

В. В. Шаповал, С. С. Звезінцов

*Біосферний заповідник "Асканія-Нова"
імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН
shapoval_botany@ukr.net*

РЕГІОНАЛЬНІ АСПЕКТИ ГІДРОГЕННИХ ФЛУКТУАЦІЙ У ПОДАХ ПРИЧОРНОМОРСЬКОГО СТЕПУ (ЗА МАТЕРІАЛАМИ МОНІТОРИНГУ ЗАТОПЛЕНЬ ВЕЛИКОГО ЧАПЕЛЬСЬКОГО ПОДУ)

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 западина загальною площею водозбірною басейну понад 26 тис. га з частини збереженими схилами, днищем та лощинами, що робить його модельним об'єктом аналізу гідрогенних флуктуацій у цілих подах регіону.

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. Реконструйований хроноряд найбільш потужних затоплень Великого Чапельського поду за ХІХ–ХХІ ст. репрезентують 1838, 1863, 1882, 1884, 1888, 1906, 1911, 1928, 1932, 1935–1936, 1938–1939, 1940, 1941, 1942, 1947–1948, 1953, 1963, 1968, 1978, 1985, 1996, 1998, 2003 та 2010 рр. [2, 3, 9 та ін.]. Таким чином, середня тривалість періоду між сильними заливами Великого Чапельського поду за перерахунку усієї вибірки достеменних дат затоплень складає 7,0 р. Екстраполюючи цикл у 7 р. на ряд крупних затоплень, з початку ХХ 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-Чуплі та ін. [1]. При цьому, вказане затоплення Великого Чапельського поду 1779 р. через означений інтерфлювіальний цикл у 7 р. ($\times n$) "накладається" на відомі затоплення 1863, 1884, 1940, 1947, 1968, 1996, 2003 та 2010 рр.; ще 5 дат (1899, 1906, 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 "зсунуті" з генерального ходу на 2 р., розділені періодом 35 р. (7×5).

У минулому обводнення депресій причорноморського степу було значно масштабнішим. Й.К. Пачоський [8, 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... Эти озера, следовательно, находятся на той стадии своего развития, которая нашими подами пройдена давно...". 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 високих та середніх зонах, що пояснюється значним рівнем обводнення їх понизь [7].

Отже, поди займають чільну позицію у гідрології та гідрогеології причорноморського степу, функціонуючи за акумулятори стоку (базиси ерозії) та формуючи самобутній гідрорежим території з регіональною та локальною приуроченістю щодо інтенсивності та направленості інфільтрації [6]. Ці геокомплекси охоплюють близько 15% загальної площі, однак за активністю фізико-географічних процесів лідирують по області, разом із ерозійно-балковими місцевостями Присивашся [5]. 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.

При аналізі мезорельєфу Великого Чапельського поду та його гідрографічного басейну у форматі подово-вододільних місцевостей Лівобережжя Нижнього Дніпра та північно-присиваських балок дотримано оригінальну типологію форм рельєфу з її локально-регіональною деталізацією за параметрами замкнутості ізогіпс та похилості території, що детермінує стік [4]. Розроблена класифікаційна схема визначає поняття "поду" як комплексної геоморфоскульптури, до складу якої входять наступні елементи: днище – практично плоска поверхня, що окреслюється найнижчою замкнутою горизонталлю; схили поду, що формують його замкнуту чашу – борти; і, нарешті, естуарії та конуси виносу водозбірних балок і улоговин, врізаних у схили поду та прилеглі генеральні схили.

Гідрографічну ситуацію території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" координують водозбірні басейни серії депресій, але визначальна роль в організації поверхневого стоку даної території належить саме водозбору Великого Чапельського поду [16016 га; 48,1% площі заповідника]. З огляду на лімітуючий екологічний статус фактору водозабезпечення у Присивасько-Приазовському та Дніпровсько-Молочанському низинних степах, періодичні затоплення Чапельського поду, і депресій регіону загалом, постають невід'ємною функціональною компонентою, атрибутом буферної ємкості та потужним регуляційним механізмом гомеостазу їх екосистем.

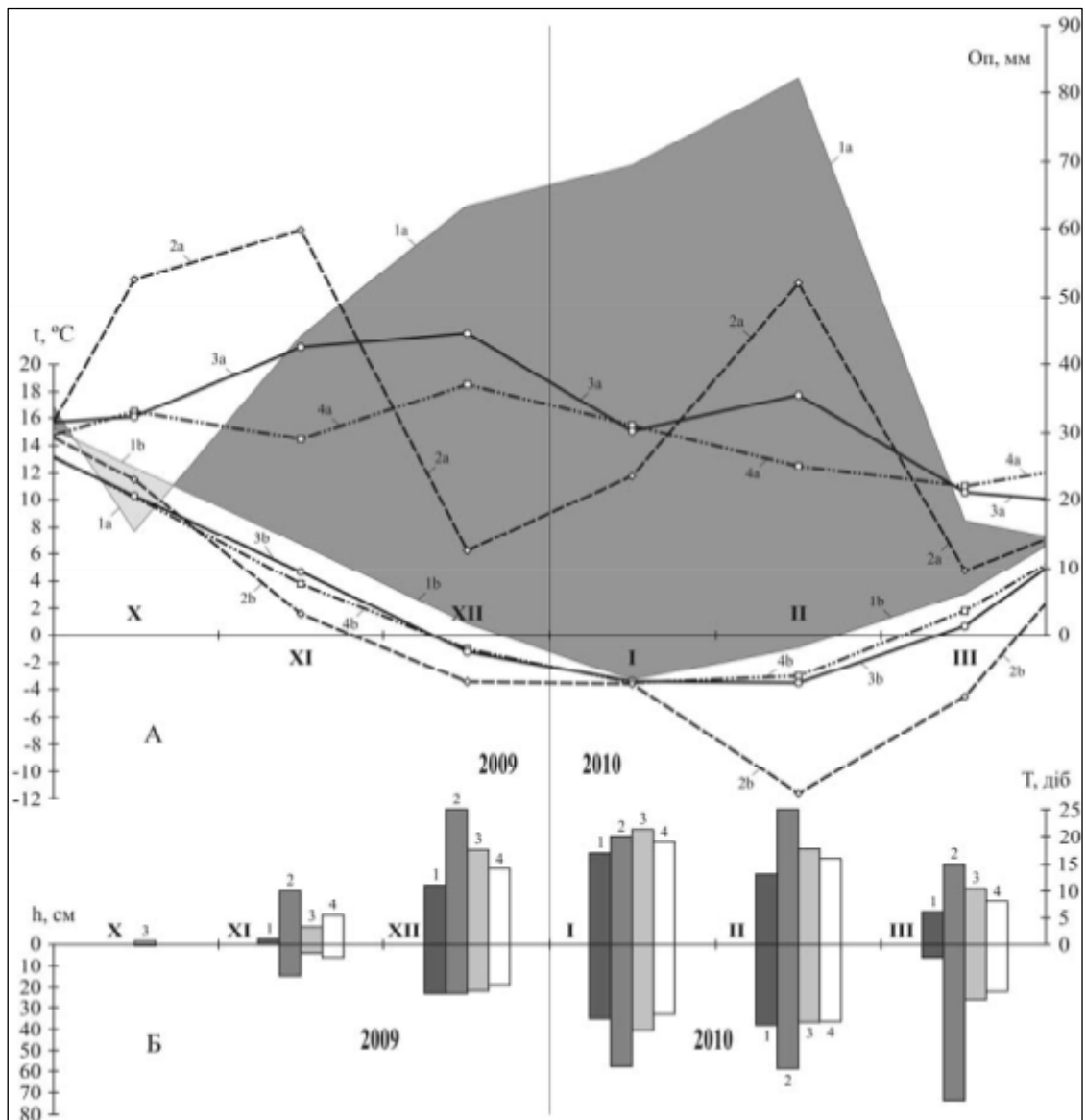


Рис. 1. Фрагменти кліматичних діаграм з X по III міс. 2009–2010 рр. (1) з накладеними 1984–1985 рр. (2), модельною багаторічною затоплень (3) та загальною багаторічною (4)

A – динаміка атмосферних опадів (*Op*) і температури повітря (*t*), *B* – максимальна глибина промерзання ґрунту (*h*) та кількість днів з від’ємними температурами (*T*).

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

Масштабне паводкове затоплення Великого Чапельського поду, що сталось у лютому 2010 р., було спричинене комплексом кліматичних факторів та збігом їх гранично допустимих (ініціальних) значень, що виразно окреслюються при графічній композиції фрагментарних клімадіаграм 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. 1).

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, грань тригерної (збуреної, хиткої) системи, що цілком координується наступними кліматичними параметрами – синоптичною ситуацією лютого.

Запорукою затоплення, поза атмосферними опадами, є глибоке промерзання ґрунту (рис. 1: Б), таким чином визначальними є не граничні параметри окремого кліматичного фактору, а їх збіг у часі та синергічний ефект або взаємокомпенсуюча роль. 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. Зрозуміло, що існують побічні фактори, які "масштабують" розмах затоплень, але саме сніг 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.

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. 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. Середня глибина води по днищу та схилах поду у пониззі склала $33,2 \pm 0,52$ см ($n=372$; lim 1–49 см), а сумарна площа водного дзеркала – 1245,3 га. За результатами об'ємного перерахунку, станом на 22 лютого 2010 р. у Великому Чапельському поді було накопичено 4,13 млн. м³ талої води [10].

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], тим самим підкреслюючи генеральну роль водозбірного басейну поду у реалізації екстремуму його природного гідрологічного режиму.

Результати моніторингу за динамікою глибини та контуру водного басейну у Великому Чапельському поді, температурою води і надводного прошарку повітря з накладеними локальними кліматичними параметрами демонструють чимало закономірностей цього флюктуаційного процесу. 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. 2).

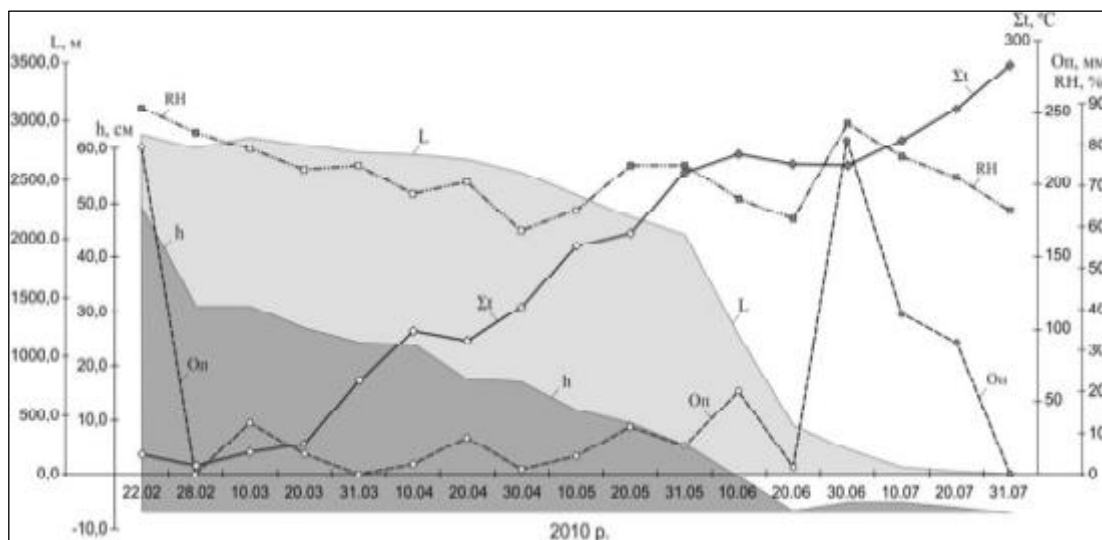


Рис. 2. Генералізована подекадна хроноєкограма паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. за параметрами глибини (h), краю водного дзеркала по профілю (L), суми позитивних температур (Σt), кількості атмосферних опадів (Op) та відносної вологості повітря (RH)

Передусім означимо 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 (інфлюкції) на заповнення глибоких шпарин та розломів до глибини 2 м у глейовому горизонті услід за розмерзанням ґрунту та руйнацією "морозного замка". 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 (до $-0,5$ м), вода зійшла значно пізніше. 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 найглибшої ізольованої (без антропогенної трансформації

гідрорежиму) западини днища, тому моніторинг припинено лише у I дек. серпня.

У хронології процесу осушення поду окреслюється асиметрична фаза загалом пропорційної динаміки глибини, площі водного дзеркала та об'єму води, що видає надважливі характеристики його морфоскульптури. 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 пласким, 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). Але проблему просто і невимушено вирішує уступ з перепадом висоти 10–20 см по контуру площі, що періодично затоплюється та просідає. 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 відрізок 100 м дає крутизну 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.

Хімічний склад водного витягу з талого паводкового басейну депресій регіону характеризується помітними кількісними варіаціями та істотною різницею суми солей (lim 0,0639–0,1556 г/л). 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.

Резюмуючи матеріали моніторингу, підкреслимо, що визначальними хронологічними фазами та гідрологічними характеристиками паводкового затоплення Великого Чапельського поду у 2010 р. були 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 кліматичного 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 клімадіаграми 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.

Список використаних джерел:

1. 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.
2. 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.
3. Дрогобыч Н. Е. Экологические флуктуации асканийских биоценозов / Н. Е. Дрогобыч, И. К. Полищук // Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты : проблемы охраны, экологической реставрации и использования : III междунар. симпоз. : мат. – Оренбург : ИПК "Газпромпечатъ", 2003. – С. 187–190.
4. Звєгінцов С. С. Матеріали до аналізу рельєфу території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" та його регіону / С. С. Звєгінцов, 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.
5. Маринич А. М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А. М. Маринич, В. М. Пащенко, П. Г. Шищенко. – К. : Наук. думка, 1985. – 224 с.
6. Молодых И. И. Грунты подов и степных блюдеч субэзрального покрова Украины / И. И. Молодых. – К. : Наук. думка, 1982. – 159 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Шаповал В. В. Паводок 2010 р. у Великому Чапельському поді: матеріали моніторингу / В. В. Шаповал, С. С. Звєгінцов, С. В. Дрозд // III відкритий з'їзд фітобіологів Херсонщини, 20 травня 2010 р. : тези доп. – Херсон : Айлант, 2010. – С. 36–37.