal fluctuations were larger ($P < 0,01$) during onion and tomato growth compared to barley growth (Fig. 6). For the years in which onion and tomato were grown, significant largest MIN ($P < 0,05$) and NITR ($P < 0,01$) rates were measured in spring. Deep ploughing (40 cm) in November 2007 appears to stimulate both processes in the three upper soil layers. Differences between layers changed with season and crop, but overall MIN and NITR rates were the largest in the 1st layer (3,6 \pm 34,8 kg N ha⁻¹ and 13,1 \pm 32,9 kg N ha⁻¹ respectively at $P < 0,05$), and the smallest in the 4th layer (-11,6 \pm 31,0 kg N ha⁻¹ and -9,1 \pm 29,8 kg N ha⁻¹ respectively at $P < 0,01$). Significant linear correlations in the top horizon (0-74 cm) were found between MIN and NITR rates ($r = 0,85$; $P < 0,0001$, Fig. 7), MIN and NH_4^+ content ($r = -0,47$; $P < 0,0001$), ammonification and NH_4^+ content ($r = -0,81$; $P < 0,001$), NITR and NO_3^- ($r = -0,39$; $P < 0,0001$).

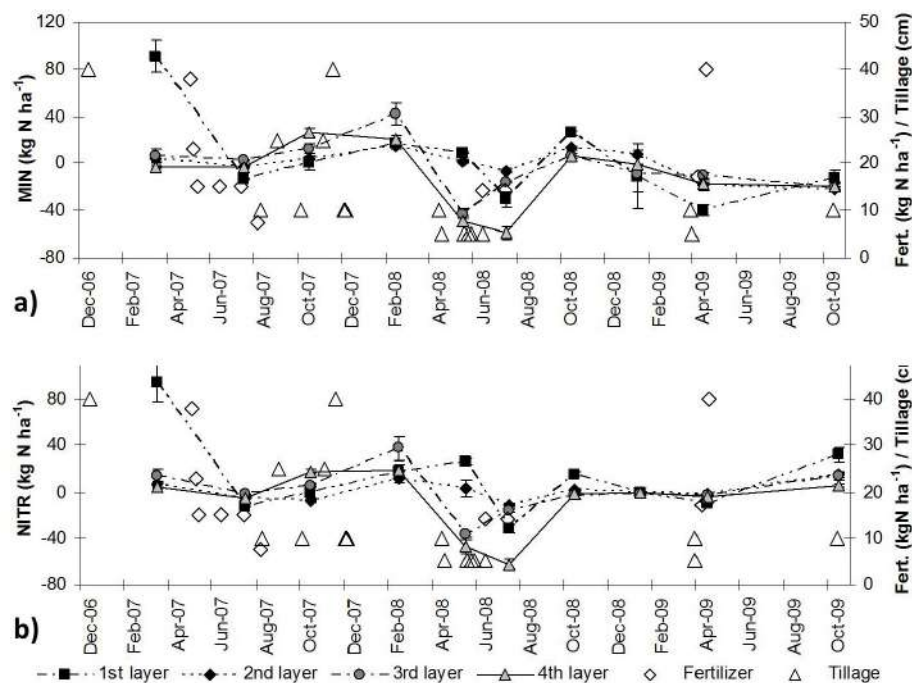


Fig. 6. MIN (a) and NITR rates (b) in the 4 layers of the topsoil horizon (0-27, 27-44, 44-60, 60-74 cm) over a three year crop rotation (2007 onion, 2008 tomato, 2009 barley) in southern part of Ukraine.

The low humus content observed at the study site (3-6% in the surface layer of 30 cm) is typical for southern black soils in the Ukraine and has been decreasing during the last 100 years at an average rate of 0.6% per year [28]. There are various means by which the fertility of such impoverished soils can be improved, *e.g.* reducing tillage intensity, decreasing black fallow periods (soil is ploughed but not planted) [47], stimulating primary productivity by fertilisation and irrigation or changing from monocultures to crop rotations [53]. This study has introduced a 3 year crop rotation with residue incorporation, which successfully increased the total C (by 20%) and N (by 38%) content of the topsoil (0-74 cm) (Fig. 2). For comparison, Duiker and Lai [11] reported a linear relationship between residue application rates and volumetric soil organic C content both for zero till and ploughing for a luvisol in Ohio, and Campbell et al. [10] observed a strong correlation between soil organic C storage and residue C input ($y = 0,44x - 3,2$; where x is the residue C input in $t\ ha^{-1}$; $r^2 = 0,81$ at $P < 0,05$) in black chernozem during 1987-1997 under a wheat monoculture.

Campbell et al. [10], who calculated TOC and TN changes based on element mass per equivalent soil mass method [9, 12] (for 0-15 cm depth they equalized to the sample with the lightest mass of sample ($1478\ t/ha^{-1}$) since they had not sampled beyond 15 cm depth), found that a crop rotation of fallow-wheat, fallow-wheat-wheat,

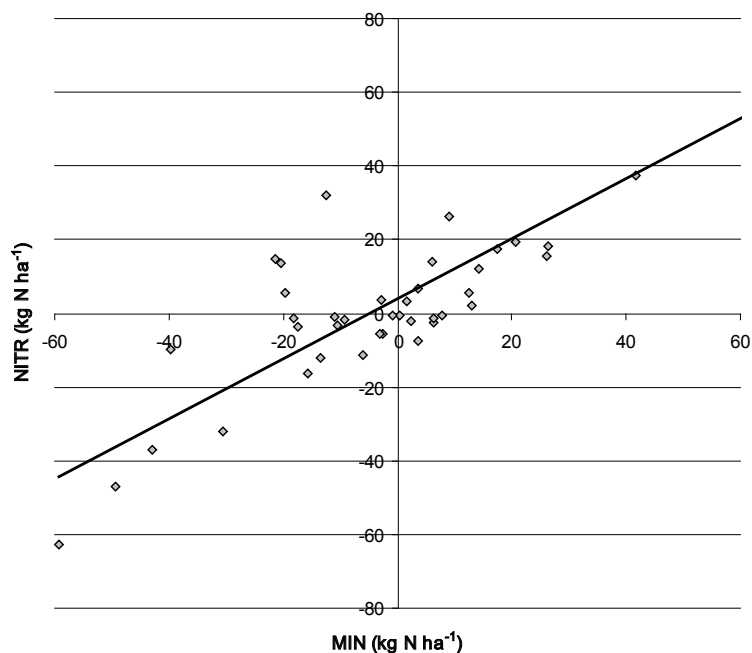


Fig. 7. Correlation between MIN and NITR rates ($r = 0,85$; $P < 0,0001$).

continuous wheat with fertilizer ($N+P$) input increased organic C by 3930, 5210, 1950 kg C ha⁻¹ and total N by 490, 250, 390 kg N ha⁻¹, respectively in the top 0-15 cm soil layer over a 10 year period. For the comparison with our data we assumed that this increase was approximately linear with time and recalculated it for the 3 year period. Also we recalculated our results of the 1st layer by decreasing the depth to 15 cm instead of 27 cm and using the same equalized bulk density (0.99 g/cm³) as Campbell et al. [10] did, to avoid overestimation due to seasonal and inter-annual changes in bulk densities (from 1.1 to 1.6 g/cm³). Such a simple reduction of depth underestimates the real increases of elements in the surface layer, but allows us to make a preliminary comparison of our dataset with the 10 year investigation of black chernozem by Campbell et al. [10]. The recalculated data for our onion-tomato-barley-winter wheat (Dec 2006 – Oct 2009) rotation demonstrated that the absolute increase of TOC ($P < 0,05$) and TN (statistically non-significant; $P < 0,56$) was 594 kg C ha⁻¹ (or 2,0%) and 147 kg N ha⁻¹ (or 4,4%) which was in good agreement with 585-1563 kg C ha⁻¹ (or 1,7-5,2%) and 75-147 kg N ha⁻¹ (or 2,4-5,3%) of the literature data [10], respectively. However, our data showed that for an assessment of soil fertility in arable lands, being regularly deep ploughing, it is necessary to study the entire top horizon to reflect short-term as well as long-term changes. We found that over the three years significant changes ($P < 0,01$) took place even the lowest layer (60-74 cm) although this differed from observations in the upper layer: decreasing

C storage (Fig. 6). The main uncertainty in these estimates appears to be associated with the methodology used to calculate C and N contents. Including the field measured bulk density in the calculation can overestimate the rate of increase, as agricultural practices can influence the bulk density in surface horizons. For example using heavy machinery and drip irrigation may compact the soil and thereby increases the bulk density, whereas ploughing would have the opposite effect [30]. This study provided evidence of this; during the onion (2007) and tomato (2008) seasons active agricultural machine activity (for chemical treatments), cultivation and drip irrigation increased ($P < 0,001$) the bulk density up to $1,52 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ in the surface layer and by $1,60 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ in the bottom layer of the topsoil horizon. Using the standard bulk density estimate would ignore important information of the physical soil condition at the appropriate time of sampling and can be used only for comparison in shallow depth. We consider the most accurate way to present information of the element content (e. g. C and N) is to present the content in whole topsoil profile and can be achieved for deep soils only by accurate bulk density measurements for each genetic/or equal (e.g. each 10 cm depth) soil layer. However for comparison with the literature it is necessary to use the conventional approach for shallow soil depth and calculate the C and N content from its mass per equal depth of soil [9, 12].

In our study the bulk density had a negative correlation with TOC ($r = -0,66$; $P < 0,0001$) in the whole topsoil horizon, obviously because the soil organic matter increase leads to an increase in porosity and consequently a decline in bulk density. This has been reported in the literature [4, 54]. The highest bulk density, and also pH, was observed for the tomato crop (2008), which was caused by crop type, active machine activity (inter-row cultivation and frequent pesticide application) and soil moisture (regular drip irrigation and heavy precipitation) during the growing season compared to the other two years considered in this study.

High quality residues and N fertilizer were assumed to increase aggregate turnover [20, 39] and interactions between residue and fertilizer inputs can influence physical SOM stabilization [14]. Our study showed that the rate of increase in TOC and TN was not consistent during the study period (December 2006 — October 2009) and depended on crop type and associated with differences in N application rate and scheme, agricultural management practice, climatic factors (e.g. precipitation and temperature).

The seasonal variations in TOC and TN contents could be large, for example the TOC increased by $39,5 \text{ t C ha}^{-1}$ in the whole topsoil horizon in 2008/2009 autumn/winter period and the TN increase over this period was $5,8 \text{ t N ha}^{-1}$ (Fig. 2, Fig. 3) with the bulk density estimates. Campbell et al. [10] proposed following reasons for these variations are 1) site variability or place of sampling (inter-row or row area sample) could contribute to this discrepancy, 2) crop residue (fresh plants and roots) taken in the samples in the autumn were tough and remained on the sieve and thus were discarded, but during the autumn and winter this material could be weathered and/or partially decomposed and thus passed through sieve and be included in the soil sample thereby increasing the measured TOC and TN content in winter samples.

Application of *N* fertiliser and residue incorporation, ploughing and irrigation influence the rate of microbial decomposition of organic matter to mineral *N* compounds (mineralisation) and the rate of NH_4^+ oxidation to NO_3^- (nitrification). The interdependence of these processes and NH_4^+ and NO_3^- contents were reflected by significant linear correlations in the top horizon (0-74 cm) between *MIN* and *NITR* rates (Fig. 7), ammonification and NH_4^+ content, *NITR* and NO_3^- content.

In arable soils large NH_4^+ and NO_3^- contents are transient. Their fate is incorporation into the plant and microbial biomass, absorption of NH_4^+ into the «humic» and clay structures within the soil [5, 36], gaseous losses as nitric oxide, nitrous oxide and di-nitrogen [8, 37, 40, 41] and for NO_3^- leaching into ground water and/or lower soil horizons [16]. Large concentrations are usually only visible within the first 1 to 2 weeks after fertiliser application or ploughing. In this study soil samples were not always taken immediately after fertilizer application, tillage treatments and residue incorporation; consequently only few examples of transient increases in mineral *N* concentrations were recorded. For example, tillage in April 2008 and tillage and fertilization in April 2009 increased soil available NH_4^+ and NO_3^- concentrations. The steady increase in NH_4^+ content and of *MIN* and *NITR* rates after tomato harvest can be explained by the incorporation of the tomato residue by disking (the *N* content of the above ground biomass was 173 ± 15 kg *N* ha⁻¹). Consequently after spring fertilization of the barley crop (57 kg *N* ha⁻¹), in April 2009, the NH_4^+ content of the 74 cm top horizon was $184,9 \pm 15,4$ kg *N* ha⁻¹ equivalent to a concentration of $19,1 \pm 2,7$ mg *N* kg⁻¹ (Fig. 4a). This was a significant increase ($P < 0,05$) from the average NH_4^+ content calculated for the study period ($81,5 \pm 29,6$ kg *N* ha⁻¹). Our results did not confirm the usual observation that NH_4^+ is nitrified immediately after fertilizer application. For example, Maly et al. [29] showed increased *NITR* rates and increased NO_3^- concentrations during an incubation experiment using arable soils (chernozem, cambisol, fluvisol and luvisol). We did not observe *NITR* increased in April 2009 samples after fertilization event (Fig. 5), but we registered significant increase ($P < 0,001$) of *NITR* ($66,0 \pm 12,2$ kg *N* ha⁻¹ for whole topsoil horizon) later in the October 2009 samples. At the same time total *MIN* was negative ($-74,3 \pm 14,9$ kg *N* ha⁻¹), due to active consumption of NH_4^+ , available in soil ($172,0 \pm 11,2$ kg *N* ha⁻¹) and new produced, by nitrifiers and other soil microorganisms.

In 2007 the onion crop accumulated most of the mineral *N* applied in its bulbs (predominantly in the NO_3^- form). In late summer and autumn sufficient onion bulbs and residue were ploughed into the top 25 cm that is likely to cause a significant increase ($P < 0,00001$) of the NO_3^- content up to $100,6 \pm 6,1$ kg *N* ha⁻¹ in the surface layer (0-27 cm). It was demonstrated that in autumn 2007 deep ploughing (40 cm) followed by heavy precipitation contributed to NO_3^- migration down and accumulation in the lower layers in soil profile; but no significant leaching took place (Fig. 4b). The lack of NO_3^- leaching in this soil was already demonstrated by Umarov's research [48].

In the surface (0-30 cm) layer there was no significant difference between average mineral *N* concentrations of 2007 and 2008. They were approximately $15,8 \pm 6,5$ mg

$N\text{ kg}^{-1}$, the same ranges was reported by Wang et al. [52] for a chernozem in a natural steppe. We can conclude that in this period soil condition was sustainable, almost all incorporated and new produced mineralized compounds of mineral N were entirely consumed by plants and soil communities. For 2009 the annual average concentration of inorganic N significantly increased ($P < 0,05$) up to $20,5 \pm 6,0\text{ mgNkg}^{-1}$ mainly due to high ammonium concentration ($17,1 \pm 3,7\text{ mgN kg}^{-1}$). We measured the seasonal interrelationship between MIN and $NITR$ processes in vitro. MIN and $NITR$ rates were significantly higher ($P < 0,05$) in October – March samples (Fig. 6). The microbial community in samples from those periods appears to be under thermal suppression [48] in the soil reach in organic residues, that is why suitable incubation condition gave a push to grow – which was reflected on MIN and $NITR$. That was an evidence of significant role of ammonification in soil enriched with plant residues under conditions of optimal temperature and moisture. Biological N_2 -fixation was not investigated, because rates in an N rich agricultural soil are usually insignificant and less than $0,7\text{-}1,0\text{ kg N ha}^{-1}\text{ month}^{-1}$ in total [20].

We assume that ammonifying and nitrifying activities in summer samples could be lower possibly due to:

1) soil exhaustion during active consumption period of available vital nutrients by onion and tomato, that could cause decreasing microorganisms activity;

2) harmful effect of active use of pesticides (insecticides, fungicides and herbicides) on microbiota [2, 44] especially in summer 2008;

3) contamination of complex fertilizers with fluorine compounds, as the results of insufficient decontamination after superphosphate synthesis by the fertilizers producers. This can affect microbial community [51].

All these suggestions need further detailed investigation.

Conclusions

We stated that moderate ($114\text{ kg N ha}^{-1}\text{ yr}^{-1}$) and low ($28\text{ kg N ha}^{-1}\text{ yr}^{-1}$) N fertilizer applications together with adequate drip irrigation for onion and tomato, respectively, is likely to be well-balanced system for crop production in investigated soil type in southern Ukraine.

We concluded that the strategy of restoration of productivity of southern chernozem black soils by using of plant residues and efficient N fertilizers application within a crop rotation system which was carried out by farmer – holder of investigated field from Association of Agricultural Enterprises “Granit” for three year appeared to be an effective way of both restoration and augmentation of the key features (TOC and TN content) determinative of soil stratum fertility under intensive crop management in the southern part of the Ukraine.

It is evident that right crop rotation management, right plant residue practice, right fertilization and right tillage can significantly increase TOC and TN storage, as a consequence promoting new SOM build-up. Further investigations are needed to better understand the whole picture and find critical gaps.

Acknowledgements

All the work and studies at the Petrodolinskoe research monitoring station were done in the framework of the NitroEurope and ECLAIRE international projects of EU's FP6 and FP7, accordingly, by research team of ONU on the arable lands of the Association of Agricultural Enterprises "Granit". The authors would like to express their gratitude to all researchers in ONU, who carried out sampling, observations, physical and chemical analyses of soil samples in 2006-2009, to the head, Victor Derevencha, personally, and staff of the Association of Agricultural Enterprises "Granit", on the land of which the atmospheric monitoring station is located, for their understanding and help in field work and observations.

References

- [1] Andreishin, M. 2009. Chernozemy, skoliko ikh u nas? Golos Ukrainy. No. 33: 12-14.
- [2] Ayansina, A.D.V., Oso, B.A. 2006. Effect of two commonly used herbicides on soil microflora at two different concentrations. *African Journal of Biotechnology* 5 (2): 129-132.
- [3] Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venterea, R.T., Griffis, T.J. 2006. Tillage and soil carbon sequestration – What do we really know?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (1): 1-5.
- [4] Bauer, A., Black, A.L. 1992. Organic carbon effects on available soil water capacity of three soil textural groups. *Soil Science Society of America Journal* 56 (1): 248-254.
- [5] Bernard, R., Ahmed, O.H., Majid, N.M.A., Jalloh, M.B. 2009. Reduction of Ammonia Loss from Urea through Mixing with Humic Acids Isolated from Peat Soil (Sapristis). *American Journal of Environmental Sciences* 5 (3): 393-397.
- [6] Brady, N., Weil, R. 1996. *The nature and properties of soils*, 11th ed., Prentice Hall, New Jersey.
- [7] Brady, N., Weil, R. 2008. *The nature and properties of soils*, 14th ed., New Jersey: Prentice Hall/Pearson Education.
- [8] Butterbach-Bahl, K., Baggs, E.M., Dannenmann, M., Kiese, R., Zechmeister-Boltenstern, S. 2013. Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 368 (1621): 20130122.
- [9] Campbell, C.A., Selles, F., Lafond, G.P., McConkey, B.G., Hahn, D. 1998. Effect of crop management on C and N in long-term crop rotations after adopting no-tillage management: Comparison of soil sampling strategies. *Canadian journal of soil science* 78 (1): 155 – 162.
- [10] Campbell, C.A., Selles, F., Lafond, G.P., Zentler, R.P. 2001. Adopting zero tillage management: Impact on soil C and N under long-term crop rotations in thin black chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* 81 (2): 139-148.
- [11] Duiker, S.W., Lal, R. 1999. Crop residue and tillage effects on carbon sequestration in a Luvisol in central Ohio. *Soil and Tillage Research* 52 (1): 73-81.
- [12] Ellert, B.H., Bettany, J.R. 1995. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian Journal of Soil Science* 75 (4): 529-538.
- [13] Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations 1998. World reference base for soil resources, FAO/ISRIC ISSS Publication, Rome, available at <http://www.fao.org/docrep/w8594e/w8594e00.HTM> [accessed 20 May 2014].
- [14] Gentile, R., Vanlauwe, B., Chivenge, P., Six, J. 2008. Interactive effects from combining fertilizer and organic residue inputs on nitrogen transformations. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 2375-2384.
- [15] Gentile, R., Vanlauwe, B., Chivenge, P., Six, J. 2010. Trade-offs between the short- and long-term effects of residue quality on soil C and N dynamics. *Plant and Soil* 338 (1-2): 159-169.
- [16] Goulding, K. 2000. Nitrate leaching from arable and horticultural land. *Soil Use and Management* 16 (1): 145-151.
- [17] Halvorson, A.D., Reule, C.A., Follet, R.F. 1999. Nitrogen fertilization effects on soil carbon and nitrogen in a dryland cropping system. *Soil Science Society of America Journal* 63 (4): 912-917.
- [18] Halvorson, A.D., Wienhold, B.J., Black, A.L. 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Science Society of America Journal* 66 (3): 906-912.
- [19] Harris, R.F., Allen, O.N., Chesters, G., Attoe, O.J. 1963. Evaluation of microbial activity in soil aggregate stabilization and degradation by the use of artificial aggregates. *Soil Science Society of America Journal* 27 (5): 542-545.

- [20] Hattori, T. 1973. *Microbial Life in the Soil: An Introduction*, New York: Marcel Dekker Inc.
- [21] ISO 10381-2 (2002), "Soil quality – Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques", ISO/TC 190/SC 2.
- [22] ISO 10390 (1994) "Soil quality – Determination of pH", ISO/TC 190/SC 3.
- [23] ISO 11272 (1998) "Soil quality – Determination of dry bulk density", ISO/TC 190.
- [24] ISO 11465 (1993) "Soil quality – Determination of dry matter and water content on a mass basis – Gravimetric method", ISO/TC 190/SC 3.
- [25] ISO 14238 (1997) "Soil quality – Determination of nitrogen mineralization and nitrification in soils and the influence of chemicals on these processes", ISO/TC 190/SC 4.
- [26] Kachinsky, N.A. 1958. *Mechanicheskiy i microagregatniy sostav pochvy, metody ego opredelenia*. Moscow: Academy of Science of USSR.
- [27] Kaurichev, I.S. 1980. *Praktikum po pochvovedeniyu*. Moscow: Kolos.
- [28] Kovda, V.A., Rozanov, B.G. (Eds.) 1988. *Tipy pochv, ikh geografia i ispolzovanie*, tom 2 v *Pochvovedenie*. Moscow: Vysshaya Shkola.
- [29] Maly, S., Sarapatka, B., Krskova, M. 2002. Seasonal variability in soil N mineralization and nitrification as influenced by N fertilization. *Rostlinna Vyroba-UZPI* 48 (9): 389-396.
- [30] Mikhailova, E.A., Post, C.J. 2006. Effects of land use on soil inorganic carbon stocks in the Russian chernozem. *Journal of Environmental Quality* 35 (4): 1384-1388.
- [31] Mummey, D., Holben, W., Six, J., Stahl, P. 2006. Spatial stratification of soil bacterial populations in aggregates of diverse soils. *Microbial Ecology* 51 (3): 404-411.
- [32] Nazarenko, I.I., Polchina, S.M., Nikorych, V.A. 2008. *Gruntoznavstvo: Pidruchnyk*, 3-e vyd. Chernivtsi: Knigi-XXI.
- [33] Pankov, Z.P. 2008. *Zemelni resursy*. Lviv: VC Lviv National University Press.
- [34] Parton, W., Silver, W.L., Burke, I.C., Grassens, L., Harmon, M.E., Currie, W.S., King, J.Y., Adair, E.C., Brandt, L.A., Hart, S.C., Fash, B. 2007. Global-scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition. *Science* 315: 316-364.
- [35] Paul, D.B. 1987. The nine lives of discredited data. *The Sciences* 27 (3): 26-30.
- [36] Pena-Mendez, E.M., Havel, J., Patočka, J. 2005. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine* 3: 13-24.
- [37] Rees, R.M., Augustin, J., Alberti, G., Ball, B.C., Boeckx, P., Cantarel, A., Castaldi, S., Chirinda, N., Chojnicki, B., Giebels, M., Gordon, H., Grosz, B., Horvath, L., Juszczak, R., Klemedtsson, A.K., Klemedtsson, L., Medinets S., Machon, A., Mapanda, F., Nyamangara, J., Olesen, J., Reay, D., Sanchez, L., Sanz Cobena, A., Smith, K.A., Sowerby, A., Sommer, M., Soussana, J.F., Stenberg, M., Topp, C.F.E., van Cleemput, O., Vallejo, A., Watson, C.A., Wuta, M. 2013. Nitrous oxide emissions from European agriculture; an analysis of variability and drivers of emissions from field experiments. *Biogeosciences* 10: 2671–2682.
- [38] Roberts, T.L. 2007. Right product, right rate, right time and right place... the foundation of best management practices for fertilizer. In: *Fertilizer Best Management Practices: General Principles, Strategy for their Adoption, and Voluntary Initiatives vs Regulations*, 29-32. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (7-9 March 2007, Brussels, Belgium).
- [39] Six, J., Carpentier, A., van Kessel, C., Merckx, R., Harris, D., Horvath, W.R., Lüscher, A. 2001. Impact of elevated CO₂ on soil organic matter dynamics as related to changes in aggregate turnover and residue quality. *Plant and Soil* 234: 27-36.
- [40] Skiba, U., Smith, K.A. 2000. **The control of nitrous oxide emissions from agricultural and natural soils**. *Chemosphere-Global Change Science*. 2 (3): 379-386.
- [41] Skiba, U., Drewer, J., Tang, Y. S., Van Dijk, N., Helfter, C., Nemitz, E., Famulari, D., Cape, J.N., Jones, S.K., Twigg, M., Pihlatie, M., Vesala, T., Larsen, K.S., Carter, M.S., Ambus, P., Ibrom, A., Beier, C., Hensen, A., Fruhm, A., Erismann, J.W., Brüggemann, N., Gasche, R., Butterbach-Bahl, K., Neftel, A., Spirig, C., Horvath, L., Freibauer, A., Cellier, P., Laville, P., Loubet, B., Magliulo, E., Bertolini, T., Seufert, G., Andersson, M., Manca, G., Laurila, T., Aurela, M., Lohila, A., Zechmeister-Boltenstern, S., Kitzler, B., Schaffler, G., Siemens, J., Kindler, R., Flechard, C., Sutton, M.A. 2009. Biosphere-atmosphere exchange of reactive nitrogen and greenhouse gases at the NitroEurope core flux measurement sites: measurement strategy and first data sets. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133 (3): 139-149.
- [42] Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., Fixen, P.E. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133 (3): 247-266.
- [43] Sprengel, C. 1826. About plant humus, humic acid and humic acid salts. *Archiv fur die Gesamte Naturlehre* 8: 145-220.
- [44] Spyrou, I.M., Karpouzias, D.G., Menkissoglu-Spiroudi, U. 2009. Do botanical pesticides alter the structure of the soil microbial community? *Microbial Ecology* 58 (4): 715-727.
- [45] Tikhonenko, D.G. (Ed.) 2005. *Gruntoznavstvo: Pidruchnyk*. Kyiv: Vysha Osvita.

- [46] Tisdall, J.M., Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33 (2): 141-163.
- [47] UN 2007. Environmental performance reviews. Ukraine. 2nd review, Prepared by economic commission for Europe and committee on environmental policy. Geneva: UNECE.
- [48] Umarov, M.M. 1984. Assotsiativnaya azotfiksiatsia v biogeotsenozakh. Pochvennye jrganizmy kak komponenty biotsenoza. 119-162. Moscow: Nauka.
- [49] Vadyunina, A.F., Korchagina, Z.A. 1986. Metody issledovania fizicheskikh svoystv pochv i gruntov. Moscow: Vyshchaya Schkola.
- [50] Valda, O.K., Krakovskiy, M.I. 1969. Grunty Odes'koi oblasti. Odes'ka zemlevporiadna ekspedytsia. Odessa.
- [51] Valkov, V.F., Kazeev, K.S., Kolesnikov, S.I. 2004. Ekologia pochv. Zagriznenie pochvy, chast 3. Rostov-na-Donu: UPL RGU.
- [52] Wang, Y.-P., Lin, M., Tian, Z.-X., Elmerich, C., Newton, W.E. (Eds) 2005. Biological nitrogen fixation, sustainable agriculture and the environment, Proceedings of the 14th International Nitrogen Fixation Congress Series: "Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture", vol. 41. Dordrecht: Springer.
- [53] West, T.O., Post, W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: A global data analysis. *Soil Science Society of America Journal* 66 (6): 1930-1946.
- [54] Whalen, J.K., Hu, Q., Liu, A. 2003. Compost applications increase water-stable aggregates in conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal* 67 (6): 1842-1847.
- [55] Wiley, H.W. 1906. Principles and practice of agricultural analysis. A manual for the study of soils, fertilizers, and agricultural products, vol. 1, Easton: The Chemical Publishing Co.

The manuscript was accepted April 5, 2014

С. В. Медінець^{1,2,3}, аспірант, н. с., s.medinets@gmail.com

У. М. Скїба⁴, д-р. прир. наук, провідний н. с., керівник відділу, ums@ceh.ac.uk

В. І. Медінець¹, канд. фіз.-мат. наук, провідний н. с., керівник центру, medinets@te.net.ua

Я. М. Біланчин⁵, канд. геогр. наук, доцент, зав. каф., grunt.onu@mail.ru

В. З. Піцик¹, молодший н.с., v.z.pitsyk@gmail.com

Л. М. Гошуренко⁵, н.с., grunt.onu@mail.ru

С. С. Котогура¹, молодший н. с., s.kotogura@gmail.com

¹Регіональний центр інтегрованого моніторингу та екологічних досліджень, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова (ОНУ), пров. Маяковського 7, 65082 Одеса, Україна

²Університет Фрайбургу, Жорж-Келер-Алеє 53/54, D-79110 Фрайбург, Німеччина

³Інститут метеорологічних та кліматичних досліджень (ІМК), Карлсруйський технологічний інститут (KIT), Кройцегбанштрассе 19, D-82467 Гарміш-Партенкірхен, Німеччина

⁴Відділ біосферно-атмосферного обміну трасерних газів, Центр екології і гідрології (СЕН) Едінбург, Рада з досліджень навколишнього середовища, Буш Естейт, Пенікук, Мідлотіан, EH26 0QB, Великобританія

⁵Кафедра ґрунтознавства та географії ґрунтів, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова (ОНУ), вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

ДИНАМІКА ЗМІН ҐРУНТОВОГО ВУГЛЕЦЮ ТА АЗОТУ ВПРОДОВЖ ТРЬОХЛІТНЬОЇ СІВОЗМІНИ В ЧОРНОЗЕМАХ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Резюме

У данній роботі розглядається вплив сучасного менеджменту, на прикладі сівозміни (цибуля-томат-ячмінь), на динаміку зміни кількості загального органічного вуглецю

та загального азоту в родючому шарі чорноземів південних в 2006-2009 рр. Нами було показано, що внесення поживних залишків та ефективне використання азотних добрив при відповідному сівозміні виявилось ефективним способом стабілізації існуючої органічної речовини ґрунту (ОРГ) та сприяння утворенню нової ОРГ в чорноземах південних.

Ключові слова: азот, вуглець, нітрати, амоній, мінералізація, нітрифікація, органічна речовина ґрунту

С. В. Мединец^{1,2,3}, аспірант, н. с., s.medinets@gmail.com

У. М. Скиба⁴, д-р. ест. наук, ведучий н. с., рук. отдела, ums@ceh.ac.uk

В. І. Мединец¹, канд. физ.-мат. наук, ведучий н. с., рук. центра, medinets@te.net.ua

Я. М. Биланчин⁵, канд. геогр. наук, доцент, зав. каф., grunt.onu@mail.ru

В. З. Пицьк¹, младший н.с., v.z.pitsyk@gmail.com

Л. М. Гошуренко⁵, н. с., grunt.onu@mail.ru

С. С. Котогура¹, младший н. с., s.kotogura@gmail.com

¹Региональный центр интегрированного мониторинга и экологических исследований, Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова (ОНУ), пер. Маяковского 7, Одесса-82, 65082, Украина

²Университет Фрайбурга, Жорж-Келер-Алее 53/54, D-79110 Фрайбург, Германия

³Институт метеорологических и климатических исследований (ИМК), Карлсруйский технологический институт (KIT), Кройцегбанштрассе 19, D-82467 Гармиш-Партенкирхен, Германия

⁴Отдел биосферно-атмосферного обмена трассерных газов, Центр экологии и гидрологии (СЕН) Эдинбург, Совет по исследованиям окружающей среды (NERC), Буш Эстейт, Пеникук, Мидлотиан, EH26 0QB, Великобритания

⁵Кафедра почвоведения и географии почв, Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова (ОНУ), ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА НА ПРОТЯЖЕНИЕ ТРЕХЛЕТНЕГО СЕВООБОРОТА В ЧЕРНОЗЕМАХ НА ЮГЕ УКРАИНЫ

Резюме

В данной работе рассматривается влияние современного менеджмента, на примере севооборота (лук-томат-ячмень), на динамику изменения количества общего органического углерода и общего азота в плодородном слое черноземов южных в 2006-2009 гг. Нами показано, что внесение поживных остатков и эффективное использование азотных удобрений при соответствующем севообороте похоже выявилось эффективным способом стабилизации существующего органического вещества почвы (ОВП) и содействия образованию нового ОВП в черноземах южных.

Ключевые слова: азот, углерод, нитраты, аммоний, минерализация, нитрификация, органическое вещество почвы.

УДК 631.48:378.4(477.74-21)»1865/1933»

В. І. Тригуб, канд. геогр. наук, доц.**Н. О. Попельницька**, студентка

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів

вул. Дворянська 2, Одеса-82, 65082

grunt.onu@mail.ru

ГРУНТОВО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ІМПЕРАТОРСЬКОМУ НОВОРОСІЙСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

У статті узагальнені архівні матеріали та друковані праці стосовно становлення та розвитку ґрунтово-географічних досліджень в Імператорському Новоросійському університеті. Висвітлено основні наукові досягнення та напрями досліджень впродовж 1865-1933 рр. Розглянуто внесок Палімпсестова І. У., Абашева Д. М., Бичихіна А. О., Щусева С. В. в розвиток ґрунтознавства як самостійної науки. Висвітлені наукові погляди та внесок О. Г. Набоких і Г. І. Танфільєва у розвиток ґрунтознавчої науки, під керівництвом яких були проведені широкомасштабні дослідження південних територій, складені ґрунтова карта Херсонської та фізико-географічне районування Одеської губернії. Встановлено велике теоретичне і практичне значення ґрунтово-географічних досліджень, започаткованих в Новоросійському університеті, для сучасної науки.

Ключові слова: ґрунтознавство, ґрунтово-географічні дослідження, Новоросійський університет.

«Якщо не знати минулого, неможливо зрозуміти істинний сенс сучасного й мету майбутнього...»

Максим Горький

Вступ

16 травня 2014 року виповнилося 80 років з дня заснування геолого-географічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Проте, ґрунтово-географічні дослідження в університеті розпочалися задовго до відкриття географічного факультету. Навчальний заклад був створений в Новоросійському краї за наказом імператора Олександра II в 1865 р. і отримав назву Імператорського Новоросійського університету. Під цією назвою університет проіснував до 1920 р., коли був реорганізований у ряд інститутів – народної освіти, соціального виховання, фізико-хіміко-математичний, професійної освіти. Та в 1933 р. був відновлений під назвою Одеського університету. Російський історик і публіцист В. І. Модестов, який деякий час працював в Одесі, писав: «*Университетъ, каковъ бы онъ ни былъ, въ какиѣ бы условия онъ не былъ поставленъ, есть все-таки университетъ, то есть, вмѣстѣ вѣдѣннѣ высшей науки, авторитетный органъ современнаго знанія, представительъ умственныхъ успехов, достигнутыхъ человечествомъ въ*

его совокупности... И вот Одесса, а съ нею и весь Новороссийский край обладают этой могущественной силой, этим важнейшим рычагом высшего образования, этим двигателем просвещенных идей в общественной массе...» [9, с. 335]. З дня свого заснування університет став центральною установою науково-дослідної діяльності, центром накопичення і збереження наукової інформації та місцем підготовки висококваліфікованих фахівців різних напрямів підготовки, в тому числі і в галузі сільського господарства та ґрунтознавства.

Розвиток будь-якої науки – це складний багатогранний процес. Тому актуальним є проведення ретельного аналізу літературних та архівних матеріалів щодо становлення і розвитку ґрунтознавчої науки в стінах Імператорського Новоросійського університету. *Об'єктом* вивчення є ґрунтово-географічні дослідження в Імператорському Новоросійському університеті, *предметом* — основні віхи становлення і розвитку ґрунтово-географічних пошуків. *Мета роботи* полягає в узагальненні архівних матеріалів та друкованих праць стосовно становлення та розвитку ґрунтово-географічних досліджень в Імператорському Новоросійському університеті взагалі, незалежно від того, на якій кафедрі.

Матеріали і методи досліджень

Дана стаття ґрунтується на використанні та узагальненні широкого спектру літературних та архівних матеріалів, що включають роботи провідних вчених (В. І. Модестова, С. В. Щусєва, І. У. Палімпсєстова, А. О. Бичихіна, О. Г. Набоких, Г. І. Танфільєва та інших), а також окремі напрацювання сучасних науковців з питань вивчення історії ґрунтознавчої науки (С. С. Бракіна, Ю. О. Амброз, М.І. Краковського, Я. М. Біланчина, В. І. Михайлюка). Зазначені матеріали дозволили провести ретельний аналіз щодо розвитку і становлення ґрунтознавчої науки в Новоросійському (нині Одеському національному) університеті. Отримана інформація була систематизована

Результати дослідження та їх обговорення

Вперше викладання професійних основ сільськогосподарських наук і вчення про ґрунти як основний засіб сільсько- і лісогосподарського використання в Новоросійському краї започаткував у Рішельєвському ліцеї в Одесі, в 1851 р. Іван Устинович Палімпсєстов. В ліцеї вчений читав курси агрономії і лісівництва, виконував обов'язки секретаря Одеського Імператорського товариства сільського господарства (відповідно до [4]). Після перетворення ліцею в університет був призначений професором та завідувачем кафедри агрономії і лісівництва. Тоді ж було засновано агрономічний кабінет з лабораторією, де викладався курс агрономічної хімії. Ґрунтознавство ж вивчалось у складі сільськогосподарських дисциплін в складі біологічних наук [6]. Важливе значення мали праці Івана Устиновича: «Вступительная беседа о сельском хозяйстве Новороссийского края» [4], значний обсяг якої займає бібліографія сільськогоспо-

дарських рослин та «Сборник статей о сельском хозяйстве юга России» [13]. Саме він став посібником для місцевих землевласників з питань покращення ведення господарства. В праці «Мои воспоминания» [12] автор передав своє занепокоєння хижим відношенням людини до такого дару природи як ґрунт: *«Кто изъ нас, при дарованном правѣ хозяйничать по своему усмотренію, о нашемъ расхищеніи сокровищъ природы думаетъ? ... Землевладельцы должны вести такъ называемое интенсивное хозяйство, пролагая пути къ известнымъ улуценіямъ въ области сельскаго хозяйства...»* [12, сс. 131 и 136].

Розвитком агрономії та сільського господарства цікавився також хімік і агроном Дмитро Миколайович Абашев. Вчений читав курс агрономічної хімії, на якому вивчались основні особливості кругообігу речовин у землеробстві та заходи впливу на процеси, що відбуваються у ґрунті і рослинах та сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Це набуло великої популярності серед поселенців Новоросії — сербів, болгар, італійців, німців, молдаван, турків, греків, завдяки чому їх господарства були дуже прибутковими. Серед інших досліджень науковця — можливість розведення лісів в степу, методики досліджень ґрунтових зразків, про що свідчать його публікації у періодичних виданнях: «Записка по вопросу о разведении лесов в степной части Новороссийского края» [2], «Заметка о механическом анализе почвы» [1] та інші.

Початок розвитку більш детальних ґрунтових досліджень в Новоросійському університеті було закладено в 90-х роках XIX ст. приват-доцентом Афанасієм Олексійовичем Бичихініним, який досліджував вплив вітрової ерозії на родючість ґрунтів, залежність глибини ґрунтового покриву від висоти місцевості. Він звернув увагу на вплив пилових буревіїв та суховіїв, на їх значення у веденні сільського господарства.

Вчений сприяв розповсюдженню докучаєвського ґрунтознавства у Новоросійському університеті і доводив необхідність викладання даного предмету як для біологів та фахівців-аграріїв, так і для географів. Він наголошував: *«Знакомство съ почвой, составляющей один изъ основныхъ факторовъ производства растительныхъ продуктовъ, требуетъ знанія минералогіи и геологіи ... Почва подвергается изученію не только со стороны химической, т. е. въ отношеніи количества и качества питательныхъ веществъ, входящихъ в составъ почвы, но и съ физической, – со стороны сложенія почвы и ея отношеній къ воздуху и воде, а также и съ микробиологической, обуславливающей многиі важные стороны жизни почвы... Таким образомъ, знакомство съ почвоведеніемъ в полномъ объеме и содержаніи, претендующимъ не безъ основанія на самостоятельную научную дисциплину, кругъ естествознанія въ университетскомъ преподаваніи расширяется, такъ какъ геологія съ этой точки зренія почти не разсматриваетъ поверхностные слои коры земной...»* [7, с. 18, 27]. Таке кредо професіонала дало яскравий знак того, що ґрунтознавство в найбільшому ступені є наукою географічною. У 1903-1904 академічному році вперше в на-

вчальних планах природничого відділення університету з'являється самостійний курс «Прикладное почвоведение», який викладав А. О. Бичихін [6].

Велике значення для розвитку ґрунтознавства в університеті мали роботи агронома С. В. Щусєва, який в одній зі своїх статей наголосив на необхідності відкриття кафедри ґрунтознавства: *«Съ возникновением у нас науки о почве, какъ самостоятельной дисциплины въ свое время еще проф. В. В. Докучаевымъ возбуждался вопросъ объ открытіи отдельныхъ кафедръ почвоведенія при университетахъ. Вопросъ этотъ остался открытымъ и по сіе время, а между темъ его следовало бы поставить теперь на очередь...»* [17, с. 219]. Проте, ще тривалий час питання щодо відкриття кафедри ґрунтознавства в університеті залишалося невирішеним.

Новий етап в розвитку ґрунтознавства і ґрунтових досліджень як в Новоросійському університеті зокрема, так і на території півдня України взагалі розпочався на початку ХХ ст. і пов'язаний з іменами вчених, послідовників В. В. Докучаєва, Олександром Гнатовичем Набоких та Гаврилом Івановичем Танфільєвим [3].

До Одеси О. Г. Набоких приїхав у 1905 р. Впродовж 1905-1906 рр. під його керівництвом були проведені перші широкомасштабні дослідження ґрунтів півдня України на підставі теорії ґрунтознавства В.В.Докучаєва. Початок вивчення ґрунтів і їх особливостей в університеті був пов'язаний із становленням ґрунтознавства як самостійного навчального предмету. Викладання даної дисципліни, за словами вченого, ускладнювалось відсутністю наочності, яка допомогла б слухачам лекцій краще зрозуміти навчальний матеріал. Саме ця обставина змусила Олександра Гнатовича приступити до збору ґрунтових колекцій [11]. Визначене дослідження незабаром розширилось. О. Г. Набоких писав: *«... нельзя ограничиться сборомъ учебной коллекции и беглымъ ознакомлениемъ с разнообразіемъ почвъ края, а требовалось детальное изученіе всехъ главнейшихъ видовъ местныхъ почвъ и ґрунтов, установленіе для нихъ классификаціи и районовъ распространенія определенного химического состава и сельскохозяйственного достоинства почвъ въ связи с ихъ наружными признаками и устройства общедоступного почвенного музея, где заинтересованные почвоведеніемъ лица могли бы ознакомиться съ основами этой науки...»* [10, с. 5].

Упродовж 1906-1911 рр., під керівництвом О. Г. Набоких були обстежені ґрунти у всіх уездах Херсонської, Бессарабської, Тираспольської і Подільської губерній, складено схематичну карту ґрунтів південного-заходу Росії, на основі методу «ізогумусових смуг», запропонованого ще В. В. Докучаєвим. Саме Олександр Гнатовичу належать методи глибоко-ґрунтового дослідження та так званої «трифазної ґрунтової зйомки» [16]. Цей напрямок був опанований переважно на біологічних кафедрах. Вчений опублікував ряд робіт з питань ґрунтоутворення, в яких розглядав суть явища вилуговування, підзолотворення та зв'язок морфології з хімізмом ґрунту. Вперше вказав на ярусність лесової товщі (як ґрунтоутворюючої породи) та виділив типи похованих ґрунтів в лесовій товщі.

Протягом 1913–1916 рр. повторно були проведені дослідження й картографування ґрунтів території Херсонської губернії та створено 10-верстну ґрунтову карту (1:41700) на підставі сумісної польової експедиції географічної та біологічної кафедр. В результаті проведених досліджень і зібраних матеріалів та ґрунтових колекцій було засновано ґрунтовий музей з офіційною назвою «Ґрунтовий Музей Імператорського Новоросійського Університету імені графа Павла Миколайовича Ігнат'єва» [11]. Коли був організований Одеський сільськогосподарський інститут, то музей було саме йому передано. У даний час у Ґрунтовому музеї, що є складовою частиною Одеського державного аграрного університету, виставлені 48 збережених монолітних зразків, які представляють розрізи ґрунтів на глибину до 4 м. З них 38 монолітів представляють підтипи чорноземів, у тому числі утворених на різних ґрунтоутворюючих породах.

Серед значних наукових досягнень О. Г. Набоких слід відмітити також застосування водно-режимної концепції ґрунтоутворення і профільно-генетичної концепції класифікації ґрунтів. За твердженням вченого, процеси, що ведуть до створення ґрунтових типів, визначаються балансом і циркуляцією вологи в поверхневих горизонтах вивітрювання. Олександр Гнатович обґрунтував виділення чотирьох основних груп водних режимів (1915 р.), основою яких вважав характер циркуляції водного розчину. Він вперше розробив класифікацію чорноземів, яка враховувала тип водного режиму та динаміку карбонатів. Довів, що основним ґрунтоутворюючим фактором чорноземів є рослинність, а регульований рослинністю водний режим визначає всі типові властивості чорноземів. На основі детальних досліджень вмісту і морфології карбонатів вчений висунув ідею про класифікаційну роль карбонатних новоутворень для степових ґрунтів. Вони були поділені на три типи за характером структури, товщиною гумусового горизонту й характером переходу в материнську породу, а також специфічними карбонатними новоутвореннями:

- перший тип — великої товщини чорноземи північної окрайки степу з карбонатами в перехідному горизонті у вигляді кристалічної вапняної цвілі і карбонатної муки;
- другий тип — чорноземи посушливої південної смуги степу з карбонатами у вигляді білозірки і специфічною структурою, ущільненням і кольором, що обумовлені відкладенням півтораоксидів;
- третій тип ґрунтів — каштанові і бурі суглинки, приурочені до прибережної, найбільш посушливої смуги, які майже позбавлені зернистої структури, мають слаборозвинений, гумусовий горизонт буруватого кольору, а також характеризуються наявністю кристалів і друз гіпсу, що високо залягають у профілі [8].

Значний внесок у формування і розвиток вітчизняної науки та досліджень південно-західних територій зробив Гаврило Іванович Танфільєв. В період реорганізації університету з 1920 по 1928 рр. він очолював науково-дослідну кафедру фізичної географії і геології Одеського інституту народної освіти. В 1924 р. за матеріалами, зібраними разом із Набоких О. Г., Гаврило Іванович

складає ґрунтову карту Одеської (колишньої Херсонської) губернії [15]. Ця подія свідчила про подальший розвиток географії в цілому в Одесі.

Особливу цікавість викликає також його робота «Главнейшие физико-географические районы Одесской губернии» [14], ще одна дуже важлива географічна подія. В цій роботі автор зробив спробу районування невеликої території, досить однорідної за своїм природним виглядом. Відповідно до районування, вся територія губернії була розділена на 9 районів, в залежності від висоти над рівнем моря:

- Причорноморські та Придніпровські рівнинні буроземні та каштанові степи, висотою до 30 сажнів (до 64,008 м) над рівнем моря;
- середньостепові рівнинні чорноземні степи, висотою від 30 до 60 сажнів (від 64,008 до 128,016 м). Район простягається на схід до Інгульця;
- слабоувалисті чорноземні степи висотою від 60 до 90 сажнів (від 128,016 до 192,024 м). Район поділяється Бугом на східну і західну частини, утворюючи підрайони;
- значно розчленований передстеп чи лісостеп на висотах від 90 до 120 сажнів (від 192,024 до 256,032 м) із значним розвитком дубових лісів;
- Балтський передстеп чи лісостеп на висотах вище 120 сажнів;
- нижнє переддніпровське Полісся на півночі губернії;
- піски Лівобережжя (Олешківські) на території нижнього Дніпра;
- солонуваті землі західної частини Дніпровського уезду;
- плавні в гирлових областях Дністра, Бугу, Дніпра і їх притоків.

Вчений вказав, що основною породою, що накладає свій відбиток на головні особливості природи губернії, являється лес, який вміщує деякі шкідливі для лісів речовини, що зумовлює безлісся степів. Навів докази того, що ліси починають з'являтися там, де поверхня степу розчленовується балками. Це дає вихід водам, які просочуються в ґрунт та лес, розчиняючи шкідливі речовини [14].

Для визначення глибини залягання вуглекислого вапна Г.І. Танфільєв першим використав та пояснив методику використання явищ скипання. Воно дає можливість визначити, до якої глибини вилугуване вуглекисле вапно. Тим самими визначається і максимальна глибина видалення легкорозчинних, шкідливих для лісу солей. Скипання на невеликій глибині чорноземних ґрунтів від дії на них кислоти пояснюється заляганням чорноземів на породах, багатих вапном. Вчений довів, що глибина скипання в степах збільшується по мірі руху на захід і північ, у відповідності із збільшенням опадів [5].

Незважаючи на те, що після реорганізації університету (1920 р.) і аж до закінчення Великої Вітчизняної війни центр дослідних робіт в галузі ґрунтознавства перемістився в Одеський сільськогосподарський інститут, в ґрунтових дослідженнях брали участь також і географи ОІНО. В цей час в стінах Одеського (колишнього Новоросійського) університету продовжували читати курси ґрунтознавчого циклу [6]. А ґрунтознавчі дослідження стали чітко вираженими практичними, що вирішують суто виробничі завдання.

Висновки

1. Отже, наведені вище матеріали засвідчують, що викладання основ ґрунтознавства в Одесі було започатковано ще до заснування університету — в Рішельєвському лицей вченим І.У. Палімпсестовим. Завдяки діяльності Д. М. Абашева, А. О. Бичихіна, С. В. Гусева, Г.І. Танфільєва ґрунтознавство було методично розроблено як самостійна навчальна дисципліна. Її вивчення дало можливість готувати кваліфікованих спеціалістів у галузі сільськогосподарського виробництва.

2. Новий етап в розвитку ґрунтознавства і ґрунтово-географічних досліджень в Новоросійському університеті зокрема, так і на території півдня Росії в цілому, розпочався на початку ХХ ст. Він був пов'язаний із науковими дослідженнями вчених О. Г. Набоких та Г. І. Танфільєва. В результаті їх діяльності були створені ґрунтові карти Харківської, Подільської і Херсонської губерній, засновано перший ґрунтовий музей, розроблено класифікацію чорноземів, проведено фізико-географічне районування території сучасної Одеської області.

3. Таким чином, ґрунтово-географічні дослідження, проведені науковцями Імператорського Новоросійського університету вирізняються не лише становленням ґрунтознавства як самостійної науки, а й фундаментальними науково-обґрунтованими пошуками, які мають велике теоретичне і практичне значення та слугують основою сучасних ґрунтознавчих напрацювань.

Список використаної літератури

1. *Абашев Д. Н.* Записка по вопросу о разведении лесов в степной части Новороссийского края // Записки Императорского Общества Сельского Хозяйства Южной России. – 1871. – Вып. 4. – С. 283-297.
2. *Абашев Д. Н.* Заметка о механическом анализе почвы // Записки Императорского Новороссийского университета. – 1870. – Т. 4. – Вып. 1-6. – С. 361-367.
3. *Амброз Ю. О., Биланчин Я. М.* Развитие геолого-географических наук в Одесском университете (1865-2000) // История Одесского университета (1865-2000). – О.: Астропринт, 2000. – с. 19-20, 126-129, 172-173.
4. *Биланчин Я. М.* Ґрунтознавство в Одеському університеті: короткий часопис, науково-практична проблематика, перспективи // Вісник Одеськ. нац. університету. Сер. геогр. і геол. науки. – 2012. – Т. 15. – Вип.5. – С. 40-46.
5. *Белозоров С. Т.* Гавриил Иванович Танфильев. – Москва: Гос. Сельхозиздат, 1949. – 44 с.
6. *Бракин С. С., Мищенко Г. П., Смирнов О. М.* Ґрунтознавство // Історія Одеського університету за 100 років. – Київ: Вид-во Київ. університету, 1968. – С. 196 – 198.
7. *Бычихинъ А. А.* Предмет и задачи университетской агрономии // Записки Императорского Новороссийского университета. – 1901. – Т. 83. – С. 17-36.
8. *Михайлюк В. И.* А. И. Набоких – теоретик и организатор почвоведения в Украине // Ґрунтознавство. – 2003. – Т.4. – № 1-2. – С. 95-101.
9. *Модестовъ В. И.* Русская наука въ последние двадцать пять лет // Записки Императорского Новороссийского университета. – 1890. – Т. 54. – С. 335-361.
10. *Набоких А. И.* Об учреждении почвенного музея в Одессе // Отдѣльн. Оттиск из «Южн. Мелиорац. бюллетеня». – Одесса, 1911. – № 19-20. – 7 с.
11. *Набоких А. И.* Об учреждении почвенного музея при Императорском Новороссийском Университете. Докладные записки, составленные проф. А. И. Набоких по поручению Физико-Математического Факультета Императорского Новороссийского Университета. – Одесса, 1916. – 50 с.
12. *Палимпсестовъ И. У.* Мои воспоминания. – Москва: Типогр. А. Гагцука, 1879. – 164 с.
13. *Палимпсестовъ И. У.* Сборник статей о сельском хозяйстве юга Росіи извлеченных из Записок Императорского Общества сельского хозяйства южной Росіи с 1830 по 1868 год. – Одесса: Типогр. П. Францова, 1868. – 920 с.
14. *Танфильев Г. И.* Главнейшие физико-географические районы Одесской губернии. – Одесса, 1924. – 41 с.

15. Тригуб В. І., Попельницька Н. О. Г. І. Танфільєв та Одеська школа ґрунтознавства // Україна: географія цілей та можливостей: Зб. наук. праць / Відп. ред. Є. М. Цвєлих. – Н.: ФОП Лисенко М. М., 2012. – Т. 1. – С. 332 – 336.
16. Тригуб В. І. Ґрунтово-географічні дослідження півдня України в другій половині XIX — першій половині XX століття // Геополітика і екогеодинаміка регіонів. – 2014. – Т. 10. – Вип. 1. – С. 914 – 922.
17. Шусєв С. В. О необходимости расширения преподавания агрономии в университетах // Записки Императорского Новороссийского университета. – 1903. – Т. 90. – С. 215-220.

References

- [1] Abashev D. N. 1871. Zapiska po voprosu o razvedenii lesov v stepnoy chasti Novorossiyskogo kraja. Zapiski Imperatorskogo Obshchestva Selskogo Khozyaystva Yuzhnoy Rossii. 4: 283-297.
- [2] Abashev D. N. 1870. Zаметка o mekhanicheskom analize pochvy. Zapiski Imperatorskogo Novorossiyskogo universiteta 4 (1-6): 361-367.
- [3] Ambroz YU. O. 2000. Rozvytok geologo-geografichnykh nauk v Odes'komu universyteti (1865-2000). Istoriya Odeskogo universytetu (1865-2000)ю 19-20, 126-129, 172-173. Odessa: Astroprint.
- [4] Bilanchin Ya. M. 2012. **Ґрунтознавство в Одес'кому університеті: короткий часопис, науково-практична проблематика, перспективи**. Visnik Odes'k. nac. universitetu. Ser. geogr. i geol. nauki 15 (5): 40-46.
- [5] Belozorov S. T. 1949. Gavriil Ivanovich Tanfil'ev. Moskva: Gos. Selhozizdat.
- [6] Brakin S. S., Mischenko G. P., Smirnov O. M. 1968. Ґрунтознавство. Istoriya Odes'kogo universitetu za 100 rokiv. 196 – 198. Kiev: Vid-vo Kiiv. universitetu.
- [7] Bychihin' A. A. 1901. Predmet i zadachi universitetskoj agronomii. Zapiski Imperatorskago Novorossiyskago universiteta 83: 17-36.
- [8] Mihajlyuk V. I. 2003. Nabokih – teoretik i organizator pochvovedeniya v Ukraine. Gruntoznavstvo 4 (1-2): 95-101.
- [9] Modestov' V. I. 1890. Russkaya nauka v' poslednie dvadcat' pyat' let. Zapiski Imperatorskogo Novorossiyskogo universiteta 54: 335-361.
- [10] Nabokih A. I. 1911. Ob uchrezhdenii pochvennogo muzeya v Odesse, Otdel'n. Ottisk iz «Yuzhn. Meliorac. byulletenya». (19-20).
- [11] Nabokih A. I. 1916. Ob uchrezhdenii pochvennogo muzeya pri Imperatorskom Novorossiyskom Universitete. Dokladnye zapiski, sostavlennye prof. A. I. Nabokih po porucheniyu Fiziko-Matematicheskogo Fakul'teta Imperatorskogo Novorossiyskogo Universiteta. Odessa: Novorossiyskij Universitet.
- [12] Palimpsestov' I.U. 1879. Moi vospominaniya. Moskva: Tipogr. A. Gagcuka.
- [13] Palimpsestov' I. U. 1868. Sbornik statej o sel'skom hozyajstve yuga Rosii izvlechennyh iz Zapisok Imperatorskago Obshchestva sel'skago hozyajstva yuzhnoj Rossii s 1830 po 1868 god. Odessa: Tipogr. P. Francova.
- [14] Tanfil'ev G. I. 1924. Glavnejshie fiziko-geograficheskie rajony Odesskoj gubernii. Odessa.
- [15] Trigub V. I., Popelnicka N. O. G. I. 2012. Tanfil'ev ta Odeska shkola ґрунтознавства. Україна: географія цілей та можливостей. Zb.nauk.prac. 1. 332 – 336. N.:FOP «Lisenko M. M.».
- [16] Trigub V. I. 2014. Ґрунтово-географічні дослідження півдня України в другій половині XIX – першій половині XX століття. Геополітика і екогеодинаміка регіонів 10 (1): 914 – 922.
- [17] Schusev' S. V. 1903. O neobhodimosti rasshireniya prepodavaniya agronomii v universitetah. Zapiski Imperatorskago Novorossiyskago universiteta 90: 215-220.

Стаття надійшла 4 лютого 2014 року

В. І. Тригуб, канд. геогр. наук, доцент
Н. А. Попельницькая, студентка
Одесский нац. университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская 2, Одеса-82, 65082
grunt.onu@mail.ru

ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИМПЕРАТОРСКОМ НОВОРОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Резюме

В статье обобщены архивные материалы и печатные работы касавемо становления и развития почвенно-географических исследований в Императорском Новороссий-

ском университете. Освещены основные научные достижения и направления исследований в период с 1865 по 1933 гг. Рассмотрено вклад Палимпестова И. У., Абашева Д. Н., Бычихина А. А., Щусева С. В. в развитие почвоведения как самостоятельной науки. Освещены научные взгляды и вклад А. Г. Набоких и Г. И. Танфильева в развитие науки почвоведение, под руководством которых были проведены широкомащтабные исследования южных территорий, составлены почвенная карта Херсонской и физико-географическое районирование Одесской губернии. Установлено большое теоретическое и практическое значение почвенно-географических исследований, начатых в Новороссийском университете, для современной науки.

Ключевые слова: почвоведение, история, исследования, Новороссия, университет, наука, развитие.

Trigub, V.I., PhD, Ass. Prof.

Popelnitskaya, N.A., Student

National Mechnikov's University of Odessa,
Dept. of Soil Science and Geography of Soils,
Dvorianskaya st., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine
grunt.onu@mail.ru

SOIL–GEOGRAPHICAL RESEARCHES AT THE IMPERIAL UNIVERSITY OF NOVOROSSIYA

Abstract

In the article are analyzed and summarized the archives and published works concerning the formation and development of soil-geographical researches at the Imperial University of Novorossiya. The fundamental scientific achievements and research directions during 1865-1933 years was highlighted. It was found that teaching the basics of soil science at the University of Novorossiya started in the mid-nineteenth century by I.U. Palimpsestov. Thanks to the D.M. Abashev, A.O. Bychyhina, S.V. Shchusev soil science became an independent discipline. Soil – geographical study of the early twentieth century related to the activities of scientists, Dokuchaev's followers – such as O.G. Nabokyh and G.I. Tanfiliev. Managed by O.G. Nabokyh were conducted extensive researches of Odessa (Kherson) province, were compiled soil maps of the studied areas, worked out classification of soils, which is based on the types of water regime and dynamics of carbonates, founded the first museum of soils in Ukraine. G.I. Tanfiliev developed zoning of Odessa (Kherson) province, depending on altitude, he long time supervised by research work of students of the University. The researches, initiated in Imperial University of Novorossiya have great theoretical and practical importance as a basis for further soil-geographic researches and have an important value for the modern soil-geographical science.

Keywords: soil-science, history, research, Novorossia, University, science, development.

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ



ЗАГАЛЬНА ТА МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ

УДК 624.131.543 (262.5)

I.V. Buynevich, PhD, Ass. Prof.,
Temple University,
Dept. of Earth and Environmental Science,
Philadelphia, PA 19122, USA, coast@temple.edu

M. Savarese, Prof.
Florida Gulf Coast University,
Dept. Marine and Ecological Sciences,
Fort Myers, FL 33965, USA

S.V. Kadurin, Cand. Geol. Sci., DoctSt.,
Physical and Historical Geology Dept.,
National Shevchenko's University of Kiev,
90 Vasylykivska St., Kiev-22, 03022, Ukraine

E.P. Larchenkov*, DrSci, Prof.,
Physical and Marine Geology Dept.,
National Mechnikov's University of Odessa,
Odessa-82, 65082, Ukraine (*deceased)

L.E. Park Boush, Prof.
Dept. of Geology and Environmental Science,
University of Akron, Akron, OH 44325, USA

H.A. Curran, Prof.
Dept. of Geosciences, Smith College,
Northampton, MA 01063, USA

I.A. Beal, Masters Student/Res. Ass.,
Dept. of Earth and Environmental Science,
Temple University, Philadelphia, PA 19122, USA

MORPHODYNAMICS AND GEOLOGICAL LEGACY OF BERM SCARPS ALONG NON-TIDAL (UKRAINE) AND MICROTIDAL (THE BAHAMAS) COASTS

Berm scarps are erosional features characteristic of all coastal accumulation forms. Their profiles range from steep to overhanging ($\psi_{>90}$) and evolve through slope adjustment and burial by swash and aeolian accretion. Examples from the mixed siliciclastic-bioclastic beaches of the non-tidal Black Sea coast of Ukraine and the microtidal oolitic-bioclastic carbonate islands of the Bahama Archipelago demonstrate a wide range of scarp morphologies. Truncations of berm strata and density lag at the scarp base accentuate their recognition in the field and in geophysical (georadar) records. Although ephemeral as surface features, berm scarps may act as nucleation sites for aeolian aggradation, thereby generating continuous coast-parallel dune ridges. Accumulation of organic debris promotes colonization of incipient foredunes by plants and provides chronological control of erosional events. Therefore, paleo-berm scarps serve as important geological indicators of past storm activity and aid in constraining sea-level position.

Keywords: erosional scarp, truncation, heavy minerals, georadar

Introduction

Berm scarps are common erosional features along sedimentary coasts regardless of lithology or tidal range. Whereas gravel beaches may have multiple berms and scarps, sandy coastlines exhibit a single scarp within the berm (foreshore) region [2, 22, 23, 27]. This steep erosional feature may have variable longshore extent and is typically generated by wave erosion during storms, with subordinate mechanisms that include increased wave activity during spring high tides and seiches, ice scour, and tsunamis [12, 15, 22, 23, 27]. In contrast to dune scarps, these morphological elements receive less attention in the literature largely due to their ephemeral nature as surface features [3, 8, 20, 23]. However, unless they are eroded by subsequent storms, berm scarps may be responsible for nucleation of foredune ridges and have the potential to be preserved within coastal lithosomes. Therefore, understanding of scarp formation and preservation, as well as their geological legacy, are important first steps in assessing their paleoenvironmental value.

The aim of the study is the analysis of berm scarps, with emphasis on their morphology, preservation potential, and recognition in the geological record. An idealized conceptual model of scarp profiles is presented, with differentiation between designation of depositional and erosional elements.

Research subject – 1) recent erosional berm scarps and 2) buried paleo-scarps along a mixed siliciclastic-bioclastic shoreline of the Black Sea (Fig. 1) and various carbonate coastlines of the Bahamas (Fig. 2). The diversity of sediment composition and hydrodynamic conditions is designed to highlight the similarity of underlying mechanisms responsible for these erosional features.

Physical Setting

Recent berm scarps were investigated along the mixed siliciclastic-bioclastic shoreline of the Odessa Coast region, Ukraine (the Black Sea — Fig. 1A) and the ooid-dominated carbonate coasts of Little Exuma and Eleuthera Islands, Bahamas (Fig. 2A). The northwest Black Sea coast is non-tidal, with fair-weather waves dominating accumulation of berm/beachface successions. Intense storms produce a variety of erosional features such as dune and berm scarps, as well as breaches (prorvas) of thin barriers fronting coastal bays (limans) [6, 7, 21, 26]. Aeolian action dominates the upper dry portion of the berm, producing both deflation lag (shell fragments, heavy-mineral concentrations [2, 3, 5, 18]) and depositional features (incipient coppice dunes, wind-ripple lamination and aeolian ramps extending onto foredune ridges).

The Bahamian study sites are microtidal (mean tidal range ~0.3-0.5 m) and are impacted by Atlantic hurricanes of variable strength [9, 10, 16, 17, 24]. Intense storms that extend to the foredune result in a prominent dune scarp, whereas moderate storm conditions or beach segments with wide berms typically exhibit berm scarping. Well-developed berm scarps are formed by high-energy waves and are exposed to subaerial conditions during intervening fairweather periods or low-tide phases [8, 9, 19, 20].

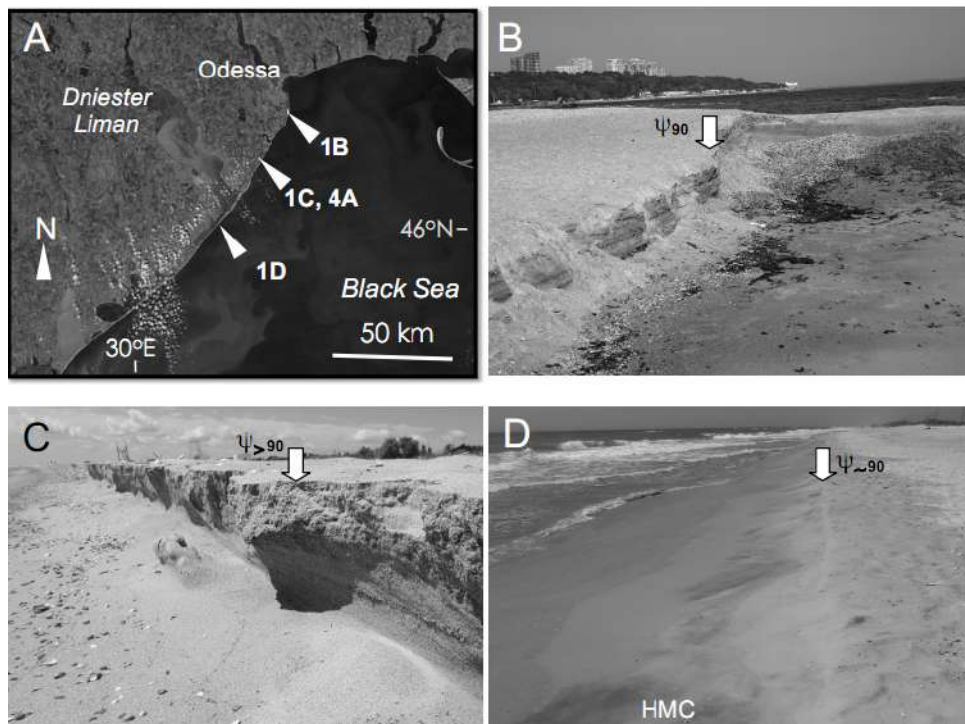


Fig. 1. A) Locations of study sites along the northwest coast of the Black Sea, Ukraine. B) Vertical berm scarp (arrow) exposing a sequence of shell-rich and siliciclastic horizons, Delphin Beach, Odessa. Note basal talus accumulations and patches of seaweed. C) Vertical to oversteepened scarp with overhang and basal swash accumulation, Albatross Beach. D) Near-vertical scarp with erosional re-entrants largely covered by swash accretion, with patches of heavy-mineral concentration (HMC), Zatoka Beach.

Scientific Information and Methods of Researching

Field investigations of recent berm scarps were conducted during June 2012 (Ukraine), January 2013 (Little Exuma, Bahamas), and May 2013 (Eleuthera, Bahamas). All scarps were identified, measured and photographed. Because it is often impossible to recognize buried scarps in point-source sediment cores and trenches, the identification and mapping of buried analogs (paleo-scarps) was conducted using ground-penetrating radar (GPR or georadar). Georadar uses electromagnetic impulses to provide rapid continuous imaging of the shallow subsurface [1, 2, 4, 11, 13, 14, 25]. The surveys were collected across the landward sections of selected study sites with a digital MALÅ Geoscience system. A monostatic 800 MHz antenna provided vertical resolution of 4-5-cm in unsaturated sand (signal velocity ~ 12 cm/ns) within the upper 1.5-2.0 m of the coastal lithosomes. Field data were post-processed using the RadExplorer v1.41 software package and rendered as two-dimensional sections

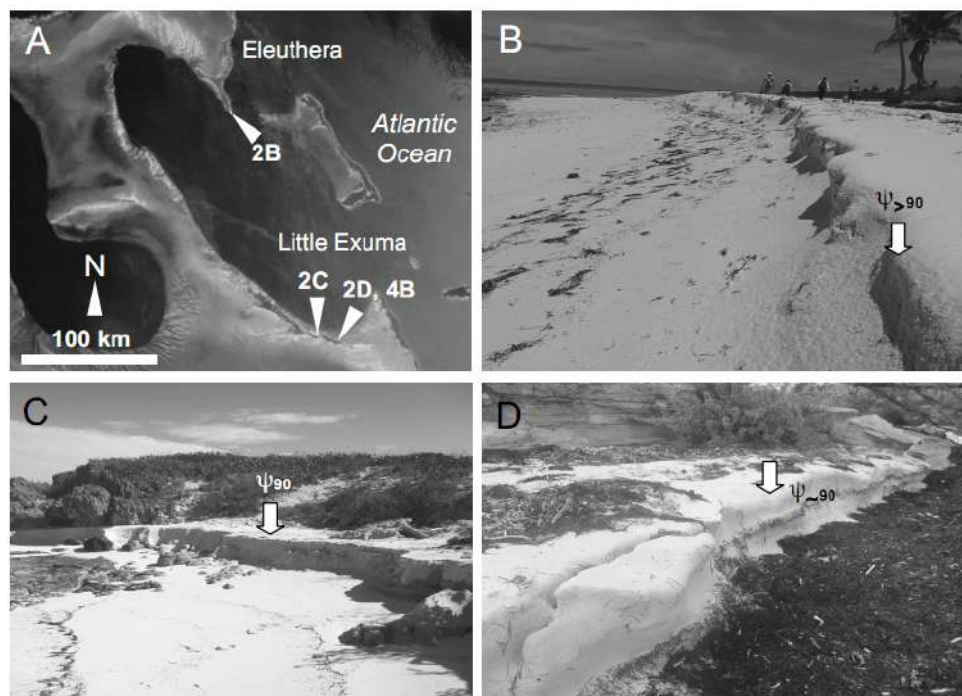


Fig. 2. A) Locations of study sites in the Bahamas. B) Oversteepened berm scarp (arrow) with extensive collapse features smoothed out by the swash, Lighthouse Beach, Eleuthera. Note patches of seaweed along the upper beachface. C) Vertical scarp exposing laminae of compact and semi-porous sand, La Shante Beach, Little Exuma. D) Near-vertical scarp with a partially detached block (left) and vegetation mats at the base, on the berm, and exposed along the scarp face (paleo-berm surface), Moriah Harbor Cay, Little Exuma.

(2D radargrams). Due to the protected nature of some field areas or lithification of carbonates, ground-truthing through trenching was limited, further emphasizing the need for non-invasive visualization and mapping tools [8].

Results and Discussion

Recent scarps. In this study, the seaward slopes of erosional morphotypes (i.e., scarp faces) are designated by ψ , in order to contrast them with the gradients of depositional features commonly represented by b (positive b – beachface slope; negative b – landward-dipping berm surface; Fig. 3). All slopes were measured relative to the berm crest or scarp top (brink). Scarp faces range from 10-20 cm to >1 m in height and exhibit a variety of morphologies from steep ($\psi_{>30}$) to vertical (ψ_{90}), and oversteepened ($\psi_{>90}$), with occasional overhangs (Figs. 1 and 2). Sub-horizontal and often landward-dipping layers (b_{\leq}) can be seen outcropping along some scarp faces (Figs. 1B and 2C). Partial collapse due to swash undercutting results in listric-type faults, grainflow, and scarp-base talus accumulations, which may resemble aeolian ramps

(Figs. 1B, 2D, and 3). Similar to partially healed dune scarps, the upper part of a berm scarp may remain visible until subsequent slope decay or aeolian accumulation mask but not remove its diagnostic erosional nature.

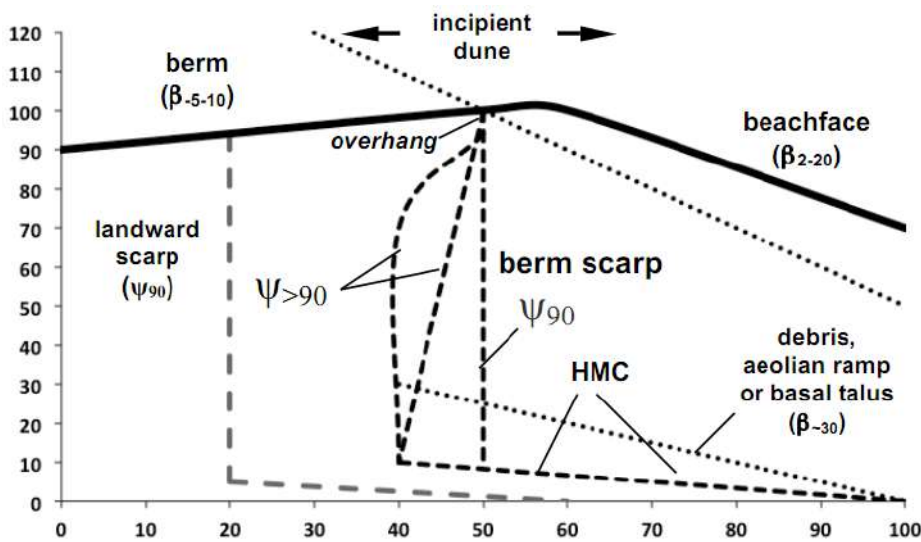


Fig. 3. Idealized berm scarp morphotypes (thick dashed lines) relative to the original beach profile (solid line; scale on both axes is arbitrary). Dotted lines represent depositional features of various origin (talus, aeolian ramp) and sites of lag formation (HMC: heavy-mineral concentration) and debris accumulation. Sediments deposited by aeolian ramp aggradation may completely cover the scarp and proceed as incipient foredune deposits accumulating immediately landward of the brink or seaward (atop buried wrackline). The long-dashed line represents the subsequent landward position in a net erosional regime or a paleo-scarp (net progradation regime).

Along the Black Sea coast and other siliciclastic shorelines, heavy-mineral concentrations occur as a density lag along the scarp base immediately following the storm event or result from subsequent swash action (Fig. 1D) and aeolian deflation [3]. Flotsam and vegetation remains (seagrass macroalgae, driftwood) may produce substantial accumulations along the scarp base. Heavy-mineral accumulations at Bahamian sites are absent, but shell lag and abundant decaying vegetation were often observed along scarp bases (Figs. 1B, 2B, 2D).

Paleo-scarps. Once formed, berm scarps may be: 1) eroded entirely (resulting in dune scarps, overwash, or breaching); 2) translated landward, resulting in a new berm scarp; 3) buried by swash and aeolian deposits, or 4) lithified. Because of these varied morphological responses, it may be possible to identify and map paleo-scarps using morphological analysis, trenching, or subsurface imaging techniques.

In high-resolution geophysical records, berm scarps are recognized as truncations of berm and upper beachface sequences (Fig. 4) [3, 5, 8]. The gradient of the truncating reflection is typically in the 10-20° range, which is higher than beachface

slopes ($\beta_{<10}$). In many instances, the bedding gradient landward and seaward of the truncating reflection is substantially lower. Berm scarps were identified in seaward sections of late Holocene beach/dune ridges at both sites. In siliciclastic settings, heavy-mineral concentrations accentuate the scarp base, enhancing their visual recognition in trenches and GPR records (Fig. 4A). Such lithological anomalies may have sufficiently high concentrations of accessory minerals to serve as economically viable coastal placers.

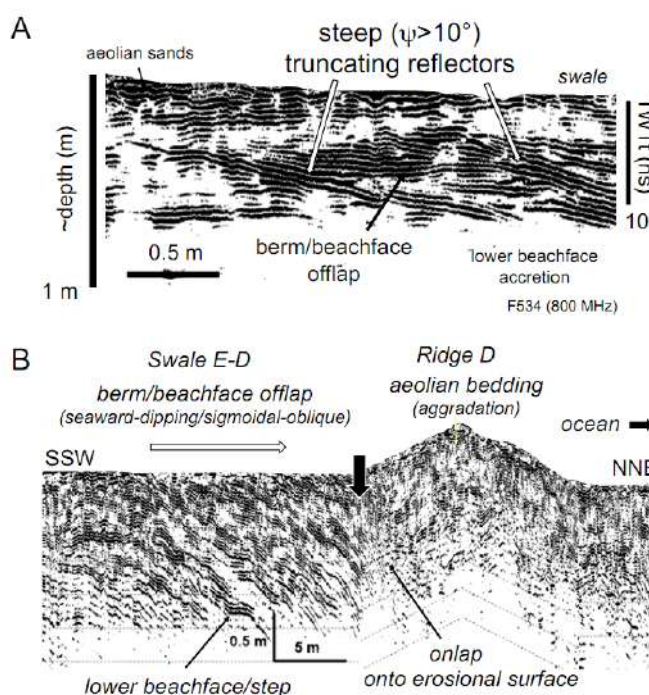


Fig. 4. Georadar images of paleo-berm scarps (frequency: 800 MHz; TwTt – two-way travel time in nanoseconds). Note difference in scale between the two profiles. A) Prominent seaward-dipping steep reflections (thick arrows) truncate older berm accretion horizons and are then overlain by subsequent depositional sequences, Albatross beach-ridge plain, Ukraine (Black Sea is to the right; see Fig. 1A for location). B) Truncated berm/beachface offlap sequence (large black arrow) is followed by wave-swash deposition and aeolian accretion (dune ridge) that was likely initiated and promoted by the scarp, Moriah Harbour Cay, Bahamas (See Fig. 2A for location).

As vertical or sub-vertical features (i.e., cross-shore sediment transport barriers), berm scarps induce deposition by fairweather wave swash and onshore wind, thereby serving as nucleation sites for incipient foredunes [8, 20]. This may explain alongshore continuity of some beach/dune ridges on coastal strandplains in many parts of the world [23]. Decaying organics (e.g., seagrass and shell fragments) at the scarp base (Figs. 1B, 2D) serve as fertilizer for colonizing plants, promoting dune stabilization. As materials suitable for radiocarbon dating, organic debris also provide

general chronological control, complementing the optical chronology of overlying sediments [3, 12, 14, 15].

The potential role of berm scarps as high-energy indicators highlights the need for their utilization in paleotempestological research. In coastal accumulation forms that are too wide or high to prevent overwash into backbarrier wetlands, these erosional features may provide the only geological evidence of past storm impact [2, 3, 7, 8, 14, 19]. Although they represent the minimum number of events due to the potential for episodes of net erosion [3, 23], paleo-scarps act as mappable anomalies in prograded depositional systems. In addition to serving as storm indicators, the relatively limited vertical range of berm scarps can be utilized to constrain past sea-level positions [19, 20, 23].

Conclusions

1. Berm scarps serve as important diagnostic indicators of erosion by moderate storms that do not extend to the foredune.

2. Scarp morphology begins with $\psi_{\geq 90}$ and decreases with subaerial exposure, unless reactivation maintains the steep gradient in a more landward position.

3. Functioning as accumulation barrier makes berm scarps potential regions of nucleation of new beach/dune ridges. The cross-shore locus and alongshore continuity of these features explains the repetitive nature of many beach/dune ridge complexes (ridge sets). Organic matter associated with these features promotes colonization by plants and provides datable materials.

4. Given freshwater or unsaturated conditions, georadar serves as an ideal tool for identifying and mapping paleo-scarps, with prograded coastal complexes archiving a long-term record (>1,000 years) of erosion.

5. The limited vertical range and alongshore continuity make berm scarps reliable geoindicators of storms and can help to constrain past sea-level positions.

Acknowledgments

This study was funded by the National Geographic CRE Grant 0941-11 and NSF-EAR 0851847. We thank Valentina Yanko-Hombach for facilitating logistical support in Ukraine and Bosiljka Glumac, Smith College students, and REU Project participants for field assistance in the Bahamas.

References

1. Baker, P.L. 1991. Response of ground-penetrating radar to bounding surfaces and lithofacies variations in sand barrier sequences. *Exploration Geophysics* 22: 19-22.
2. Buynevich, I.V., FitzGerald, D.M., and van Heteren, S. 2004. Sedimentary records of intense storms in Holocene barrier sequences, Maine, USA. *Marine Geology*. 210: 135-148, doi: 10.1016/j.margeo.2004.05.007.
3. Buynevich, I.V., FitzGerald, D.M., and Goble, R.J. 2007. A 1,500-year record of North Atlantic storm activity based on optically dated relict beach scarps. *Geology* 35: 543-546; doi: 10.1130/G23636A.1.
4. Buynevich, I.V., Jol, H.M., and FitzGerald, D.M. 2009. Coastal Environments. In Jol, H.M. (ed.), *GPR: Radar Theory and Applications*. 299-322. Elsevier.

5. *Buynevich, I.V., Klein, A. H. F., FitzGerald, D.M., Cleary, W.J., Hein, C., Veiga, F.A., Angulo, R.J., Asp, N. E., Petermann, R.* 2011. Geological legacy of storm erosion along a high-energy indented coastline: northern Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research* SI 64: 1840-1844.
6. *Buynevich, I.V., Kadurin, S.V., Losev, I.A., Larchenkov, E.P., Darchenko, I., and Kolesnik, D.* 2012. Erosional indicators in Late Holocene beach-dune complexes of southwestern Ukraine. *GSA Abstracts with Programs*. Charlotte. NC. v. 44
7. *Buynevich, I.V., Kadurin, S.V., Losev, I.A., Larchenkov, E.P., Kolesnik, D., and Darchenko, I.* 2012. Paleotempestological research along the Bessarabian liman coast of the Black Sea, Ukraine. *GSA Abstracts with Programs*. Charlotte. NC. v. 44.
8. *Buynevich, I.V., Savarese, M., Park Boush, L.E., Curran, H.A., Glumac, B., Sayers, J., Brady, K., Myrbo, A.E., Ingalsbe, T.A., Rychlak, H.* 2013. Event-scale morphological and geophysical (GPR) signatures in Bahamian coastal lithosomes. *GSA Abstracts with Programs*. Denver. CO. v. 45.
9. *Curran, H.A., Schultz-Baer, M., Durkin, K., and Glumac, B.* 2012. Recovery of carbonate sand beaches on San Salvador Island, Bahamas from damage by Hurricane Frances (2004), in *Proceedings of the Fifteenth Symposium on the Geology of the Bahamas and Other Carbonate Regions*, D.W. Gamble and P. Kindler. eds. 1-14. San Salvador. Bahamas. Gerace Research Center.
10. *Hearty, P.J., Neumann, A.C., and Kaufman, D.S.* 1998. Chevron ridges and runup deposits in the Bahamas from storms late in oxygen-isotope substage 5e: *Quaternary Research* 50: 309-322.
11. *Jol, H.M., Smith, D.G. and Meyers, R.A.* 1996. Digital ground penetrating radar (GPR): An improved and very effective geophysical tool for studying modern coastal barriers (examples for the Atlantic, Gulf and Pacific coasts, U.S.A.). *Journal of Coastal Research* 12: 960-968.
12. *Meyers, R., Smith, D.G., Jol, H.M. and Peterson, C.R.* 1996. Evidence for eight great earthquake-subsidence events detected with ground-penetrating radar, Willapa barrier, Washington. *Geological Society of America. Geology* 24: 99-102.
13. *Moore, L.J., Jol, H.M., Kruse, S., Vanderburgh, S., and Kaminsky, G.M.* 2004. Annual layers revealed in the subsurface of a prograding coastal barrier. *Journal of Sedimentary Research* 52: 441 – 489
14. *Mosquera, D.A., Buynevich, I.V., Klein, A. H. F., FitzGerald, D.M., Cleary, W.J., Hein, C., and Angulo, R.* 2013. Paleo-scarp gradients within the outer Navegantes strandplain, Brazil: subsurface signatures of cyclones over the past 1,000 years. *GSA Southeastern Section Abstracts with Programs*. San Juan. Puerto Rico. v. 45.
15. *Nair, R.R., Buynevich, I.V., Goble, R.J., Srinivasan, P., Murthy, S.G.N., Kandpal, S.C., Vijaya Lackshmi, C.S., and Trivedi, D.* 2010. Subsurface images shed light on past tsunamis in India. *Eos Transactions. AGU* 91(50): 489-490.
16. *Park, L. E.* 2012. Comparing two long-term hurricane frequency and intensity records from San Salvador Island, Bahamas. *Journal of Coastal Research* 28: 891–902.
17. *Park Boush, L.E., Fentress, S., Conroy, M., Cook, A., Miserendino, D., Buynevich, I.V., Myrbo, A., Brown, E.T., Berman, M.J., Gnivecki, P.L., Kjellmark, E., Savarese, M., and Brady, K.* 2013. Holocene depositional history of Shad Pond, a hypersaline coastal lagoon, Eleuthera, Bahamas and its influence on Lucayan occupation. *American Geophysical Union*. 11B-1819. Fall Meeting Suppl.
18. *Pupienis, D., Buynevich, I.V., Jarmalavičius, D., Žilinskas, G., Fedorovič, J.* 2013. Regional distribution of heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast of Lithuania. *Journal of Coastal Research* SI 65: 1844-1849.
19. *Savarese, M. and Hoeflein, F.J.* 2012. Sea level and the paleoenvironmental interpretation of the Middle to Upper Holocene Hanna Bay Limestone, San Salvador, Bahamas: a high foreshore setting without a higher-than-present eustatic highstand, in Gamble, D.W. and Kindler, P., eds., *Proceedings of the Fifteenth Symposium on the Geology of the Bahamas and Other Carbonate Regions*. 163-183. San Salvador. Bahamas. Gerace Research Centre.
20. *Savarese, M., Buynevich, I.V., Allen, H.A., Park Boush, L.E., Glumac, B.* 2013. The origin of Holocene strandplains of the Bahamas: influence of tropical storms and climate change. *GSA Abstracts with Programs*. Denver. CO. v. 45.
21. *Shuisky, Y.D., and Schwartz, M.L.* 1981. Dynamics and morphology of barrier beaches of the Black Sea coast limans. *Shore & Beach* 49: 45-50.
22. *Takeda, I., Sunamura, T.* 1982. Formation and height of berms. *Transactions – Japanese Geomorphological Union* 3: 145–157.
23. *Tamura, T.* 2012. Beach ridges and prograded beach deposits as palaeoenvironment records. *Earth-Science Reviews* 114: 279–297.
24. *Toomey, M.R., Curry, W.B., Donnelly, J.P., and van Hengstum, P.J.* 2013. Reconstructing 7000 years of North Atlantic hurricane variability using deep-sea sediment cores from the western Great Bahama Bank. *Paleoceanography* 28: 31–41.

25. *van Heteren, S., FitzGerald, D.M., McKinlay, P.A., and Buynevich, I.V.* 1998. Radar facies of paraglacial barrier systems: coastal New England. USA. *Sedimentology* 45: 181-200.
26. *Iykhovans, G.V.* 1993. Sandy accumulative forms within the Black Sea coastal zone. In Kos'an, R. (ed.). *Coastlines of the Black Sea*. 452-466. New York: ASCE Press.
27. *Weir, F.M., Hughes, M.G., and Baldock, T.E.* 2006. Beach face and berm morphodynamics fronting a coastal lagoon. *Geomorphology* 82: 331-346.

Manuscript was accepted March 27, 2014

И.В. Буйневич, канд. геол. наук, доцент
Тэмплський университет,
кафедра наук о земле и окружающей среде,
Филадельфия, Пенсильвания 19122, США

М. Саварис, профессор
Флоридский Галф Коуст университет,
кафедра морских и экологических наук,
Фт. Маерс, Флорида 33965, США

С.В. Кадурин, канд. геол. наук, докторант
Киевский национ. универс. им. Т.Г. Шевченко,
Кафедра общей и исторической геологии,
ул. Васильковская, Киев 03022, Украина

Е.П. Ларченков, д-р. геол. наук, профессор
Одесский национ. универс. имени И. И. Мечникова,
Кафедра общей и морской геологии,
Шампанский пер., 2, Одесса 65082, Украина

Л.Е. Парк Буш, профессор
Акронский университет,
Кафедра геологических наук, Акрон,
Огайо 44325, США

Г. А. Карран, профессор
Смит колледж, Кафедра геологических наук,
Нортгэмптон, Массачусеттс 01063, США

И.А. Бил, магистр геол. наук, научн. сотр.
Тэмплський университет,
кафедра наук о земле и окружающей среде,
Филадельфия, Пенсильвания 19122, США

МОРФОДИНАМИКА И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЛЯЖЕВЫХ УСТУПОВ РАЗМЫВА НА БЕСПРИЛИВНЫХ (УКРАИНА) И МИКРОПРИЛИВНЫХ (БАГАМСКИЕ ОСТРОВА) БЕРЕГАХ

Резюме

Эрозионные пляжевые уступы в целом нехарактерны на крупных береговых аккумулятивных формах (барах, косах, террасах и др.). В подавляющем большинстве случаев они встречаются на песчаных пляжах, после очередных сильных ветровых волнений, характеризуются крутыми или даже обратно падающими уклонами ($\geq 90^\circ$). Под влиянием высушивания подвергаются осыпанию или сползанию песка к под-

ножью. Становятся захороненными под влиянием эолового занесения или разрушению под влиянием прибойного потока. Исследования пляжевых уступов выполнялись на песчаных кварцево-карбонатных берегах неприливого Черного моря в пределах Украины и на малопривливых ($\leq 0,3-0,5$ м) песчано-оолитовых пляжах на островах Багамского архипелага. Указанные берега несут на себе определенное разнообразие пляжевых уступов. Подрезание слоев бермы и накопления темноцветного шлиха вдоль подножья уступа могут быть индикаторами для обнаружения геофизическими методами (георадаром или радиозондом). Несмотря на их весьма кратковременное существование на поверхности, пляжевые уступы могут быть очагами, хотя и небольшой, но все же аккумуляции эоловых наносов. Тем самым они формируют вдольбереговые гряды в весьма специфических природных условиях. Накопление органических остатков порождает колонизацию растительности на эмбриональных авантюнах и может выступать материалом для абсолютного датирования проявлений волно-эрозионных процессов. Таким образом бывает шанс для сохранения песчаных пляжевых уступов. Следовательно, захороненные пляжевые уступы могут быть важными показателями прошедшей штормовой активности и помогают определить (или уточнить) положение среднего уровня моря в прошлом.

Ключевые слова: абразионный уступ, трункация, шлик, георадар

І.В. Буйнєвич, професор

Темпльський університет, Кафедра наук о Землі та навколишнього середовища
Філадельфія, Пенсильванія 19122, США

М. Саваріс, професор

Флоридський Галф Коуст університет, Кафедра морських та екологічних наук,
Фт. Маєрс, Флорида 33965, США

С.В. Кадурін, канд. геол. наук, докторант

Київський національний університет імені Т.Г. Шевченка,
Кафедра загальної та історичної геології, вул. Васильківська 90, Київ 03022, Україна

Є.П. Ларченков, д-р. геол. наук, професор

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
Кафедра загальної та морської геології, Шампанський пров., 2, Одеса 65058, Україна

Л.Е. Парк Буш, професор

Акронський університет, Кафедра геологічних наук, Акрон, Огайо 44325, США

Г. А. Карран, професор

Сміт коледж, Кафедра геологічних наук, Нортгемптон, Массачусеттс 01063, США

І.А. Біл, магістр геол. наук, науковий співробітник

Темпльський університет, Кафедра наук о Землі та навколишнього середовища
Філадельфія, Пенсильванія 19122, США

МОРФОДИНАМІКА ТА ГЕОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЕРОЗІЙНИХ ПЛЯЖОВИХ УСТУПІВ НА БЕЗПРИПЛИВНИХ (УКРАЇНА) ТА МІКРОПРИПЛИВНИХ (БАГАМИ) БЕРЕГАХ

Резюме

Ерозійні пляжові уступи в цілому не є характерними на берегових акумулятивних формах. Вони бувають в левій більшості випадків на піщаних формах, мають круті або навіть нависаючі ($\psi > 90$) пересіки і піддаються осиповим процесам і похованню

у стадії заплеску і еолової акумуляції. Приклади зі змішаних кварцево-карбонатних пляжів безприпливного Чорного моря в межах України і мікроприпливних піщано-оолітових пляжів на островах Багамського архіпелагу демонструють певний спектр морфометрії уступу. Зріз (труккація) шарів берми і накопичення шліху біля підсхилку уступу можуть сприяти їх виявленню геофізичними (георадарними) методами. Незважаючи на їх недовгий прояв на поверхні, пляжові уступи можуть виступати центрами, хоча невеликого, але накопичення еолової акумуляції, тим самим формуючи уздовжберегові гряди в суто специфічних умовах. Накопичення органічних залишків сприяє колонізації рослинності на ембріональних авандюнах і можуть виступати матеріалом для абсолютного датування ерозійних процесів. Таким чином, поховані пляжові уступи можуть бути важливими показниками минулої штормової активності і допомагають в уточненні положення рівня моря.

Ключові слова: абразійний уступ, трунккація, шліх, георадар.

УДК 551.79

Т.А. Янина, доктор географ. наук, зав. лабораторией
Д.С. Хомченко, научный сотрудник
НИЛ новейших отложений и палеогеогр. плейстоцена,
Географический факультет,
Московский гос. универс. им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, 119991, Москва, Россия,
didacna@mail.ru

МОЛЛЮСКИ РОДА *DIDACNA* — БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОРРЕЛЯЦИИ СОБЫТИЙ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА ПОНТО-КАСПИЯ

Использование моллюсков рода *Didacna* для составления региональных биостратиграфических схем неоплейстоцена Каспия, Понта и Маныча является основой корреляции отложений и событий Каспия и Понта. На основании положения каспийских видов дидакн в неоплейстоцене Маныча и Понта проведена корреляция: позднебакинского бассейна Каспия и позднечаудинского Понта; двух стадий раннехазарской трансгрессии Каспия с эвксино-узунларскими бассейнами Понта; гирканского бассейна Каспия с позднекарангатской трансгрессией Понта; раннехвалынской трансгрессии Каспия с новоэвксинской трансгрессией Понта.

Ключевые слова: Каспий, Понт, Маныч, неоплейстоцен, биостратиграфия, род *Didacna*, корреляция, ранжирование.

Введение

Стратиграфическое расчленение и палеогеографические реконструкции неоплейстоцена Понто-Каспия во многом основаны на фаунистическом составе отложений. Для Каспия ключевую роль в стратиграфических и палеогеографических построениях играют представители рода *Didacna* Eichw, установленного Э.Эйхвальдом [21]. Из всей древнекаспийской малакофауны дидакны — это наиболее «пластичные» моллюски, что сделало их руководящей группой для этих целей. Руководящее значение моллюсков рода *Didacna* установлено в ряде работ [2, 4, 5, 8, 13-20 и др.]. Этими же исследователями отмечено и своеобразие дидакн, заключающееся в сильной морфологической изменчивости видов. Оно связано с условиями обитания в изолированном солоноватом водоеме. В настоящее время род известен только в Каспийском море. В неоплейстоцене представители рода были распространены в солоноватых бассейнах как Каспия, так и Понта.

Древний Понт, как промежуточный бассейн между Каспием и Средиземным морем, в плейстоцене испытывал неоднократные вторжения вод из смежных водоемов. Следствием этого явилось большое видовое разнообразие моллюс-

ков, как по разрезу морских осадков, так и по их простиранию, и они представляют различные в экологическом отношении фауны: морскую и солоноватоводную. Закономерности распределения представителей этих групп моллюсков по разрезу и площади неоплейстоценовых отложений лежат в основе стратиграфического расчленения и палеогеографических реконструкций Понта [1, 3, 9, 10, 17-20 и др.]. Род *Didacna* в составе неоплейстоценовых фаун Понта представлен видами черноморского и каспийского происхождения. Вот почему анализ пространственного и временного распространения видов названного рода представляется *актуальным*, имеющим общее палеогеографическое значение.

Цель работы – составление региональных биостратиграфических схем неоплейстоцена Каспия, Понта и Маныча на базе анализа пространственного и временного распространения видов одного рода *Didacna* и корреляция событий Понто-Каспия на этой биостратиграфической основе. *Объектом исследования* выступает Каспийско-Черноморский регион с его неоплейстоценовыми отложениями и заключенными в них раковинами моллюсков. *Предметом исследования* выступает пространственно-временное распространение моллюсков рода *Didacna* как основа корреляции бассейнов Каспия и Черного моря в неоплейстоцене. Результаты выполненных работ могут использоваться для поисков и разведки ряда полезных ископаемых, связанных с плейстоценовыми осадочными породами. Поэтому можно считать тему статьи *практически важной*. Детализация пространственно-временного распределения видов рода дидакн имеет *теоретическое* палеогеографическое значение.

Материалы и методы исследования

Материал собран авторами за многие годы полевого и лабораторного изучения неоплейстоценовых отложений и малакофауны Понто-Каспия. Исследованиями охвачены все побережья и ряд морских скважин на дне Каспия, Манычская депрессия, Таманский и Керченский полуострова, побережье и шельф Болгарии, частично кавказское побережье. Использовались методы систематизации, ретроспективный, сравнительно-географический, стратиграфический, картографический. Основной метод исследования — малакофаунистический, включающий изучение состава, тафономии, биостратиграфического распределения, исторического развития, филогении, биогеографии моллюсков. Первостепенное внимание уделено руководящим для Каспийского моря и эндемичным для Понто-Каспия солоноватоводным моллюскам рода *Didacna*. Для контроля результатов использован сопряженный метод (взаимодополняющее и контролирующее комплексное использование результатов геоморфологического, литологического, фациального, палинологического, диатомового, микрофаунистического, геохронологического и других анализов) изучения новейших отложений и реконструкции событий.

Результаты исследований и их обсуждение

Каспийский регион. Основу неоплейстоценовой малакофауны Каспия составляют моллюски рода *Didacna* (74 вида и подвида), представители других родов и семейств являются сопутствующими видами широкого временного диапазона. Выявление особенностей и закономерностей пространственно-временного распространения дидакн по разрезу неоплейстоцена показало, что они составляют разновозрастные сообщества разного иерархического ранга [15, 19, 20]. Высший из них – фауна: бакинская (*b*), урунджикская (*ur*), раннехазарская (*hz₁*), позднехазарская (*hz₂*), хвалынская (*hv*) и новокаспийская (*nk*) (табл. 1).

Критерием выделения фауны явился таксономический состав фаунистической группировки с широким развитием в ней определенной группы дидакн (*crassa*, *trigonoïdes*, *catillus*), присущие ей руководящие и характерные виды, и ее приуроченность к толще каспийских отложений, отделенной от других аналогичных толщ перерывом в морском осадконакоплении, характеризующей определенную трансгрессивную эпоху в истории Каспия. В составе фаун выделены группировки более низкого ранга – комплексы и подкомплексы. Для фаунистических группировок разного таксономического ранга определены руководящие виды — встречающиеся только в этой группировке и широко в ней развитые по всей площади региона; характерные виды есть в более ранних сообществах и (или) исчезающие в более поздних, но получившие наибольшее развитие в регионе именно в этой группировке.

Ранг фаунистической группировки устанавливался путем изучения особенностей ее распространения. Если группировка достаточно четко обособлена как в пространстве, так и во времени (в пределах одного и того же горизонта не наблюдалось перехода в соседние группировки), то она возводилась в ранг комплекса. В случае же наличия таких переходов отдельные группировки обозначались как подкомплексы. Фаунистические комплексы имеют общие для фауны признаки и характеризуют разновозрастные пачки отложений, отвечающие отдельным стадиям развития трансгрессии. Как и для фаун, для комплексов характерен определенный таксономический состав дидакн, руководящие и характерные виды. Бакинская, урунджикская и новокаспийская фауны представлены каждая одним комплексом. Раннехазарская фауна включает три фаунистических комплекса; позднехазарская и хвалынская – по два комплекса (табл. 1). Подкомплексы связаны друг с другом постепенным переходом, содержатся в единой толще осадков и обычно характеризуют отдельные этапы развития трансгрессии либо трансгрессивной стадии. Бакинский и урунджикский комплексы представлены каждый двумя подкомплексами. Новокаспийский комплекс состоит из трех подкомплексов.

Согласно регионально-стратиграфической концепции, стратиграфия должна опираться на историко-геологический принцип расчленения древних отложений, ибо «...на этой основе только и возможно выделять реальные стратиграфические подразделения» [6, с. 8].

Таблиця 1.

Фауны, фаунистические комплексы и подкомплексы неоплейстоцена Каспия

Виды (подвиды) рода <i>Didacna</i>	Фауны, фаунистические комплексы, подкомплексы											
	<i>b</i>		<i>ur</i>		<i>hz₁</i>			<i>hz₂</i>		<i>hv</i>		<i>nk</i>
	b		ur		<i>hz₁¹</i>	<i>hz₁²</i>	<i>hz₁³</i>	<i>hz₂¹</i>	<i>hz₂²</i>	<i>hv₁</i>	<i>hv₂</i>	nk
	<i>b₁</i>	<i>b₂</i>	<i>ur₁</i>	<i>ur₂</i>	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Didacna parvula</i>												
<i>D. catillus catillus</i>												
<i>D. catillus volgensis</i>												
<i>D. catil. transcaspica</i>												
<i>D. catillus grimmi</i>												
<i>D. ex gr. catillus</i>												
<i>D. catillus dilatata</i>												
<i>D. catillus parvuloides</i>												
<i>D. rudis</i>												
<i>D. rudis catillus-rudis</i>												
<i>D. carditoides</i>												
<i>D. eulachia</i>												
<i>D. mingetschaurica</i>												
<i>D. lindleyi</i>												
<i>D. subcatillus</i>												
<i>D. vulgaris</i>												
<i>D. golubyatnikovii</i>												
<i>D. kovalevskii</i>												
<i>D. pravoslavlevi</i>												
<i>D. subrudis</i>												
<i>D. bacuana</i>												
<i>D. praetrigon. inderana</i>												
<i>D. subpyramidata</i>												
<i>D. pallasi</i>												
<i>D. nalivkini</i>												
<i>D. delenda</i>												
<i>D. colossea</i>												
<i>D. čelekenica</i>												
<i>D. shirvanica</i>												
<i>D. bergi</i>												
<i>D. kolesnikovii</i>												
<i>D. porsugelica</i>												
<i>D. adacnoides</i>												
<i>D. karelini</i>												
<i>D. paleotrigonoides</i>												

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>D. trigonula</i>				■				■				
<i>D. gurganica</i>				■								
<i>D. charamica</i>					■							
<i>D. mischovdagica</i>						■						
<i>D. cristata</i>						■						
<i>D. hospes</i>							■					
<i>D. apsheronica</i>								■				
<i>D. schuraosenica</i>									■			
<i>D. ovalis</i>										■		
<i>D. ovatocrassa</i>											■	
<i>D. trigon. chazarica</i>												■
<i>D. umbonata</i>												■
<i>D. subcrassa</i>												■
<i>D. artemiana</i>												■
<i>D. subartemiana</i>												■
<i>D. emendata</i>												■
<i>D. pontocaspia</i>												■
<i>D. pontocas. tanaitica</i>												■
<i>D. subovalis</i>												■
<i>D. karabugasica</i>												■
<i>D. bogatschevi</i>												■
<i>D. subpallasi</i>												■
<i>D. postcarditoides</i>												■
<i>D. surachanica</i>												■
<i>D. parallella</i>												■
<i>D. protracta</i>												■
<i>D. ebersini</i>												■
<i>D. praetrigonoides</i>												■
<i>D. zhukovi</i>												■
<i>D. trigonoides</i>												■
<i>D. crassa</i>												■
<i>D. pyramidata</i>												■
<i>D. baeri</i>												■
<i>D. barbotdemarnyi</i>												■
<i>D. longipes</i>												■
<i>D. profundicola</i>												■
■ 1	■ 2	■ 3	■ 4									

Примечание: Относительное количество раковин вида: 1 — преобладают, 2 — много, 3 — редки, 4 — единичны. Жирным шрифтом выделены руководящие и характерные виды.

Выделенные нами в составе малакофауны фаунистические группировки разного ранга (фауна, комплекс, подкомплекс) отвечают палеогеографическим событиям разного иерархического уровня (трансгрессивным эпохам, трансгрессивным стадиям, этапам в развитии трансгрессивного бассейна соответственно). Они — основа для стратиграфического расчленения каспийского неоплейстоцена [19, 20].

Черноморский регион. Морские неоплейстоценовые отложения Черноморского региона, в отличие от Каспийского, содержат разновозрастные фауны, основу которых составляют моллюски разных экологических групп: солоноватоводной и морской (эвригалинной и стеногалинной). Выделены фауны: 1) солоноватоводная чаудинская (*ch*), 2) смешанная солоноватоводно-морская эвксино-узунларская (*eu-uz*), 3) морская карангатская (*kg*), 4) солоноватоводно-морская новоэвксино-черноморская (*neu-č*). Все они отражают крупные палеогеографические эпохи в развитии Черноморского бассейна, согласно выводам разных авторов [1, 3, 9, 10, 17, 18, 20 и др.].

Так же, как и для фаун Каспийского региона, установлен ранг составляющих их фаунистических группировок. Это фаунистические комплексы, характеризующие разновозрастные толщи отложений, отвечающие отдельным стадиям развития бассейна: в чаудинской — а) раннечаудинский и позднечаудинский, в эвксино-узунларской — б) древнеэвксинский, узунларский и ашейский (по [12]), в карангатской — в) карангатский и тарханкутский (по [9]); новоэвксино-черноморская фауна представлена г) новоэвксинским и д) черноморским комплексами. Большинство фаунистических комплексов включает подкомплексы: раннечаудинский — ранний (гурийский) и поздний, характеризующий максимальный уровень бассейна; позднечаудинский — собственно позднечаудинский; бакинский, отвечающий эпохе поступления каспийских вод в чаудинский бассейн; и эпичаудинский (по [17] или караденизский (по [18]), включающий средиземноморские виды, свидетельствующие о вторжении морских вод; древнеэвксинский — древнеэвксинский солоноватоводный и палеоузунларский полуморской; узунларский — эвксинский солоноватоводный и узунларский полуморской; ашейский — поздний эвксинский солоноватоводный и ашейский полуморской, закономерность распространения видов моллюсков в которых аналогична предыдущим. В составе карангатского комплекса выделяются тобечикский (по [10]) подкомплекс с обедненной средиземноморской малакофауной и собственно карангатский (эльтигенский), охарактеризованный обилием средиземноморских, в том числе и стеногалинных, видов, отражающий эпоху широкого поступления средиземноморских вод в черноморскую котловину. Новоэвксинский комплекс включает три подкомплекса, отражающих: начало регрессии (каркинитский с редкими эвригалинными морскими элементами, выделенный [11]), максимально низкого положения уровня сильно опресненного бассейна (ранний новоэвксинский) и новоэвксинской трансгрессии с инвазией в бассейн каспийской хвалынской фауны (поздний новоэвксинский).

Таблиця 2.

**Фауны, фаунистические комплексы и подкомплексы неоплейстоцена Понта
и распространение в них дидакн**

Виды (подвиды) рода <i>Didacna</i>	Фауны, фаунистические комплексы, подкомплексы																	
	ch					eu-uz					kg			ne-č				
	ch ₁		ch ₂			deu		uz			ash		kg	th	ne-č			
	ch ₁ ¹	ch ₁ ²	ch ₂ ¹	b	ech	eu ₁	uz ₁	eu ₂	uz	eu ₃	ash	tb	kg	th	kr	neu ₁	neu ₂	č
<i>D. pseudocrassa</i>																		
<i>D. baericrassa</i>																		
<i>D. supsae</i>																		
<i>D. guriensis</i>																		
<i>D. tamanica</i>																		
<i>D. olla</i>																		
<i>D. parvula</i>																		
<i>D. rudis rudis</i>																		
<i>D. rud. subvulgaris</i>																		
<i>D. rud. euxinica</i>																		
<i>D. carditoides</i>																		
<i>D. catillus</i>																		
<i>D. catil. devexa</i>																		
<i>D. catillus-rudis</i>																		
<i>D. eulachia</i>																		
<i>D. lindleyi derupta</i>																		
<i>D. pallasii</i>																		
<i>D. subpyramidata</i>																		
<i>D. borisphenica</i>																		
<i>D. pontocaspia</i>																		
<i>D. pont. tanaitica</i>																		
<i>D. uzunlarica</i>																		
<i>D. tschepalygae</i>																		
<i>D. poratica</i>																		
<i>D. raricostata</i>																		
<i>D. akchaena</i>																		
<i>D. nalivkini</i>																		
<i>D. cf. protracta</i>																		
<i>D. subprotracta</i>																		
<i>D. ultima</i>																		
<i>D. subcatillus</i>																		
<i>D. symmetrica</i>																		
<i>D. danubica</i>																		
<i>D. cristata</i>																		
<i>D. ex gr. ebersini</i>																		
<i>D. moribunda</i>																		

Условные обозначения в табл. 1. Жирным шрифтом выделены виды каспийского происхождения

В составе черноморского комплекса выделяются древнечерноморский (этап сильного угнетения средиземноморских видов) и новочерноморский (широкое развитие в Черном море эвригалинных и умеренно стеногалинных средиземноморских видов) подкомплексы [17].

Моллюски рода *Didacna* в составе неоплейстоценовых фаун Понта представлены 36 видами и подвидами черноморского и каспийского происхождения (табл. 2). Дидакны образуют основной состав солоноватоводных комплексов и подкомплексов чаудинской и эвксино-узунларской фаун. В составе полуморских подкомплексов, завершающих развитие этих фаун, дидакны имеют подчиненное значение. В морской карангатской фауне они встречаются редко, территориально ограничиваясь опресненными участками моря. Еще более редки моллюски этого рода в составе слабо солоноватоводного новоэвксинского комплекса. В черноморском комплексе дидакн, очевидно, нет.

Из табл. 2 следует, что бакинские дидакны Каспия *Didacna parvula*, *D. rudis*, *D. carditoides*, *D. catillus*, *D. eulachia* и *D. lindleyi* представлены в раннем неоплейстоценовом позднечаудинском комплексе. Представители раннехазарской фауны Каспия *Didacna pallasii*, *D. subpyramidata* и *D. nalivkini* имеют широкое распространение в эвксино-узунларской фауне Понта. В карангатском комплексе (только в опресненных участках бассейна) встречаются единичные *D. nalivkini*, а в тарханкутском комплексе, помимо этого вида, появляются представители гирканского бассейна Каспия *D. ex gr. protracta*, *D. subcatillus* и *D. cristata*. В новоэвксинском комплексе встречены единичные хвалынские дидакны *Didacna ebersini*.

Биостратиграфическая схема черноморского неоплейстоцена построена, по аналогии с каспийской, на выделенных фаунистических сообществах разного иерархического уровня [20]. Она показывает, что моллюски рода *Didacna* заключены практически во всех его подразделениях. Они являются руководящими или характерными видами для горизонтов и подгоризонтов, представляющих отложения бассейнов каспийского типа – чаудинского и эвксино-узунларского, охватывающих нижний и средний неоплейстоцен. Поэтому их считают надежной основой для корреляции отложений Понто-Каспия. Верхнеплейстоценовые горизонты и подгоризонты содержат дидакны в ограниченном количестве, но это не умаляет их важнейшей стратиграфической и корреляционной роли.

Маньч. Маньчская депрессия служила проливом между Каспием и Понтом [13, 16, 17]. Анализ распространения малакофауны в ее неоплейстоценовых отложениях показал (табл. 3), что самой древней фауной, заключенной в отложениях этого возраста, является Бакинская. По составу она соответствует позднебакинскому подкомплексу Каспийского бассейна и включает также редкие раковины руководящего позднечаудинского вида как *Didacna pseudocrassa*.

В составе средне-неоплейстоценовых малакофаунистических сообществ Маньча можно выделить эвксино-раннехазарскую фауну, включающую пред-

Таблица 3.

Распространение дидаки в неоплейстоценовых отложениях Маныча

Виды и подвиды	Отложения							
	Бакинские	Нижнеазарские 1	Древнеэвксинские	Нижнеазарские 2	Древнеэвксинские (эвксинские)	Караганатские	Гирканские	Нижнехвалынские
<i>D. pseudocrassa</i>								
<i>D. tamanica</i>								
<i>D. pontocaspia</i>								
<i>D. pontocaspia tanaitica</i>								
<i>D. parvula</i>								
<i>D. catillus catillus</i>								
<i>D. catillus devexa</i>								
<i>D. catillus volgensis</i>								
<i>D. rudis rudis</i>								
<i>D. rudis euxinica</i>								
<i>D. carditoides</i>								
<i>D. eulachia</i>								
<i>D. aff. lindleyi</i>								
<i>D. lindleyi derupta</i>								
<i>D. monodacnoides</i>								
<i>D. symmetrica</i>								
<i>D. adacnoides curta</i>								
<i>D. aff. kovalevskii</i>								
<i>D. subpyramidata</i>								
<i>D. pallasi</i>								
<i>D. paleotrigonoides</i>								
<i>D. praetrigon. obunca</i>								
<i>D. schuraosenica</i>								
<i>D. nalivkini</i>								
<i>D. delenda emendata</i>								
<i>D. zhukovi</i>								
<i>D. subcatillus</i>								
<i>D. subcat. elongatoplana</i>								
<i>D. cf. umbonata</i>								
<i>D. lissitzyni</i>								
<i>D. subcrassa</i>								
<i>D. cristata</i>								
<i>D. hyrcana</i>								
<i>D. parallella</i>								
<i>D. ebersini</i>								
<i>D. cf. praetrigonoides</i>								
<i>D. protracta</i>								
Фауны		eu-hz ₁						
Комплексы	b	eu-hz ₁		eu-hz ₁		kg	hz ₂ gk	hv ₁

Примечание: Вертикальными линиями в ячейках показаны виды черноморского происхождения; наклонными – каспийского происхождения.

ставителей раннехазарской фауны Каспия и эвксино-узунларской фауны Понта. Среди дидакн — характерные для раннехазарской фауны Каспия *Didacna subpyramidata*, *D. paleotrigonoides*, *D. Nalivkini*. Встречен руководящий для эвксино-узунларской фауны вид *Didacna pontocaspia*. В составе фауны выделяются два разновозрастных фаунистических комплекса: ранний и поздний эвксино-раннехазарские. Видовой состав комплексов близок, однако, между толщами, содержащими их представителей, наблюдается стратиграфический перерыв.

Представители карангатской фауны Понта (*Cerastoderma glaucum*, *Paphia senescens*, *Ostrea edulis*, *Loripes lacteus*, *Chlamys glabra*) и позднехазарской фауны (гирканский комплекс) Каспия (*Didacna subcatillus*, *D. cristata*, *D. delenda*, *D. cf. Parallella*) заключены в отложениях, находящихся в сложном взаимоотношении. Осадки с карангатскими видами распространены вплоть до водораздела Восточного и Западного Манычей. При этом перекрывается толща гирканскими образованиями [7, 13]. Залегающие выше буртасские озерные отложения охарактеризованы пресноводной малакофауной. Хвалынская фауна включает руководящие и характерные виды дидакн раннехвалынского комплекса Каспия *Didacna protracta*, *D. Ebersini*. Реже встречаются *D. parallella*, *D. subcatillus*. В голоценовых отложениях Манычской долины представители фаун Понто-Каспия не обнаружены.

Корреляция событий Понто-Каспия. Сравнительный анализ таксономического состава и стратиграфического положения малакофаунистических сообществ неоплейстоцена Каспия (табл. 1), Понта (табл. 2) и Маныча (табл. 3) позволяет коррелировать содержащие их отложения и отраженные в них палеогеографические события (табл. 4).

Судя по положению и малакофаунистическому содержанию отложений Манычской долины, в раннем неоплейстоцене Манычский пролив открылся в максимум развития бакинской трансгрессии Каспия. Распространение в его осадках представителей позднебакинского малакофаунистического подкомплекса свидетельствует о сбросе каспийских вод по проливу в чаудинский бассейн Понта в позднебакинскую фазу развития бакинской трансгрессии. По данным [15], водообмен между двумя бассейнами был двусторонним. Нигде в Каспийском регионе в бакинских осадках нами свидетельства поступления чаудинских вод (представители чаудинской фауны) не обнаружены.

В среднем неоплейстоцене открытие Манычского пролива происходило дважды. В строении пролива прослеживаются эвксинские и нижнехазарские образования с близким составом малакофауны. Они имеют двучленное строение, соответствующее двум стадиям раннехазарской и эвксинской трансгрессий. Широкое распространение раннехазарских видов в эвксинских бассейнах привело к прочно утвердившемуся среди исследователей представлению об одностороннем сбросе каспийских вод в Черноморскую котловину. Распространение черноморских дидакн *Didacna pontocaspia* в эвксино-хазарских отложениях Маныча на всем протяжении древнего пролива, а также их встречае-

Таблица 4.

Корреляция неоплейстоценовых бассейнов Понто-Каспия

Вре- мя	Каспийское море	Маныч	Черное море (Понт)	
Голо- цен	Новокаспийский	Континентальное развитие	Черноморский ←	
	Мангышлакская регрессия			
Поздний неоплейстоцен	Позднехвалынский	Раннехвалынский пролив →	Новоэвксинский	
	Енотаевская регрессия			
	Раннехвалынский →		Новоэвксинский	
	Регрессия		Сурожский	
	Раннехвалынский		Буртасское озеро	Посткарангатская регрессия
	Ательская регрессия		Гирканский пролив →	Тарханкутский
	Гирканский →		Карангатская ингрессия ←	Карангатский ←
				Тобечикский
	Позднехазарский			
Регрессия				
Средний неоплейстоцен	Раннехазарский поздний	Раннехазарский пролив →	Регрессия	
	Регрессия		Ашейский ←	
			Позднеэвксинский?	
	Раннехазарский средний →		Регрессия	
	Регрессия		Узунларский залив ←	Узунларский ←
	Раннехазарский ранний →		Раннехазарский пролив →	Эвксинский
	Регрессия		Палеоузунларская ингрессия ←	Палеоузунларский ←
Уруджикский	Континентальное развитие	Древнеэвксинский		
Ранний неоплейстоцен	Регрессия		Регрессия	
			Эпичаудинский ←	
	Позднебакинский →	Бакинский пролив →	Позднечаудинский	
	Раннебакинский →	Бакинская ингрессия	Раннечаудинский (инверсия Матуяма-Брюнес)	
	Тюркянский регрессивный (инверсия Матуяма-Брюнес)			

Примечание: Стрелками показано направление стока и миграции малакофауны.

мость в хазарских отложениях Северного Каспия, может свидетельствовать о двусторонней связи между раннехазарским и эвксинским бассейнами. Об этом же могут свидетельствовать и находки церастодерм в приманычском районе северо-западного Каспия. Судя по строению отложений в Манычской депрессии, пролив был широким, водный поток устойчивым, действующим в течение длительного времени. Влияние каспийских вод на бассейны Эвксина было существенным, более значительным, чем в бакинско-чаудинскую эпоху. Влияние же эвксинских вод на Каспий малозаметно.

В начале позднего неоплейстоцена, во время максимума карангатской трансгрессии, в Манычской долине существовал ингрессионный залив. Он проникал вплоть до водораздела с Каспием. По-видимому, одновременным более раннему этапу был залив позднехазарского моря, имевшего низкие отметки уровня. Второму этапу ингрессии отвечало развитие второй стадии позднехазарской трансгрессии — гирканской. Она образовывала довольно глубокий залив в долине Восточного Маныча. В эпоху регрессии карангатского бассейна в пролив ингрессировали гирканские воды, с которыми в черноморскую котловину проникли свойственные этому бассейну моллюски. Водный поток из Каспия не был существенным, судя по его влиянию на фаунистический облик карангатского бассейна Понта.

Последнее открытие пролива состоялось в раннехвалынскую эпоху, после достижения уровнем Каспия отметок около 50 м. Об этом свидетельствуют геоморфологическое строение Манычской депрессии, а также палеонтологическое содержание ее отложений. Согласно материалам наших исследований, отмечалось двухэтапное развитие пролива: эрозионный, о котором свидетельствуют ложбины стока и грядовый рельеф Манычской долины, и аккумулятивный, отложивший ингрессировавшими хвалынскими водами в выработанную долину тонкие осадки между грядами, сформировавшие террасу на высоте около 22 м. Ископаемые сообщества моллюсков указывают на однонаправленную миграцию малакофауны из Каспия в новоэвксинский бассейн Понта.

В составе и распространении каспийских видов дидакн в отложениях Понта выдержана закономерность: отбор северокаспийских форм, способных мигрировать через Манычский пролив, и их приуроченность к районам, подверженным влиянию каспийских вод.

Выводы

1. Изучение особенностей и закономерностей пространственно-временного распространения раковин моллюсков в разрезе неоплейстоцена Понто-Каспия показало, что малакофауна представляет сложную иерархическую систему фаунистических сообществ разного таксономического состава и ранга: фаун, комплексов, подкомплексов. Все они составляют основу стратификации морского неоплейстоцена и палеогеографических реконструкций бассейнов. Представители рода *Didacna* Eichw., играющие ключевую роль в стратигра-

фических и палеогеографических построениях для Каспия, успешно могут использоваться для этих же целей в Черноморском регионе.

2. Использование видов рода *Didacna* Eichw. для составления региональных биостратиграфических схем неоплейстоцена Каспия, Понта и Маныча является основой корреляции отложений и событий Каспия и Понта.

3. На основании биостратиграфического положения каспийских видов дидакн в неоплейстоцене Маныча и Понта установлены: а) корреляция позднебакинской трансгрессивной стадии Каспия с позднечаудинской трансгрессивной стадией Понта; б) две стадии раннехазарской трансгрессии Каспия с двумя эвксино-узунларскими бассейнами Понта; в) гирканского трансгрессивного бассейна Каспия со второй половиной карангатской трансгрессии Понта; г) раннехвалынской трансгрессивной стадии Каспия с новоэвксинской трансгрессией Понта.

4. Состав и распространение ископаемых сообществ малакофауны указывает преимущественно на однонаправленный сток вод и миграцию малакофауны из Каспия в бассейны Понта. Возможно, двусторонняя миграция фауны имела место в эпоху ранней раннехазарской трансгрессивной стадии Каспия и древнеэвксинской трансгрессии Понта.

P.S. Работа выполнена в рамках проекта IGCP-610 «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary» и при финансовой поддержке РФФИ (проекты 13-05-00242 и 14-05-00227).

Список использованной литературы

1. Андрусов Н. И. О возрасте морских послетретичных террас Керченского полуострова / Н. И. Андрусов // Ежегодник по геологии и минерал. России. – 1904-1905 – Т. 7. – Вып. 6. – С. 158-172.
2. Андрусов Н. И. Стратиграфическая схема Апшеронского полуострова / Н. И. Андрусов // Геологический вестник. – 1915 – Т. 1. – № 4. – С. 225-230.
3. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическая история Черного моря / А. Д. Архангельский, Н. М. Страхов // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1932. – Т. 10. – Вып. 1. – С. 3-104.
4. Богачев В. В. Руководящие окаменелости Апшеронского полуострова и прилегающих районов / В. В. Богачев; Азербайдж. Нефтяной исследоват. институт. – Баку: Азнефтеиздат, 1932. – 92 с.
5. Векилов Б. Г. Антропогенные отложения Северо-Восточного Азербайджана / Б. Г. Векилов; Акад. наук Азербайдж. ССР, Институт геологии. – Баку: Изд-во ЭЛМ, 1969. – 218 с.
6. Гладенков Ю. Б. Биосферная стратиграфия / Ю. Б. Гладенков; Рос. Академия наук, Геологический институт. – М.: ГЕОС., 2004. – 120 с.
7. Горецкий Г. И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене / Г. И. Горецкий; Академия наук СССР, Комиссия по изучению четвертич. периода. – М.: Наука, 1966. – 412 с.
8. Невеская Л. А. Четвертичные морские моллюски Туркмении / Л. А. Невеская; Академия наук СССР, Палеонтологический институт. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 82 с.
9. Невеская Л. А. Определитель двустворчатых моллюсков морских четвертичных отложений Черноморского бассейна / Л. А. Невеская; Академия наук СССР, Палеонтологический институт. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 210 с.
10. Невеская Л. А. Позднетчетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология / Л. А. Невеская; Академия наук СССР, Палеонтологический институт. – М.: Изд-во АН СССР, 1965. – 392 с.
11. Невеская Л. А., Невеский Е. Н. О соотношении карангатских и новоэвксинских слоев в прибрежных районах Черного моря / Л. А. Невеская, Е. Н. Невеский // Докл. АН СССР. – 1961. – Т. 136. – № 5. – С. 256-261.
12. Островский А. Б. О морских террасах Черноморского побережья Кавказа между Анапой и устьем р. Шахе / А. Б. Островский // Докл. АН СССР. – 1968. – Т. 181. – № 4. – С. 950-952.
13. Попов Г. И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов / Г. И. Попов; Академия наук СССР, Комиссия по изучению четвертич. периода. – М.: Наука, 1983. – 216 с.

14. Свиточ А. А. Атлас-определитель моллюсков р. *Didacna Eichwald* из четвертичных отложений Центрального Прикаспия / А.А. Свиточ; Трест Союзбургаз. – М.: Недра, 1967. – 87 с.
15. Свиточ А. А., Янина Т. А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря / А. А. Свиточ, Т. А. Янина; Московский госуд. универ. им. М.В. Ломоносова, Географический факультет. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 267 с.
16. Свиточ А. А., Янина Т. А., Новикова Н. Г., Соболев В. М., Хоменко А. А. Плейстоцен Маныча (вопросы строения и развития) / А. А. Свиточ, Т. А. Янина, Н. Г. Новикова, В. М. Соболев, А. А. Хоменко; Московский госуд. универ. им. М. В. Ломоносова, Географический факультет. – М.: МГУ, 2010. – 136 с.
17. Федоров П. В. Плейстоцен Понто-Каспия / П. В. Федоров; Академия наук СССР, Геологический институт. – М.: Наука, 1978. – 165 с.
18. Чепальга А. Л. Палеогеография и палеоэкология бассейнов Черного и Каспийского морей (Понто-Каспия) в плиоплейстоцене : автореф. дисс.... докт. геогр. наук: 11.00.04 / А. Л. Чепальга; Академия наук СССР, Институт географии. – М.: АН СССР, 1980. – 50 с.
19. Янина Т. А. Дидакны Понто-Каспия / Т. А. Янина; Московский госуд. универ. им. М.В. Ломоносова, Географический факультет. – М.: Смоленск: Маджента, 2005. – 300 с.
20. Янина Т. А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция / Т. А. Янина; Московский госуд. универ. им. М.В. Ломоносова, Географический факультет. – М.: МГУ, 2012. – 264 с.
21. *Eichwald E. Faunae Caspii maris primitae* / E. Eichwald // Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou. – 1838. – V. II. – P. 125-174.

References:

- [1] Andrusov, N.I. 1905. O vozraste morskikh posletretichnykh terras Kerchenskogo poluostrova. Ezhegodnik po geologii i mineralogii Rossii 7 (6): 158-172.
- [2] Andrusov, N.I. 1915. Stratigra-phicheskaya shema Apsheronского poluostrova. Geologicheskii vestnik 1 (4): 225-230.
- [3] Arkhangelskiy, A.D., Strakhov, N.M. 1932. Geologicheskaya istoriya Chernogo morya. Bulletin MOIP. Geology 10 (1): 3-104.
- [4] Bogachev, V.V. 1932. Rukovodyashie okamenelosti Apsheronского poluostrova i prolegaushikh raionov. Baku: Aznephteizdat.
- [5] Vekilov, B.G. 1969. Antropogenovye otlozheniya Severo-Vostochnogo Azerbaidjana. Baku: ELM.
- [6] Gladenkov, Yu.B. 2004. Biosfernaya stratigrafiya. Moscow: GEOS.
- [7] Goreskiy, G.I. 1966. Formirovaniye doliny r. Volgi v rannem i srednem antropogene. Moscow: Nauka.
- [8] Neveeskaya, L.A. 1958. Chetvertichye molluski Turkmenii. Moscow: Academy of Sciencee.
- [9] Neveeskaya, L.A. 1963. Opredelitel dvustvorchatykh molluskov morskoh chetvertichnykh otlozheniy Chernomorskogo basseina. Moscow: Academy of Sciencee.
- [10] Neveeskaya, L.A. 1965. Pozdnechetvertichnye dvustvorchatye molluski Chernogo morya, ih sistemata i ekologiya. Moscow: Academy of Sciencee.
- [11] Neveeskaya, L.A., Neveeskiy, E.N. 1961. O sootnoshenii karangatskiykh i novoevksinskiykh sloev v pribrezhnykh raionah Chernogo morya. Doklady of Academy Nauk of the USSR 136 (5): 256-261.
- [12] Ostrovskiy, A.B. 1968. O morskikh terrasah Chernomorskogo poberezhya Kavkaza mezhdru Anapoy i ustiem r. Shahe. Doklady of Academy Nauk of the USSR 181 (4): 950-952.
- [13] Popov, G.I. 1983. Pleistotsen Chernomorsko-Kaspiyskiykh prolivov. Moscow: Academy of Sciencee.
- [14] Svitoch, A.A. 1967. Atlas-opredelitel molluskov roda *Didacna Eichwald* is chetvertichnykh otlozheniy Tsentralnogo Prikaspiya. Moscow: Nedra.
- [15] Svitoch, A.A., Yanina, T.A. 1997. Chetvertichnye otlozheniya poberezhnyy Kaspiyskogo morya, Moscow: Ros-selkhozacademiya.
- [16] Svitoch, A.A., Yanina, T.A., Novikova, N.G., Soboлев, V.M., Khomenko, A.A. 2010. Pleistotsen Manycha (voprosy stroeniya i razvitiya). Moscow: Moscow State University.
- [17] Fedorov, P.V. 1978. Pleistotsen Ponto-Kaspiya. Moscow: Nauka.
- [18] Tchepalyga, A.L. 1980. Paleogeografiya i paleoecologiya basseinov Chernogo i Kaspiyskogo morey (Ponto-Kaspiya) v plio-pleistotsene: Thesis. doct. geogr. Nauk. Moscow: Inst. of Geography.
- [19] Yanina, T.A. 2005. Didacny Ponto-Kaspiya. Moscow-Smolensk: Majenta.
- [20] Yanina, T.A. 2012. Neopleistotsen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeogra-phiya, korrelyatsiya. Moscow: Moscow State University.
- [21] Eichwald, E. 1838. Faunae Caspii maris primitae, Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou II. 125-174.

Статья поступила 12 января 2014 года

Т. О. Яніна, доктор географ. наук, завідувач НДЛ
Д. С. Хомченко, науковий співробітник
НДЛ новітніх відкладень і палеогеографії плейстоцену,
географічний факультет, Московський державний
університет імені М. В. Ломоносова,
Ленінські гори, 1, 119991, Москва, Російська Федерація, didacna@mail.ru

МОЛЮСКИ РОДА DIDACNA – БІОСТРАТИГРАФІЧНА ОСНОВА КОРЕЛЯЦІЇ ПОДІЙ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНУ ПОНТО-КАСПІЯ

Резюме

Використання молюсків роду *Didacna* для складання регіональних біостратиграфічних схем неоплейстоцену Каспія, Понта і Манича є основою кореляції відкладень і подій Каспію і Понту. На підставі положення каспійських видів дидакн у неоплейстоцені Манича і Понта проведена кореляція: пізньобакинського басейну Каспія і пізньочаудинського Понта; двох стадій ранньохазарської трансгресії Каспія з евксино-узунларськими басейнами Понта; гирканського басейна Каспія з пізньокарангатською трансгресією Понта; ранньохвалінської трансгресії Каспія з новоевксинською трансгресією Понта.

Ключові слова: Каспій, Понт, Манич, неоплейстоцен, біостратиграфія, рід *Didacna*, кореляція, ранжування.

T.A. Yanina, Prof., Dr.Sci.
D.S. Khomchenko, senior researcher
Lab. Recent deposits and Pleistocene Paleogeography,
Geographical Faculty, State Lomonosov's University of Moscow,
Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow-234, Russian Federation, didacna@mail.ru

GENUS DIDACNA MOLLUSCS — BIOSTRATIGRAPHICAL BASIS OF CORRELATION OF THE PONTO-CASPIAN NEOPLEISTOCENE EVENTS

Abstract

The mollusks of the genus *Didacna* Eichwald playing a key role in stratigraphical and paleogeographical reconstructions for the Caspian Sea are used by authors for the same purposes in the Black Sea region and in the Manych depression. The work purpose is the drawing up the regional biostratigraphical schemes of the Caspian, Pont and Manych Neopleistocene on the basis of the analysis of spatial and temporary distribution of species of one genus *Didacna* and correlation of events of the Ponto-Caspian Seas on this biostratigraphical base. The object of research is the Neopleistocene deposits and the mollusks of the Caspian and Black Sea regions. The subject of research is the spatial-temporal distribution of mollusk shells of the genus *Didacna* as a basis of correlation of the basins of the Caspian Sea and the Black Sea in the Neopleistocene. The use of species of one genus for the creation of three regional biostratigraphical schemes is a basis for correlation of deposits and events of the Pont and the Caspian Sea. The material is collected by authors for many years of field and laboratory studying of Neopleistocene deposits and malacofauna of the Ponto-

Caspian region. Researches captured all coasts and a number of sea cores of the Caspian Sea, the Manych depression, Taman and Kerch peninsulas, the coast and a shelf of Bulgaria, partially the Caucasian coast of the Black Sea. The main method is malacofaunistic method. It includes the analyses of taxonomical structure, taphonomy, phylogeny, biostratigraphical distribution, historical development, and biogeography of mollusks. The study focuses on the bivalve genus *Didacna*, an index fossil genus for the modern Caspian Sea and an endemic fossil for the Quaternary Ponto-Caspian basins. The genus is known for its high evolutionary rates at the species and subspecies levels.

The study of peculiarities and patterns in the spatial-temporal distribution of mollusk shells of the genus *Didacna* in the deposits of the Neoleistocene of the Ponto-Caspian region showed, that the molluscan fauna represent a complex hierarchical system of faunal assemblages with different taxonomic composition and at different taxonomic levels: faunas, complexes, subcomplexes, which become the basis for establishment of stratigraphical subdivision and paleogeographical reconstructions. On the basis of the biostratigraphical position of the Caspian *Didacnas* in the Manych and Pont Neopleistocene the correlation of the late Bakinian transgressive stage of the Caspian Sea with a late Chaudian transgressive stage of the Pont is established; two stages of early Khazarian transgression of the Caspian Sea are correlated with two Euxinian – Uzunlarian basins of the Pont; the Girkanian transgressive basin of the Caspian Sea is correlated with the second half of the Karangat transgression of the Pont; early Khvalynian transgressive stage of the Caspian Sea is correlated with Pontian New Euxinian transgression.

Keywords: Caspian Sea, Pont, Manych, Neopleistocene, biostratigraphy, genus *Didacna*, correlation

ВТРАТИ НАУКИ

УДК 911.3 (091)

ПАМ'ЯТЬ О ПРОФЕССОРЕ Е.Г.КОНИКОВЕ



*Коников Евгений Георгиевич
1954-2013 гг.*

Евгений Георгиевич Коников родился 30 августа 1954 года в Одессе в семье рабочего. Детство его прошло на Молдаванке, на улице Южной. Отец Георгий Александрович – страстный любитель книг и их коллекционер, сумел привить сыну любовь к чтению. Это дало возможность Евгению Георгиевичу овладеть энциклопедическими знаниями во многих областях науки. Уникальный дух одесской Молдаванки, который он впитал с рождения, оказал влияние на его характер. Все, кто общался с Евгением Георгиевичем, отмечают его эрудицию, интеллигентность, тактичность, а также бесконечную любовь к родному городу.

В 1971 г. он оканчивает среднюю школу и поступает на геологическое отделение геолого-географического факультета Одесского государственного университета на специальность «Общая и морская геология».

Вся дальнейшая его жизнь связана с университетом. Будучи студентом третьего курса, он начинает работать в Проблемной научно-исследовательской лаборатории инженерной геологии побережья моря, водохранилищ и горных склонов (ПНИЛ-1) под руководством своего учителя профессора Воскобойникова В.М., которого всегда вспоминал с теплым чувством и благодарностью. С этого времени и после окончания университета он принимает участие в экспедиционных исследованиях на научно-исследовательских судах «Одесский университет», «Мечников», «Антарес» в Черном и Азовском морях (1974-1883 гг). После окончания университета в 1976 году он зачислен сначала младшим, а с 1980 года старшим научным сотрудником ПНИЛ-1, с 1993 и до конца жизни был ее заведующим. В круг его интересов входили вопросы, связанные с геологией водохранилищ и лиманов. Результаты этих работ вошли в кандидатскую диссертацию «Физико-механические свойства и поровые воды глинистых илов северо-западного шельфа Черного моря и лиманов», которую он успешно защитил в 1983 году и получил ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

1991-1993 гг. — годы обучения в докторантуре ОГУ имени И.И. Мечникова. Научным консультантом был выдающийся геолог, опытный учитель и замечательный человек академик И.П.Зелинский. Дальнейшие экспедиционные, а также научные исследования послужили базой для написания и защиты докторской диссертации в 1995 году на тему «Влияние условий осадконакопления и литогенеза на физико-механические свойства морских и лиманно-лагунных отложений Азово-Черноморского бассейна». В следующем году он утверждается в ученой степени доктора геолого-минералогических наук, а в 2002 году ему присвоено ученое звание профессора.

С 1991 года начинается его преподавательская деятельность на должности доцента кафедры инженерной геологии и гидрогеологии, с 1996 года — профессора кафедры. Он читает курсы «Грунтоведение», «Методика инженерно-геологического картирования», «Морская инженерная геология», «Инженерная геология Азово-Черноморского бассейна» и другие. По этим курсам издан учебник и учебные пособия, которые используются студентами при обучении. В 1994-2007 гг. является заместителем декана ГГФ нашего университета. У Евгения Георгиевича была удивительная способность создавать спокойную рабочую атмосферу при решении любых вопросов. Его отличали работоспособность, видение нового и перспективного в организации и совершенствовании учебно-вспомогательного процесса на факультете, его научно-методического обеспечения.

Научная деятельность Е.Г.Коникова в эти годы направлена на изучение истории геологического развития Азово-Черноморского бассейна в плейстоцене и голоцене, а также вопросов морской инженерной геологии. Будучи заведующим лабораторией, он осуществлял руководство государственными бюджетными, а также хозяйственными договорными темами. Приведем наименование некоторых из них в последние годы:

- Моделирование и прогнозирование климато-гидрологических факторов и миграции береговой линии северо-западной части Черного моря, 2006-08 гг.;
- Разработать критерии оценки сейсмической опасности территорий на основе теории синергетики, математического и лабораторного моделирования, 2006-08 гг.;
- Оценка сейсмического риска и анализ сейсмической опасности методами нелинейной динамики, 2009-2010 гг.;
- Исследование закономерностей влияния глобальных и региональных изменений климата на формирование опасных геологических процессов юго-запада Украины, 2010-11 гг.

Е.Г. Коников является автором и соавтором более 70 печатных публикаций, 7 монографий, 1 учебника, 3 учебных пособий, 50 тезисов докладов на научных конференциях. Принимал участие в международных проектах: UNESCO-IGCP-521, INQUA-501, HERMES, на многочисленных международных и

отечественных научных конференциях, в том числе и 33-м Международном Геологическом конгрессе (Осло, Норвегия, 2008 г.).

Е.Г.Конилов принимал активное участие в научно-общественной работе. Входил в состав редакционной коллегии научного журнала «Вестник Одесского национального университета. Географические и геологические науки». Он был членом нескольких научных организаций: бюро Совета по инженерной геологии при Академии инженерных наук Украины, экспертного совета ВАК по геологическим наукам, специализированного совета по присвоению ученой степени кандидата геологических наук, членом-корреспондентом Международной Академии наук Евразии, Украинского союза литологов.

24 марта 2013 года Евгения Георгиевича не стало. Остается память об этом мудром человеке, талантливом ученом и прекрасном педагоге!

Коллеги, друзья, ученики.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Авторы, направляющие статьи и заметки в журнал «Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки», должны соблюдать следующие обязательные правила.

1. Работа представляется в окончательно подготовленном для печати виде.
2. Объем статей не должен превышать одного авторского листа (18 страниц машинописи), краткие сообщения и критические статьи – половины авторского листа, включая рисунки, таблицы, резюме.
3. Рукописи должны быть напечатаны на компьютере шрифтом (Times New Roman 14) через полтора интервала в двух экземплярах с оставлением полей с левой стороны (3 см), с правой 1,5 см, сверху и снизу по 2 см. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы, включая таблицы и иллюстрации. Рукопись подписывается всеми авторами. При нарушении этих требований статья к публикации не принимается.
4. К рукописи статьи прилагаются: сопроводительное письмо от организации, в которой данное исследование проводилось, договоры о передаче авторского права (для русской и английской версий) и следующие сведения о ВСЕХ авторах статьи: а) фамилия, имя и отчество; б) служебный адрес (с индексом); домашний и служебный номера телефонов; E_mail.
5. В связи с тем, что публикация английской версии журнала дает ему международный статус, качеству и оформлению рукописей предъявляются повышенные требования. Статья должна содержать новые результаты, которые ранее нигде не публиковались. Стил изложения материала должен быть достаточно прост, четок и понятен для адекватного перевода на английский язык. Рукопись оформляется следующим образом: 1 – индекс УДК (обязательно); 2 – инициалы и фамилия автора (соавторов), место работы каждого соавтора (институты указывать без сокращения), 3 – исчерпывающее резюме (до 25 строк через 1 инт., 12 кегль); 4 – список литературы + вариант его транслитерации; 5 – рисунки, таблицы, подписи к ним – в составе, внутри текста (на языке статьи и на английском). Желательно придерживаться следующей схемы построения статьи в журнале: 1 – введение (до 2 стр.), 2 – фактический материал и методика (до 1 стр.), 3 – обсуждение результатов, 4 – выводы (до 1,5 стр.), 5 – список литературы.
6. На картах обязательно указывать линейный масштаб. Фотографии, графики, карты и схемы представляются высокого качества, черно-белые (цветные не принимаются). На чертежах, картах, разрезах, графиках и т.д. должно быть указано минимальное, соответствующее изложению в тексте, количество буквенных и цифровых обозначений. Их подпись с пояснениями обязательно дается на языке статьи и на английском языке. Включение в статью карт, разрезов и фотографий допускается лишь в полном соответствии с текстом и в размерах, позволяющих свободное чтение без применения увеличительной техники.
7. В окончательном варианте (после утверждения редколлегией к публикации) прилагаются диски или E-mail с текстом, таблицами и иллюстрациями.

8. В состав Введения входят обязательно: актуальность темы, цель работы, основные (3-5) задачи, предмет и объект исследования, теоретическое значение, практическое значение, разработка темы (до 6-7 предложений) другими авторами.
9. **Формулы, символы минералов и хим.элементов, приводимые в иностранном написании**, должны быть впечатаны («редактор формул»). Необходимо делать ясное различие: а) между заглавными и строчными буквами, имеющими сходное начертание, подчеркивая заглавные буквы двумя черточками снизу, строчные – сверху; между буквами кириллицы и латиницы, делая соответствующие пояснения на полях рукописи; б) между буквами и цифрами сходного начертания, римскими и арабскими цифрами. Необходимо аккуратно вписывать индексы, показатели степеней и греческие буквы (подчеркивать красным карандашом) с соответствующими указаниями на полях рукописи.
10. Все упоминаемые в статьях величины и единицы измерения должны соответствовать стандартным обозначениям.
11. Список литературы формируется в алфавитном порядке – сначала на кириллице, затем на латинице. В списке указываются вначале фамилии и инициалы автора (авторов), полное название статьи, год, том, номер, страницы через тире. Форма цитирования принимается принятой в международной географической и геологической литературе. В тексте статьи в библиографической ссылке указывается порядковый номер в списке (например, [5], [8], [15] и т.д.). Иностранные фамилии в тексте приводятся в русской транскрипции (в скобках – в иностранной и только один первый раз): например, «по данным Р. Смита (R.Smith) [5]», «в работе Э.Бёрда (E.Bird) [3] указывается», «Ф.Шепард (F.Shepard) [9] подчеркивает». В русской транскрипции даются и названия зарубежных городов, географических пунктов, морей, рек и пр. (см. географ. Карты и Атласы).
12. В связи с публикацией английской версии статей к украинскому и русскому текстам рукописи необходимо прилагать на отдельном листе:
 - а) английскую транскрипцию всех приводимых в тексте иностранных собственных названий; имен и фамилий;
 - б) все приведенные в тексте цитаты из иностранных работ на языке оригинала;
 - в) предпочитаемую автором (авторами) профессиональную английскую транскрипцию украинских /русских/ терминов (если существуют разные транскрипции);
 - г) список украинских /русских/ географических названий (в именительном падеже), от которых произведены использованные в статье названия серий, свит, слоев и т.п. (например, миньярская свита – г. Миньяр; терские слои – р. Терек);
 - д) если статья переводная, то в скобках следует указать прочтение оригинала.
13. Редакция сохраняет за собой право сокращать присылаемые статьи и подвергать их правке.

Технічний редактор *Вітвицька В.Г.*

Підписано до друку 17.04.2014 р. Формат 70×108/16. Ум. друк. арк. 18,35.
Тираж 100 прим. Зам. № 1094.

Видавець і виготовлювач

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39
e-mail: druk@onu.edu.ua