

УДК 581.524.32:551.579.2:551.579.4:543.33/34(477.72)

В.В. Шаповал, С.С. Звегинцов

*Біосферний заповідник "Асканія-Нова" імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН України
вул. Фрунзе, 13, смт Асканія-Нова, Чаплинський район, Херсонська обл., 75230 Україна*

ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНИЙ НАРИС ПАВОДКУ 2010 р. У ВЕЛИКОМУ ЧАПЕЛЬСЬКОМУ ПОДІ

Поді, гідрогенні флуктуації, модельна кліматодіаграма паводку, динаміка затопленої площі, інфлюкція, інфільтрація, моніторинг рН, катіонного та аніонного складу води

ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНИЙ НАРИС ПАВОДКУ 2010 р. У ВЕЛИКОМУ ЧАПЕЛЬСЬКОМУ ПОДІ. В.В. Шаповал, С.С. Звегинцов. – Подано матеріали моніторингу паводку 2010 р. у Великому Чапельському поді (природне ядро Біосферного заповідника "Асканія-Нова"), що є модельним об'єктом вивчення гідрогенних флуктуацій у цілинних подах регіону. Аналізуються структура та функціональність гідрографічного басейну депресій, кліматичні фактори та їх граничні параметри, що передують затопленню. Розподіл сумарного об'єму води (4,13 млн. м³) показує, що локальний її запас (85,1±1,81 мм) істотно поступається транзитному – 25,6% [1 : 2,9], тим самим підкреслюючи генеральну роль водозбірного басейну поду у реалізації його природного гідрологічного режиму. У ході моніторингу динаміки глибини та площі затоплення встановлено ряд закономірностей цього флуктуаційного процесу. По-перше, різке падіння максимального рівня води за наступну добу через руйнацію "морозного замка" та інфлюкцію. По-друге, сповільнення темпу подальшого сходу (інфільтрації) води при максимальному насиченні вологою оглеєного ґрунту. По-третє, модуляції рівня води з різною амплітудою у різних зонах поду, що координуються кутом нахилу території, напрямком та силою вітру, опадами тощо; при цьому загальна тенденція до пересихання поду витримується з подальшою інтенсифікацією за температурно-транспіраційним градієнтом. Презентуються фотопанорами паводку, картографічні матеріали по динаміці площі водного басейну (з лютого – 1245,3 га по червень – 10,1 га сумарно), результати моніторингу температури, рН та хімічного складу води.

ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ПАВОДКА 2010 г. В БОЛЬШОМ ЧАПЕЛЬСКОМ ПОДУ. В.В. Шаповал, С.С. Звегинцов. – Представлены материалы мониторинга паводка 2010 г. в Большом Чапельском поду (природное ядро Биосферного заповедника "Аскания-Нова"), который является модельным объектом изучения гидрогенных флуктуаций в целинных подах региона. Анализируются структура и функциональность гидрографического бассейна депрессий, климатические факторы и их граничные параметры, предшествующие затоплению. Распределение суммарного объема воды (4,13 млн. м³) показывает, что локальный ее запас (85,1±1,81 мм) существенно уступает транзитному – 25,6% [1 : 2,9], тем самым подчеркивая генеральную роль водосборного бассейна пода в реализации его естественного гидрологического режима. В ходе мониторинга динамики глубины и площади затопления установлен ряд закономерностей этого флуктуационного процесса. Во-первых, резкое падение максимального уровня воды за следующие сутки из-за разрушения "морозного замка" и инфлюкции. Во-вторых, замедление темпа дальнейшего схода (инфильтрации) воды при максимальном насыщении влагой оглеенной почвы. В-третьих, модуляции уровня воды с разной амплитудой в разных зонах пода, координируемые углом наклона территории, направлением и силой ветра, осадками и т.д.; при этом общая тенденция к пересыханию пода выдерживается с последующей интенсификацией по температурно-транспирационному градиенту. Презентуются фотопанорамы паводка, картографические материалы по динамике площади водного бассейна (с февраля – 1245,3 га по июнь – 10,1 га суммарно), результаты мониторинга температуры, рН и химического состава воды.

ECOLOGY-HYDROLOGICAL NOTES ON A FLOOD AT THE GREAT CHAPELSKIY DEPRESSION IN 2010. V.V Shapoval, S.S. Zvegintsov. – Materials of monitoring floods at the Great Chapelskiy Depression in 2010 (natural core area of the Biosphere Reserve "Askania Nova") as a model object of study hydrogenous fluctuations of the virgin depressions in the region are given. The structure and functionality of hydrographic basin of depressions, climatic factors and their boundary parameters prior to flooding are analyzed. Distribution of a total volume of water

(4.13 mill. m³) shows that its local supply (85.1±1.81 mm) is significantly inferior to transit or run-away – 25.6% [1 : 2.9], thus emphasizing the role of the general catchment area of depression in implement of its natural hydrological regime. A number of laws of the fluctuation processes determined during the course of monitoring for dynamics of the depth and flooded area. First of all this is the sharp drop of maximum water level for the following day through destruction of "frosty castle" and inflection. Secondly this is the slowdown further east (infiltration) of water at maximum saturation gley wet soil. Thirdly, the water level modulation with different amplitude in different areas of depression that coordinated by a slope angle, direction and force of wind, precipitation, etc., while the general trend to drying up of depression with the further intensification of temperature-transpirations gradient. The photopanorams of flood, cartographic materials on the dynamics of the water basin area (from February – 1245.3 ha to June – 10.1 ha total), the results of temperature monitoring, pH and chemical composition of water are presented.

Великий Чапельський під є ключовою типологічною одиницею форм мезорельєфу Присивасько-Приазовського низинного степу, виразником геоморфологічної, гідрографічної, едафічної, фітоценотичної тощо самобутності усього водозбору. Це унікальне урочище у складі природного ядра біосферного резервату "Асканія-Нова", крупна цілинна западина загальною площею водозбірного басейну понад 26 тис. га та площею днища до 1000 га, при цьому замкнута чаша поду – базис стоку, означений замкнутою ізогіпсою по лінії максимального затоплення, – складає 3935 га.

Едафічну специфіку, самобутність флори та рослинності поду і його корінної біоти у цілому визначають періодичні паводки – гідрогенні флуктуації, різні за масштабом, відтак перебігом і наслідками. Існують 2 сезонні типи затоплень депресій (по суті паводкові): зимово-весняний, спричинений таненням снігу під час відлиг, та літньо-осінній – при сильних дощах. У роботі Н.Ю. Дрогобич та І.К. Поліщука (Дрогобич, Полищук, 2003) представлено реконструйований хроноряд найбільш потужних і тривалих затоплень (гідрогенних катастроф) Великого Чапельського поду за XIX–XX ст. Достеменними датами затоплень автори приймають 1838, 1863, 1882, 1884, 1888, 1906, 1911, 1928, 1932, 1935–1936, 1938–1939, 1940, 1941, 1942, 1947–1948, 1953, 1963, 1968, 1978, 1985, 1996 та 1998 рр. У XXI ст. дотепер сталися 2 паводки у 2003 та 2010 рр.

Потужні затоплення Чапельського поду охоплюють значні площі – понад 1000 (до 1600) га. Так, М.С. Шалит (1929, с. 171), описуючи затоплення поду у 1928 р., зазначає: "Перед очима спостерегача ширилася величезна одкрита водяна поверхня. Берегів не було видно і під здавався наче безмежним... Була можливість пересуватися за допомогою човна". Короткотривалі та незначні за площею (до 150–200 га) заливи бувають значно частіше, обводнюючи лише центральну частину днища поду та локальні мікрозападини.

За твердженням Є.П. Веденькова (Веденьков, 1998), сильні затоплення Великого Чапельського поду трапились у 1863, 1882, 1911, 1928, 1932, 1939, 1948, 1963, 1978, 1985 та 1996 рр.; протягом цього часу двічі – у 1906 та 1968 рр. – його наповнювали літні зливи. Додамо, що у праці В. Різниченка (1926, с. 9) зазначено: "Відома злива у серпні р. 1899, коли протягом двох годин Великочапельський під був залитий на глибину до 0,5 сажнів і більше водою. Тоді були залиті водою поди Малочапельський, Барнашівський, Агайманський та ін.". Таким чином, середня тривалість періоду між сильними заливами Великого Чапельського поду складає 12,2 р. (Веденьков, 1998), але за перерахунку усієї вибірки дат затоплень цей період скорочується до 7,0 р. Екстраполюючи цикл у 7 р. на ряд крупних затоплень, з початку XX ст. отримуємо 2 пристайні інтерфлювіальні періоди, близькі до таких, що кратні 7 – по 15 р. (1948–1963–1978 рр.) та 4 періоди безпосередньо по 7 р. (1932–1939 рр., 1978–1985 рр., 1996–2003 рр. та 2003–2010 рр.). У цьому контексті варто згадати про Генеральну карту Новоросійської губернії, складену капітаном-геодезистом І.І. Ісленьєвим у 1779 р., де показані поди-озера: Чорна Долина (Кара-Дере), Зелена Долина, Юлкан-Чуплі¹ та ін. (Бушаков, Дрогобич, 1998). При цьому, вказане затоплення Великого Чапельського поду 1779 р. через означений інтерфлювіальний цикл у 7 р. (× n) "накладається" на відомі затоплення 1863, 1884, 1940, 1947, 1968, 1996, 2003 та 2010 рр.; ще 5 дат (1899, 1906,

¹ Топонім "Юлкан-Чуплі" є спотвореною тюркською назвою Великого Чапельського поду – "Улькьон Чоплю [кьолю]", що значить "Велике заросле травою [озеро]".

1912, 1932 та 1953 рр.) "відхиляються" лише на 1 р., витримуючи при цьому паралельний тотожний цикл: 7 р., 21 р. (7×3), – та близькі кроки у 6 р. і 20 р., а 1928 та 1963 рр., що "зсунути" з генерального ходу на 2 р., розділені періодом 35 р. (7×5).

Розглядаючи проблему періодичності затоплень депресій у форматі класичної гіпотези про циклічні зміни клімату, треба сказати, що багаторічні флуктуації температури повітря, атмосферних опадів, стоку річок та рівня озер, їх замерзання та скресу тощо підлеглі ритмічній закономірності, з середньою тривалістю ритму близько 35 р. – відомий "брикнерівський" цикл. За А.В. Шнітніковим (Шнитников, 1957), тривалість окремого внутрішньовікового "брикнерівського" кліматичного циклу коливається від 20–30 до 45–47 р., а на його фоні формуються коротші цикли, зокрема у 7 р. Річковий стік і рівні наповнення безстічних водойм, як похідні клімату, аналогічно змінюються в циклічному режимі. Так, у динаміці стоку великих річок Росії, незважаючи на досить "розмитий" характер прояву, існують цикли, якікладаються в інтервали 30–45 і 70–90 р.; у зміні гідрологічного режиму безстічних водойм аридних і субаридних областей (озера у степах Західного Сибіру, Північного Казахстану та ін.) добре простежуються цикли у 3–4, 7–11, 35–45 і 70–90 р. (Шнитников, 1950, 2008; Тушинский, 1966; Кривенко, 2010).

Теза про те, що час між крупними заливами Великого Чапельського поду прогресуюче зростає (Веденьков, 1998, с. 21): "С 1928 г. по 1978 г. время между крупными заливами Чапельского пода прогрессирующе возрастало (4, 7, 9, 15 и более лет)", – є надто проблематичною, бо цьому часовому відрізку передують ксеричні фази 19, 29 та 17 р., а змінюють сухі періоди 15, 7, 11, 7 та 7 р. Але беззаперечними видаються ідеї про укрупнені цикли затоплень депресій та прогресуючу антропогенну трансформацію їх гідрографічного басейну, що пролонгує інтерфлювіальні періоди.

У минулому обводнення депресій причорноморського степу було значно масштабнішим. Й.К. Пачоський (Пачоский, 1917, с. 245) стверджує: "Едва ли можно сомневаться в том, что наши поды представляли из себя когда-то такие озера, какими и сейчас в большом числе пестрят Калмыцкие степи, особенно в районе, прилегающем к подножию Ергеней... Эти озера, следовательно, находятся на той стадии своего развития, которая нашими подами пройдена давно, "до человека", и следы которой можно усмотреть в сказаниях старожилков о большом количестве воды в наших подах". На карті Дніпровського повіту Ф. Самсоні-Тодорова (1897 р.) позначено поди Лучний, Мокрий, Каракулен (башк. "кюлен" та кирг. "кьолмь" – стояча вода, ставок), Передній та Задній Сулюгрем (тюрк. "сулу" – з водою), Старий колодязь, Затоплений, Зелений, Томаклі (тюрк. – з гирлом), Ногай-Киргиз-тугай (тюрк. "тогай" – лука), Орлутугай (тюрк. "орлу" – зі рвом), Чанетуган (тюрк. "тоган" – гребля, ставок), Копай-тугай (тюрк. "копа" – заросла очеретом чи осокою місцина), під Челога (тюрк. "джилга" – балка, яр), під Кошкак (тюрк. "как" – калюжа, у киргизській мові ще "заглиблення, що лишилось від висохлого болітця на солончаковому ґрунті") (Бушаков, Дрогобыч, 1998).

Археологічні розкопки у Лівобережному Нижньодніпров'ї показують, що стоянки та стійбища заключної пори пізнього палеоліту (17–16, 14–13 тис. р. тому) та катакомбної і сабатинівської культур доби бронзи (XX–XVIII, XV–XIII ст. до н.е.) локалізуються виключно по берегах балок та бортах депресій у їх високих та середніх зонах, що пояснюється значним рівнем обводнення понизь. Так, стоянка Дмитрівка, що знаходиться у балці за 5 км від її впадіння у Зелений під (Каховський р-н), гіпсометрично міститься на 5 м вище дна поду, але під час функціонування стоянка підтоплювалась. Про обводнення подової долини поблизу с. Сивашівки (Новотроїцький р-н) свідчить приуроченість культурного шару пізньопалеолітичної стоянки "Солоне озеро IX" до відкладів викопного пляжу, що залягають на висоті 1,3–1,5 м над сучасним рівнем дна подової долини, а за часів функціонування стоянки ця висота була, безперечно, більшою (Оленковський, 2004).

Нарешті, про масштаби затоплень депресій та серйозні загрози підтоплення прилеглих поселень у недалекому минулому демонструє той факт, що у I пол. XIX ст. за герцога Ф. Ангальт-Кетенського з боку Великого Чапельського поду було споруджено земляні вали ("герцогські") для захисту економії від розливу поду, а з часом зведено "фальцфейнівські" вали, що доповнювали попередні ззовні (Шалит, 1929); окремі їх фрагменти збереглись дотепер.

Отже, поди займають чільну позицію у гідрології та гідрогеології причорноморського степу, функціонуючи за акумулятори стоку (базиси ерозії) та формуючи самотній гідрорежим території з регіональною та локальною приуроченістю щодо інтенсивності та направленості інфільтрації (Молодых, 1982). Ці геокомплекси охоплюють близько 15% загальної площі, однак за активністю фізико-географічних процесів лідирують по області, разом із ерозійно-балковими місцевостями Присивашся (Маринич та ін., 1985). Поза тим, гідрогенні флуктуації є ключовою координатою структури та динаміки фітоценобіоти депресій: флористичного спектру, локалізації зон та пертурбацій зональної рослинності інтразональною тощо. Усе це актуалізує комплексний аналіз структури і функціональності гідрографічного басейну депресій, кліматичних причин та їх граничних значень, що передують затопленню, періодичності та прогностичності, перебігу і локальної специфіки затоплень. Натомість, спеціальних глибоких робіт з цієї проблеми обмаль. Остеронь, відправною точкою та методологічним орієнтиром стоїть унікальний огляд М.С. Шалита (1929) "Великий Чапельський під в Асканії-Нова та його рослинність року 1927–1928".

Методика досліджень

У ході аналізу рельєфу території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" та його регіону за топографічну основу використано карту рельєфу М 1 : 10000 з перетином горизонталей через 0,5 м (Укразрогеодезпідприємство, м. Київ, 1951 р.). Типологію форм рельєфу здійснено за морфографічними критеріями замкнутості ізогіпс та похилості території. Заміри висоти снігу у поду та плакорному степу (діл. "Північна": контрольний та горілий варіанти) виконано з переносною рейкою М–104–II (± 1 см) через 10 м ходу по маршрутах загальною протяжністю 12,5 км (у т.ч. 6,5 км по схилу і днищу поду). Щільність та запас води у снігу визначено за допомогою стандартного вагового снігоміра ВС–43 через 100 м ходу (Костин, 1951; Наставление..., 1985). Глибину води у Великому Чапельському поді виміряно по профілю: південно-східний схил – центр поду (2,4 км) – північно-східний схил (1,6 км). Темпи спаду води визначались на профілі (з точністю до 10 см) та серії реперних точок ($\pm 0,5$ см) – геодезичні знаки із залізобетонним фундаментом та обсадні труби свердловин контролю рівня ґрунтових вод у загонах № 6 та 7. Температурні показники води (дно і 0–5 см з поверхні) та надводного прошарку повітря знімалися витяжним ґрунтовим термометром з допустимою похибкою 0,2°C. Контроль за динамікою глибини та урізу води і температурними параметрами з 26.02 по 5.07 вели щоденно, надалі – до 31.07 – періодично, 1–2(4) рази на тиждень у визначений час доби – з 9.30 до 10.00 (при переході на літній час 28.03 – з 10.30 до 11.00). Інформацію про атмосферні опади, температуру, напрямок та силу вітру, глибину промерзання ґрунту тощо надано агрометеостанцією "Асканія-Нова" (форми ТСГ–1, ТСГ–8) та гідрометобсерваторією м. Нова-Каховка (Херсонський ЦГМ). Картування затопленої площі (5 контурних зйомок), фіксація реперних та маршрутних точок, профілю тощо виконувались GPS навігатором Lowrance iFinder з 12-канальним GPS/WAAS приймачем. Відстані та площі обчислено за географічними координатами у програмах Google Earth_4.3.0.0 та Ozi Explorer_3.95. Зразки талої води при аналізі вихідного хімічного складу відбирались експедиційно у 7 подах регіону (Великий та Малий Чапельські, Агайманський, Барнашівський, Чорна Долина, Зелений, під обіс. Подового) у центральних глибинних зонах; проби для визначення динаміки рН та хімічного складу води – у Великому Чапельському поді щомісячно з лютого по липень (глибина 30–1 см). З метою оцінки впливу артезіанської води, що подається ариком до центру днища, на хімію води пересихаючого природного басейну 31.07 узято паралельні проби з розливу арика, що оточує борти водонакопичувача (контроль), ізольованої периферійної мікрозападни днища та центральної, що контактує зі штучним водотоком. Хімічний аналіз води виконано Херсонським обласним державним проектно-технологічним центром охорони родючості ґрунтів і якості продукції (свідоцтво про атестацію № РЧ – 0179/2007, видане ДП "Херсонський регіональний центр стандартизації, метрології та сертифікації"). Катіонний та аніонний склад, сухий залишок і рН водного витягу визначено за стандартними методиками (ГОСТ 26423–85 – 26428–85); мікроелементний склад ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ та Mn^{2+}) – методом атомної абсорбції на спектрофотометрі СП–15 (ДСТУ 47706–07). Статистичну обробку матеріалу здійснено у пакеті програм Statistika_6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

При аналізі мезорельєфу Великого Чапельського поду та його гідрографічного басейну у форматі подово-вододільних місцевостей Лівобережжя Нижнього Дніпра та північно-присиваських балок розроблено оригінальну типологію форм рельєфу з її локально-регіональною деталізацією за параметрами замкнутості ізогіпс та похилості території, що детермінує стік (Звегінцов, Шаповал, 2009):

- 1) плакори – опуклі слабкостічні поверхні, що окреслюються останньою замкнутою, найнижчою ізогіпсою;
- 2) поди – акумулятори стоку, западини, відокремлені найвищою замкнутою ізогіпсою, що означає площу максимального (власне, потенційного) затоплення;
- 3) генеральні схили – похилі стічні поверхні з незамкнутими (у масштабі водозбору конкретного поду) ізогіпсами.

Таким чином, подана класифікаційна схема визначає поняття "поду" як комплексної геоморфоскульптури, до складу якої входять наступні елементи: днище – практично плоска поверхня, що окреслюється найнижчою замкнутою горизонталлю; схили, що формують замкнуту чашу поду – її борти; і, нарешті, естуарії та конуси виносу водозбірних балок і улоговин, врізаних у схили поду та прилеглі генеральні схили (рис. 1).

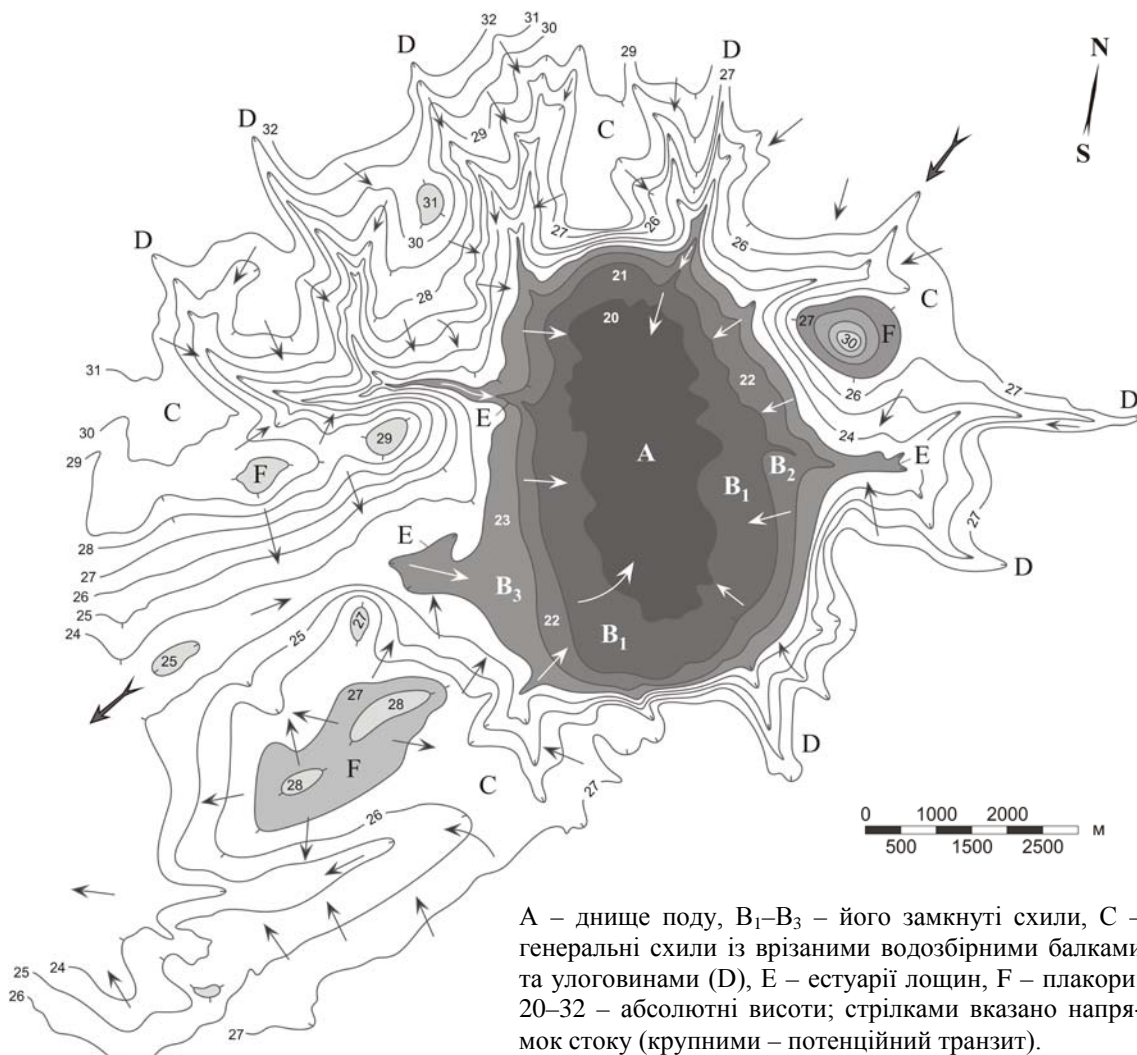


Рис. 1. Фрагмент картосхеми рельєфу гідрографічної мережі басейну Великого Чапельського поду

Гідрографічну ситуацію території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" координують водозбірні басейни Малого Чапельського поду (окол. с. Долинського та с. Хрестівки Чаплинського р-ну) [1637 га; 4,9% загальної площі], Великого Чапельського [16016 га; 48,1%], Барнашівського (окол. с. Скворцівки Каховського р-ну) [2974 га; 8,9%], Ішаклі

(окол. с. Чкалове Новотроїцького р-ну) [4817 га; 14,5%] та водозбори балок Сиваша [7863 га; 23,6%], при цьому визначальна роль в організації поверхневого стоку даної території належить саме водозбору Великого Чапельського поду, що відокремлює подово-вододільні простори від басейну присиваських балок. З огляду на лімітуючий екологічний статус фактору водозабезпечення у Присивасько-Приазовському та Дніпровсько-Молочанському низинних степах, періодичні затоплення Чапельського поду, і депресії регіону загалом, постають невід'ємною функціональною компонентою, атрибутом буферної ємкості та потужним регуляційним механізмом гомеостазу їх екосистем.

Масштабне паводкове затоплення Великого Чапельського поду, що сталося у лютому 2010 р., було спричинене комплексом кліматичних факторів та збігом їх гранично допустимих (ініціальних) значень, що виразно окреслюються при графічній композиції фрагментарних кліматодіаграм 2009–2010 рр., 1984–1985 рр. (максимальне затоплення у II пол. XX ст.), модельної багаторічної затоплень періоду з 1937 по 2010 рр. та загальної багаторічної (рис. 2).

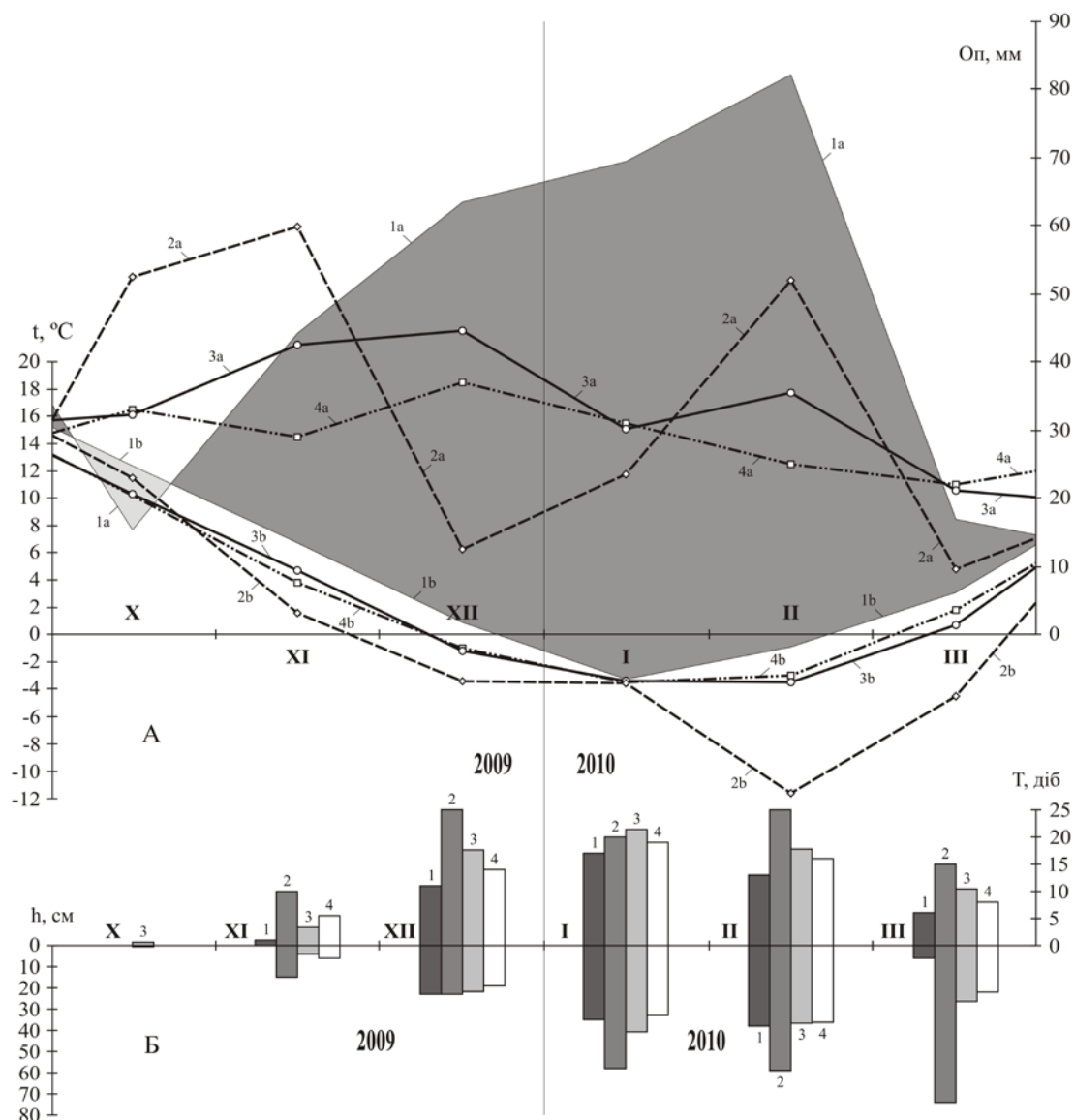


Рис. 2. Фрагменти кліматичних діаграм з X по III міс. 2009–2010 рр. (1) з накладеними 1984–1985 рр. (2), модельною багаторічною затоплень (3) та загальною багаторічною (4)

А – динаміка атмосферних опадів (Оп) і температури повітря (t), Б – максимальна глибина промерзання ґрунту (h) та кількість днів з від'ємними температурами (Т).

а – атмосферні опади (сума), b – середньомісячна температура повітря.

Насамперед, акцентуємо значні опади у осінньо-зимовий сезон (з I дек. вересня 2009 р. по II дек. лютого 2010 р. включно випало 327,5 мм або 81,9% річної норми), глибоке промерзання ґрунту (максимум у I дек. лютого – 38 см), відносно стрімкий ріст середньодобової температури повітря ($-3,7^{\circ}\text{C}$ у I дек. лютого, $0,1^{\circ}\text{C}$ у II дек., $1,4^{\circ}\text{C}$ у III дек.) та суми позитивних температур ($1,9^{\circ}\text{C}$ у I дек., $4,1^{\circ}\text{C}$ у II дек., $12,8^{\circ}\text{C}$ у III дек.). Як бачимо, роки паводкових затоплень цілком логічно вирізняються значними атмосферними опадами у передуючий осінньо-зимовий період (XI–II) на фоні помітно нижчих температур (I–III). Проте, аномально вологий період 2009–2010 рр. (з XI по II) виявився і аномально теплим – його середньомісячна температура була постійно вищою за таку модельної багаторічної затоплень та загальної норми, тим паче перевершувала температурні параметри передпаводкового часового відрізка 1984–1985 рр. (у лютому – на $8,1^{\circ}\text{C}$). При цьому, січень позиціонує себе безпрецедентно стабільною вузловою точкою – амплітуда його середніх температур складає усього $0,3^{\circ}\text{C}$ (2010 р. $-3,3^{\circ}\text{C}$, 1985 р. $-3,6^{\circ}\text{C}$, модельний ряд затоплень $-3,4^{\circ}\text{C}$ та норма $-3,5^{\circ}\text{C}$). Таким чином, це "біфуркаційний поріг" процесу (за термінологією В.С. Ткаченка, 2008 та ін.), грань тригерної (збуреної, хиткої) системи, що цілком координується наступними кліматичними параметрами. Ситуація подібна до кубу, що стоїть на ребрі, і кут його нахилу / крену детермінується "кліматичним важелем" наступної хронологічної фази: по суті, синоптична ситуація лютого є визначальною у подальшому ході подій. Цей факт робить примарною вірогідність прогнозу затоплень депресій за поточними метеофакторами (опади і температура) ще у січні.

Запорукою затоплення, поза атмосферними опадами, є глибоке промерзання ґрунту, опосередковане низькими температурами (рис. 2: Б). Так, 1985 р. та усереднений модельний ряд затоплень характеризуються більшою глибиною промерзання ґрунту і сумою морозних днів проти загальної норми у період з грудня по лютий–березень. Зокрема, у січні 1985 р. максимальна глибина промерзання ґрунту склала 58 см, а кількість морозних днів – 20; максимум промерзання ґрунту у січні за середнім багаторічним показником затоплень – $40,8 \pm 7,10$ см (lim 0–81) з тривалістю $21,4 \pm 1,99$ днів (lim 6–30); за узагальненою нормою (період з 1937 по 2010 рр.) – $33,1 \pm 2,85$ см (lim 0–94) та $18,9 \pm 0,82$ днів (lim 4–31) відповідно. У лютому 1985 р. ґрунт промерз до 59 см (з максимумом у березні – 74 см), а кількість морозних днів сягала 25; лютому модельної серії затоплень притаманна максимальна глибина промерзлого ґрунту $36,7 \pm 6,32$ см (lim 5–68) з тривалістю $17,8 \pm 1,25$ днів (lim 13–25); за нормою – $35,5 \pm 3,13$ см (lim 0–113) та $16,0 \pm 0,84$ днів (lim 2–29) відповідно. 2010 р. дещо дисонує з цією робочою схемою, поступаючись нормі (загальнобагаторічній вибірці) за морозним періодом у січні (17 днів проти 18,9) та лютому (13 днів проти 16,0), а у березні і за максимумом промерзання ґрунту – 6 днів проти $8,4 \pm 0,73$ (lim 0–23) та 6 см проти $22,3 \pm 2,83$ см (lim 0–125).

Таким чином, визначальними є не граничні параметри окремого кліматичного фактору, а їх збіг у часі та синергійний ефект або взаємокомпенсуюча роль. До прикладу, у лютому 2010 р. мінімальний "морозний замок" при температурі $-0,9^{\circ}\text{C}$ перекрыли потужні опади сумою 82,3 мм, а помітно слабші опади лютого 1985 р. – 52,0 мм – компенсуються істотним спадом середньодобової температури до $-11,6^{\circ}\text{C}$ та пропорційним ростом замерзлого прошарку ґрунту (рис. 2: А, Б). Максимальні промерзання ґрунту у лютому 1954 та 1972 рр. (112 та 113 см відповідно, що утричі більше за усереднений показник – 36,7 см) не потягли за собою затоплень, бо супроводжувались мізерними опадами – 8,8 мм (23,5% норми) у 1954 р. та 12,1 мм (32,3% норми) у 1972 р. Напроти, лютий безпаводкового 2005 р. з опадами 66,2 мм (176,5% норми) відзначився незначною глибиною промерзання – максимум 17 см; ґрунт у лютому 1955 р. промерз до глибини усього 11 см, відтак опади сумою 57,8 мм – понад 1,5 норми – катастрофічного наслідку не набули.

Нарешті, перелічені чинники, закладаючи базис, фундамент затоплення, не є самодостатніми без ще одного компоненту чи форми їх спільної реалізації – снігу, що результує собою опади за низьких температур. Аналіз динаміки "морозного замка", середньодобової температури повітря та потужності снігового покриву у 2009–2010 рр. (рис. 3) означає 2 вузлові моменти. По-перше, відносну хронологічну симетрію у закладці "морозного замка" та заляганні "шапки" снігу, що детермінується їх обоюсторонньою залежністю від стабільних низьких температур, і, разом з тим, приуроченість піку промерзання ґрунту до

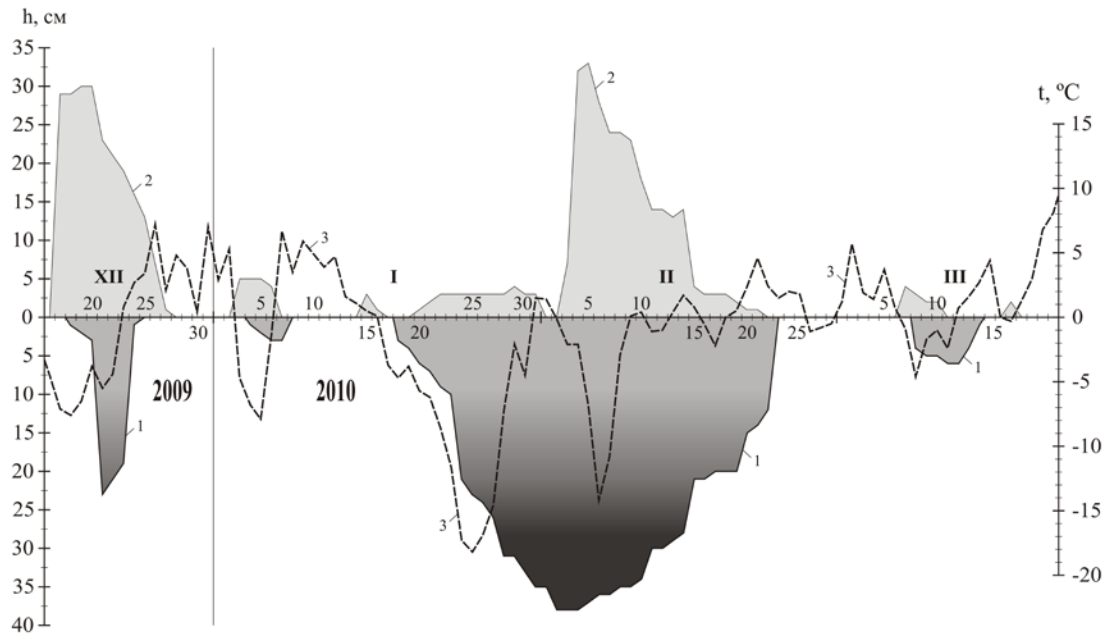


Рис. 3. Динаміка глибини промерзання ґрунту (1), розподілу снігового покриву (2) та середньодобової температури повітря (3) за період з 16 грудня 2009 р. по 21 березня 2010 р.

періоду спаду висоти снігу, невиразності його прошарку або відсутності. По-друге, запізнення промерзання відносно температурного мінімуму, як наслідок його інерційності та плинної реакції з лагом релаксації 1–3 і більше діб. Так, максимум промерзання ґрунту (38 см), що припадає на 2–4 лютого, настає за 8 діб після різкого спаду температури у III дек. січня з мінімумом $-18,2^{\circ}\text{C}$ 25.01 та припадає на кінець періоду мінімальної висоти снігового покриву (1–2–3–4–3 см) з його суцільним сходом 1–2 лютого.

Торкаючись проблеми промерзання цілиного ґрунту, треба наголосити на ролі підстилки та фітомаси у цілому. Днище Великого Чапельського поду у листопаді 2009 р. було збитим та фрагментарно оголеним. Через дигресію загальне проективне покриття рослинності окремих площ упало до 5%, а усереднена сумарна продукція склала $25,9 \pm 2,79$ ц/га, що у 3,2 рази поступається аналогічним показникам осіннього стану рослинності асканійського степу у режимі "абсолютної заповідності" – $83,8 \pm 7,12$ ц/га (у перерахунку за матеріалами І.К. Поліщука, 1995). У мікроподах природного ядра (діл. "Південна" та "Північна"), що знаходяться у стані резерватогенної сукцесії, у 2009 р. спостерігалось накопичення потужного шару підстилки (до 20 см) та сухостою. З огляду на помірні від'ємні температури січня–лютого 2010 р., буферний теплоізоляційний потенціал та значну адсорбцію підстилкою вологи, що мала поглинутись ґрунтом і промочити його, накопичена мортмаса перешкодила сильному промерзанню ґрунту та реалізації фази "морозного замка". Через це збігла з прилеглого плакорного простору вода практично не затрималась у мікроподах (щезла по шпаринах і розломах ґрунту), хоча її сліди були помітні за характерно "залізаним" сухостоєм та концентричними відкладами змитої підстилки.

Зрозуміло, що окрім підстилки є інші побічні фактори (чинники другорядного плану), які "масштабують" розмах затоплень – періодичні відлиги з утворенням льодяної кірки, що прискорює та полегшує стік талої води, стан і снігозатримні функції рослинності водозбірного басейну, зокрема площа ріллі, її забур'яненість під зиму тощо. Але визначальну роль у катастрофічних темпах затоплень грає сніг. Цей кліматичний фактор забезпечує акумуляційний ефект, утримуючи запаси води до визначеної критичної точки (за оптимального збігу температурних характеристик); інакше – не дозує її, подібно дощам, а скидає при таненні загальною накопиченою масою чи, принаймні, укрупненою порцією. Заміри висоти снігу та запасу води у ньому, здійснені 9–10 лютого на території Великого Чапельського поду та плакору у межах його водозбірного басейну (діл. "Північна"), показали, що висота снігового покриву плакору складає $19,0 \pm 0,24$ см ($n=300$; $\text{lim } 9\text{--}32\text{см}$), запаси води у

снігу – $70,0 \pm 3,19$ мм ($n=32$; $\text{lim } 35\text{--}99$ мм), щільність снігу (ρ) – $0,32 \pm 0,01$ г/см³ ($n=32$; $\text{lim } 0,23\text{--}0,40$ г/см³); горілий варіант (згарище від 7 червня 2009 р.) характеризується близькими показниками – $17,2 \pm 0,24$ см ($n=300$; $\text{lim } 8\text{--}31$ см), $60,9 \pm 2,92$ мм ($n=32$; $\text{lim } 32\text{--}102$ мм) та $0,35 \pm 0,01$ г/см³ ($n=32$; $\text{lim } 0,25\text{--}0,53$ г/см³), що пояснюється значними опадами у постлірогенний літньо-осінній період і достатнім часом відростання рослинності. У поду густина снігу є практично тотожною – $0,30 \pm 0,01$ г/см³ ($n=66$; $\text{lim } 0,08\text{--}0,48$ г/см³), а висота снігу та запаси води істотно поступаються аналогічним параметрам плакору: $12,3 \pm 0,58$ см ($n=66$; $\text{lim } 3\text{--}24$ см) і $36,5 \pm 1,73$ мм ($n=66$; $\text{lim } 10\text{--}73$ см) відповідно, проте означену різницю по днищу компенсує вода у стані льоду ($h=6,9 \pm 0,50$ см; $n=51$; $\text{lim } 2\text{--}18$ см), що складає у перерахунку $63,2 \pm 0,50$ мм або сумарно $99,7 \pm 1,80$ мм водного стовпа (Шаповал та ін., 2010).

Графік (рис. 3) добре ілюструє модельну ситуацію напередодні затоплення з накопиченням потужного пласту снігу – максимум 33 см 5 лютого – та його стрімким сходом до 22 лютого – піку паводку, причому цей схід прискорений значними опадами (дощ, дощ зі снігом, мокрий сніг) сумою 45,2 мм. Аналогічна ситуація склалась у II–III дек. грудня 2009 р.: "морозний замок" (глибина промерзання 21 грудня – 23 см), потужний шар снігу (з максимумом 30 см 19 та 20 грудня), його різке танення (до 28 грудня) за стрімкого росту середньодобової температури повітря (від $-5,5^\circ\text{C}$ 21 грудня до $7,2^\circ\text{C}$ 26 грудня). Фактично, це перший транш набираючого оберти паводку. Ось чому при замірах висоти снігу у I дек. лютого практично усе днище поду (до 800 га) було покрите льодом, що стало ще однією перепорою, бар'єром дочасного сходу води.

У підсумку констатуємо 4 фази "морозного замка" періоду 2009–2010 рр. (XII–III), причому остання – з 8 по 14 березня – спостерігалась по ходу розливу, відтак не могла спричинити промерзання ґрунту затопленої території, хоча забезпечила формування льоду на поверхні водного дзеркала товщею 2,0–2,7 см (з 2–3 прошарками по 0,4–1,6 см).

Власне затоплення Великого Чапельського поду почалось 20 лютого 2010 р., при цьому водозбірні лощини (перебалки, улоговини, видолинки) активно скидали воду 3 доби – до 22 лютого, що стало піком процесу, його граничною фазою, означеною максимальною глибиною та площею водного басейну (рис. 4, 5). З існуючих 8 лощин воду скидали усього 5 (№ 1–3, 5 та 8), у т.ч. з нижньої течії русел, перекритих угорі дамбами штучних водойм (лощина № 5 з боку с. Питомника).

22 лютого виконано заміри глибини води по профілю: південно-східний схил поду [N $46^\circ 28' 9,30''$; E $33^\circ 52' 24,54''$] – центр днища [N $46^\circ 29' 9,78''$; E $33^\circ 51' 16,68''$] – північно-східний схил [N $46^\circ 29' 54,48''$; E $33^\circ 51' 57,30''$], – загальною протяжністю 4,0 км та картування площі затопленої території, що охопила крупні загоны № 6 (залито 515,7 га з 649,0), № 7 (залито 601,8 га з 1383,4), цілком загоны № 4 (70,8 га), за винятком валу та штучного насипу у його куті (0,2 га), № 4а (2,6 га) та № 10 (8,1 га), почасти загоны № 1 (затоплено 11,4 га), № 2 (6,1 га), № 3 (1,6 га), № 5 (8,2 га) та № 8 (4,4 га). Середня глибина води по днищу та схилах поду у пониззі склала $33,2 \pm 0,52$ см ($n=372$; $\text{lim } 1\text{--}49$ см), а сумарна площа водного дзеркала – 1245,3 га (рис. 5). За результатами об'ємного перерахунку, станом на 22 лютого 2010 р. у Великому Чапельському поді було накопичено 4,13 млн. м³ талої води¹.

Виходячи з аналізу розподілу цього сумарного об'єму, локальний запас води, що складає $85,1 \pm 1,81$ мм глибини (усереднений показник висоти водного стовпа по днищу – $99,7 \pm 1,80$ мм – та затоплених схилах без прошарку льоду), істотно поступається транзитному чи збіглому – 25,6% [1 : 2,9]², тим самим підкреслюючи генеральну роль водозбірного басейну поду у реалізації екстремуму його природного гідрологічного режиму. У цьому контексті актуалізується проблема розораності водозбірних улоговин та прогресуючого делювіального переносу, що ідентифікується за потужними конусами виносу в естуаріях лощин (рис. 5) та ростом загальної замуленості днища. Так, за М.С. Шалитом (1929)

¹ Ці запаси цілком покривають чи близькі до витрат води крупними господарствами території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" при сезонному зрошенні сільгоспкультур. Зокрема, за інформацією Чаплинського УВГ у 2008 р. ТОВ "Славути ЮГ" було спожито 3114,8 тис. м³, ДПДГ "Маркєєво" – 2646,2 тис. м³, ДПДГ "Асканія-Нова" – 4675,5 тис. м³ води.

² Пропорція розподілу води (локальний об'єм / транзитний) приблизна, оскільки опускаються запаси вологи, накопичені у ґрунті днища поду до його промерзання.

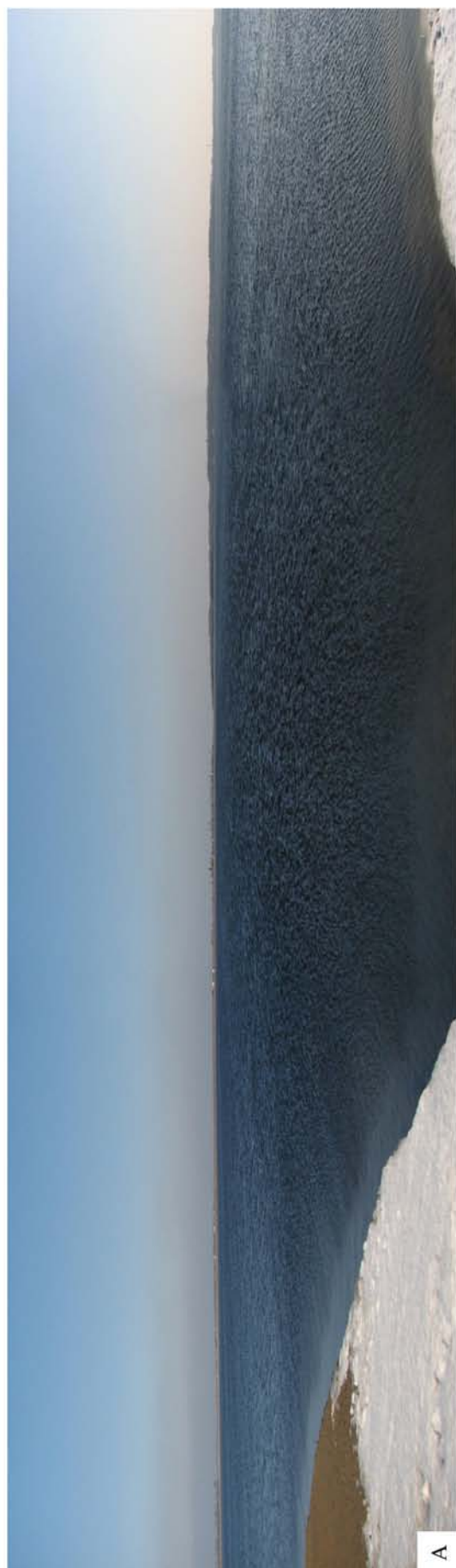


Рис. 4. Фотопанорами крупномасштабного паводкового затоплення Великого Чапельського поду станом на 22 лютого 2010 р.
А – вигляд з борта водонакопичувача у центрі поду, загін № 6 (на горизонті с. Питомник, с. Новий Етап, дендропарк та смт "Асканія-Нова");
Б – вигляд з "герцогського" валу у розі загону № 4.



Рис. 5. Картосхема паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. та динаміки площі водного басейну

1 – межі діл. "Великий Чапельський під" природного ядра Біосферного заповідника "Асканія-Нова", 2 – границі діл. "Південна", 3 – діл. "Стара", 4 – Новетапський переліг, 5 – дендропарк "Асканія-Нова", 6 – ставки зоопарку, 7 – водонакопичувач у центрі днища поду, заг. № 1–10 – номери загонів, А, В, С, D, Е – контури водного дзеркала, 22.02.10–18.06.10 – дати GPS-картувань, 0,2–1245,3 га – площі затопленої території, лщ – водозбірні лощини, ест – естуарії лощин, кнв – конуси виносу, ар – арик, агр – агроценози буферної зони (орні землі), цлн – цілинні фрагменти у буферній зоні, вдн – водонакопичувач с. Питомник, лс – лісосмуги, ф – точки панорамної фотозйомки (рис. 4: А, Б) з указаним сектором огляду, Р.1–Р.4 – реперні точки, Пр.1 – профіль заміру глибини водного басейну, Пр.2 та Пр.3 – профілі контролю динаміки урізу води.

у 1928 р. площа паводкового затоплення Великого Чапельського поду склала близько 1600 га, а глибина води у центральній частині поду – 80–100 см [1 : 0,06], натомість у 2010 р. затоплено 1245,3 га, а глибина води по фоні дна – усього 40–50 см [1 : 0,04]. Безперечно, подані цифри не означають пропорційної зміни абсолютної висоти дна поду за 15 затоплень періоду 1928–2010 рр. до 20–30 см, але несуть у собі відбиток масштабності ерозійного фактору та його дефляційного елементу.

Результати моніторингу за динамікою глибини та контуру водного басейну у Великому Чапельському поді, температурою води і надводного прошарку повітря з накладеними локальними кліматичними параметрами (табл. 1) демонструють чимало закономірностей цього флуктуаційного процесу.

Таблиця 1. Кліматичні фактори та гідрометричні параметри паводкового затоплення 2010 р. у Великому Чапельському поді (з 22 лютого по 31 липня)

№ / день	Дата	Репери (1–4) глибина, см		Профілі (2/3) відстань, м		Температура, °C			Кількість опадів за добу, мм	Напрямок та швидкість вітру, м/сек.
		абс.	зміни	абс.	зміни	води (0–5 см)		повітря над водою		
1	2	3	4	5	6	дно	з поверхні	9	10	11
1.	22.02	49,0	–	0	–	–	–	–	0	W, 11
2.	23.02	31,5	–17,5	93,3	–93,3	–	–	–	0	O, 5
3.	24.02	29,0	–2,5	106,7	–13,4	–	–	–	0	O, 9
4.	25.02	28,0	–1,0	112,0	–5,3	–	–	–	0	O, 13
5.	26.02	26,0	–2,0	117,6	–5,6	–	–	–	0	ONO, 13
6.	27.02	28,0	+2,0	123,1	–5,5	–	–	–	0	O, 13
7.	28.02	31,0	+3,0	117,6	+5,5	–	–	–	0	O, 9
8.	1.03	29,5	–1,5	117,6	0,0	–	–	–	0	SO, 8
9.	2.03	30,5	+1,0	117,6	0,0	–	–	–	0,0	S, 6
10.	3.03	36,5	+6,0	78,7	+38,9	–	–	–	0	N, 10
11.	4.03	29,5	–7,0	83,0	–4,3	–	–	–	0,0	SO, 9
12.	5.03	25,5	–4,0	88,6	–5,6	–	–	–	0	O, 13
13.	6.03	29,0	+3,5	56,1	+32,5	–	–	–	8,3	O, 11
14.	7.03	39,5	+10,5	25,9	+30,2	–	–	–	3,7	NW, 10
15.	8.03	31,5	–8,0	25,9	0,0	–	–	–	0	N, 10
16.	9.03	31,5	0,0	25,9	0,0	–	–	–	0,3	NO, 17
17.	10.03	31,0	–0,5	25,9	0,0	–	–	–	0	N, 12
18.	11.03	29,5	–1,5	83,2	–57,3	–	–	–	0,0	O, 18
19.	12.03	30,5	+1,0	112,5	–29,3	–	–	–	0,3	O, 12
20.	13.03	32,5	+2,0	89,8	+22,7	–	–	–	0,3	W, 10
21.	14.03	33,5	+1,0	70,2	+19,6	–	–	–	0	WSW, 11
22.	15.03	31,0	–2,5	81,3	–11,1	2,8	3,4	–	0	SW, 11
23.	16.03	34,0	+3,0	22,0	+59,3	2,2	1,8	–	0,2	WNW, 13
24.	17.03	35,5	+1,5	22,0	0,0	1,2	1,6	–	3,6	W, 11
25.	18.03	34,0	–1,5	41,2	–19,2	2,0	2,2	–	0,3	W, 12
26.	19.03	29,0	–5,0	41,2	0,0	2,8	3,2	–	0,0	SW, 10
27.	20.03	27,0	–2,0	93,9	–52,7	5,2	6,6	–	0	SW, 16
28.	21.03	23,5	–3,5	85,7	+8,2	7,6	8,6	–	0	SW, 16
29.	22.03	29,5	+6,0	116,6	–30,9	8,6	9,2	–	0	WSW, 8
30.	23.03	31,5	+2,0	95,9	+20,7	8,8	9,2	–	0	NNW, 10
31.	24.03	27,5	–4,0	137,6	–41,7	7,4	7,8	–	0	SW, 7
32.	25.03	30,0	+2,5	115,6	+22,0	7,9	8,2	–	0	NNO, 10
33.	26.03	23,5	–6,5	137,6	–22,0	6,0	7,4	–	0	O, 18
34.	27.03	22,0	–1,5	152,1	–14,5	5,0	5,4	–	0	OSO, 13
35.	28.03	27,5	+5,5	161,3	–9,2	6,4	6,6	–	0	OSO, 14
36.	29.03	23,5	–4,0	164,2	–2,9	7,0	8,0	–	0,0	SO, 11
37.	30.03	26,5	+3,0	162,0	+2,2	9,0	9,2	–	0	SO, 6
38.	31.03	24,5	–2,0	162,0	0,0	8,6	8,8	–	0	OSO, 11
39.	1.04	25,0	+0,5	176,6	–14,6	10,0	10,3	–	1,0	SO, 10
40.	2.04	25,5	+0,5	152,0	+24,6	11,6	12,0	–	0,0	SW, 11
41.	3.04	26,0	+0,5	145,5	+6,5	9,6	10,0	–	0,0	SW, 6

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
42.	4.04	25,5	-0,5	145,5	0,0	11,2	12,0	-	0	W, 9
43.	5.04	26,0	+0,5	145,6	-0,1	14,0	14,8	-	0	W, 8
44.	6.04	20,5	-5,5	191,1	-45,5	11,2	11,8	12,4	0	O, 28
45.	7.04	18,0	-2,5	213,1	-22,0	9,2	10,0	10,0	0	ONO, 30
46.	8.04	25,5	+7,5	213,1	0,0	7,3	7,7	8,0	0	NO, 14
47.	9.04	24,5	-1,0	175,6	+37,5	8,0	8,0	7,2	0,0	NO, 9
48.	10.04	24,0	-0,5	177,6	-2,0	9,8	10,4	11,0	1,4	O, 7
49.	11.04	24,0	0,0	181,9	-4,3	11,4	12,0	13,2	0,3	NO, 10
50.	12.04	23,0	-1,0	187,3	-5,4	10,6	10,8	10,2	0	NO, 9
51.	13.04	23,0	0,0	187,3	0,0	10,2	10,9	12,9	2,8	NW, 6
52.	14.04	22,5	-0,5	181,3	+6,0	11,8	13,2	12,4	0	SO, 7
53.	15.04	21,5	-1,0	192,0	-10,7	12,0	13,8	14,4	0	SO, 10
54.	16.04	21,0	-0,5	213,0	-21,0	11,2	11,8	12,2	1,2	SO, 9
55.	17.04	22,0	+1,0	213,0	0,0	11,8	12,4	11,6	1,3	SW, 8
56.	18.04	19,0	-3,0	213,6	-0,6	9,4	9,6	11,0	0	N, 7
57.	19.04	20,5	+1,5	213,6	0,0	14,0	14,4	14,0	0	SO, 14
58.	20.04	17,5	-3,0	219,2	-5,6	12,0	13,0	14,0	3,1	SO, 14
59.	21.04	20,5	+3,0	213,5	+5,7	13,6	14,4	15,0	0,4	SW, 7
60.	22.04	22,0	+1,5	207,8	+5,7	13,8	14,4	14,0	0	NW, 11
61.	23.04	21,0	-1,0	213,7	-5,9	14,2	15,0	12,0	0,7	NW, 11
62.	24.04	18,5	-2,5	211,7	+2,0	13,4	13,7	13,8	0	SO, 13
63.	25.04	19,0	+0,5	273,2	-61,5	12,8	13,3	14,4	0	N, 10
64.	26.04	19,0	0,0	275,2	-2,0	13,2	14,2	12,0	0	N, 11
65.	27.04	18,5	-0,5	289,2	-14,0	13,0	14,8	13,4	0	SW, 10
66.	28.04	17,5	-1,0	290,7	-1,5	13,8	17,2	14,4	0	S, 9
67.	29.04	17,0	-0,5	307,2	-16,5	14,0	18,2	16,8	0	NW, 5
68.	30.04	17,0	0,0	324,7	-17,5	16,8	20,2	18,6	0	N, 8
69.	1.05	16,5	-0,5	336,0	-11,3	16,0	18,2	19,2	0	SO, 8
70.	2.05	16,0	-0,5	340,0	-4,0	17,0	19,6	20,0	0	O, 11
71.	3.05	15,5	-0,5	353,6	-13,6	16,6	19,4	18,8	0	O, 13
72.	4.05	14,5	-1,0	386,5	-32,9	16,1	18,2	19,2	0	O, 23
73.	5.05	13,0	-1,5	386,5	0,0	16,7	20,3	20,7	0	OSO, 11
74.	6.05	13,0	0,0	391,8	-5,3	17,4	21,6	22,6	0	OSO, 10
75.	7.05	13,0	0,0	501,8	-110,0	18,4	24,0	25,0	0	OSO, 16
76.	8.05	12,5	-0,5	503,7	-1,9	21,4	22,4	24,8	0	SO, 10
77.	9.05	11,5	-1,0	516,2	-12,5	19,0	22,4	22,6	0	S, 10
78.	10.05	12,0	+0,5	516,2	0,0	17,6	17,2	17,8	4,4	SW, 8
79.	11.05	11,5	-0,5	517,2	-1,0	19,6	19,0	19,6	0,0	SW, 8
80.	12.05	11,5	0,0	516,0	+1,2	22,0	22,4	23,4	0	SSO, 7
81.	13.05	11,0	-0,5	544,5	-28,5	20,8	24,0	23,4	0	WSW, 7
82.	14.05	11,0	0,0	552,3	-7,8	21,0	20,0	23,8	0,0	SSO, 9
83.	15.05	10,5	-0,5	561,3	-9,0	22,0	23,4	22,6	0,0	SW, 9
84.	16.05	9,5	-1,0	576,6	-15,3	21,6	21,4	25,1	0,6	SW, 23
85.	17.05	9,0	-0,5	598,8	-22,2	20,6	24,8	21,2	0	SW, 11
86.	18.05	8,5	-0,5	703,6	-104,8	18,6	20,2	18,4	1,1	S, 11
87.	19.05	9,0	+0,5	703,6	0,0	15,8	16,2	15,5	9,7	NW, 5
88.	20.05	9,5	+0,5	703,6	0,0	16,8	17,4	17,6	0,0	W, 6
89.	21.05	9,0	-0,5	703,6	0,0	17,2	21,0	26,0	0	SW, 6
90.	22.05	8,5	-0,5	704,1	-0,5	18,0	19,4	19,6	0,0	NO, 8
91.	23.05	8,5	0,0	714,4	-10,3	19,0	22,4	21,0	0	NNW, 8
92.	24.05	8,0	-0,5	714,4	0,0	20,4	22,4	19,6	1,8	W, 13
93.	25.05	8,0	-0,0	727,1	-12,7	20,0	22,4	24,4	0	SW, 17
94.	26.05	7,0	-1,0	729,1	-2,0	21,2	24,8	27,2	0	SW, 11
95.	27.05	7,0	0,0	761,1	-32,0	20,8	24,4	25,0	3,3	NW, 7
96.	28.05	6,5	-0,5	777,9	-16,8	22,8	25,8	27,4	0,0	SW, 10
97.	29.05	5,5	-1,0	777,9	0,0	20,1	21,7	23,4	1,9	WNW, 8
98.	30.05	5,5	0,0	847,9	-70,0	23,6	27,9	26,8	0	SW, 7

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
99.	31.05	5,5	0,0	857,2	-9,3	23,6	26,6	27,2	0	SW, 9
100.	1.06	4,5	-1,0	859,2	-2,0	23,0	28,2	27,4	0	SO, 10
101.	2.06	3,5	-1,0	860,8	-1,6	23,4	26,4	28,0	0	O, 15
102.	3.06	4,5	+1,0	857,1	+3,7	23,0	25,8	24,5	14,2	SW, 10
103.	4.06	4,0	-0,5	860,5	-3,4	23,8	26,4	24,8	0	SW, 11
104.	5.06	3,5	-0,5	951,5	-91,0	22,6	27,4	27,2	5,8	WSW, 9
105.	6.06	2,5	-1,0	1191,5	-240,0	21,6	24,5	23,6	0	N, 11
106.	7.06	1,5	-1,0	1371,5	-180,0	21,4	23,8	25,8	0	NO, 16
107.	8.06	1,0	-0,5	1677,5	-306,0	19,5	—	19,4	0,0	NO, 10
108.	9.06	0,5	-0,5	1683,5	/-6,0	26,8	—	28,4	0	S, 8
109.	10.06	-0,5	-1,0	1716,5	/-33,0	26,2	—	28,4	0	NNO, 7
110.	11.06	-2,0	-1,5	1758,5	/-42,0	25,6	—	30,0	0	S, 9
111.	12.06	-3,5	-1,5	1909,5	/-151,0	22,0	—	25,6	0	SO, 9
112.	13.06	-4,5	-1,0	2297,5	/-388,0	22,4	—	25,8	0	S, 8
113.	14.06	-5,0	-0,5	2333,6	/-36,1	24,6	—	27,8	0	O, 10
114.	15.06	-5,5	-0,5	2362,9	/-29,3	24,7	—	28,5	0	WNW, 8
115.	16.06	-6,5	-1,0	2388,9	/-26,0	24,4	—	27,2	0	NNW, 7
116.	17.06	-6,5	0,0	2462,9	/-74,0	21,4	—	18,6	1,7	NNO, 11
117.	18.06	-6,5	0,0	2462,1	/+0,8	19,2	—	21,6	0	N, 8
118.	19.06	-6,5	0,0	2474,4	/-12,3	18,4	—	22,4	0	SO, 11
119.	20.06	-6,5	0,0	2467,8	/-2,4	20,4	—	26,0	0	OSO, 14
120.	21.06	-4,0	+2,5	2654,8	/-178,0	22,4	—	22,0	40,9	NO, 9
121.	22.06	-5,0	-1,0	2676,3	/-21,5	23,2	—	21,6	1,7	O, 11
122.	23.06	-5,0	0,0	2687,9	/-11,6	21,4	—	21,0	15,8	SO, 6
123.	24.06	-4,5	+0,5	2646,4	/+41,5	25,0	—	24,8	2,0	W, 8
124.	25.06	-4,5	0,0	2645,8	/+0,6	23,4	—	23,8	7,3	ONO, 11
125.	26.06	-4,0	+0,5	2633,6	/+12,2	23,6	—	23,4	0	SO, 9
126.	27.06	-4,0	0,0	2644,9	/-11,3	23,6	—	23,3	11,6	SW, 11
127.	28.06	-4,0	0,0	2644,9	/0,0	23,6	—	24,4	0	SO, 9
128.	29.06	-5,0	-1,0	2686,8	/-41,9	24,4	—	25,2	0	WSW, 9
129.	30.06	-5,0	0,0	2686,8	/0,0	22,8	—	22,2	1,4	WNW, 6
130.	1.07	-5,0	0,0	2686,8	/0,0	24,2	—	24,2	0,4	S, 7
131.	2.07	-4,5	+0,5	2686,8	/0,0	23,2	—	25,4	20,8	N, 11
132.	3.07	-4,0	+0,5	2686,8	/0,0	24,4	—	26,3	2,1	NO, 7
133.	4.07	-4,0	0,0	2686,8	/0,0	24,2	—	25,2	0	NNO, 5
134.	5.07	-4,0	0,0	2686,8	/0,0	23,4	—	26,6	0	SW, 8
136.	7.07	-5,0	-1,0	2767,8	/-81,0	22,8	—	25,8	0	WSW, 8
137.	8.07	-5,5	-0,5	2768,6	/-0,8	22,4	—	27,2	0	SO, 6
138.	9.07	-5,0	+0,5	2834,1	/-65,5	22,0	—	24,0	14,9	O, 11
141.	12.07	-5,0	0,0	2832,6	/+1,5	23,2	—	26,0	19,1	SW, 6
144.	15.07	-5,5	-0,5	2850,6	/-18,0	23,2	—	26,4	0	NW, 16
148.	19.07	-6,0	-0,5	2862,8	/-12,2	23,0	—	26,2	0,7	N, 10
154.	25.07	-6,5	-0,5	2878,8	/-16,0	22,7	—	27,3	0	S, 7
160.	31.07	-7,0	-0,5	2890,8	/-12,0	22,0	—	29,3	0	N, 9

Примітки: у графі "Репери" подано зведену інформацію з серії реперних точок 1–4; у графі "Профілі" – сумарні показники профілю SO–NW [2] та профілю NO–SW [3] (див. рис. 5).

Передусім, зазначимо різке падіння рівня води (максимум 22 лютого – 49 см) за наступну добу паводку на 17,5 см по вертикалі і 93,3 м по горизонталі. Причина криється у значних втратах води на заповнення глибоких шпарин та розломів у глейовому горизонті (інфлюкцію) услід за розмерзанням ґрунту та руйнацією "морозного замка". При цьому, ситуацію дещо викривила зміна напрямку вітру – сильного західного (11 м/с), нагінного щодо реперної точки та вектору профілю, на помірний згінний східний (5 м/с). Але вітрового ефекту вочевидь замало аби цілком перекрити означену амплітуду сходу води. Так, 17 березня вітер західного напрямку з аналогічною максимальною швидкістю 11 м/с зміг нагнати усього 1,5 см, а східні вітри 24 та 25 лютого, зі швидкістю 9 і 13 м/с відповідно, за 2

доби зігнали сумарно 3,5 см. За час моніторингу максимальний нагін у 10,5 см висоти водного стовпа було забезпечено північно-західним вітром силою 10 м/с (7 березня), причому його ефект збільшили опади 6 і 7 березня сумою 12 мм.

Характеризуючи згінно-нагінні явища водного басейну Великого Чапельського поду у 2010 р., треба підкреслити інерційність руху води, що є причиною частого дисбалансу у динаміці її глибини та поточного напрямку вітру. Зокрема, 8 березня при нагінному вітрі (N, 10 м/с) рівень води знизився на 8 см, натомість 28 березня за сильного згінного вітру (OSO, 14 м/с) глибина парадоксально зросла на 5,5 см. Подібні артефакти простежуються у кореляції глибини та горизонтального ходу води: 27 лютого показники репера +2,0, зміни профілю –5,5 м, 21 березня репер показує –3,5 см, профіль – +8,2 м, а наступної доби, 22 березня, картина діаметрально протилежна – репер +6,0 см, профіль –30,9 м і т.д. Суть цієї диспропорції полягає у затримці руху краю водного дзеркала формами мікро- та нанорельєфу по профілю до 1–2 діб, оскільки природні чи антропогенні мікрозападини стримують відступ контуру при спаді глибини та його приріст за нагону, натомість аридускули чи локальні випуклості рельєфу у цьому контексті функціонують обернено пропорційно.

Нарешті, амплітуда вітрової модуляції глибини та урізу води різниться по окремих сегментах поду через експозицію та кут нахилу схилу, а у сезонному контексті її розмах істотно скорочується, коли водне дзеркало стає густо зарослим у прибережній смузі та, почасти, глибинних зонах. Прирости контуру у цей час складають +6,0 м (14.04), +5,7 м (21 та 22.04), +1,2 м (12.05) тощо, а стрибки глибини – до +1,5–3,0 см. Проте, темпи спаду води уже керуються температурно-транспіраційним градієнтом, тому короткочасний період плинного сходу води у процесі інфільтрації (до максимального насичення вологою оглеєного ґрунту) змінюється її катастрофічними втратами. Так, з 23 по 28 лютого глибина води у Великому Чапельському поді зменшилась на 0,5 см, а її край по профілю відступив на 24,3 м; з 1 по 31 березня спад рівня води по вертикалі складає 5,0 см, по горизонталі – 44,4 м; з 1 по 30.04 – 8,0 см та 148,1 м відповідно; з 1.05 по 1.06 глибина упала до 4,5 см (–12,0 см), уріз води – до 859,2 м (–523,2 м), а за наступну декаду (з 1 по 10.06) – до 1716,5 м (табл. 1). Таким чином, вихідна загальна тенденція до пересихання поду у 2010 р. ретельно витримується з подальшою інтенсифікацією, причому виключно за рахунок випаровування і транспірації. Низхідний потік вологи чи інфільтрацію блокує сама глейосо-лодь з глинистим механічним складом (понад 60% мулистих часток розміром <0,001 мм), її здатність до набрякання (на 19–20% від початкового об'єму) та критична густина скелету ілювіального горизонту – до 1,64 г/см³ (Вернандер, 1957; Атлас..., 1979; Молодых, 1982). Через це заміри рівня ґрунтових вод у центрі пересохлого днища Великого Чапельського поду 7 червня 2010 р. показали 11,32 м, що практично не відрізняється від глибини їх залягання у попередні 2008 та 2009 рр. (11,42–11,47 м), тобто формування інфільтраційного куполу паводковими водами виключається. Транспіраційний ефект забезпечують високі параметри надземної фітопродукції у фітоценозах союзу *Lythrum virgatum*-*Elytrigia pseudocaesia* Sharoval 2006, що склали у липні 2010 р. 93,5±2,98 ц/га (lim 85,5–102,0 ц/га). В узагальненій графічній формі процес осушення паводкового басейну поду ілюструє подекадна хроноєкограма у системі координат глибини та урізу води, суми позитивних температур, атмосферних опадів і відносної вологості повітря (рис. 6).

Отже, днище поду – площа, окреслена ізолінією рельєфу з висотою 20 м н.р.м., – пересохло до 10.06, але у його локальних природних мікрозападинах, що лежать нижче цієї висотної відмітки, вода зійшла значно пізніше: 3–4 серпня висохла периферійна північна западина з глибиною фону до 15 см та понад 40 см у вирвах, а центральна (за 200 м від штучної водойми у центрі поду), завглибшки 22 см, звільнилась від води лише у III дек. серпня, оскільки періодично підживлювалась з розливу арика через від'ємні антропогенні та зоогенні форми мікрорельєфу (колію старої дороги, натоптану копитними стежку попід сіткою, серію вибоїн) та, не виключено, канали ґрунтового стоку. Саме присутність у рельєфі днища цих контрольних западин змусила опустити графічну ординату глибини до від'ємних значень. Власне, кінцевою датою паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. є осушення ізольованої (без антропогенної трансформації гідрорежиму) північної западини днища, тому моніторинг припинено лише у I дек. серпня. Затримку висихання западин викликали значні опади у III дек. червня – 80,7 мм з пристайним стрибком

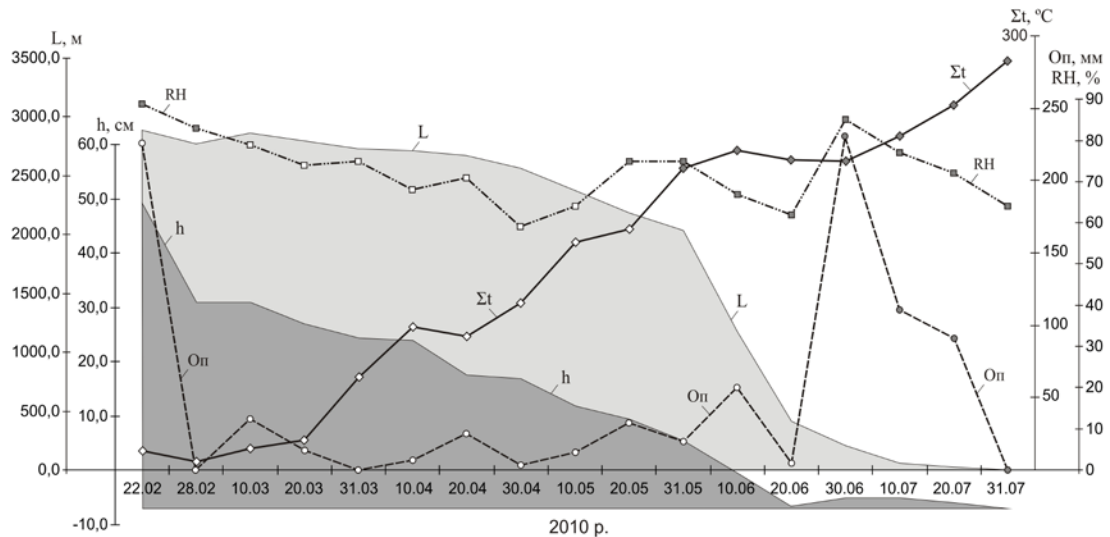


Рис. 6. Генералізована подекадна хроноєкограма паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. за параметрами глибини (h), краю водного дзеркала по профілю (L), суми позитивних температур (Σt), кількості атмосферних опадів (Op) та відносної вологості повітря (RH)

відносної вологості повітря до 85% та паузою у рості суми позитивних температур. Це спричинило навіть підняття рівня води у баюрах на 2,5 см і прирости по профілю до 41,5 м (24.06). Але ефект злив у загальному контексті виявляється мізерним, його вплив поширюється виключно на подібні рештки водойм незначної площі. Продовж періоду висихання основного (цілісного) водного басейну поду опади визначальної ролі не грали: у I дек. березня дещо стримали падіння глибини води і змінили негативну динаміку профілю, але у I дек. червня дощі сумою 20,0 мм не змогли перешкодити стрімкому обвалу профілю за переходу суми температур через поріг 200°C (рис. 6).

У хронології процесу осушення поду окреслюється асиметрична фаза загалом пропорційної динаміки глибини, площі водного дзеркала та об'єму води (рис. 7), що видає надважливі характеристики його морфоскульптури (рис. 8 і 9). Йдеться про істотну розбіжність у темпах вертикального та горизонтального сходу води у період з III дек. лютого (фактично, з початку затоплення) по III дек. квітня. За результатами періодичних картувань площа водного басейну 22 лютого складала 1245,3 га, а 06.05 – 855,5 га, таким чином, скоротилась на 389,8 га (31,3%) або у 1,4 рази. Проте глибина води на цей час упала до реперної відмітки 13,0 см, що означає спад у 68,7% (обернено-симетрично до площі) або у 3,8 рази. Аналогічна тенденція притаманна об'єму: 22.02 – 4134,4 тис. м³, 06.05 – 1112,5 тис. м³, – спад у 3,7 рази. Така ситуація реалізується тільки у формах, близьких до конічної (перекинутий конус), де зміни глибини та об'єму не тягнуть за собою істотної зміни площі, але це вимагає високої крутизни їх стінок (оптимально – понад 30–45°). Натомість, днище Великого Чапельського поду є практично плоским, з нахилом 0,009–0,013° до центру і серії локальних мікрозападин пересічною площею 0,2–5,0 га. Це ілюструють результати зйомки рельєфу 1976 р. (нівелювальний ряд по меридіональній осі днища з генералізацією кроку 100 м): 20,03 – 20,02 – 19,99 – 19,92 – 19,96 – 19,96 – 19,90 – 19,89 – 19,94 – 19,95 – 19,95 – 19,95 – 19,92 – 19,92 – 19,88 – 19,88 – 19,88 – 19,88 – 19,77 м н.р.м. При цьому, площа днища розмірено і практично континуально переходить у схили з нахилом 1,5–2° [W, S] та 3–4° [N, NO] (Бабиц, 1960). Але проблему просто і невимушено вирішує уступ з перепадом висоти 10–20 см по контуру площі, що періодично затоплюється та просідає. Наочним прикладом є область розливу арика з артезіанською водою по днищу Великого Чапельського поду – мілке блюдце поруч з центральним водонакопичувачем (рис. 9), площею до 3 га і глибиною до 10 см. У форматі усього днища йдеться не про єдиний уступ, а про їх серію, що означають контури попередніх затоплень, розбіжних за площею та краєм водного дзеркала. Ці незначні перепади "стерті" у рельєфі території і практично не впливають на її похилість, принаймні виходять за рамки візуальної оцінки. Так, за елементарними тригонометричними розрахунками уступ висотою 10 см на відрізу 100 м дає крутизну

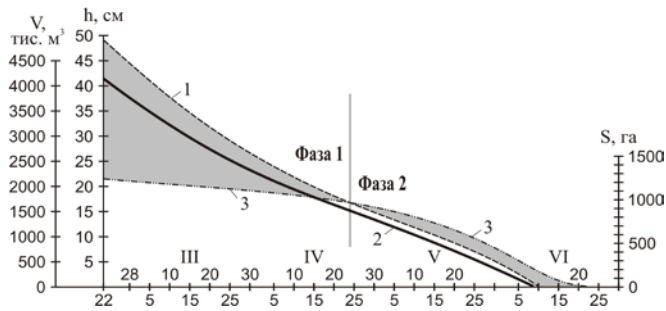


Рис. 7. Динаміка глибини (1), об'єму (2) та площі (3) водного басейну Великого Чапельського поду у 2010 р.



Рис. 8. Модель морфоскульптуры
Великого Чапельского поду (М вер-
тикальный 1 : 50; М горизонтальный
1 : 30000)

1 – пологі схили; 2 – шлейф днища з крутими уступами по контурах затоплень; 3 – практично пласке днище з локальними мікрозападами.



Рис. 9. Уступ у центрі днища Великого Чапельського поду по контуру його періодичних сезонних підтоплень ариком і збіглою талою водою (фото 8.04.2009 р.)

усього 3'50" (0,06°), а пролонгуючи горизонтальний катет до 1 км (благо, простору днища вистачає), отримуємо кут нахилу 33" або 0,006°. Та суть у тому, що максимальні уступи і просадки зосереджені у досить вузькій периферичній зоні днища – по його бровці або шлейфу, шириною 60–100 м, – через це пересихання контуру днища означене плинним спадом площі за катастрофічного обвалу глибини та об'єму водного басейну по висоті уступу. Надалі ситуація помітно вирівнюється і лінії глибини, об'єму та площі у графічній екстраполяції ідуть практично паралельно до переходу в западини з відносно крутими бортами (рис. 7: фаза 2). Зокрема, з 6.05 по 27.05 площа зменшилась у 1,4 рази (з 855,5 до 602,5 га), глибина – у 1,9 рази (з 13,0 до 7,0 см), об'єм – у 2,6 рази (з 1112,5 до 421,8 тис. м³). При цьому, з огляду на проблематичність точної фіксації об'єму мілководного басейну зі строкатим мікрорельєфом, його величина станом на 27.05, безперечно, занижена.

Нарешті, прокоментуємо результати хімічного аналізу води затопленого Великого Чапельського поду та прилеглих депресій (табл. 2, 3). По-перше, аніонно-катіонний склад водного витягу характеризується помітними кількісними варіаціями, зокрема Великий Чапельський під вирізняється значно більшим вмістом аніону SO_4^{2-} (у 2,3–17,9 рази) та катіону Na^+ (у 2,3–4,7 рази), за аномально низької частки K^+ (0,08 мг-екв/л), що у 4,5 рази поступається максимальному показнику Зеленого поду (0,356 мг-екв/л). Разом з тим, діапазон концентрації HCO_3^- складає 0,5–0,9 мг-екв/л, Cl^- – 0,3–0,6 мг-екв/л, Mg^{2+} – 0,25–0,5 мг-екв/л. Аналогічно позиціонує себе показник рН, що є близьким до нейтрального, з амплітудою 6,9–7,2. При цьому, сума солей у обстежених депресійних водоймах істотно різниться – $\lim 0,0639\text{--}0,1556$ г/л.

По-друге, у ступені засоленості та кількісному розподілі солей простежуються антропогенний фактор та зональна приуроченість. Так, у воді Великого Чапельського поду, що лежить південніше широтних смуг депресій Чорна Долина – Сугаклі – Барнашівський під та Зелений – Подівський – Агаймаський (Шаповал, 2007: ландшафтна карта), загальні запаси солей є максимальними (0,1556 г/л; сухий залишок 0,12 г/л), а у йонному складі, з

Таблиця 2. Результати хімічного аналізу води у подлах Лівобережжя Нижнього Дніпра (лютий-березень 2010 р.)

Поди / дата і географічні координати точки відбору проби	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	pH вод.	Σ солей, г/л	Сухий залишок, г/л
Великий Чапельський / 23.02.2010 р.; N 46°28'16,18", E 33°51'55,83"	мг-екв/л	—	0,50	0,60	1,18	1,25	0,25	0,70	0,08	0,1556	0,12
Малый Чапельський / 24.02.2010 р.; N 46°26'1,46", E 33°43'54,64"	г/л	—	0,0305	0,0213	0,0566	0,0250	0,0030	0,0161	0,0031	7,2	
Чорна Долина / 26.02.2010 р.; N 46°33'13,74", E 33°28'37,50"	мг-екв/л	—	0,50	0,60	0,51	1,00	0,25	0,20	0,16	0,1101	0,06
Барнапівський / 3.03.2010 р.; N 46°32'49,71", E 33°58'4,66"	г/л	—	0,0305	0,0213	0,0245	0,0200	0,0030	0,0046	0,0062	7,0	
Агайманський / 16.03.2010 р.; N 46°38'55,90", E 34°10'45,82"	мг-екв/л	—	0,50	0,60	0,37	0,75	0,25	0,30	0,17	0,1011	0,08
Зелений / 16.03.2010 р.; N 46°39'34,20", E 33°44'37,39"	г/л	—	0,0305	0,0213	0,0178	0,0150	0,0030	0,0069	0,0066	7,1	
окол. с. Подівка / 16.03.2010 р.; N 46°39'35,81", E 33°48'55,05"	мг-екв/л	—	0,50	0,60	0,23	0,75	0,25	0,15	0,18	0,0906	0,06
	г/л	—	0,0305	0,0213	0,0108	0,0150	0,0030	0,0031	0,0069	7,2	
	мг-екв/л	—	0,80	0,30	0,13	0,50	0,25	0,25	0,23	0,0932	0,11
	г/л	—	0,0488	0,0106	0,0062	0,0100	0,0030	0,0057	0,0089	7,0	
	мг-екв/л	—	0,90	0,40	0,36	0,50	0,50	0,30	0,36	0,1230	0,12
	г/л	—	0,0549	0,0142	0,0170	0,0100	0,0061	0,0069	0,0139	6,9	
	мг-екв/л	—	0,50	0,30	0,07	0,25	0,25	0,15	0,22	0,0639	0,06
	г/л	—	0,0305	0,0106	0,0032	0,0050	0,0030	0,0034	0,0084	6,9	

Таблиця 3. Динаміка рН та хімічного складу води у Великому Чапельському поді (лютий-липень 2010 р.)

Дата / локалізація і географічні координати точки відбору проби	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺ +Fe ³⁺	pH вод.	Σ солей, г/л	Сухий залишок, г/л
23 лютого 2010 р. / у пониззі схилу; N 46°28'16,18", E 33°51'55,83"	мг-екв/л	—	0,50	0,60	1,18	1,25	0,25	0,70	0,08		7,2	0,1556	0,12
30 березня 2010 р. / край днища; N 46°28'19,58", E 33°51'54,65"	г/л, мг/л	—	0,0305	0,0213	0,0566	0,0250	0,0030	0,0161	0,0031	0,020	0,11		
30 квітня 2010 р. / край днища; N 46°28'19,97", E 33°51'42,11"	мг-екв/л	—	1,20	1,00	3,91	1,50	1,00	2,20	0,41		7,3	0,4052	0,15
31 травня 2010 р. / центр днища; N 46°28'28,59", E 33°51'35,45"	г/л, мг/л	—	0,0732	0,0355	0,1877	0,0300	0,0122	0,0506	0,0160	0,025	0,23		
30 червня 2010 р. / північна западина; N 46°29'48,67", E 33°50'58,78"	мг-екв/л	—	1,70	1,10	2,51	1,50	1,50	2,20	0,41		8,2	0,3871	0,51
31 липня 2010 р. / північна западина; N 46°29'48,59", E 33°50'57,23"	г/л, мг/л	—	0,1037	0,0390	0,1205	0,0300	0,0183	0,0506	0,0160	0,059	0,37		
31 липня 2010 р. / центральна западина; N 46°29'11,63", E 33°51'8,33"	мг-екв/л	—	3,80	3,20	3,35	2,50	2,00	5,50	0,35		7,7	0,7204	0,58
31 липня 2010 р. / розлив арику; N 46°29'0,71", E 33°51'10,84"	г/л, мг/л	—	0,2318	0,1136	0,1606	0,0500	0,0244	0,1265	0,0135	1,373	0,52		
	мг-екв/л	—	4,20	1,80	2,28	2,50	2,00	2,20	1,58		7,4	0,6163	0,41
	г/л, мг/л	—	0,2562	0,0639	0,1094	0,0500	0,0244	0,0506	0,0618	0,998	3,15		
	мг-екв/л	—	5,68	6,88	11,00	6,00	3,40	14,16			8,0	1,6054	1,63
	г/л, мг/л	—	0,3465	0,2442	0,5280	0,1200	0,0410	0,3257	4,100	4,90			
	мг-екв/л	—	8,80	10,40	22,60	5,00	5,00	31,80			8,7	2,8822	1,53
	г/л, мг/л	—	0,5368	0,3692	1,0848	0,1000	0,0600	0,7314	2,500	1,81			
	мг-екв/л	0,20	3,40	14,80	30,67	12,50	5,50	31,00	0,07		8,4	3,2438	2,97
	г/л, мг/л	0,0060	0,2074	0,5254	1,4722	0,2500	0,0671	0,7130	0,0027	0,360			

високою часткою Na^+ , домінують хлориди та сульфати. Багато у чому це пояснюється значною площею збереженого цілинного водозбору Великого Чапельського поду – до 6 тис. га або 23,1% від загальної, що у багаторічному вимірі акумулює водорозчинні солі аерального переносу з приморських територій. За класичними даними Є.С. Бурксера (цит. за Г.С. Гринем, 1969), у регіоні Асканії-Нова щорічно з атмосферними опадами і пилом випадає 319,4 кг/га солей, причому близько 50% цієї маси (144,6 кг/га) складають солі натру, здебільшого хлориди та сульфати. Безперечно, імпульверизаційний процес охоплює усю територію Присивасько-Приазовського низинного степу, у т.ч. гідрографічні басейни депресій, але його ефект обернено пропорційний віддаленості від джерел засолень і практично нівелюється тотальною розораністю регіону та зарегульованим стоком водозбірних ложин. Через це поди, оточені виключно агроценозами зі значним відсотком зрошуваних земель, втрачають акумуляційний гідрохімічний потенціал. Зокрема, глибина води Агаймаського поду (найбільшого у Дніпровсько-Молочанському низинному степу), з площею водозбору понад 100 тис. га, у 2010 р. склала усього $16,35 \pm 0,43$ см (lim 1–25), а загальна солоність – 0,0932 г/л, бо водозбірні улоговини поду були перекриті дамбами, гатками тощо. Напроти, Зелений під зі значними запасами збіглої води, що протрималась по фоні днища до середини липня(!), характеризується більшою сумою солей – 0,123 г/л. У цьому контексті треба означити вплив штучних водойм, що зникались з паводковими басейнами у багатьох подах (Великому Чапельському, Малому Чапельському, Чорній Долині, Зеленому), та його обернену пропорційність до площі природно затопленої території та об'єму талої води. Так, 31 липня 2010 р. вміст аніону Cl^- у штучній водоймі Великого Чапельського поду (розлив арику, що оточує борти водонакопичувача) становив 14,8 г/л, у центральній западині днища, через її попередній контакт з цією водоймою, – 10,4 г/л, а в ізольованій північній западині – 6,9 г/л (1 : 0,7 : 0,5). Концентрація SO_4^{2-} складала 30,7, 22,6 та 11,0 г/л (1 : 0,7 : 0,4), а катіонного комплексу $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ – 31,1, 31,8, 14,2 г/л (1 : 1,0 : 0,5) відповідно. При цьому, штучна водойма з артезіанською водою та центральна зі змішаною (талою і артезіанською) характеризуються вищими показниками рН (8,4–8,7), проти 8,0 одиниць у північній западині.

Поза тим, широтна специфіка розподілу солей паводкових вод у подах резонується ступенем осолоділості ґрунту, що витримує принцип зональності у морфогенетичному контексті (Вернандер, 1957), хоча робота водозбірної площі поду з регуляції загального об'єму та сольового складу зібраної води залишається детермінантою його гідрохімічного режиму.

У сезонній динаміці хімічного складу пересихаючого водного басейну Великого Чапельського поду (табл. 3) відбувається істотне збільшення концентрації солей – з 0,1556 г/л у лютому до 1,6054 г/л у липні (у 10,3 рази) та загальної лужності розчину – з 0,0305 г/л до 0,3465 г/л (у 11,4 рази). Але остаточний ступінь засоленості води мінімізується її низьким вихідним показником, близьким до мінералізації малотрансформованих річкових вод України, що коливається між 200 і 500 мг/л, зростаючи у південному і східному напрямках (Гідрологічні розрахунки..., 1962). У підсумку констатуємо хлоридно-сульфатний тип засоленості паводкової водойми Великого Чапельського поду та її типологічну константність – $\text{Cl} : \text{SO}_4 \leq 1-0,3$, за Н.І. Базилевич та Є.І. Панковою (Базилевич, Панкова, 1968) з помітною кількісною варіабельністю у часі (0,5 – 0,3 – 0,4 – 0,9 – 0,8 – 0,6).

Торкаючись динаміки показника рН талої води у 2010 р. (лютий – липень), відзначимо його бімодальний перехід з нейтрального до лужного (7,2–8,0 з посередньою модою чи піком 8,2). Аналогічні тенденції були притаманні динаміці рН води затопленого днища Великого Чапельського поду у 2003 р., але з вихідним кислотним значенням та лінійним характером нейтрально-лужної зміни рН: 5,00 (14.03) – 5,50 (10.04) – 5,71 (25.04) – 6,35 (4.05) – 7,03 (27.05). За Є.М. Моргун (2003, с. 124) це пояснюється "процесами перекристалізації, що відбуваються в період танення снігу та надходження талої води з площі вододілу і призводять до того, що перші порції талої води інтенсивно (до 5 раз) збагачуються багатьма іонами, в тому числі і вільними іонами водню. Це призводить до "рН-шоку"..., коли значення рН в талих весняних водах різко падає". Ситуація 2010 р. дисонує з описаною схемою, оскільки величина рН затопленого басейну поду є пропорційною об'єму збіглої води: за малого об'єму і глибини (фактично, у ситуації з локальними гідроресурсами днища) талий басейн просто "приймає" слабкокисле рН глейосолоді, що складає 5,70–

5,80 у горизонтах HEdG1 0–7(10) см та EhG1 8–25(30) см (Атлас..., 1979).

Щодо змін мікроелементного складу ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ та Mn^{2+}) у воді залитого днища та окремих западин Великого Чапельського поду (табл. 3), акцентуємо різкий стрибок закисної форми заліза (у 44,5 рази) та просто "злет" концентрації Mn^{2+} (у понад 200 раз!), що є "партнером" Fe^{2+} при оформленні поширених залізо-марганцевих конкрецій у профілі глейосолоді у сухий період. Значні кількості рухомого заліза експлікують істотний дефіцит вільного та розчиненого кисню і анаеробний режим пересихаючого водного басейну (Высоцкий, 1905; Перельман, 1973; Зайдельман, 1974; Евдокимова, Быковская, 1985).

Резюмуючи аналіз динаміки концентрації та похідного запасу солей у воді Великого Чапельського поду у 2010 р., розглянемо цей процес в узагальненому ординаційному полі кліматичних, гідротермічних та гідрометричних характеристик паводкового басейну і його рельєфної приуроченості (рис. 10).

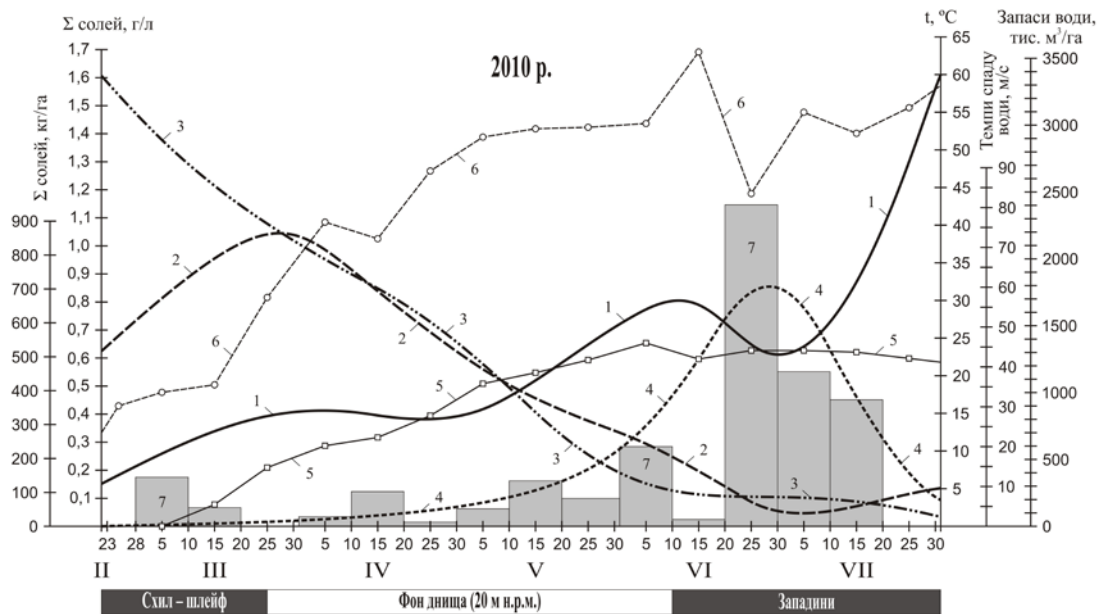


Рис. 10. Динаміка концентрації та запасу солей пересихаючого водного басейну Великого Чапельського поду у системі гідрометричних та кліматичних координат 2010 р.

1 – концентрація солей, 2 – запаси солей, 3 – запаси води, 4 – темпи спаду води по профілю, 5 – середньодекадні температури води, 6 – максимальні декадні температури на поверхні ґрунту, 7 – опади.

Найперше, підкреслимо описану закономірність стрімкого спаду глибини води та об'єму за помірного сходу профілю. Цей графік ілюструє її у відносних параметрах – запаси води на одиницю площі (тис. $\text{м}^3/\text{га}$) і темпи спаду профілю за відрізок часу (м/добу). При цьому, у площину асиметричної динаміки глибини / профілю чи об'єму / площі ідеально вписуються тенденції розподілу запасу солей (кг/га). Починаючи з 22 лютого і до III дек. березня, його хід обернено симетричний до змін кубатури водного басейну (рис. 10: лінії 2–4), що є наслідком каскадного сходу води по шлейфу днища поду. Поза тим, виразно означається протилежна направленість наростання у часі концентрації солей слабкозасолених паводкових вод та їх площинного запасу (розрахунок за усередненою висотою водного стовпа): витримуючи вектор наростання концентрації до кінця березня, запаси солей починають спадати пропорційно запасам води у поду, причому у графічному форматі їх зміни тісно "переплетені". Натомість, взаємозалежність динаміки запасу солей з максимальною температурою поверхні ґрунту приймає зворотний характер (рис. 10: лінії 2, 3, 6).

На наш погляд, вирішення означеного парадоксу, що оформлюється зворотною залежністю динаміки запасу солей та їх концентрації, полягає у простому фізичному механізмі. Оскільки температура води по лінії сходу значно нижча (на 25–30°C) за максимальні температури на поверхні ґрунту (рис. 10: лінії 5 та 6), реалізується ефект температурного градієнту, за яким водорозчинні солі переходять із розчину у прилеглий до урізу води ґрунт. Так, у лабораторних експериментах зі стаціонарною системою, де на протилеж-

них кінцях колонки з засоленим NaCl ґрунтом підтримувались різні температури, показано, що потік парової фази вологи від гарячого полюса до холодного викликав потік рідинної фази у протилежному напрямку, який переносив розчинений хлорид до гарячого кінця колонки (Най, Тинклер, 1980). З іншого боку, край сходу води та широкі (понад 100 м) мілководні зони сильно покраяні формами мікро- та нанорельєфу ґрунту, відтак вода замикається у цілу серію "пасток" – мілких калюж глибиною 0,5–3,0 (до 10 см) та площею 0,01–0,5 м² (до 50 м²). Вміст солей у цих мікрозападинах, потяжинах, кальвіціях тощо швидко зменшується за рахунок їх переносу до найбільш прогрітих додатних форм мікрорельєфного комплексу.

Через те, що темпи спаду води плинно і прискорено нарастають до III дек. червня, а запаси води та солей до цього часу наближаються до мінімальних значень, логічно припустити, що базисний запас солей, накопичений у паводковому басейні Великого Чапельського поду, в процесі усихання води відносно пропорційно розподіляється по його днищу. Тільки в локальних западинах із глибиною фону до 20 см та сумарною площею 10,1 га (рис. 5) відбувається подальше збільшення засоленості по принципу розчину, що висихає у циліндричній або конічній посудині. При цьому, наступне за піком опадів (з 21 по 30.06) різке збільшення концентрації солей у мікрозападинах днища не грає організуючої ролі у засоленні його рельєфного фону, окресленого ізогіпсою 20 м н.р.м. (99% площі). Відмітимо і той факт, що означені сильні опади (80,7 мм) злегка розсолили рештки водного басейну поду (табл. 3), різко загальмували та обернули темпи сходу води по профілю, але практично не вплинули на об'ємні втрати води і запасу солей, а лише призупинили їх на фоні загальної температурної депресії (рис. 10).

У підсумку, аби підкреслити значимість описаного механізму водно-сольової динаміки паводкового басейну у подах, наведемо наступні протилежні приклади. За приблизними розрахунками середній показник концентрації солей у генеральній площині днища Великого Чапельського поду, з хронологічною екстраполяцією (пролонгацією) терміну її пересихання до I дек. липня, має скласти не більше 7,0–7,5 кг/га, що в процесі подальшого розподілу солей по профілю глейосолоді не потягне за собою істотних змін сольового складу. Більше того, у осінньо-зимовий період температурно-градієнтний механізм профільного розподілу солей має зберігатись, з їх подальшою міграцією у глибші горизонти. У випадку паралельного експоненціального росту концентрації та запасу солей до фінальної точки чи зони висихання, причому без втрат по профілю, засоленість решток водного басейну збільшується пропорційно скороченню його вихідної площі. Методом елементарних пропорцій отримуємо абсурдну (добре, що суто теоретичну) величину – 6,4 кг/м² або 64 т/га солей у западинній зоні площею 10,1 га... Значить, розкритий механізм працює.

Висновки

Визначальними хронологічними фазами та гідрологічними характеристиками паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. є наступні: початок катастрофічного стоку талої води – 20 лютого, пік паводку – 22 лютого, з максимумом глибини по фону днища 49 см, а у його локальних мікрозападинах – понад 90 см, об'єм зібраної талої води – 4,13 млн. м³, площа затопленої території – 1245,3 га, тривалість затоплення / осушення поду – 164 доби.

Розподіл сумарного об'єму води показує, що локальний її запас істотно поступається транзитному [1 : 2,9], тим самим підкреслюючи генеральну роль водозбірного басейну поду у реалізації екстремуму його природного гідрологічного режиму. У контексті проблеми репрезентативності одиниць рельєфу території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" у розрізі його функціональних зон треба зазначити, що водозбори форм макрорельєфу охоплені цілинним варіантом лише почасти, що різко послаблює ефект затоплень, скорочує частоту і амплітуду гідрогенних флуктуацій. За результатами хронометричного аналізу багаторічної вибірки затоплень Великого Чапельського поду у XIX–XXI ст., середня тривалість інтерфлювіального періоду та ритму затоплень складає 7 р.

Масштабне паводкове затоплення Великого Чапельського поду у лютому 2010 р. спричинене комплексом кліматичних факторів та збігом їх гранично допустимих (ініціальних) значень. При цьому, визначальними є не граничні параметри окремо взятого клі-

матичного фактору, а їх збіг у часі та синергічний або взаємокомпенсуючий потенціал. Детермінуючу роль у катастрофічних темпах затоплень грає фактор снігу, що забезпечує акумуляційний ефект, утримуючи запаси води до визначеного порогу.

Графічними атрибутами модельної прогностичної кліматодіаграми паводкового затоплення депресій є значні опади у попередній період (листопад – січень), глибоке промерзання ґрунту з реалізацією фази "морозного замка" та стрімкий ріст температури. Поточний прогноз затоплень набуває високої вірогідності лише з початку лютого, оскільки січень позиціонує себе безпрецедентно стабільною, розподільчою точкою у подальшій синоптичній ситуації.

Закономірностями флуктуаційної динаміки глибини та контуру водного басейну Великого Чапельського поду у 2010 р. є різке падіння рівня води за наступну добу паводку через інфлюкцію, услід за розмерзанням ґрунту та руйнацією "морозного замка"; згінно-нагінні явища з інерційним рухом води, що є причиною частого дисбалансу у динаміці її глибини та поточного напрямку вітру; широка амплітуда вітрової модуляції глибини та урізу води по окремих сегментах поду через експозицію та кут нахилу схилу.

У хронології процесу осушення поду окреслюється асиметрична фаза загалом пропорційної динаміки глибини, площі водного дзеркала та об'єму води, що детермінується специфікою його морфоскульптури – наявністю серії уступів по шлейфу днища, які означають контури попередніх затоплень, розбіжних за площею та краєм водного дзеркала.

Хімічний склад водного витягу з талого паводкового басейну депресій регіону характеризується помітними кількісними варіаціями та істотною різницею суми солей. У ступені засоленості та кількісному розподілі солей простежуються антропогенний фактор та зональна приуроченість, при цьому робота водозбірної площі поду з регуляції загального об'єму та сольового складу зібраної води зостається детермінантою його гідрохімічного режиму. Сезонній динаміці хімічного складу пересихаючого водного басейну Великого Чапельського поду притаманне істотне збільшення концентрації солей за оберненої динаміки їх запасу, при цьому протилежна направленість наростання у часі концентрації та площинного запасу солей паводкових вод регулюється температурно-градієнтним механізмом, що позиціонує себе модусом стабілізації геохімічного фону екосистеми поду.

Автори висловлюють щире подяку за допомогу в організації та виконанні досліджень, критичні зауваження і пропозиції співробітникам лабораторії біологічного моніторингу та заповідного степу Біосферного заповідника "Асканія-Нова" імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН України І.К. Поліщуку, Н.Ю. Дрогобич, В.П. Думенку, Т.І. Ушаковій, О.П. Гофман та особливу вдячність С.В. Дрозду і М.А. Листопадському, зав. лабораторією аналітичного забезпечення Херсонського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції Л.В. Самохіній та провідному науковому співробітнику лабораторії агрохімії та меліоративного ґрунтознавства Інституту зрошувального землеробства НААН України, к.с.-г.н. О.П. Сафоновій.

- Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н. К. Крупского, Н. И. Полупана. – К. : Урожай, 1979. – 160 с.
- Бабич А. Д. Степной оазис Аскания-Нова. Характеристика природных условий района / А. Д. Бабич. – Х. : Изд-во ХГУ им. А. М. Горького, 1960. – 203 с.
- Базилевич Н. И. Опыт классификации почв по засолению / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 3–16.
- Бушаков В. А. Топонимия Биосферного заповедника "Аскания-Нова" / В. А. Бушаков, Н. Е. Дрогобыч // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова" : Проблеми біомоніторингу та збереження біорізноманіття. – 1998. – С. 12–19.
- Веденьков Е. П. Специфика растительности Большого Чапельского пода / Е. П. Веденьков // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова" : Проблеми біомоніторингу та збереження біорізноманіття. – 1998. – С. 20–25.
- Вернандер Н. Б. Почвы подов юга Украины / Н. Б. Вернандер // Почвоведение. – 1957. – № 4. – С. 10–19.
- Высоцкий Г. Н. Глей / Г. Н. Высоцкий // Почвоведение. – 1905. – № 4. – С. 9–14.
- Гідрологічні розрахунки для річок України / За ред. Г. І. Швеця. – К. : Вид-во АН УРСР, 1962. – 390 с.
- Гринь Г. С. Галогенез лёссовых почвогрунтов Украины / Г. С. Гринь. – К. : Урожай, 1969. – 217 с.
- Дрогобыч Н. Е. Экологические флуктуации асканийских биоценозов / Н. Е. Дрогобыч, И. К. Полищук // Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты : проблемы охраны, экологического

- гической реставрации и использования : III междунар. симпоз. : мат. – Оренбург : ИПК "Газпромнефть", 2003. – С. 187–190.
- Евдокимова Т. И. Почвы подовых понижений юга Украины / Т. И. Евдокимова, Т. К. Быковская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 96 с.
- Зайдельман Ф. Р. Подзоло- и глееобразование / Ф. Р. Зайдельман. – М. : Наука, 1974. – 208 с.
- Звегинцов С. С. Матеріали до аналізу рельєфу території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" та його регіону / С. С. Звегинцов, В. В. Шаповал // V ботанічні читання пам'яті Й. К. Пачоського : міжнар. наук. конф., 28 вересня – 1 жовтня 2009 р. : тези доп. – Херсон : Айлант, 2009. – С. 108.
- Костин С. И. Основы метеорологии и климатологии / С. И. Костин. – [2-е изд.]. – Л. : Гидрометеоздат, 1951. – 372 с.
- Кривенко В. Г. Природная циклика нашей планеты / В. Г. Кривенко // Вестник Российской академии естественных наук. – 2010. – № 3. – С. 25–29.
- Маринич А. М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А. М. Маринич, В. М. Пашенко, П. Г. Шищенко. – К. : Наук. думка, 1985. – 224 с.
- Молодых И. И. Грунты подов и степных блюдцев субэвразального покрова Украины / И. И. Молодых. – К. : Наук. думка, 1982. – 159 с.
- Моргун Є. М. Результати моніторингу рН атмосферних опадів та водойм на території заповідника "Асканія-Нова" / Є. М. Моргун // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". – 2003. – Т. 5. – С. 121–125.
- Най П. Движение растворов в системе почва – растение / П. Най, П. Тинкер ; пер. с англ. О. М. Кветной, М. В. Петровой ; под ред. и с предисл. О. Г. Усырова. – М. : Колос, 1980. – 360 с.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – Вып. 2. – Ч. 1 (метеорологические наблюдения на постах). – 372 с.
- Оленковський М. П. Археозоологічні матеріали та палеоекологічні реконструкції за даними пізньопалеолітичних стоянок Присивашся та подових утворень Нижньодніпровського Лівобережжя України / М. П. Оленковський // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". – 2004. – Т. 6. – С. 116–122.
- Пачоский И. К. Описание растительности Херсонской губернии : в 3 т. / И. К. Пачоский. – Херсон : Паровая типо-литография С. И. Ольховикова и С. А. Ходушина, 1917. – Т. II : Степи. – 366 с.
- Перельман А. И. Геохимия биосферы / А. И. Перельман. – М. : Наука, 1973. – 167 с.
- Полищук И. К. Влияние общественной полевки на почву и растительный покров целинной степи "Асканія-Нова" / И. К. Полищук // Заповідна справа в Україні. – 1995. – Т. 1. – С. 29–30.
- Різниченко В. Нарис гідрогеологічних умов району Державного Степового Заповідника "Чаплі" ім. Х. Раковського / В. Різниченко // Вісті Державного Степового Заповідника "Чаплі". – 1926. – Т. III. – С. 9–16.
- Ткаченко В. С. Синфітоіндикація саморозвитку і біфуркаційний механізм структурогенезу фітосистем Хомутовського степу / В. С. Ткаченко // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". – 2008. – Т. 10. – С. 5–17.
- Тушинский Г. К. Космос и ритмы природы Земли / Г. К. Тушинский. – М. : Просвещение, 1966. – 120 с.
- Шалит М. С. Великий Чапельський під в Асканії-Нова та його рослинність року 1927–1928 / М. С. Шалит // Вісті Державного Степового Заповідника "Чаплі" (к. Асканія-Нова). – 1929. – Т. VII. – С. 165–199.
- Шаповал В. В. Флора та рослинність депресій Лівобережжя Нижнього Дніпра : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.05 "Ботаніка" / В. В. Шаповал. – Ялта, 2007. – 20 с.
- Шаповал В. В. Паводок 2010 р. у Великому Чапельському поді: матеріали моніторингу / В. В. Шаповал, С. С. Звегинцов, С. В. Дрозд // III відкритий з'їзд фітобіологів Херсонщини, 20 травня 2010 р. : тези доп. – Херсон : Айлант, 2010. – С. 36–37.
- Шнитников А. В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата / А. В. Шнитников // Труды лаборатории озераведения АН СССР. – 1950. – Т. 1. – 129 с.
- Шнитников А. В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария / А. В. Шнитников // Записки Географического общества СССР. – 1957. – Т. 16. – 336 с.
- Шнитников А. В. Природные явления и их ритмическая изменчивость / А. В. Шнитников // Журнал РіТМ – Rhythm Journal. – 2008. – № 1. – С. 58–68.

Надійшла 11.10.2010 р.