

Н. Г. Міронова

ТЕХНОГЕННІ ОЗЕРА МАЛОГО ПОЛІССЯ



УДК 340.12
ББК 87.666.7
М 62

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Хмельницького національного університету,
протокол № 6 від 25.12.2014 р.*

Рецензенти:

Любинський О. І. – завідувач кафедри географії та екології
Кам'янець-Подільського національного університету
ім. Івана Огієнка, доктор сільськогосподарських наук,
професор;

Мудрак О. В. – завідувач кафедри екології та природничо-
математичних дисциплін ВОІПОПП, доктор
сільськогосподарських наук, професор.

Міронова Н.Г.

**М 62 Техногенні озера Малого Полісся / Н. Г. Міронова. –
Хмельницький : 2014. – 260 с.**

Монографія присвячена дослідженню техногенних озер, що
утворилися у Малому Поліссі внаслідок видобування піску у
гідрокар'єрах. Наводяться результати морфологічного, гідрохіміч-
ного та токсикологічного дослідження озер, їх флори та рослин-
ності. Представлено аналіз фітомеліоративного впливу відновленої
рослинності на складові екотопу озер. Запропоновано заходи з фіто-
меліорації деастрованих ділянок прибережної частини техногенних
озер в умовах Малого Полісся.

Для викладачів, вчителів, студентів, фахівців з фітомеліорації й
екології та широкого кола читачів, які цікавляться проблемами від-
новлення деастрованих земель.

© Міронова Н.Г. , 2014

УДК 340.12
ББК 87.666.7

ISBN

© Міронова Н.Г. , 2014

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ПРИРОДНО-ІСТОРИЧНІ УМОВИ ТЕХНОГЕННИХ ДЕВАСТАЦІЙ МАЛОГО ПОЛІССЯ.....	4
1.1. Видобувна діяльність, її вплив на довкілля та способи відновлення порушених земель.....	4
1.2. Природно-кліматичні умови Малого Полісся.....	23
1.3. Характеристика засвоєння Малого Полісся як бази видобувної промисловості.....	32
РОЗДІЛ 2. БІОТОПІЧНІ УМОВИ ТЕХНОГЕННИХ ОЗЕР МАЛОГО ПОЛІССЯ ТА ЇХ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОГО ЕКОТОНУ.....	38
2.1. Типологічна класифікація техногенних водойм.....	38
2.2. Загальна характеристика техногенних озер Малого Полісся та їх морфометричні особливості.....	48
2.3. Особливості формування гідрохімічних показників води.....	58
2.4. Агрохімічні показники субстрату екотону.....	64
2.5. Токсикологічні умови.....	66
РОЗДІЛ 3. ФЛОРА ТА РОСЛИННІСТЬ ЕКОТОНУ ТЕХНОГЕННИХ ОЗЕР МАЛОГО ПОЛІССЯ.....	74
3.1. Порівняльно-структурний аналіз флори.....	74
3.2. Склад рослинності екотону техногенних озер.....	90
3.3. Структура рослинності екотону техногенних озер.....	103
3.3.1. Горизонтальна структура.....	105
3.3.2. Вертикальна структура.....	135
3.3.3. Фітопродукція.....	148
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ФІТОМЕЛІОРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ НА СТАН ТЕХНОГЕННИХ ВОДОЙМ.....	154
4.1. Науково-теоретичні засади фітомеліоративної зміни геохімічного та геофізичного режимів потоків екотону техногенних озер.....	154
4.2. Фітомеліоративний вплив на зміну катарадіалей.....	158
4.3. Фітомеліоративний вплив на зміну анарадіалей.....	191
4.4. Фітомеліоративний вплив на зміну латералей «вода – суша».....	193
4.5. Фітомеліоративний вплив на зміну латералей «суша – вода».....	198
РОЗДІЛ 5. НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ФІТОЦЕНОЗІВ-МЕЛІОРАНТІВ.....	206
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	218
ДОДАТОК. Флора та рослинність техногенних озер Малого Полісся.....	248

ВСТУП

Видобування корисних копалин кар'єрним способом неминуче призводить до масштабних змін природних ландшафтів. При цьому руйнується їх літогенна основа, гідрологічні умови, ґрунтовий та рослинний покрив. Фактично на місці природної екосистеми формується техногенна, яка під впливом зовнішніх абіотичних та біотичних факторів проходить свій особливий шлях розвитку. В Україні під розробку корисних копалин відведено до 150 тис. га земель. За останні роки найвищі темпи зростання видобутку були у групі корисних копалин для будівництва (пісок, глина тощо), які поширені всією територією України. У зв'язку з цим, відновлення деєастованих видобувною діяльністю земель є важливою проблемою, що підтверджується віднесенням цього напрямку до пріоритетних видів природоохоронної діяльності.

Дослідження процесів відновлення рослинного покриву є фундаментальною проблемою у вивченні стійкості та регенерації екосистем. Перетворювальна функція рослинності є основою фітомеліорації деєастованих земель. Сьогодні накопичується значний науковий матеріал щодо природного відновлення рослинного покриву на традиційних об'єктах рекультивації – у кар'єрах, на відвалах, териконах, що утворюються в результаті відкритої розробки корисних копалин «сухою» виїмкою у різних ґрундово-кліматичних умовах. Водночас, майже відсутні дослідження цих процесів у прибережних зонах техногенних водойм, що виникли в результаті видобування корисних копалин під товщею води, в основному, осадового походження, або в результаті затоплення кар'єрів.

Такі ділянки зі зруйнованим внаслідок видобувної діяльності рослинним покривом характеризуються дискретністю, порушенням природної структурної цілісності і являють собою перешкоду проходженню міграційних процесів в екосистемах на межі «суша – водне середовище». Водночас ці водойми, у більшості випадків, є джерелами прісної води, а також важливим рекреаційним ресурсом регіону. У зв'язку з викладеним вище, наукове обґрунтування фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення континууму рослинного покриву в екотонній прибережно-водній зоні та формування повноцінної гідроекосистеми із життєздатною водоймою в умовах Малоого Полісся, є актуальною проблемою. Цім питанням присвячена монографія.

Автор висловлює щирю подяку за конструктивні поради доктору сільськогосподарських наук, професору В. П. Кучерявому і рецензентам, а також широкому колу науковців та практиків, які надавали консультації при проведенні досліджень. Особливі слова подяки чоловікові за активну участь в організації експедицій; родині, колегам та друзям за моральну підтримку.

ПРИРОДНО-ІСТОРИЧНІ УМОВИ ТЕХНОГЕННИХ ДЕВАСТАЦІЙ МАЛОГО ПОЛІССЯ

1.1. Видобувна діяльність, її вплив на довкілля та способи відновлення порушених земель

Вважають, що людина, яка існує як вид 2 млн. років, стала ландшафтоутворювальним чинником близько 40 тис. років тому. Першими власне антропогенними ландшафтами були місця стоянок людей, які характеризувалися зміною рослинного покриву, тваринного світу і охоплювали значні території навколо місць перебування людей. У цей час людина при полюванні стала підпалювати місця перебування тварин і тим поклати початок антропогенному безлісся.

Близько 3-10 тис. років тому було започатковане землеробство. Польові й садові ландшафти виникли 10 тис. років тому в Межиріччі, Єгипті та прилеглих районах. Тут були окультурені пшениця, ячмінь, жито, виноград, груша, черешня, алича. Аналогічні антропогенні ландшафти виникали в інших осередках стародавнього землеробства: у Середземномор'ї, Єфіопії, Середній Азії, Китаї, Мексиці, Перу, де склався свій набір сільськогосподарських культур та прийомів ведення сільського господарства, що, безсумнівно, накладало відбиток на формування сільськогосподарських ландшафтів. Ще раніше виникли пасовищні ландшафти; у центральній Європі в неоліті переважали лучно-пасовищні ландшафти і з'являлися перші польові [318, 382, 388, 392].

Міста виникли у Межиріччі 6-5 тис. років тому. Виготовлення знарядь праці й розбудова міст призвели до появи перших гірничорудних ландшафтів, кар'єрів, відвалів, шахт.

Гірництво, тобто пошук, видобуток і переробка корисних копалин, – найдавніші галузі діяльності людини. Археологічні свідчення про широке використання первісною людиною каменю стосуються ашельського періоду (близько 700 тис. років тому), хоча відносно цінність різних гірських порід пралюдина почала розуміти набагато раніше (окремі знахідки кам'яних знарядь нараховують більше 1,5 млн років). Камінь (кремінь, пісковик, обсидіан, халцедон та ін.) залишався основною сировиною, з якої виготовляли знаряддя для полювання, праці та війни до кінця неоліту (3 тис. до н.е.) [21].

Відкриті гірничі розробки відомі з епохи палеоліту. Найдавнішою пам'яткою гірничих робіт вважають рудник Левова печера у Свазіленді на півдні Африки (епоха палеоліту – до 40 тис. років тому). Видобувні ями глибиною 2-4 м виявлені в Єгипті (Кена), Бельгії (Лімбург), Угорщині. Перші ж великі кар'єри з'явилися у зв'язку з будівництвом у Стародавньому Єгипті

пірамід. Пізніше в античному світі в кар'єрах у великих кількостях видобувався мармур.

У неоліті люди вели більш осмислене і впорядковане видобування інших корисних копалин – глини, солі, золота, міді, дорогоцінних та будівельних каменів, мінеральних фарб тощо. В цю епоху з'явилися перші примітивні рудники для видобутку міді. У 5-2 тисячолітті до н. е. видобуток міді та деяких інших металів набуває великого поширення, що супроводжується додатковим екологічними негараздами: наприклад, спалювання величезної кількості деревини при виплавці з руд срібла у місті Лавріона (поблизу Афін) призвело до зникнення лісів Аттики.

У цей період видобуток каменю, як основного будівельного матеріалу, нафти, і низки інших корисних копалин перетворився на самостійну, специфічну галузь виробничої діяльності, яка вимагала певної майстерності, спеціалізації та професіоналізму [186, 391].

У добу бронзи (кінець четвертого – початок першого тисячоліття до н.е.) розпочалася широка шахтна розробка руд: міді, олова, стибію, свинцю, золота, срібла та інших металів. Саме в ці часи виникли основні технологічні прийоми, сформувалися світові центри гірничо-металургійної справи: Мала Азія, Єгипет, Кавказ, Карпато-Балканський регіон, Південний Урал тощо.

У період пізньої бронзи розробка мідних руд велася на території сучасного Донбасу. У часи Трипілля (6-3 тис. до н. е.) на території від південно-східного Прикарпаття до Дніпра для виготовлення будівельних матеріалів і керамічного посуду трипільці широко використовували глину, видобування якої набуло тут великих обсягів [52].

Із другого по перше тисячоліття до н.е. відбувається перехід до залізного віку. Великим досягненням гірництва, яке визначило весь подальший цивілізаційний поступ людства, стали видобуток і обробка залізної руди. Вироблення мідних родовищ і плавлення руди підготували освоєння залізних руд, із залученням яких у сферу суспільного споживання пов'язаний новий етап розвитку землеробства, освоєння лісових просторів, створення нових видів озброєння, домашнього посуду, інструментів, деталей машин тощо. Війни, що виникали між державами, нерідко мали характер боротьби за оволодіння родовищами корисних копалин. У цю епоху «гірничі споруди» (великі канали і колодязі) досягали глибини 17-20 м при ширині 5-6 м, шурфи мали круглий перетин, з'явилися комбінації вертикальних і похилих виробок [56]. Є сліди кар'єрної розробки скіфами гематито-магнетитових руд Криворіжжя [52].

У першому тисячолітті до н. е. почався видобуток нафти (Персія) та кам'яного вугілля (Китай), які використовували як паливо. Але справжній «бум» кам'яного вугілля розпочався тільки у 18 ст. – в епоху парового

транспорту і коксу, а до того перевагу мала деревина. В Китаї вперше (1 тис. до н. е.) почали видобуток соляних розчинів за допомогою свердловин, які мали глибину близько 900 м [53].

На Україні в організації гірничої справи певну роль відіграли універсали українських гетьманів, якими українській шляхті надавалися землі під закладення «рудень», селітряних заводів. По суті, це типовий елемент військово-ленної системи винагороджування видатних воїнів та організації господарства країни, застосування якої відоме ще з часів Шумеру, згодом – Оттоманської Порти (так звана тімарна система). Також землями, млинами, «руднями» часто наділялися і монастирі [21].

Розширення сфери застосування відкритого способу розробки корисних копалин за допомогою кар'єрів стримувалось аж до початку 20 століття через відсутність високопродуктивних машин для виймання і переміщення великих обсягів розкритих порід. Але вже на кінець 20 століття видобування будівельних порід збільшилося на 95 %, руд – на 70 %, бурого вугілля – на 90 %, кам'яного вугілля – на 20 % [53, 207].

Таким чином, зміни у природному середовищі, в т.ч. і ті, що пов'язані з гірничою справою, відбуваються досить тривалий час, але найбільш масштабно вони почали проявлятися при переході від ручної праці (кірка, лопата) до механізованих способів видобування корисних копалин, що обумовило необхідність дослідження цих змін з метою їх мінімізації.

Вивчення перетворення компонентів навколишнього середовища внаслідок техногенезу розпочалося на методологічній основі ландшафтознавства [224], а пізніше – на біогеосистемних підходах. На сьогодні такі природно-техногенні комплекси, що охоплюють великі простори і за масштабами наближаються до природних, розглядають як індустріальні системи [226], неоекотопи [167, 168], техногенні чи природно-техногенні ландшафти [238, 239].

На відміну від природного ландшафту, який є природно-історичним утворенням, що виникло у результаті сукупної дії усіх середовищотвірних факторів, техногенний ландшафт формується в результаті техногенезу, який супроводжується руйнуванням сталих взаємозв'язків і докорінної перебудови первісного ландшафту [97, 98, 234]. У техногенному ландшафті обмін речовин і енергії визначається технічним блоком на фоні повного чи часткового пригнічення природних закономірностей.

У результаті видобутку корисних копалин відбуваються значні зміни в структурі літогенної основи. У процесі руйнування фундаменту ландшафту на поверхні з'являються нові для певної місцевості глибинні породи з незначним ступенем вивітрювання і низькою біогенністю, виникають різні форми техногенного неорельєфу, гинуть усі компоненти біоти [179].

У ході дослідження техногенних ландшафтів удосконалювалася теорія аналізу специфіки техногенних ландшафтів, пізнавалася їх географія та структура на всій території країни, розгорталися геофізичні та біофізичні дослідження у стаціонарних умовах. Різноплановість техногенних впливів зумовила розмаїття техногенних ландшафтів, що викликало необхідність їх класифікації й типізації.

Питанням типології та класифікації територій, порушених промисловістю, приділялася досить велика увага дослідників різних країн, оскільки без цього неможливе ефективне відновлення техногенних комплексів. Перші класифікації були запропоновані всередині минулого століття. Найчастіше класифікації будувалися на основі врахування низки ознак, коли за основу бралися два-три фактори (наприклад, походження, склад порід, конфігурація відвалів, ступінь придатності порушених земель до різних видів рекультивациі тощо).

Найбільш докладно розроблені класифікації промислових відвалів. Польський науковець Е. Папржицький групував території за можливістю їх біологічного освоєння і поділяв на відвали та виїмки. Він класифікував відвали за походженням (склад материнських порід), механічним складом, формою, стадіями відсіпки, ступенем і характером заростання. Виїмки дослідник поділяв за походженням на: кар'єри (піщані, глинисті, вугільні, залізрудні, каменоломні), шахтні провали, занедбані шахти. Каменоломні у свою чергу поділяв на старі і діючі, піщані кар'єри – за ступенем обводнення і покриття рослинністю. Як відзначають інші дослідники [349], значним недоліком цієї класифікації є змішування ознак походження і складу відвалів.

У 1962 році в Доповіді на I Міжнародному симпозиумі з рекультивациі у Лейпцигу Т. Скавіна наводить класифікацію, в основу якої був покладений генетичний принцип, за яким усі порушені території поділено на сім категорій: відвали з відходів підземних розробок кам'яного вугілля, свинцево-цинкових і залізних руд та інших корисних копалин; відвали з відходів переробної промисловості (відходи чорної та кольорової металургії, хімічного виробництва, шлами, зола тощо); внутрішні і зовнішні відвали відкритих розробок (при видобутку кам'яного та бурого вугілля, сірки тощо); кар'єри після відкритого видобутку піску, кам'яного і бурого вугілля, вапна та інших корисних копалин; провали підземних розробок; комплексно пошкоджені території (кар'єри, відвали, території покинутих шахт тощо); території, що зазнали максимального (катастрофічного) забруднення повітря промисловими відходами. Кожна з цих груп схарактеризована за ступенем порушення ділянок [349]. Пізніше дослідник з співавторами запропонував класифікацію промислових відвалів частково за походженням і більш розширено за механічним складом [398].

Для Англії була розроблена класифікація порушених територій з розподілом їх на дві групи: 1) землі з насипним ґрунтом – промислові відходи, відвали підземних гірничих розробок – терикони (або териконники); 2) території, що пошкоджені у результаті виїмки ґрунту – кар’єри та відвали, які утворилися при відкритому способі видобутку корисних копалин, а також провали на місцях підземних розробок. Кар’єри у свою чергу поділяли, залежно від способу розробки та гірничо-геологічних умов, на чотири категорії. Порушені території класифікували також за придатністю до використання і ступенем складності освоєння [237].

Найбільш повна класифікація відвалів за походженням була запропонована В. В. Тарчевским [325], у ній всі відвали поділялись на три великі групи: відвали добувної промисловості (зовнішні і внутрішні – відвали відкритих розробок, породні відвали при підземній розробці – терикони); відвали переробної промисловості (насипні, наливні); інші відвали. Розглядалися також додаткові ознаки: кислотність, вік, гранулометричний склад, форма, шляхи утилізації.

Ф. М. Мільков серед основних класів антропогенних ландшафтів виділяє промисловий, у межах якого знаходяться підкласи кар’єрно-відвальних ландшафтів, що утворюються при розробці родовищ корисних копалин. Їхній вигляд і подальша доля визначаються типом колишнього родовища і рівнем трансформації території, у зв’язку з чим визначено такі типи кар’єрно-відвального ландшафту: оголений – позбавлений рослинності через свою молодість або токсичність; пустошний – вкритий бур’яно-польовою рослинністю (лучною або лучно-степовою) – це один із найпоширеніших видів ландшафтів у зрілій стадії; лісовий – зайнятий високостовбурним лісом; каменеломний бедленд – на місцях видобутку вапняку, піщанику, крейди та інших щільних порід – це кам’яністі донно-кар’єрні урочища з крутими схилами, напівзруйнованими відвалами, які довго не заростають, позбавлені ґрунтів; торф’яно-кар’єрний (на місцях торфорозробок) [225].

Функціональну класифікацію ландшафтів за видами господарського використання території розвинув П. Г. Шищенко [362]. У цій класифікації виділяється тип гірничо-промислових ландшафтів із підтипами: кар’єрні виробки (види – кар’єрно-відвальні, кар’єрні), шахтні (види – власне шахтні, шахтно-провальні, шахтно-відвальні, шахтно-териконові), нафто- та газовидобувні, що є структурним продовженням класифікації ландшафтів Ф. М. Мількова.

Найбільш повно обґрунтована концепція техногенних ландшафтів була запропонована В. І. Федотовим [339], який до згаданих ландшафтів відніс не усі комплекси, утворення яких пояснюється застосуванням техніки, а тільки ті, генезис яких пов’язаний із функціонуванням геотехнічних систем,

де провідним виступає технічний блок. Таким чином, до групи техногенних ландшафтів були віднесені гірничопромислові, водогосподарські, транспортні та селітебні комплекси.

Пізніше класифікація антропогенних ландшафтів була доповнена Г. І. Денисюком на прикладі антропогенних ландшафтів Поділля [101, 346], у структурі яких були виокремлені аквальні антропогенні ландшафти-аналогі натуральних водних об'єктів – озера (кар'єрні, антропогенного карсту, відстійники тощо). Ландшафти-аналогі досліджувались як такі, що близькі морфологічно, але суттєво відрізняються генетично та за внутрішніми ознаками. Основою запропонованої класифікації аквальних ландшафтів-аналогів, що утворилися в місцях кар'єрних виробок, антропогенного карсту тощо, є такі показники, як умови формування, структура, напрямки розвитку, гідрологічні особливості, парадинамічні зв'язки з ландшафтами суміжних територій тощо.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що за період дослідження антропогенних ландшафтів створена значна кількість різнопланових класифікацій:

1) класифікація антропогенно-трансформованих ландшафтів [139, 144];

2) класифікація за окремими характеристиками (критеріями) структури і функціонування (класифікація Ф. Н. Мількова);

3) регіональні і субрегіональні класифікації;

4) галузеві класифікації техногенних ландшафтів В. І. Федотова;

5) регіонально-галузеві класифікації – інтегровані класифікації третьої та четвертої груп, наприклад, класифікація ландшафтів гірничопромислових територій для конкретних регіонів [86, 140, 162, 214, 236, 296];

б) класифікація за окремими структурними компонентами (наприклад, класифікація рельєфу техногенних ландшафтів центру Руської рівнини [341], класифікація аквальних ландшафтів Поділля).

Але варто зазначити, що загальні підходи до класифікації перетворених ландшафтів на сьогодні остаточно не сформовані, що пов'язано з такими причинами [123]:

- суперечки у науковій спільноті з приводу границь розподілу ландшафтів на природні і антропогенні, в тому числі техногенні (тобто, які ландшафти слід вважати антропогенними) і навіть заперечення деякими дослідниками існування антропогенних ландшафтів (наприклад, А. Г. Ісаченком);

- неузгодженість у виділенні головних критеріїв класифікації антропогенних ландшафтів;

- значна різноманітність умов антропогенезу (техногенезу), що спричинює різку контрастність структури параметрів функціонування антропогенних ландшафтів у різних регіонах.

Водночас сьогодні здійснюється розширення базових класифікацій. Так, використовуючи резерв логічного упорядкування генетичної класифікації антропогенних ландшафтів Ф. М. Мількова та враховуючи його основні класифікаційні критерії, А. П. Єгоровим та В. В. Козиним запропонована більш детальна класифікація антропогенних ландшафтів за їх генезисом з урахуванням ступеня конструктивності [123].

Одночасно у межах техногенного ландшафтознавства неможливо було визначати особливості та зміни ґрунтово-рослинного покриву й біоценозу (традиційних об'єктів біогеоценології), які ініціювалися техногенною діяльністю, що зумовило виникнення нового наукового напрямку – техногенної біогеоценології. Свій початок він бере з праць І. А. Добровольського [108] та А. П. Травлєєва [332] і на стадії зародження мав на меті всебічне вивчення екотопів та екосистем, що формуються у техногенних ландшафтах.

У техногенній біогеоценології логічно використовуються підходи і понятійний апарат біогеоценології та екології з відповідними модифікаціями. Наприклад, техногенний біогеоценоз визначається як двокомпонентна система, яку складають техногенні екотоп і біоценоз. Техногенні екотопи формуються на фоні технічної діяльності людини, інженерно-технічних і технологічних процесів різних виробництв. Значне місце тут займають штучне рельєфоутворення та переміщення мас гірських порід (механогенез) за різних інженерно-геологічних процесів, що супроводжують видобування корисних копалин: вибухові, намівні роботи, ущільнення ґрунтів, створення відвалів тощо.

Різноманіття геоморфологічних, геолого-мінералогічних, гідрогеологічних та інших характеристик техногенних утворень були розкриті при типологічному підході до оцінки місць існування живих організмів на промислових відвалах, кар'єрах, проммайданчиках. З урахуванням таких критеріїв, як походження, породний склад субстратів відвалів, вік, експозиція, особливості нано- та мікрорельєфу, природного заростання, лісорослинних умов тощо, була здійснена типологія техногенних екотопів. З позицій екосистемного підходу на техногенній території запропоновано розрізняти такі групи екотопів: відносно автохтонні (без істотних техногенних деструктивних змін), техногенні з переважанням порушення кліматопу, з глибоким порушенням чи повним руйнуванням едафотопу (кар'єри, відвали), з порушенням кліматопу та едафотопу (екотопу в цілому). Для залізородних відвалів запропонована типологічна схема едафотопів, у якій оцінка рослинного покриву промислових відвалів, як

типологічної ознаки, розглядалася з позицій флористичного складу, структурних особливостей угруповань, сукцесійного стану [109]. Для літофільних субстратів була запропонована типологічна періодична система техногенних екотопів за ознаками трофності субстратів, рівнем їх забруднення та рельєфними відмінностями [356]. Інтенсивність прояву біогеоценотичних процесів у техногенних ландшафтах значною мірою визначається індивідуальними особливостями еволюції форм неорельєфу у посттехногенну фазу його розвитку та гіпергенною трансформацією мінеральних субстратів (едафотопу). У сучасних дослідженнях [356] більш формалізовано поняття техноценогенез біогеоценозів (БГЦ), під яким розуміють розвиток екосистем, які виникли внаслідок техногенної діяльності або зазнають її постійного впливу, що виявляється у докорінній зміні структури біогеоценотичного покриву (аж до повного знищення біогеоценозів), при якій руйнується структурна організація екосистеми.

Вивчення стану біоти в цих біогеоценозах на сьогодні в основному обмежено дослідженнями рослинності та мезофауни.

В останні два десятиріччя питання відновлення порушених екосистем (restoration ecology) є актуальними у зв'язку із деградацією або зникненням багатьох природних екосистем [253, 254,]. У зв'язку з цим дослідження біогеоценотичних процесів у техногенному ландшафті, що сприяють його оптимізації, під якою розуміють відновлення і підвищення продуктивності, природоохоронної, господарської та естетичної цінності, очевидна за своєю актуальністю.

Одним із визнаних на сьогодні ефективних засобів оптимізації ландшафту є фітомеліорація – нова галузь екологічної науки, яка формує теоретичні засади та пропонує практичні шляхи ревіталізації техногенних територій [197]. Життєдіяльність рослин зумовлює зміни геофізичного і геохімічного режимів біогеоценозів, які проявляються у фітогенному вивітрованні, гумусоутворенні та інших перетвореннях.

Ю. П. Бяллович визначав фітомеліорацію як «покращення природних умов за допомогою рослинності» [29]. У кінці 40-х років минулого століття він визначив такі основні принципи фітомеліорації, які до сьогодні залишаються актуальними: фітомеліоративного урочища (біогеоценозу); всебічної дії і всебічної корисності; скоординованості дій; міжурочищної фітомеліорації; багатоступеневості.

Згідно з принципом фітомеліоративного урочища (біогеоценозу) меліоративний фітоценоз є тільки початковою ланкою фітомеліоративного процесу, тому повинен будуватися на закономірностях природної перетворювальної функції рослинності і створюватися як аналог природного фітоценозу, подібний до нього як за структурою, так і за динамікою.

Обґрунтовуючи принцип всебічної дії і всебічної корисності, Ю. П. Бяллович виділяє дві групи завдань фітомеліорації – полегшення розширеного виробництва відновлювальних ресурсів (повітряних мас певної якості, ґрунтових, поверхневих вод, ґрунтів, природних рослинних угруповань, естетичної цінності ландшафтів) та послаблення або повне припинення шкідливого впливу стихійних переміщень мас матерії (повітря, води, снігу, ґрунту тощо).

Принцип скоординованості дій зумовлює виконання фітомеліоративного завдання не тільки спеціально призначеним для цього видом фітомеліорації, але й долученням усіх інших її видів (наприклад, створення захисних лісових смуг координується із суцільним облісненням найближчих до них балок).

Принцип міжурочищної фітомеліорації передбачає конструювання штучних фітомеліоративних співурочищ між різко відмінними урочищами при відсутності природних співурочищ.

Принцип багатоступеневості обумовлює необхідність конструювання багатоступеневого фітомеліоративного впливу шляхом накладання міжурочищних заходів, при цьому слід досягати не простого складання впливів, а їх взаємного прогресуючого впливу.

Теоретичною базою фітомеліорації є біогеоценологія, яка розкриває природні закономірності будови і функціонування біогеоценозів. У кінці 60-х років Ю. П. Бяллович вкладає біогеоценотичний зміст у статичні і динамічні параметри фітомеліоранту як системи. Він розкриває елементарні перетворення, що безпосередньо зумовлені фітомеліорантами (зміна радіалей, латералей та стаціоналей), і розглядає фітомеліорацію як функцію радіальних, латеральних і стаціональних зв'язків.

Радіальні потоки (світло, дощ, сніг) діють на конкретний біоценоз локально. Латеральні ж зв'язки можуть діяти у межах конкретного біоценозу (біоценотична фітомеліорація), або виходити за межі рослинного угруповання (біогеосистемна фітомеліорація – вітрозахисні, водозахисні смуги тощо).

Будучи одним із найбільш послідовних продовжувачів ідей академіка В. Н. Сукачова, Ю. П. Бяллович розвинув ідею просторової структури біогеоценотичного покриву Землі, яку назвав «Всеобігель» [32, 33].

З точки зору сучасних наукових позицій, викладених В. П. Кучерявим [191, 194], фітомеліорація розглядається як напрям прикладної екології, що включає дослідження, прогнозування та використання рослинних систем для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних просторових і естетичних характеристик середовища, яке оточує людину, проектування і створення штучних рослинних угруповань (включаючи цілеспрямоване використання природного біоценотичного

покриву). Завдання фітомеліорації на сучасному етапі полягає у створенні високоєфективного рослинного покриву з цілеспрямованими функціями: продукційними, відновними, захисними, оздоровчими, естетичними, планувальними тощо. Враховуючи принцип біогеоценотичних аналогів, що набув фундаментального значення, фітомеліоранти потрібно створювати як аналоги (натурні моделі) відповідних природних фітоценозів.

Таким чином, сучасний розвиток фітомеліорації передбачає переведення фіторекультивуації техногенних земель на біогеоценотичну основу і використання принципово нової методології із застосуванням комплексних методів екології, геоботаніки, популяційної біології.

Відкритий спосіб видобутку корисних копалин спричинює найбільш руйнівний вплив на природні ландшафти, тому останнім часом особлива увага приділяється відновленню земель, порушених відкритими розробками [214]. Істотне значення тут має правильна і своєчасна оцінка всіх факторів, що визначають вибір найбільш раціональних напрямків фітомеліорації відповідно до подальшого цільового використання цих територій.

На сьогодні розроблено декілька варіантів відновлення таких ландшафтів – це польова рекультивація (вирівнювання антропогенного рельєфу, підвищення родючості і повернення території до сільськогосподарського використання), являє собою найбільш кардинальне відновлення техногенного ландшафту, яке застосовують у країнах, що зазнали відчуження великої кількості сільськогосподарських угідь і прагнуть повернути їх у сільськогосподарське використання (наприклад, Великобританія). Це, як правило, є економічно затратним, оскільки вимагає значних витрат з дуже віддаленим часом повернення вкладених коштів. Більш доцільним є залуження і заліснення кар'єрно-відвальних комплексів, тобто відновлення рослинного покриву без зміни літогенної основи. Такий варіант рекультивації вимагає менших витрат, і спрямований, головним чином, на рекреаційне використання відновлених ландшафтів. Сільськогосподарське їх використання при цьому найчастіше неможливе.

Іноді рекультивовані ділянки покриваються штучним (культурним) ґрунтом із певними заданими властивостями. Але це також не завжди економічно доцільно, тому найчастіше здійснюють посадки стійких і невибагливих культур, зростання яких в обмежені терміни сприяє формуванню ґрунту. Геохімічна рекультывація практично ніколи не проводиться, оскільки вважається, що відновлення природного ландшафту призведе до самоочищення території від техногенного забруднення.

Найпоширенішим способом фітомеліорації відвалів та кар'єрів є лісопосадки. Деревні види, завдяки потужній широко розгалуженій кореневій системі, здатні витягувати елементи мінерального живлення, що знаходяться у розсіяному стану у товщі літосфери, акумулюючи їх на поверхні. На

відміну від трав'янистої рослинності, багаторічні дерева і кущі концентрують і зберігають елементи живлення у деревині тривалий час, створюють велику масу «живої речовини». Продуктивність деревостанів, на відміну від сільськогосподарських культур і трав, менше залежить від родючості ґрунтів, адже ліси часто займають території, що мало придатні для зростання: наприклад, бідні піщані ґрунти при достатньому зволоженні природно заселяються сосною; ліси також ростуть на скелястих ґрунтах та за інших несприятливих екологічних умов. Ці особливості деревної рослинності обґрунтовують доцільність і необхідність лісорозведення на зруйнованих територіях і дозволяють розглядати створення лісонасаджень на відвалах як елемент планомірної перебудови і оздоровлення ландшафтів, порушених в результаті техногенної діяльності людини.

Досвід створення лісонасаджень на відвалах, як найбільш дешевий спосіб рекультивациї, був відомий ще з середини минулого століття. За останні роки поряд із розширенням обсягів і темпів лісової рекультивациї відбуваються зміни в методах і прийомах створення лісових культур.

У США, де лісова рекультивация набула найбільшого поширення, при створенні лісонасаджень у більшості випадків поверхню відвалів не розрівнюють або тільки частково розрівнюють зрізанням верхівок. Узагальнивши результати лісопосадок на відвалах, американські дослідники дійшли висновку про придатність більшості розкритих порід для вирощування лісу. Виключення становлять породи з високим вмістом піриту [69]. Лісонасадження проводять шляхом садіння і посіву, причому головним чином з метою озеленення і закріплення поверхні. Рекомендуються змішані насадження з трьох послідовно змінюваних груп деревних порід. В якості рослин-піонерів висаджують акацію білу і вільху чорну, на проміжному етапі – платан, тополі, для отримання ділової деревини – дуб, тюльпанове дерево, ясен білий, горіх [389]. На сьогодні тополя та вільха широко використовуються як ґрунтополіпшувальні культури, під пологом яких висаджують більш цінні породи.

У Німеччині видобуток піску ведеться відкритим способом. Зважаючи на велике обводнення родовищ піску, відмітки дна кар'єрів витримуються на глибині 0,6-1,0 м вище від рівня підземних вод, тому піщані кар'єри являють собою неглибокі великі улоговини з плоским дном. Спочатку ці відпрацьовані піщані кар'єри засівають злаково-бобовими травосумішами або чистими бобовими культурами (люпин, люцерна, конюшина тощо). Для поліпшення поглинальної здатності пісків і запобігання швидкого вимивання органіки у поверхневий шар вноситься суміш бентонітових глин, попередньо висушених і насичених аміачною водою з добривами (близько 15 т/га). Далі висаджуються лісові культури, переважно вільха сіра і чорна, акація біла, береза, тополя, клен тощо.

Біологічній рекультивациі у кар'єрних виїмках можуть підлягати відкоси і берми зі створенням на них задернованих ділянок та (або) лісонасаджень [381]. У Рейнському буровугільному басейні при лісонасадженнях на відвалах використовується 36 видів деревних рослин і 18 видів кущів [372].

Досить поширена лісова рекультивациа у промислових районах Польщі [88, 89, 400].

При рекультивациі ландшафтів, зруйнованих техногенною діяльністю, значна увага приділяється завданням санітарно-гігієнічного характеру, у тому числі запобіганню водної та вітрової ерозії відвалів. Дослідження у США показали, що улаштування невисоких озелених терас на відкосах відвалів скорочує змив на 65 % – з глинистих ґрунтів, на 52 % – з піщаних [380].

У країнах СНД значні роботи з рекультивациі здійснювались у Підмосков'ї, на Уралі, в Сибіру тощо. У Підмосков'ї ця проблема вирішувалася з початку 60-х років під керівництвом Л. В. Моторіної, де на сьогодні накопичено значний досвід. На потенційно родючих породах відвалів цього вугільного басейну можна вирощувати сосну звичайну, дуб звичайний, модрина сибірську, березу бородавчасту, тополю, акацію жовту, клен татарський тощо. Рекомендується створювати змішані насадження, в яких частка головних порід складає 60 %, супутніх – 20-30 %, чагарників – 10-20 % [128, 238].

На Уралі близько півстоліття розвивається школа промислової ботаніки, що займається питаннями рекультивациі техногенних ландшафтів [324]. Сьогодні для вказаної території розробляються нові способи рекультивациі [215], в тому числі такі, що проводяться на рівні фації, підурочища або урочища з певними ґрунтовими та гідрологічними умовами [218].

При проведенні рекультивациі на порушених землях Курської магнітної аномалії було визначено, що в умовах Центрального Чорнозем'я рекультивацийні заходи слід проводити відразу ж після відпрацювання територій, що дозволить зменшити антропогенне навантаження на прилеглу територію, поліпшити стан навколишнього середовища та додати стійкості штучно створеним фітомеліоративним системам [319].

Дослідження з відновлення техногенних ландшафтів в Україні розпочалися спробами озеленення териконів Донбасу. Великий практичний досвід такої роботи накопичений Донецьким ботанічним садом АН України [2, 171].

На сьогодні узагальнені дані майже 30-ти річного досвіду лісової рекультивациі шахтних відвалів Західного Донбасу, у якій були використані різні варіанти насипних субстратів. Доведено, що шахтна порода неприйнятна як самостійний субстрат при лісовій рекультивациі у зазначених

умовах. Були визначені культури, що мають найбільшу життєздатність у всіх варіантах дослідів [132]. Вивчений фітомеліоративний ефект насаджень різного складу і конструкцій дав можливість визначити шляхи оптимізації екокліматичного режиму на ділянках лісової рекультивациі [72, 90].

Значні обсяги рекультивацийних робіт проводяться у техногенних ландшафтах Криворіжжя; рекультивациа була започаткована тут у 1975 році співробітниками Криворізького ботанічного саду і продовжується до теперішнього часу. За цей період завдяки значній експериментальній і практичній діяльності вперше розроблена технологія підготовки залізородних відвалів до озеленення, підібрано 83 види рослин для створення захисного меліоративного покриву і розроблені найбільш ефективні прийоми посадки рослин на цих відвалах [205].

У той же час аналогічні дослідження проводилися на території Передкарпатських родовищ сірки. Для цих ділянок були підібрані чагарникові і деревні породи для заліснення відвалів та досліджено особливості їх вирощування на відвалах відкритого видобутку сірки [78, 79, 175].

Наукова школа з проблем фітомеліорациі розвивається з кінця 80-х років минулого століття у Національному лісотехнічному університеті України (м. Львів) під керівництвом професора В. П. Кучерявого. За цей час були розроблені рекомендації щодо фітомеліорациі девастрованих ландшафтів в умовах Львівщини. Проведені дослідження різновікових лісових культур, що зростають на прилеглих до кар'єрів територіях з порушеними ґрунтами, свідчать про успішність фітомеліорациі сучасних відвалів та кар'єрів з використанням насаджень лісових культур змішаного складу за участю *Quercus robur* та домішкою *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*. Хоча такі насадження є вразливими до зовнішніх антропогенних впливів та мають низьку енергію росту, вони все ж відзначаються достатньою біологічною стійкістю. До їх складу доцільно вводити такі породи як *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Salix caprea*, *Corylus maxima* [209]. Також були досліджені процеси природної та штучної фітомеліорациі затухаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну [275], розроблено критерії оцінювання ефективності фіто меліорацийних заходів [62, 63].

Лісова рекультивациа техногенних ландшафтів досліджується науковцями УкрНДІЛГА. Для лісової рекультивациі районів відкритого видобування бурого вугілля ними підібрано асортимент деревно-чагарникової рослинності із 35 видів, які поділяються на придатні та відносно придатні для вирощування на відвальних субстратах [94]. У процесі досліджень відзначалася позитивна динаміка видового різноманіття та формування лісорослинних умов на рекультивованих землях Житомирського Полісся [321].

Як відомо, відновлення рослинного покриву у посттехногенних екосистемах, а відповідно і оптимізація техногенних ландшафтів, відбувається не тільки при проведенні спрямованих рекультиваційних чи фітомеліоративних заходів, використання яких спряжене з економічними затратами, а також і у результаті природного заростання порушених ділянок.

Важливість дослідження цих процесів зумовлюється двома факторами, по-перше – це можливість вивчення природних закономірностей регенерації рослинності у нових умовах з метою їх подальшого використання при створенні фітомеліоративних біогеоценозів-аналогів для розроблення пропозицій по відновленню кар'єрів чи відвалів; по друге – вони необхідні для виявлення напрямків природної еволюції техногенних біогеоценозів і визначення можливості використання в найбільш сприятливих умовах регенераційних сил самої природи.

Техногенні фітоценози, що формуються у результаті сингенетичної сукцесії, виступають інтегральним показником придатності девастованих територій і, як найбільш інформативний компонент біогеоценозу, дозволяють оцінити ступінь їх екологічної і господарської цінності. Крім того, характер розвитку і склад ценопопуляцій порівняно легко піддаються вивченню і є досить чіткими показниками екологічного стану екопів.

Дослідження процесів самозаростання у різних видах кар'єрно-відвальних ландшафтів проводяться у різних фізико-географічних районах.

Одні з найперших досліджень природного відновлення рослинного покриву проводилися на відвалах Уральських залізрудних родовищ, де рослинність починає формуватися з перших років припинення відсипання. Відвали заростають спочатку трав'янистою, потім деревною рослинністю [189, 217, 232, 350]. З часом у структурі рослинних угруповань починають переважати деревні породи, формуючи на 16-20-річних відвалах типові лісові фітоценози. Таким чином, спільною рисою формування фітоценозів усіх техногенних об'єктів є первинний тип сукцесії.

При дослідженні природного заростання відвалів підприємств залізрудної промисловості у Північному Казахстані було виділено два типи субстратів – сприятливий і несприятливий [173]. На останньому встановлено три стадії сукцесії, а на сприятливому – чотири стадії. На четвертій стадії відновної сукцесії на сприятливому субстраті формуються рослинні угруповання, подібні до зональних.

Подібні дослідження проводилися в умовах Примор'я [301], Якутії [233], Крайньої Півночі [113] тощо. Для кожного місцеперебування у ландшафті, як і в цілому для ландшафтів, характерні своя швидкість і послідовність природного заростання та склад стійких рослинних угруповань. Усі дослідники відзначають, що формування рослинного покриву на відвалах йде уповільненими темпами у зв'язку з несприятливими

водно-фізичними і хімічними властивостями субстрату, збідненого на поживні речовини. Істотний вплив має неоднорідність мезо- та мікрорельєфу, різкі коливання температур на поверхні субстрату, нестійкість водного режиму. Роль рельєфу у формуванні посттехногенних комплексів дуже велика і значною мірою визначає можливість і напрямки подальшого їх господарського використання.

Для формування початкового рослинного покриву вирішальне значення має близькість техногенної території до масивів природної рослинності, яка є джерелом насіння й істотно впливає на видовий склад, чисельність і розподілення сходів [217, 385]. Після занесення насіння починає працювати комплекс едафічних факторів, який визначає подальший характер розвитку рослинності техногенних середовищ існування. Важливість едафічних умов підкреслюється у багатьох роботах.

Водночас із розвитком рослинності посилюється її середовищотвірний вплив. Тривалі дослідження біогеоценотичної ролі фітоценозу, що проводилися в умовах Криворіжжя [320, 354, 355], Донбасу [20, 127], Червоноградського гірничопромислового району [13, 14] дозволили виявити та теоретично узагальнити зміни техноекотопу, які проявляються у покращенні структурно-механічних, фізико-хімічних властивостей та родючості субстратів. Відновлення рослинності ініціює розвиток ґрунтоутвірних процесів у нових умовах, які визначають параметри самого фітоценозу, швидкість і напрям педогенезу.

Таким чином, на підставі аналізу численних багаторічних досліджень природного відновлення рослинності у техногенних ландшафтах різних фізико-географічних зон, які утворилися в результаті видобування корисних копалин (у кар'єрах, відвалах), можна зробити висновок, що формування рослинності у процесі самозаростання є результатом складної взаємодії зонально-кліматичних і конкретних умов неоекотопу, таких як властивості субстрату, мікрорельєф, ступінь зволоження тощо, за активної участі природної рослинності, яка є джерелом занесення насіння. Чим сприятливіші екологічні умови техногенних середовищ існування, тим ближче до зонального типу відбувається формування фітоценозів.

Спосіб видобування корисних копалин та глибина кар'єрів суттєво впливають на напрямки їх подальшого використання. Різні глибини кар'єрів – від малих (30-50 м), середніх (50-100 м) до глибоких (більше 100 м) і надглибоких (понад 300 м) у родовищах похилого й крутого падіння з вивезенням порід розкриття у зовнішні відвали зумовлюють можливість використання подібних виїмок у кількох напрямках: як водойми багатощільового призначення – в обводнених кар'єрах; як майданчик для будівництва і розміщення відходів виробництва – у сухих кар'єрах [395].

В основному на сьогодні використання територій з кар'єрними виїмками розглядається з точки зору використання вироблених просторів для складування розкритих порід і відходів збагачення. Але не менше значення має і створення водойм [272]. При цьому, поряд з технічними проблемами, пов'язаними зі стабілізацією і зміцненням відкосів бортів, розглядаються питання наближення контурів бортів кар'єру в процесі розробки родовища до природних плавних параметрів і подальшого облагородження ландшафту за рахунок створення штучних водойм та зон відпочинку.

Розробка покладів пологого і горизонтального залягання супроводжується формуванням кар'єрів малої глибини, для яких перспективне створення водойм рибогосподарського призначення, на виположених схилах – сінокосів, на відкосах – задернованих ділянок природоохоронного призначення, зон відпочинку і спорту.

Дослідженнями, проведеними у Німеччині та інших країнах, встановлено, що включення у технологічний цикл заходів з перетворення кар'єрів в облаштовані водойми, в т. ч. виположення схилів, підготовку пляжів тощо, з використанням потужного технологічного обладнання, дає можливість значно скоротити витрати на рекультивацію [399]. Важливість відновлення цієї категорії порушень особливо очевидна, визнана і актуальна для країн з високою щільністю населення. У цих умовах пріоритетним є не стільки водогосподарський напрям рекультивації кар'єрів, скільки рекреаційний – створення баз спорту і відпочинку з рибальством, водними видами спорту, купанням і наданням естетичного вигляду цим територіям [272]. Водна рекультивація кар'єрів розглядається як елемент ландшафтної структури району. Однак, у цьому випадку повинна бути вирішена задача створення донного і бортових екранів, які не просто зможуть «утримати» воду в кар'єрі, а й, що не менш важливо, запобігатимуть можливому забрудненню підземних вод, захищатимуть береги від ерозії та абразії тощо.

Ці завдання у межах фітомеліорації вже вирішувалися вітчизняними науковцями, зокрема Ю. П. Бялловичем, але в контексті фітомеліоративного захисту берегів штучних водних об'єктів – водосховищ, каналів – від ерозії та абразії за допомогою насаджень із дерев, чагарників, напівводної трав'яної рослинності.

Природним аналогом фітомеліоративного покриву для таких об'єктів Ю. П. Бяллович вважав біогеоценози долин великих і малих річок, які з давніх-давен були вкриті природними лісами, що мали важливе ґрунтозахисне та водоохоронне значення. Лісокультурний напрям прирічкового лісоведення набув потужного розвитку з 1948 року, коли було прийнято рішення по створенню крупних державних захисних лісових смуг на обох берегах річок Волги, Дону, Сіверського Донця, Уралу, а також (з

1950 року) обліснення берегів річкових водосховищ. У результаті дослідницьких пошуків був установлений зв'язок між водосховищем (рікою) та узбережжям, який забезпечується схиловим та русловим стоком, потоками ґрунтових вод та іншими береговими процесами. Призначення лісопосадок полягало у збереженні та покращенні всіх відновлювальних природних ресурсів водних об'єктів та їх берегової зони, що вирішувалось впливом захисних насаджень на руслові, заплавні та берегові процеси, на речовинно-енергетичні потоки (рідкий, твердий поверхневий стік, перенесення мікроорганізмів, переміщення ґрунтових мас тощо).

Усі види насаджень лісомеліоративної частини захисної зони водного об'єкту Ю. П. Бяллович [38] об'єднав у чотири поясні групи – нижні, середні, верхні та яружно-балкові. Нижні берегові насадження розміщують у зоні підтоплення та тимчасового затоплення для захисту заплави від абразії, розмиву і заносу русловими пісками. Як правило, ці насадження у своїй структурі теж неоднорідні і серед них можна виділити нижній підпояс, що складається з гелофітів і зазвичай формується природним шляхом, середній чагарниковий та верхній підпояс – деревний. Така комбінація є характерною для природної берегової рослинності, тому найбільш ефективна при створенні штучних нижніх берегових насаджень.

Середні берегові насадження призначені для боротьби з ерозією та ландшафтно-архітектурного оформлення берегів.

Верхні берегові насадження мають важливе протиерозійне, протисельове, водно- і повітряно-санітарне значення, а також використовуються з рекреаційною метою.

Яружно-балкові насадження призначені для акумуляції яружно-балкових виносів, попередження заболочування цінних заплавних угідь, крім того вони виконують усі функції верхніх берегових насаджень.

Вчений також провів розрахунки нормативів ширини захисних лісових смуг по берегах рік у рівнинних районах УРСР [30]. Особливо важливими ці дослідження виявилися при організації захисту берегів водосховищ, як штучних водойм, що мають свої гідрологічні особливості. Тоді було доведено, що побудовані і розміщені певним чином захисні насадження позитивно впливають на шкідливі для водосховища процеси, що протікають на його водозборі, у береговій лінії, і непрямим шляхом усувають або значно послаблюють негативні явища у самому водосховищі. В цьому контексті виділено два найбільш важливих завдання – захист від замулення та негативного впливу хвиль [40]. Зокрема визначено, що зарості значною мірою змінюють напрям хвиль: вони виходять з них завжди під прямим кутом, хоча входять під різними, і крім того, огинають зарості. Це в цілому докорінно змінює берегові процеси через зменшення енергії хвиль (у 16-25 разів), а також усуває хвильове переміщення наносів вздовж

берега [36]. На підставі цих досліджень була запропонована методика розрахунку мінімальної ширини хвилелемної смуги та агротехніка її створення [35], а також розроблені рекомендації для заліснення каскаду Дніпровських водосховищ [39], крупних каналів [37].

На сьогодні українськими науковцями-лісоводами продовжуються ґрунтовні дослідження з питань створення та використання лісомеліоративних насаджень з метою послаблення процесів ерозії [174] у різних ґрунтово-кліматичних умовах, в тому числі для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів [70, 71]. Також розробляються наукові основи господарювання у заплавних лісах [328, 329], що виконують функції верхніх берегових насаджень (за згаданою вище системою берегових насаджень Ю. П. Бялловича), вивчаються фітомеліоративні властивості насаджень яружно-балкових систем [347].

До речі, фундаментальний підхід до розробки фітомеліоративних заходів, що базується на створенні природних аналогів, сьогодні успішно використовується науковцями-гідрологами при розробленні інженерних схем компонування берегів-аналогів на стадії динамічної рівноваги [117, 223].

Поряд із цим, потрібно зазначити, що даних відносно напрямків рекультивациі та фітомеліорациі водних об'єктів (техногенних водойм), які виникли в результаті видобування корисних копалин, практично немає.

Найактивніше питання оптимізації водних кар'єрів розроблялися закордонними науковцями [272], а розрізнені малочисельні дані вітчизняних науковців стосуються, в основному, відомостей щодо характеристик самих кар'єрних водойм [268, 269]; така ж інформація наводиться і по водоймах у країнах СНД [99].

Таким чином, можна зробити висновок про те, що якщо питанням фітомеліорациі девастрованих територій у результаті видобування корисних копалин «сухою виїмкою» присвячена значна кількість робіт, то питання щодо відновлення водних техногенних об'єктів після відпрацювання кар'єрів як в теоретичному, так і в практичному плані до теперішнього часу практично не розроблялися. Втім з точки зору методологічних підходів, шляхи фітомеліорациі техногенних водойм можна розглядати аналогічно до шляхів фітомеліорациі девастрованих ділянок суші, що включають два напрями: перший – це цілеспрямоване насадження рослин-фітомеліорантів, другий – природне відновлення рослинності в умовах неоекотопу.

Як відомо, проблеми формування водної рослинності являють собою предмет дослідження гідробіологів та гідроботаніків. Згідно з ґрунтовним зведенням Д. В. Дубини [116] сьогодні у межах України більш повно проведено вивчення флористичного складу водних макрофітів та рослинності Північного Причорномор'я, зокрема дельти Кілійського гирла, Дунаю та придунайських озер, гирлових областей Дністра, Дніпра, Південного Бугу,

озер Західного Полісся. Крім цього, здійснено узагальнене вивчення флори та рослинності водойм окремих регіонів України, зокрема Правобережного і Лівобережного Лісостепу, Придніпровської височини, Карпатського регіону.

Неабиякий інтерес у фахівців-гідробіологів викликає процес природного заростання вищою водною рослинністю порівняно нових крупних антропогенних водних об'єктів, про що свідчить значна кількість наукової інформації щодо стану та зміни рослинності у водосховищах різного призначення (в тому числі і у водоймах-охолоджувачів), як у нашій країні, так і за кордоном: водосховищ Дніпровського каскаду [11, 134, 136, 177], водойм-охолоджувачів [121, 122, 153], штучних водойм Донбасу [285], Цимлянського [81] та Волзьких водосховищ [257] тощо. Визначено, що у водосховищах заростання підпорядковується зонально-кліматичним чинникам та залежить від гідрохімічних параметрів, але через вплив антропогенних чинників можливі відмінності від зональних гідроенів. Проведені дослідження щодо впливу окремих екологічних факторів середовища на водні рослини, а саме: глибини водойм, трюфності, мінералізації води, її температури, складу донних відкладів. Встановлено, що основними факторами, які впливають на розподіл видів і їх угруповань у водоймі, є глибина, рельєф дна, характер донних відкладів [77, 110, 156]. Більш опрацьовані питання щодо прогнозування заростання водойм, зокрема Дніпровського каскаду, які відзначаються значними площами прибережних мілководь різного походження [134]. Це пояснюється необхідністю розв'язання багатьох народногосподарських завдань, зокрема щодо розробки прогнозів заростання водойм, визначення фітомаси. В цілому на мілководдях новостворених водосховищ виділяють три стадії формування водної і повітряно-водної рослинності: 1 – переживаючих заростей; 2 – формування угруповань та 3 – утворення поясів рослинності. Завершальним етапом є утворення деревно-чагарникових угруповань [133].

Менш дослідженими досі залишаються малі водойми і практично не досліджені водойми техногенного походження. Одним із перших проблеми щодо водної рекультивациі відпрацьованих кар'єрів вивчав В. В. Русанов [297, 298]. Основну мету водної рекультивациі він вбачав у відновленні продукційних процесів у водоймах, розробленні та впровадженні заходів щодо збереження видового складу й чисельності гідробіонтів і місць їх проживання.

В умовах Криворіжжя проводились дослідження вищої водної та прибережно-водної рослинності природно-техногенних водойм, що утворилися з кар'єрів, та аналізувалися відмінності від природної флори макрофітів даного регіону [270]. Але зазначимо, що проблеми фітомеліорації (фіторекультивациі) таких об'єктів ґрунтовно не розглядалися.

1.2. Природно-кліматичні умови Малого Полісся

Фізико-географічна область Малого Полісся розташована між Волинською лісостеповою височиною на півночі, Розточчям на північному заході та Подільською лісостеповою височиною на південному сході.

Територія Малого Полісся має форму трикутника, більша сторона якого розміщена з північного боку, а протилежний від неї кут досягає старовинного поселення Звенигород Перемишлянського району Львівської області (49°14' пн.ш. 24°17' с.д.). Західний кут цього «трикутника» знаходиться у місті Томашув-Любельські на території Польщі (50°33' пн.ш. 23°24' с.д.), тут бере початок ріка Солокія (ліва притока р. Західний Буг).

У межах України Мале Полісся простягається від Рави-Руської на заході до Житомирського Полісся на сході. Його довжина складає близько 300 км (з них у межах України близько 260 км), а середня ширина – 20-25 км із відхиленням на окремих ділянках від 5 км – на сході – до 75 км – на заході. Найвужча частина знаходиться західніше міста Острога, де протікає річка Збитнянка (басейн р. Горинь), найширша – з півночі на південь від гирла ріки Білий Стік (правої притоки р. Західний Буг) до села Звенигород.

Площа Малого Полісся трохи більша за 8 тис.км² [212], що складає близько 1,3 % території України. Південна межа Малого Полісся проходить поблизу населених пунктів (із сходу на захід): Шепетівка – Плузжне – Кунів – Майдан – Стіжок – Кременець – Будки – Суховоля – Олесько – Білий Камінь – Велика Вільшаниця – Під'ярків – Водники – Львів – Куликів – Нестеров (з 1992 р. Жовква) – Рава-Руська. Ця межа являє собою крутий уступ, розчленований річковими долинами, балками і ярами. Північна межа Малого Полісся теж більш-менш чітко проявляється в рельєфі і має висоту уступу 40-60 м, вона проходить поблизу населених пунктів: Бачманівка – Крупець – Острог – Буца – Вєрба – Козин – Берестечко – Червоноград – Белз і далі переходить на територію Польщі [211].

Найбільш непостійною виявилась східна межа Малого Полісся (де воно з'єднується із Житомирським Поліссям), яка науковцями-географами і геоботаніками у різні періоди дослідження території визначалася неоднаково. Найсхідніше розташування границі Малого Полісся біля м. Полонне зазначав К. І. Геренчук [66], О. М. Маринич [212] проводив східну межу біля м. Шепетівки Хмельницької області.

Саму назву «Мале Полісся» запропонував польський географ Г. О. Оссовський у 1867 р. [196]. Комплексним дослідженням Малого Полісся займалися К. І. Геренчук [278, 279, 280, 284], О. М. Маринич [211, 212, 334, 342], Б. П. Муха [240], які неодноразово відмічали своєрідність цієї території завдяки унікальному поєднанню природних чинників.

Формування Малого Полісся відбувалося протягом пліоцену і першої половини антропогену. Дослідники вказують на кілька поглядів щодо виникнення Малого Полісся. Перша гіпотеза пов'язана з поступовим злиттям окремих грушоподібних розширень долин, які існували у верхів'ях рік Західний Буг, Стир та Іква ще в льодовикову епоху. Льодовикові талі води провели подальшу обробку, що призвело до повного злиття долин [351].

Наявність у пісках північно-західної частини уламків кристалічних порід Балтійського щита свідчить про відкладання цих пісків талими водами льодовика [66].

Із розмивною діяльністю водотоків за певної участі тектонічних факторів, що посилювали процеси ерозії, пов'язує утворення Малого Полісся О. М. Маринич. У роботі [212] він зазначає основні риси, що вказують на водноерозійне походження, а саме: загальні контури, наявність терас, глибокий вріз, який призвів до розмиву великої товщі морських третинних відкладів, що зустрічаються на південь і на північ від нього.

У сучасних гіпотезах утворення Малого Полісся значне місце відводять процесам, що пов'язані з тектонічними рухами. У роботі [307] вказується на вагомую роль неотектонічних рухів регіонального та локального характеру у формуванні рівнини.

Західна частина Малого Полісся розташована в межах Галицько-Волинської западини, а східна – на Волино-Подільській плиті. Згідно з сучасною схемою геоморфологічного районування, Мале Полісся розташоване у межах однойменної Малополіської алювіально-водно-льодовикової рівнини, яка є геоморфологічною підобластю Волино-Подільської області пластово-денудаційних височин і пластово-аккумулятивних підвищених рівнин [65, 169].

Мале Полісся добре виражене орографічно як пониження: Гологоро-Кременецьке пасмо з півдня обривається крутим уступом висотою 150-180 м, а Волинська височина – уступом 40-60 м [211].

Сучасний мезорельєф сформувався протягом другої половини антропогену. Значний вплив при цьому мала діяльність льодовикових вод, що сприяла підвищенню ерозії, накопиченню відкладень, перебудові річкової мережі та розмиву, в результаті чого в окремих районах утворився гривистий рельєф. Розвиток пісків та кліматичні умови сприяли формуванню еолових форм рельєфу, що складається з параболічних дюн, піщаних валів [212].

У геологічній будові території Малого Полісся беруть участь магматичні і метаморфічні породи докембрію та осадові породи верхнього протерозою, палеозою, мезозою і кайнозою, що залягають потужними шарами на кристалічному докембрійському фундаменті і перекриваються четвертинними відкладеннями з формуванням різноманітних континентальних утворень водно-льодовикового, алювіального,

елювіального, делювіального та еолового типів [91, 130]. У місцях, де корінні крейдяно-мергелеві породи виходять на денну поверхню, утворився досить поширений на території досліджень тип поверхневих відкладень, представлений елювієм щільних карбонатних порід у вигляді детритусу крейдяного мергелю [66]. Він має змішаний глинисто-карбонатний склад; вміст глинистого матеріалу коливається від 10 до 30 %, кальциту – 35-90 %. Основним глинистими компонентами цих порід є гідрослюди і монтморилоніт [304].

Верхньокрейдові мергелі («опоки») характеризуються наявністю тріщин, по яких циркулюють підземні води. У східній Острозько-Славутській частині Малоого Полісся відкладення крейдяного віку перекриті малопотужними третинними пісками та пісковиками. Четвертинні (антропогенні) відкладення мають товщину від 1-2 м до 20-30 м. Вони представлені, в основному, кварцево-польовошпатними пісками (дрібнозернистими, суглинистими), елювіально-делювіальною корою вивітрювання мергельних порід (важкі кальціновані суглинки і глини, що поширені на межиріччі Західного Бугу і Стиру та вздовж підніжжя Подільської височини). У долинах і балках четвертинні відкладення презентовані алювіальними піскуватими суглинками, які, як правило, заболочені і часто перекриті торф'яниками (до 5-10 м). Найменше четвертинні відкладення представлені лесовими суглинками, які поширені на території горбистих підвищень, мають легкий механічний склад і досить виразну шаруватість [66].

На території Малоого Полісся панує клімат атлантично-континентального типу, який формується переважно під впливом Атлантичного океану, (що проявляється у значній кількості опадів та швидкій зміні погоди), а також континентальних повітряних мас. Тому йому притаманні висока зволоженість, м'які зими і помірно тепле літо, що в цілому характерно для Західної України [281]. Разом з цим, особливості геоморфологічної будови рівнини обумовлюють місцеві кліматичні відмінності. Так, кількість опадів на Малому Поліссі є більшою і дорівнює 650-740 мм [211], що на 11-14 % більше, ніж на суміжних територіях. Такі перевищення суми опадів пояснюються більшою лісистістю та заболоченістю території, і, як наслідок цього, посиленням місцевого вологообігу [66].

Середньосічневі температури тут за рахунок менших абсолютних висот не опускаються нижче мінус 5 °С, а на сусідніх височинах вони нижчі. Проте тривалість без морозного періоду на території Малоого Полісся на 10-20 днів менша, ніж на височинах. Також раніше починаються осінні і пізніше закінчуються весняні заморозки, що пов'язано із розповсюдженням заболочених понижень [66, 211, 212].

Суми активних температур є більшими порівняно із суміжними територіями, що пояснюється властивостями поширених на даній території піщаних ґрунтів, які здатні швидко прогріватись вдень та віддавати тепло, нагріваючи повітря.

Незважаючи на суттєві відмінності кліматичних характеристик Малого Полісся від таких самих параметрів Волинської та Подільської височин, дослідники відзначають [315], що в цілому гідротермічні умови Малого Полісся наближені до умов Лісостепової зони, оскільки різниця гідротермічного коефіцієнта (ГТК Селянинова) першої і другої частин теплого періоду року для Малого Полісся складає 0,2-0,3 ГТК (для Лісостепу – від 0,07 до 0,25-0,30), тоді як для зони Полісся характерною є тотожність балансу тепла й вологи у першу і другу частини теплого періоду року.

Гідрологічна мережа у Малому Поліссі досить щільна, складає в середньому 0,5 км/км² (для району Ратинської рівнини від 1 до 2 км/км² [190]), що зумовлюється як великою кількістю опадів, так і наявністю водонепроникного шару глинистої кори вивітрювання крейдових порід та сповільненим стоком з низинної території. Середньорічні модулі стоку тут коливаються в межах 5,0-5,5 дм³/(с·км²) [213].

Річки мають змішане живлення – снігове, дощове і підземне. Для них характерна тривала весняна повінь, яка супроводжується широкими розливами, літньо-осіння межень, що порушується невисокими дощовими паводками, і зимова межень. Складний вплив на режим річок мають поліські болота, вони виступають акумуляторами вологи, вирівнюють весняну повінь та затримують спад високої води. Територією протікають річки Буг, Рата, Стир, Іква, Вілія, Горинь тощо. Долини річок неглибокі, мають пологі схили та широкі днища, іноді річкові долини заглиблюються на 50-120 м. У природних умовах Малого Полісся важливу роль відіграють підземні води. Водоносний горизонт в антропогенних відкладах знаходиться на глибинах 0,5-8,0 м [211].

Ґрунтовий покрив Малого Полісся строкатий і своєрідний, що зумовлюється відмінностями літогенної основи ґрунту. Найбільший внесок у дослідження ґрунтів Малого Полісся був зроблений такими науковцями, як І. М. Гоголев [271], Н. Б. Вернандер, Д. І. Ковалишин [282], Г. О. Андрущенко [6] та інші.

Наявність на Малому Поліссі пісків при близькому заляганні до поверхні крейдових мергелів, слабкий природний дренаж території і панування лісової та лучної рослинності зумовили утворення характерних «поліських» ґрунтів [66], серед яких найбільшу площу займають дерново-підзолисті, більшою мірою, дерново-слабопідзолисті супіщані ґрунти, меншу площу займають дерново-карбонатні і дернові ґрунти. У широких долинах

річок поширені дернові, лучні, чорноземно-лучні, лучно-болотні та торфоболотні ґрунти [212].

Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти поширені на всьому Малому Поліссі. Вони залягають на слабохвилястих вододільних просторах та борових терасах рік, понижених зандрових ділянках з близьким заляганням ґрунтових вод і слабким дренажем поверхневих вод. Профіль ґрунтів не має чіткої диференціації на горизонти. Гумусовий горизонт неглибокий, в орних ґрунтах він поглиблений оранкою, колір ясно-сірий, за складом пухкий, розсипчастий, безструктурний. Серед них переважають слабопідзолисті, здебільшого глеуваті підтипи. За будовою профілю і морфологічними ознаками розрізняють підзолисті борові піски на гривистих, часто горбкуватих еолових (перевіяних вітром) пісках і звичайні дерново-слабопідзолисті, які сформувались під змішаними лісами на алювіальних (річкових) і зрідка на флювіогляціальних (водно-льодовикових) пісках. У зв'язку з надто легким механічним складом водний режим описаних ґрунтів дуже несталий: вони легко пропускають воду і погано її утримують. Ґрунти характеризуються мінімальним вмістом гумусу, дуже малою місткістю вбирного комплексу, низьким ступенем насиченості основами, кислою реакцією і незначною кількістю рухомих форм поживних речовин [282].

Підвищені крейдянні («опокові») території займають дерново-карбонатні ґрунти, зрідка вони трапляються на вапняках і карбонатних пісковиках [271]. Перегнійно-карбонатні ґрунти переважають у ґрунтовому покриві верхнього вододілу річок Західного Бугу і Стиру. Дерново-карбонатні ґрунти (польська назва – рендзини) Малого Полісся – це інтразональні біолітогенні ґрунти, які утворилися в умовах промивного типу водного режиму в результаті комплексної дії деревної і трав'яної рослинності на продукти елювіогенезу крейдяного мергелю і є унікальним явищем у ґрунтовому покриві [157].

За механічним складом ці ґрунти досить різноманітні – супіскові, піскувато-легко- та середньосуглинкові. Переважають піскувато-суглинкові, вони містять багато вапна, що зумовлює їх лужну реакцію. Висока насиченість основами, переважно кальцієм, сприяє накопиченню гумусу, його фіксації у верхньому горизонті, тому перегнійно-карбонатні ґрунти досить багаті на гумус. Супіскові їхні різновиди містять менше гумусу, особливостями поживного режиму цих ґрунтів є мала кількість рухомих фосфатів та сполук калію.

У районах поширення дерново-карбонатних ґрунтів розповсюджені ареали дерново-підзолистих ґрунтів, підстелених щільними карбонатними породами, які є проміжними між ґрунтами місцевостей денудаційних терас і типових поліських місцевостей [302].

Лучні та лучно-болотні ґрунти, що утворилися у широких долинах річок в умовах достатнього чи надмірного зволоження при близькому заляганні водотривких крейдових мергелів, характеризуються досить значним вмістом перегною (3- 4 %) [66].

Торфоболотні ґрунти на Малому Поліссі займають великі площі у долинах малих річок (близько 11,5 % території). Вони формуються у заплавах річок, дрібних струмків, у зниженнях рельєфу. Згадані ґрунти підстелені алювіальними, алювіально-делювіальними, водно-льодовиковими відкладами й елювієм щільних маловодопроникних мергелів. У природному стані торфові ґрунти низькопродуктивні, що зумовлено їх надмірним перезволоженням. Тому практично всі торфові ґрунти Малого Полісся у 60-70-ті роки 20 ст. були меліоровані та осушені системою відкритих каналів і гончарним дренажем, переважно з однобічним регулюванням рівня ґрунтових вод [61].

Торфовища Малого Полісся розвинулися на крейді, отже вони є карбонатними, що нетипово для торфових ґрунтів інших районів, де вони в основному мають трав'янисто-осокове походження. Реакція ґрунтового розчину торфовищ переважно слабо- та середньокисла, іноді нейтральна (рН = 5,6 з відхиленням від 4,7 до 6,8 од.). Торфові ґрунти відзначаються високою сумою увібраних основ та високою місткістю вбирання. Вони добре забезпечені азотом, загальний вміст якого складає 2,5-3,6 % від ваги торфу, але слабо забезпечені калієм, фосфором та мікроелементами [282].

Останнім типом ґрунтів, які мало поширені на території Малого Полісся, але характерні для зони Лісостепу, є темно-сірі, сірі і ясно-сірі опідзолені ґрунти та опідзолени чорноземи, що зустрічаються у південно-західній частині Малого Полісся, де розташовані гряди, вкриті лесовидними суглинками (басейн річки Полтва) [66].

Згідно зі схемою ґрунтового-географічного районування територія Малого Полісся належить до Центральної тайгово-лісової області бореального поясу підзони дерново-підзолистих ґрунтів [282].

За агроґрунтовым районуванням України область Малого Полісся знаходиться у межах Західної провінції зони мішаних лісів з дерново-підзолистими типовими і оглеєними ґрунтами Полісся і включає п'ять агроґрунтових районів: Малопопільський – Західний (Радехівсько-Краснянський), Малопопільський – Побузький (Радивилівський), Ікво-Вілійський, Шепетівський і район Пасмового Побужжя [60].

Інтенсивне ведення сільськогосподарського виробництва і землеробства призвели до активізації процесів водної та вітрової ерозії ґрунтів. На значних площах ерозійно-деградованих ґрунтів спостерігається зменшення потужності генетичних горизонтів, вмісту гумусу, поживних

елементів, погіршення фізико-хімічних властивостей, і як наслідок – зниження бонітету ґрунтів [59].

Мале Полісся відрізняється від сусідніх географічних областей ще й тим, що тут значною мірою зберігся природний рослинний покрив: ліси, луки, болота займають до 60 % площі [211].

Вивченням рослинності Малого Полісся у різні часи займалися відомі польські та українські ботаніки та геоботаніки. Детально історію ботанічних та лісівничих досліджень на території Малого Полісся розглянуто в роботах [196, 366].

Перші ботанічні дослідження мали переважно флористичний характер [12]. На сьогодні визначено, що у межах Малого Полісся зростає 1149 видів вищих судинних рослин (без культивованих видів), які належать до 486 родів та 113 родин [241]. Флора Малого Полісся є відносно молодою, вона сформувалась у післяльодовиковий період із різних ботаніко-географічних центрів, основними з яких є гумідний, аридний та арктоальпійський [195]. Внаслідок історичної молодості вона відзначається малою кількістю ендемічних видів та значною кількістю погранично-ареальних видів – насамперед тих, що перебувають на південній межі ареалу. В системі флористичного районування Мале Полісся віднесене до Центральноєвропейської флористичної провінції. На його території [241] виділено три флористичних райони – Приподільський, Приполіський та Західномалополіський.

Проведені у другій половині 20 ст. геоботанічні пошуки дали можливість здійснити геоботанічне районування, за яким Мале Полісся було виділене у Малополіський округ соснових та дубово-соснових лісів Поліської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейської широколистяної області [64].

Згідно із сучасним геоботанічним районуванням України та суміжних територій Мале Полісся належить до Малополіського округу грабово-дубових, соснових лісів, заплавних лук та евтрофних боліт Південнопольсько-Західноподільської підпровінції широколистяних лісів, лук, лучних степів та евтрофних боліт Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів Європейської широколистянолісової області Голарктичного домініону [107]. На підставі останніх геоботанічних досліджень запропоновано східну межу Малополіського округу в системі геоботанічного районування перенести від Шепетівки до лінії Миньківці – Червоний Цвіт – Судимонт – Поляни, яка проходить між Шепетівкою та Полонним і наближається до східної межі Малого Полісся в системі фізико-географічного районування [283].

Рослинність Малого Полісся представлена лісовими, лучними та болотними угрупованнями. Хоча значні площі лісів вирубані, проте ліс

займає до 30 % всієї території [278] (у східній частині – до 60 % [283]). Ліси, що збереглися, розташовані на найменш родючих слабопідзолистих супіщаних і торфоболотних ґрунтах.

Основною деревною породою Малого Полісся є сосна, яка на вершинах піщаних горбів та дюн утворює чисті сухі соснові бори з підліском ялівцю, чебрецю та лишайників [66] у східній частині – чорниці, ожини [283].

Згідно з лісорослинним районуванням зазначена територія відноситься до Європейської зони широколистяних лісів східноєвропейської провінції, Малополюського округу.

Найбільш поширеним типом лісу є субори – це в основному деревостани, в яких перший ярус складає сосна Іа-І класів бонітету, другий – дуб звичайний II-III класів бонітету. До них домішуються береза бородавчаста, осика, граб, а на вологіших місцезростаннях – вільха чорна і ясен. Підлісок у цих лісах представлений горобиною, бруслиною, крушиною тощо, присутній трав'яний покрив.

На багатьох торфовищах зустрічаються вологі і мокрі низькорослі і рідкостійні соснові бори з підліском із верби вушкатої та гігрофілним трав'яним покривом. На заплавах, межиріччях з високим рівнем ґрунтових вод зустрічаються вільхові ліси, що складаються, головним чином, із вільхи чорної з домішкою сосни, дуба, іноді граба [278].

Сучасний стан структурного різноманіття лісів західної частини Малого Полісся у межах Львівської області розглянуто у роботі [39], де зазначено, що за площею тут переважають екосистеми, які за еколого-лісотипологічною класифікацією ідентифікуються як вологі дубово-соснові субори (В3-дС) та вологі грабово-дубово-соснові сугруди (С3-г-дС), вони займають до 45 % площі лісів. Відмічено значне поширення екосистем свіжого дубово-соснового субору (В2-дС), вологого грабово-сосново-дубового сугруду (С3-г-сД) і сирого чорновільхового сугруду (С4Влч). Значно менші площі займають лісові екосистеми типу свіжих борів (А2С), сирих дубово-соснових суборів (В4-дС), вологих грабово-дубових сугрудів (С3-гД), свіжих та вологих грабово-дубових сугрудів (D2-гД, D3-гД), сирих чорновільхових сугрудів (D4Влч).

Територію Малого Полісся, згідно з лісокультурним районуванням Західного Лісостепу України [95], віднесено до Малополюського лісокультурного округу, в якому виділено чотири лісокультурні райони.

Луки на Малому Поліссі займають понад 28 % усіх земельних угідь [66]. Кращими луками є заплавні, вони поширені в долинах найбільших річок Малого Полісся, де чергуються з болотами (на території східної частини займають біля 50 % від усієї площі лук [283]). Заплавні луки поділяють на різнотравно-злакові (з цінними кормовими злаками – вівсяницею лучною, тонконогом лучним, мітлицею білою, конюшиною) та

злаково-осокові. Уздовж річкового русла розміщена неширока смужка крупнозлакових, рідше дрібнозлакових справжніх луків (костриця лучна, вівсюнець лучний, лисохвіст лучний, стокolos безостий, тимофіївка лучна, тонконіг лучний тощо). Далі від русла ріки до злаків домішується гідрофільне різнотрав'я (осот прибережний, підмареник болотний тощо). Міжрічкові луки поширені нерівномірно: у західній частині Малого Полісся вони займають значно більші площі, у східній – менші. Їх поділяють на два типи – низинні (різнотравно-злакові з пануванням щучника дернистого, очеретянки звичайної, очерету звичайного, осоки стрункої, пухирчастої, звичайної, пухівки вузьколистої) та суходільні тимчасово надмірно зволожені (утворилися на місці вирубаних лісів) [278].

Болота на території Малого Полісся займають до 3 % загальної площі і поширені в долинах малих річок, деякі з них мають великі запаси торфу. Болота бувають як досить глибокі, так і болота-блюдця. Заплавні болота майже всі низинні, переважають осоково-гіпнові та злаково-осоково-гіпнові, менш поширені (в основному характерні для східної частини Малого Полісся) осокові, злаково-осокові, різнотравні і пухівково-осокові. На осушених болотах виростають угруповання очеретянки, осоки стрункої, пухівки широколистої, хвоща болотного, комиша лісового [278, 283].

У ландшафтній структурі Малого Полісся панують природно-територіальні комплекси поліського типу. В окремих місцях поширені лісостепові ландшафти. Серед поліських є місцевості пласких і слабохвилястих зандрових, моренно-зандрових і зандрово-алювіальних рівнин із сирими борами і дубово-сосновими лісами на дерново-слабопідзолистих ґрунтах. Місцевості слабохвилястих денудаційних рівнин на корі вивітрювання крейдових порід з дерново-карбонатними ґрунтами, місцями оглеєні, є у комплексі із заболоченими. Заплавні лучно-болотні місцевості поширені в долинах річок та у їхніх притоках. Ці місцевості, в основному, меліоровані й використовуються як сінокоси і пасовиська [212].

До природно-територіальних комплексів лісостепового типу належать місцевості ерозійно-денудаційних пасом із сирими лісовими і чорноземоподібними ґрунтами на лесоподібних суглинках. Такі місцевості характерні для пасового Побужжя і мають вигляд пасом, що простягаються із заходу на схід довжиною 15-22 км, шириною 3-4 км. Міжпасмові зниження мають долиноподібну форму шириною 0,5-2 км і зайняті дерново-глейовими, лучно-глейовими, чорноземно-лучними ґрунтами і торфовищами [211].

Короткий огляд фізико-географічних умов Малого Полісся переконливо свідчить про відмінність цієї природної області від сусідніх територій, при чому своєрідність природи та особливості просторового розташування зумовили проблему її належності у системі фізико-географічного районування. Так, О. М. Маринич, Б. П. Муха відносили Мале

Полісся до Поліської (мішанолісової) фізико-географічної провінції зони мішаних лісів Східноєвропейської рівнини [211]. Пізніше, базуючись на кліматологічних, геоботанічних і ландшафтних дослідженнях, фізико-географічна область Мале Полісся була віднесена до зони широколистяних лісів [213].

Іншими дослідниками територія Мале Полісся розглядається у складі Західноукраїнської лісостепової провінції. Г. І. Дениsik та О. П. Чиж визначають цю територію у зоні Лісостепу, як не виключне, а закономірне, хоча й своєрідне явище на межі контакту двох природних смуг – мішаних лісів та лісостепу, причому належність до Лісостепової зони вони обґрунтовують тим, що сучасні ландшафти Мале Полісся, особливо у центральних та східних частинах, усе більше набувають ознак лісостепових (лісопольових за [100, 102]), а не мішанолісових чи широколистяних [351].

Природно-кліматичні та фізико-географічні умови Мале Полісся обумовили його спеціалізацію за окремими галузями виробництва – сільськогосподарською, лісгосподарською, видобувною.

Лісгосподарську діяльність на території Мале Полісся забезпечують Управління лісового і мисливського господарств у Львівській, Тернопільській, Рівненській та Хмельницькій областях у межах лісництв 12-ти лісових господарств (Рава-Руського, Жовківського, Львівського, Буського, Радехівського, Золочівського – у Львівській області, Дубенського, Острозького – у Рівненській області, Кременецького – у Тернопільській області та Ізяславського, Шепетівського і Славутського – у Хмельницькій області). Ліси по категоріях захищеності поділені на захисні, рекреаційно-оздоровчі, природноохоронного, наукового, історико-культурного призначення, а також експлуатаційні ліси. Основні лісотвірні деревні породи – хвойні (в основному, сосна звичайна), твердолистяні (дуб, бук) та м'яколистяні (переважно вільха чорна).

Ця територія є широкою просторовою базою для функціонування аграрних підприємств з виробництва і переробки зернових і технічних культур, м'яса і молока.

1.3. Характеристика засвоєння Мале Полісся як бази видобувної промисловості

Природні умови території Мале Полісся зумовили напрямки його антропогенного освоєння. Особливості геологічної будови, а саме наявність на території Мале Полісся четвертинних відкладень, сприяли формуванню широкої сировинної бази для розвитку видобувної галузі. Тому, крім використання земельних та лісових ресурсів, у Малому Поліссі видобувають кам'яне вугілля, торф, пісок, глину.

З геологічними структурами пов'язані родовища мінеральних ресурсів, які представлені паливно-енергетичними та нерудними корисними копалинами. У Малому Поліссі частково знаходиться один з двох розташованих в Україні кам'яновугільних басейнів – Львівсько-Волинський. На території Соснівського та Низівського лісництв Бузького лісгоспу розташовані вугільні підприємства, що ведуть видобуток вугілля в межах Львівсько-Волинського вугільного басейну. Розвідано ще три буровугільних родовища: Рава-Руське, Жовківське, Золочівське.

Після паливно-енергетичної сировини друге місце належить покладам, які необхідні для виробництва будівельних матеріалів. Це пояснюється тим, що на значній території Малого Полісся залягають четвертинні відкладення, які слугують сировиною будівельної галузі. Обсяги їх розробки складають до 400 т/км² [140]. З неогеновими відкладеннями пов'язані кар'єри, де видобувають глини (придатні для випалювання цегли) та вапняки, які використовують для випалювання вапна. У цій же смузі добувають цементну сировину. Найбільші глиняні кар'єри розташовані у Грядовому Побужжі. Найбільше торфове родовище, яке знаходиться в експлуатації, розташоване біля села Полонична Львівської області, де потужність шару торфу становить 10 м.

Пісок кварцовий (SiO₂ – двоокис кремнію) є природним мінералом, що містить мінімальну кількість (до 0,5 %) чужорідних домішок, він інертний і дуже стійкий. Як відомо, джерелами видобутку піску є піщані та піщано-гравійні кар'єри (з поділом компонентів піщано-гравійної суміші), проте останні на території дослідження непоширені.

Пісок будівельний на території Малого Полісся представлений родовищами алювіальних і воднольодовикових пісків, які окремими площами або горбами-дюнами, що вкриті сосновими лісами, зустрічаються по всій території. Пісок на цих дюнах за мінеральним складом кварцево-польово-шпатний із домішками глауконіту, а в північно-західній частині ще й з домішками уламків кристалічних порід Балтійського щита. Найбільші родовища цих видів сировини мають місцеве та внутрішньообласне значення.

За умовами залягання родовищ піску, як і інших корисних копалин, кар'єри поділяють на косогірні, рівнинні і водні [158, 159]. До косогірних належать кар'єри, що розташовуються на схилах височин. У цьому випадку місце видобутку піску вище від транспортних шляхів і навколишньої місцевості. Такі кар'єри завжди сухі. У рівнинних кар'єрах пісок залягає нижче від поверхні землі й іноді нижче рівня ґрунтових вод. Такі кар'єри можуть бути сухими або обводненими. Водні кар'єри відрізняються способом видобування піску, яке відбувається у водному середовищі.

Серед природних факторів, що визначають ступінь обводнення родовищ, основними є: а) атмосферні опади і повені, які зумовлюють

збільшення водопритоків; б) постійний зв'язок підземних вод з поверхневими водотоками і водоймами, що також призводить до посилення водопритоку та ускладнення водовідведення; в) рельєф місцевості (забезпечує інтенсивність дренаваності: чим більша глибина врізу, тим більша кількість водоносних горизонтів перетинається, взаємопов'язується і дронується); г) потужність і склад покривних слабопроникних товщ (суглинки, глини); д) ступінь відслонення, за яким корінні породи бувають відкриті (з виходом на поверхню) і закриті; є) літологічний склад водовміщувальних порід і зміни водопроникності порід з глибиною; ж) тектоніка району і форми древнього похованого рельєфу [344, 361].

Залежно від способу розробки піску кар'єр або осушують за допомогою водовідводу, дренажу, або не перешкоджають обводненню для видобутку піску у водному кар'єрі з-під шару води з використанням спеціальної техніки [92].

За сухого способу видобуток проводиться екскаваторами (ковшовими, драглайними, роторними), скреперами, а вивіз – самоскидами, автотягачами-самоскидами, тракторами, залізничним транспортом, конвеєрним способом тощо. Такий спосіб поширений для видобування більшості видів корисних копалин.

Водночас, в Україні багато родовищ будівельних, формувальних і скляних пісків, що значно обводнені (крім Малого Полісся, у Миколаївській, Харківській, Дніпропетровській областях тощо). Згідно з аналізом, проведеним в роботі [24], у 75 % родовищ пісків України в товщі покладів наявний водоносний горизонт. У зв'язку зі збільшенням обсягів споживання будівельних пісків [245], актуальним стає питання розширення матеріально-сировинної бази, в тому числі і за рахунок освоєння материкових обводнених родовищ пісків.

Підводна розробка, як спосіб видобутку піску, на даний момент менш розповсюджена територією України, проте на Малому Поліссі цей спосіб видобування високоякісного піску є достатньо поширеним завдяки специфічній гідрогеологічній будові та рельєфу території. Крім того, за критерієм мінімальної собівартості видобутку 1 м³ корисних копалин, він є економічно обґрунтованим та доцільним [24], що дозволяє спрогнозувати збільшення видобування піску земснарядами та поступове утворення техногенних водойм по всій території України, а відповідно, виводить у розряд першочергових завдань їх дослідження.

Підводна розробка родовища являє собою цілий комплекс з видобування та укладання корисної породи. Основними перевагами такого способу виймки породи є висока продуктивність, механізація та автоматизація технологічних процесів. Для підводної виймки і транспортування корисних копалин використовують драги, підводні

екскаватори, скреперні установки, земснаряди тощо. Принцип дії цих установок практично однаковий, вони забирають корисні копалини під водою та разом з водою транспортують у вигляді суспензії. Застосування різновидів драг залежить від глибини залягання порід. Так, черпакові драги використовують при глибині не більше, ніж 50 м, землевсмоктувальні – до 80 м, ерліфтні – до 200 м, грейферні – до 250 м, багаточерпакові канатно-ланцюгові – до 1500 м, ежекторні із зануреними насосами – до 4600 м.

Найчастіше для розробки континентальних підводних родовищ використовують плавучу установку – землевсмоктувальний снаряд (або земснаряд) (рис. 1.1), який являє собою понтон, що переміщується і фіксується у певній позиції за допомогою тросів, якорів і пальових пристроїв. На понтоні розташовується землесос – потужний насос відцентрового типу.

На дно спускається всмоктувальний пристрій землесоса і, при необхідності, механічний розпушувач. Землесос і розпушувач працюють одночасно, причому розпушений пісок разом із водою засмоктується в трубу й у вигляді пульпи (гідросуміші) транспортується пульпопроводом. Для видобутку і перекачування пульпи використовують також гідроелеватори, що працюють за принципом ежектора [198].

Пульпа всмоктувальним насосом по трубопроводах транспортується у гідровідвали – спеціальні складські майданчики (карти наміву піску) на березі, звідки вода стікає у водойму. При цьому одночасно забезпечується відмивання піску від пилоподібних і глинистих домішок, його збагачення і фракціонування.

Карта наміву являє собою зону, огорожену обвалуванням з місцевого ґрунту, при цьому висота і ширина насипу залежать від особливостей території, а також від кількості намитого піску. Вал зводиться за допомогою будівельної техніки – бульдозерів і екскаваторів. Відведення освітленої (відстояної) води з карти відбувається шляхом відкачування насосами або за допомогою відвідного колодязя (найчастіше із сталевий труби), який повинен забезпечити відведення води зі швидкістю, не меншою від тієї, з якою вода надходить на карту наміву по трубах пульпопроводу.

При гідронамиві важливо постійно контролювати стан обвалування карти наміву, оскільки потоки води можуть підмити основу обвалування і водно-піщана маса може розтіктися на тисячі квадратних метрів, що матиме негативні як фінансові, так і екологічні наслідки.

Видобування корисних копалин «мокрою» виїмкою [272] має цілий ряд негативних наслідків. Складні перетворення геолого-геоморфологічної основи зумовлюють утворення техногенних форм рельєфу, змінюють гідрогеологічні умови. Крім цього, підготовка поверхні кар'єрного поля спричиняє знищення природних біоценозів та деградацію ґрунтового покриву (рис. 1.2).



Рис. 1.1. Працюючий гідрокар'єр (біля с. Полян, Хмельницька обл.)



Рис. 1.2. Деградація ландшафту при гідронамиві піску
(карта із сайту Google maps)

Вплив кар'єрних розробок на зміну гідрогеологічної обстановки навколо кар'єра поширюється на площу, часто за розмірами більшу, ніж розміри самого кар'єру. Це пов'язано з тим, що кар'єр розкриває всі водоносні горизонти, які розташовуються вище від рівня знаходження корисної копалини, а у певних випадках виникає необхідність і у суттєвому зниженні напорів водоносних горизонтів.

Промислове видобування піску у кар'єрах на території Малого Полісся розпочалося ще наприкінці 19 сторіччя. Тоді всі головні роботи виконувалися вручну, кількість працюючих на середніх за потужністю кар'єрах сягала 300 чоловік. Після Другої світової війни розробка кар'єрів продовжувалась і нарощувала обсяги, для цього у видобувний процес залучалася потужна техніка – екскаватори, вагонетки, самоскиди, розроблялися нові ділянки. На територіях, де ґрунтові води розташовані близько від поверхні ґрунту, на початкових етапах видобування проводилося сухим способом.

Далі, у міру надходження води, розробку проводили земснарядами у водних кар'єрах. У місцях, де рівень ґрунтових вод був зовсім близько (не більше, ніж 0,3 м від поверхні), розробку одразу проводили гідромеханізованим способом після зняття шару ґрунту. Середня потужність видобування піску у водних кар'єрах складала 600 м³/год.

Значна частина кар'єрів, які були вироблені до середини 80-х років минулого століття, мали глибину 10-12 м. Діючі на сьогодні кар'єри мають значно більші глибини – до 20-30 м. У процесі поступового виймання піску із водного середовища площі водних кар'єрів збільшуються, і після закінчення забору піску утворюють штучні водні об'єкти з порушеними компонентами природних ландшафтів навколо кар'єрного поля. Рекультивация відпрацьованих піщаних кар'єрів, як обов'язковий кінцевий етап експлуатації родовища, часто ігнорується, що зумовлює погіршення біологічного потенціалу території і є неприпустимим у світлі положень Європейської ландшафтної конвенції, тому проблема облаштування техногенного ландшафту засобами фітомеліорації є надзвичайно важливою.

БІОТОПІЧНІ УМОВИ ТЕХНОГЕННИХ ОЗЕР МАЛОГО ПОЛІССЯ ТА ЇХ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОГО ЕКОТОНУ

2.1. Типологічна класифікація техногенних водойм

Ще на початку минулого століття у районах розробки родовищ з'явилися технологічні водойми, утворення яких було необхідним для забезпечення як допоміжних операцій (скидання технологічних і дренажних вод, відстоювання тощо), так і для безпосереднього проведення процесів видобування (наприклад, піску із дна водних об'єктів); а також водойми, що утворилися після закінчення експлуатації кар'єрів, з яких під час видобування вода відпомувалася, а після припинення виробничої діяльності (а відповідно і зупинення відкачування води) відбулося затоплення за рахунок підземних вод та опадів.

Техногенний генезис та подібність цих водойм до озер зумовили появу їх назви – техногенні озера, яка почала використовуватись у науковій літературі різними авторами [26, 105, 154, 268, 269, 367]. Подальші зміни цих водойм відбувалися під впливом природних чинників, які в цілому тією чи іншою мірою були пов'язані з процесами переробки берегів та їх самозаростання, інтенсивність яких у більшості залежала від гідрохімічних та морфологічних характеристик водойм.

Залежно від умов формування техногенні озера мають різні морфометричні показники, хімічний склад та інші характеристики, які в цілому вписуються в наявні на сьогодні класифікації озер. Водночас, вода і донні відклади цих озер можуть мати підвищений вміст токсичних елементів у різних формах, відмінності у формуванні берегової лінії, що пов'язано з особливостями експлуатації водойми як об'єкта гірничодобувного виробництва [343, 374, 377, 384] і впливатиме на їх посттехногенний розвиток. Це зумовлює необхідність розробки комплексної екологічної класифікації техногенних озер.

На сьогодні існує велика кількість класифікацій природних озер, в основу яких покладені окремі ознаки. Серед них можна виділити такі групи: генетичні, морфометричні, термічні, гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні тощо [23, 155, 261, 293, 326], які є однопараметричними і не дозволяють комплексно оцінювати екосистему озера.

За походженням природні озера класифікують на тектонічні, вулканічні, льодовикові, провальні, карстові тощо; за географічним положенням – на інтразональні, полізональні; за розташуванням у ландшафті – на низинні, заплавні, високогірні; за проточністю – на безстічні, слабопроточні, періодично проточні, тимчасові, реліктові; за глибиною – на дрібні, глибокі, надглибокі; за формою – на округлі, подовжені,

стрічкоподібні, серповидні, тощо; за площею – на дуже великі, великі, середні, малі; за солоністю – на прісні, солонуваті, солоні, соляні (мінеральні); за мінералізацією – на ультрапрісні, маломінералізовані, середньомінералізовані, з підвищеною мінералізацією; за аніоном, що переважає – на гідрокарбонатні, сульфатні, хлоридні; за трофністю – на оліготрофні, мезотрофні, евтрофні, дистрофні; за видами користування – на рибогосподарські, для водопостачання, для видобутку солі, руди сапропелів, лікувальних грязей тощо; за екологічним станом – на чисті, забруднені, такі, що заростають тощо; за розчленованістю берегів – на дуже розчленовані, слабо розчленовані, мало розчленовані [3, 22, 111]. Детальний аналіз таких класифікацій наведено у роботі [242].

Розроблена багатопараметрична лімнологічна класифікація [227], яка використовується для класифікації, типізації та інвентаризації озер на регіональному рівні [54, 277], проте екологічна складова цієї класифікації досить обмежена.

Кар'єри, у свою чергу, класифікують за видом мінеральної сировини, що в них добувається. Згідно з цією класифікацією їх поділяють на залізорудні, кам'яні, вугільні, вапнякові, піщані, глинисті, суглинкові. За будовою та складністю кар'єри поділяють на прості (складаються з днища і бортів) та складні (мають терасовані борти); за глибиною – на неглибокі, середні, глибокі та надглибокі; за формою в плані – на округлі, видовжені, серцеподібні, овальні, неправильні залежно від геологічних умов залягання мінеральної сировини, за територіальним розміщенням – на вододільні, схиліві, донні [92].

Очевидно, що уніфікована класифікація техногенних озер повинна базуватися на теоретико-методологічних здобутках як лімнології, так і суміжних наук, і включати ті класифікаційні параметри кар'єрів та природних озер, що є важливими з точки зору характеристики новоутворених об'єктів.

Як методологічна основа нами були залучені методи порівняльної екології, які набули широкого застосування у лісівничо-екологічній типології, а також підходи, що використовувалися при створенні багатопараметричної лімнологічної класифікації [227] у нашій інтерпретації стосовно техногенних водних об'єктів з оригінальним поєднанням ознак.

Класифікація передбачає об'єднання параметрів, експертну оцінку при виборі ознак кожного параметра і опис техногенного озера у вигляді літерно-цифрового позначення, за допомогою якого можна буде надати характеристику типу для будь-якого озера.

Виходячи з викладених вище міркувань та авторського розуміння проблеми класифікації техногенних водойм, ми пропонуємо комплексну екологічну класифікацію (КЕК) техногенних озер, що враховує

загальнолімнологічні, екологічні параметри озерних екосистем та окремі класифікаційні ознаки кар'єрів. Особливістю розробленої екологічної класифікації є урахування факторів, що впливатимуть на ступінь фітомеліоративної придатності складових екотопу гідроекосистеми техногенних озер (табл. 2.1).

Класифікація являє собою ієрархічну систему. Перший рівень класифікації складається з 4-х груп параметрів: генетичної; морфометричної; гідрохімічної та гідрофізичної; екологічної. Другий рівень охоплює 16 параметрів, які розподілені між чотирма групами, і, у свою чергу, включають 65 показників. Тип озера являє собою формулу, у якій параметр позначається літерою, а показник цифрою. Схарактеризуємо кожну групу параметрів.

I. Генетична група параметрів. Характеризує місце розташування та особливості генезису техногенних водойм і включає такі класифікаційні ознаки (параметри):

- географічна зона розташування кар'єру;
- вид сировини, що видобувалась у кар'єрі;
- спосіб утворення техногенного озера;
- еволюційно-віковий фактор озера;
- стік.

Параметр «Географічна зона розташування кар'єру (G)». Дає можливість визначати географічну приуроченість техногенних озер, враховувати зональні відмінності гідрологічних, гідрохімічних та кількісних біологічних показників, а відповідно і прогнозувати процеси їх розвитку згідно із зонально-кліматичними закономірностями. Техногенні озера поділяємо на ті, що утворилися у зоні мішаних лісів, у лісостепу і степу.

Параметр «Вид сировини, що видобувалась у кар'єрі (P)». Техногенні озера можуть утворюватись у кар'єрах з видобування різних видів мінеральної сировини і цим значною мірою буде зумовлюватись подальший розвиток цих водойм – динамічні зміни берегової лінії, формування специфічних фітоценозів тощо. Від виду корисних копалин суттєво залежить геохімічна характеристика екотопу озер, адже оголення корисних копалин при наявності у них водорозчинних форм токсичних хімічних елементів зумовлює швидку міграцію між складовими екотопу. Наприклад, гірські породи можуть містити у розсіяному стані важкі метали чи радіонукліди, тому кар'єри з видобування каменю, вугілля або залізорудні можуть мати підвищений токсичний чи радіаційний фон. Отже, за параметром виду сировини, яку видобували у кар'єрі, техногенні озера поділяють на залізорудні, вугільні, кам'яні, суглинкові, піщані, вапнякові.

Таблиця 2.1

Комплексна екологічна класифікація техногенних озер

Групи параметрів	Параметри	Показники
1	2	3
Генетична	Географічна зона розташування	G1 – Зона мішаних лісів
		G2 – Лісостеп
		G3 – Степ
	Вид сировини, що видобувалась у кар'єрі	P1 – залізородні
		P2 – вугільні
		P3 – кам'яні
		P4 – суглинкові
		P5 – піщані
		P6 – вапнякові
	Спосіб утворення	Y1 – затоплення кар'єру після закінченні експлуатації
		Y2 – видобування «мокрим» способом
		Y3 – накопичення опадів і талих вод у відпрацьованих кар'єрах
	Еволюційно-віковий фактор (вік)	T1 – дуже старі – вік понад 100 років
		T2 – старі – вік 65-100 років
		T3 – середні – 45-65 років
		T4 – молоді – 15-45 років
T5 – дуже молоді – до 15 років		
Стік	C1 – стічні	
	C2 – безстічні	

1	2	3
Морфометрична	Площа водного дзеркала	S1 – дуже малі – площа до 1 км ²
		S2 – малі – площа 1-10 км ²
		S3 – середні – площа 10,1-100 км ²
		S4 – великі – площа більша за 100 км ²
	Глибина	H1 – дуже неглибокі – до 5 м
		H2 – неглибокі – 5,1-10 м
		H3 – середньоглибокі – 10,1-50 м
		H4 – глибокі – більше 50 м
	Форма в плані	F1 – округлі
		F2 – видовжені
		F3 – овальні
		F4 – неправильної форми
Гідрохімічна та гідрофізична	Прозорість	Z1 – мало прозорі – за білим диском менше 3 м
		Z2 – прозорі – за білим диском 3-5 м
		Z3 – високопрозорі – за білим диском більше 5 м
	Ступінь мінералізації	M1 – прісні – вміст солі до 1 г/кг
		M2 – солонуваті – вміст солі 1-25 г/кг
		M3 – солоні – вміст солі 25-50 г/кг
		M4 – соляні (мінеральні) – вміст солі понад 50 г/кг
	Іонний склад	I1 – гідрокарбонатні (з переважанням іонів HCO ₃ ⁻)
		I2 – сульфатні (з переважанням сірчанних сполук)
		I3 – хлоридні (з переважанням іонів Cl ⁻)
Вміст розчиненого кисню	O1 – високий вміст кисню (більше 100 %)	
	O2 – середній вміст кисню (85-100 %)	

1	2	3
		O3 – низький вміст кисню (70-85 %)
		O4 – дуже низький вміст кисню (до 70 %)
Екологічна	Ступінь фітотоксичності	Ft1 – I клас токсичності (токсичність надвисока)
		Ft2 – II клас токсичності (токсичність висока)
		Ft3 – III клас токсичності (токсичність середня)
		Ft4 – IV клас токсичності (токсичність низька)
		Ft5 – V клас токсичності (норма)
		Ft6 – VI клас (стимуляція)
	Трофічний статус	Tr1 – оліготрофні озера
		Tr2 – мезотрофні озера
		Tr3 – евтрофні озера
		Tr4 – дистрофні озера
	Ступінь заростання	Zr1 – незарослі (площа заростей – до 1 %)
		Zr2 – дуже низький (площа заростей 1-5 %)
		Zr3 – низький (площа заростей 6-10 %)
		Zr4 – помірний (площа заростей 11-25 %)
		Zr5 – значний (площа заростей 26-40 %)
		Zr6 – високий (площа заростей 41-65 %)
		Zr7 – дуже високий (66-95 %)
		Zr8 – суцільні зарості (96-100 %)
	Вид фітомеліоративного покриву берегів	Fm1 – деревний
		Fm2 – чагарниковий
Fm3 – трав'яний		
Fm4 – відсутній		

Параметр «Спосіб утворення техногенного озера (Y)». Утворення озер може відрізнятись залежно від способу експлуатації кар'єра. Найбільш поширеним є видобування корисних копалин «сухою» виймкою, і хоча більша частина корисних копалин видобувається з обводнених шарів, постійне відкачування води дозволяє застосовувати цей спосіб. Після закінчення експлуатації кар'єра улоговина поступово заповнюється підземними водами (так звані «затоплені» кар'єри). Другий варіант утворення техногенного озера набув поширення, в основному, при видобуванні піску з під шару води із дна водойми, яка утворюється в процесі поступового виймання піску і заповнення підземними водами за їх неглибокого розташування від поверхні землі. Таким чином, на відміну від першого варіанту, утворення техногенного озера відбувається під час експлуатації кар'єру. І в першому, і у другому випадках, крім підземних вод, підживлення водойм відбувається за рахунок атмосферних опадів і талих вод. Третій варіант утворення техногенних озер пов'язаний з накопиченням атмосферних опадів і талих вод у відпрацьованих кар'єрах з матеріалів із низкою водопроникністю – глинистих, суглинкових тощо.

Параметр «Еволюційно-віковий фактор (T)». Оскільки техногенні озера являють собою динамічні системи, стадії їх розвитку будуть залежати від віку. Враховуючи технічний прогрес та розвиток видобувної промисловості, пропонуємо поділити техногенні озера за віком на такі групи: дуже старі – вік понад 100 років, старі – вік 65-100 років, середні – 45-65 років, молоді – 15-45, дуже молоді – до 15-ти років.

Параметр «Стік (C)». Залежно від того, є озеро стічним чи безстічним, у ньому будуть по різному проходити біологічні процеси, оскільки у першому випадку гідроекосистема буде більш закритою, ніж у другому.

II. Морфометрична група параметрів. Морфометрія водних об'єктів відображає як характерні ознаки розвитку улоговини, так і процеси, що відбуваються у водній товщі. Тому існує багато лімнологічних класифікацій за тим чи іншим морфометричним показником. При визначенні параметрів морфометричної групи ми користувалися і лімнологічними підходами, і класифікаційними ознаками кар'єрів. Ця група включає такі класифікаційні параметри:

- площа водного дзеркала;
- глибина;
- форма техногенного озера у плані.

Параметр «Площа водного дзеркала (S)». Площа водної поверхні використовується в усіх розрахунках, пов'язаних із визначенням величини випаровування, коливання рівня, зміни запасів води тощо. Поряд із різними класифікаціями, що наводяться в літературі, найбільш поширеним є розподіл

озер за площею водного дзеркала на дуже великі – із площею, більшою за 1 000 км², великі – із площею 101-1 000 км², середні – із площею 10-100 км², малі – із площею, меншою за 10 км². Враховуючи те, що значна кількість простих кар'єрів нерудних корисних копалин має невеликі площі кар'єрного поля, така класифікація не буде інформативною, у зв'язку з цим пропонуємо доповнити її ще однією групою, тоді техногенні озера за площею водного дзеркала будуть поділятися на дуже малі – площа до 1 км², малі – площа 1-10 км², середні – площа 10,1-100 км², великі – площа більше 100 км².

Параметр «Глибина (H)». Глибина озер – один з провідних лімнологічних морфометричних показників, що визначає багато гідрологічних, фізико-хімічних та біологічних процесів. Водночас це і важливий показник для кар'єрів, проте їх класифікація орієнтована на великі значення, оскільки глибина деяких з них сягає 250 м і більше, проте експлуатація таких надглибоких кар'єрів не супроводжується утворенням озер. У зв'язку з цим техногенні озера поділяємо на дуже неглибокі – до 5 м, неглибокі – 5,1-10 м, середньоглибокі – 10,1-50 м, глибокі – більше 50 м.

Параметр «Форма техногенного озера у плані (F)». Враховуючи провідний вплив видобувних операцій на стадії експлуатації кар'єра на утворення форми в плані техногенного озера, беремо за основу класифікацію кар'єрів. Отже, техногенні озера поділяємо на округлі, видовжені, овальні та неправильної форми.

III. Гідрохімічна та гідрофізична група параметрів. Гідрохімічні та гідрофізичні показники відіграють провідну роль у формуванні гідротопу, від них залежить різноманіття, продуктивність, динаміка гідробіологічних процесів в екосистемах тощо. Із всього розмаїття гідрофізичних та гідрохімічних показників, враховуючи специфіку техногенних озер, за класифікаційні параметри обрано такі:

- прозорість води;
- мінералізація;
- іонний склад;
- вміст розчинного кисню.

Параметр «Прозорість вод (Z)» зумовлюється наявністю завислих речовин. У воді природних озер завжди присутні завислі речовини, як органічного, так і мінерального походження. Концентрація органічних зависей (мікроорганізми, рештки планктону тощо) обумовлюється інтенсивністю гідробіологічних процесів. Присутність неорганічних завислих речовин у техногенних водоймах може відрізнитися від природних. На цей показник суттєво впливають властивості гірської породи кар'єра, з якого сформована улоговина та береги, оскільки від них залежать інтенсивність виносу матеріалів при динамічному перетворення берегів, розвиток ерозійних процесів тощо. Важливість цього показника зумовлюється його

впливом на фізичні і хімічні властивості водних мас. Крім того, завислі речовини впливають на гідробіологічні процеси та рівень біологічної продуктивності водойм як фактор розвитку (через прозорість та колір води), а також як джерело харчування. За прозорістю, яка визначається згідно з лімнологічною методикою за білим диском, техногенні озера поділяємо на групи: малопрозорі (менше 3 м), прозорі (3-5 м), високопрозорі (більше 5 м).

Параметр «Мінералізація (М)». Розподіл техногенних озер за цим показником вважаємо доцільним проводити, користуючись класифікацією для природних озер, за якою вони поділяються на чотири групи: прісні (вміст солі до 1 г/кг), солонуваті (солоність 1-25 г/кг), солоні (вміст солі дорівнює солоності вод Світового океану 25-50 г/кг) та соляні (або мінеральні, із солоністю понад 50 г/кг).

Параметр «Іонний склад (І)». Класифікацію техногенних озер за іонним складом проведено згідно класифікації поверхневих вод за О. А. Альокінім, який поділяє озера на три групи: із переважанням іонів HCO_3^- (більшість прісних озер); сульфатні, із переважанням сірчанних сполук (характерні для солонуватих озер); хлоридні, із переважанням іонів Cl^- (такі води характерні для солоних озер).

Параметр «Вміст розчинного кисню (О)». Серед усіх розчинених у воді газів кисень є одним із основних показників якості води і стану водних екосистем зокрема. Кисень відіграє вирішальну роль не лише для існування більшої частини водних організмів, але й має дуже важливе значення для перебігу процесів трансформації речовин, що потрапляють у водойми. Його зменшення стає причиною евтрофікації водойм. За вмістом у воді розчиненого кисню (у % насичення) техногенні озера поділяємо на чотири групи: озера з високим вмістом кисню (більше 100 %), із середнім вмістом кисню (85-100 %), з низьким вмістом кисню (70-85 %), з дуже низьким вмістом кисню (менше 70 %).

IV. Екологічна група параметрів. Цю групу параметрів ми розглядаємо з точки зору оцінки безпеки екотопу техногенних озер та їх придатності для оптимізації і подальшого використання, тому до складу кваліфікаційних ознак віднесено такі параметри:

- ступінь фітотоксичності;
- трофічний статус;
- ступінь заростання;
- вид фітомеліоративного покриву берегів.

Параметр «Ступінь фітотоксичності (Ft)». В умовах деастрованих територій оцінка ступеня токсичності техногенно перетворених екотопів є найважливішою умовою у прогнозуванні їх придатності для відновлення біоценозів при спрямованих фітомеліоративних заходах або за умов природного заростання. Як відомо, токсичність налужить до біологічних

характеристик і комплексно може визначатися тільки з використанням живих організмів, оскільки концентрації окремих забруднювальних речовин (наприклад, важких металів, радіонуклідів тощо), які визначають аналітичними методами, не дають можливості оцінити комплексний екологічний вплив різних поллютантів на живі організми та придатність середовища для відновлення біоценозу на дегазованих ділянках. Тому для оцінки ступеня токсичності екотопу техногенних водойм пропонується інтегральний показник, що визначається методом біотестування за шкалою Кабірова [143]. Відповідно до значення цього показника середовище за токсичністю можна поділити на п'ять класів: I клас токсичності (токсичність надвисока); II клас токсичності (токсичність висока); III клас токсичності (токсичність середня); IV клас токсичності (токсичність низька); V клас токсичності (норма); VI клас (стимуляція).

Параметр «Трофічний статус (Tr)». Системи трофічної класифікації озерних екосистем базуються на поділі на класи континууму між двома крайніми трофічними станами. Найбільш поширеним є розподіл континууму трофічного стану на чотири групи (класифікація А. Тинемана та Э. Наумана), який ми вважаємо доцільним і для класифікації техногенних озер: оліготрофні – це глибокі озера, які бідні на рослинний планктон та поживні речовини, із незначною мінералізацією (окрім кальцію) і рівномірним розподілом кисню влітку та взимку; мезотрофні озера – це озера із середніми трофічними умовами; евтрофні озера – це водойми із значним вмістом поживних речовин; неглибокі, добре прогриваються влітку, із зменшенням кисню до дна; дистрофні озера – це неглибокі озера, які бідні на біогенні елементи, з кислим середовищем і значним вмістом гумінових кислот; поширені в сильно заболочених районах; мінералізація води незначна, вміст кисню знижений за рахунок витрат на окислення органічних речовин.

Параметр «Ступінь заростання (Zr)». Заростання природних водних об'єктів має двояке значення, оскільки вищі водні рослини виконують надзвичайно важливі функції у водних об'єктах, але водночас надмірне їх розростання може призвести до заболочення у результаті відмирання і загнивання великої кількості рослинних решток, а надалі і до евтрофікації. При визначенні ступеня заростання пропонується скористатись лімнологічними підходами і поділити за цим показником техногенні озера на 8 груп: незарослі (площа заростей – до 1 % від площі акваторії), з дуже низьким ступенем заростання (площа заростей 1-5 %), із низьким ступенем заростання (площа заростей 6-10 %), із помірним ступенем заростання (площа заростей 11-25 %), зі значним ступенем заростання (площа заростей 26-40 %), з високим ступенем заростання (площа заростей 41-65 %), з

дуже високим ступенем заростання (площа заростей 66-95 %), суцільні зарості (площа заростей 96-100 %).

Параметр «Вид фітомеліоративного покриву берегів (Fm)». Характеристика стану берегової лінії та її рослинного покриву необхідна для оцінки та прогнозування процесів переробки берегів, зміни гідрофізичних та гідрохімічних показників, а також для розробки заходів з оптимізації та ландшафтної організації прибережної зони для виконання водоймою різних функцій (природоохоронних, рекреаційних тощо). Тому за цим параметром виділено чотири кваліфікаційні варіанти: фітомеліоративний покрив – деревний, фітомеліоративний покрив – чагарниковий, фітомеліоративний покрив – трав'яний; фітомеліоративний покрив – відсутній.

Таким чином, запропонована нами класифікація дає можливість інвентаризації техногенних озер та їх типізації на регіональному рівні. Проведення комплексних досліджень біотопічних умов техногенних озер Малоого Полісся та їх прибережно-водного екотону дало можливість виділити на території дослідження 5 типів озер, що утворилися в результаті гідронамиву піску (табл. 2.2).

Досліджені озера відрізняються за віком і представляють усі класифікаційні групи: старі, середньовікові, молоді, дуже молоді. Також вони мають відмінності у морфологічній будові і належать до груп дуже малих і малих, дуже неглибоких, неглибоких і середньо-глибоких озер, що мають видовжену, округлу та неправильну форми. На території дослідження знаходяться як стічні, так і безстічні озера, які належать, в основному, до прозорих і, меншою мірою, до дуже прозорих. За вмістом кисню озера належать до трьох груп – з низьким, середнім та високим вмістом кисню. Група озер з дуже низьким вмістом кисню на території дослідження не виявлена. За ступенем трофності озера належать до оліготрофних, мезо- та евтрофних.

Основна частина озер знаходиться у лісі, тому фітомеліоративний покрив берегів – переважно деревний, у незначній кількості озер, розташованих на заплавах луках, – трав'яний.

2.2. Загальна характеристика техногенних озер Малоого Полісся та їх морфометричні особливості

Видобування корисних копалин, яке здійснюється відкритим способом, завдає значної шкоди навколишньому середовищу. Так, при відкритому видобуванні, що супроводжується складними перетвореннями геолого-геоморфологічної основи, утворюються техногенні форми рельєфу. Підготовка поверхні кар'єрного поля зумовлює знищення природних біоценозів, зміну рельєфу, гідрогеологічних умов тощо.

Характеристика поширених типів техногенних озер Малого Полісся

Тип	Формула озера	Характеристика
1	2	3
1	G1P5Y2T2C2S1H1F4Z2M1I1O3Ft5Tr3Zr6Fm1	Озеро знаходиться у зоні мішаних лісів, утворилося з піщаного водного кар'єра, <i>старе, безстічне, дуже мале, дуже неглибоке, неправильної форми, прозоре</i> , прісне, з переважанням карбонат-іонів, <i>з низьким вмістом кисню</i> , токсичність у нормі, <i>евтрофне, ступінь заростання висока, фітомеліоративний покрив берегів – деревний.</i>
2	G1P5Y2T3C1S1H2F2Z2M1I1O2Ft5Tr2Zr5Fm1	Озеро знаходиться у зоні мішаних лісів, утворилося з піщаного водного кар'єра, <i>середньовікове, стічне, дуже мале, неглибоке, видовжене, прозоре</i> , прісне, з переважанням карбонат-іонів, <i>із середнім вмістом кисню</i> , токсичність у нормі, <i>мезотрофне, ступінь заростання значна, фітомеліоративний покрив берегів – деревний.</i>
3	G1P5Y2T4C2S1H2F4Z2M1I1O1Ft5Tr2Zr4Fm1	Озеро знаходиться у зоні мішаних лісів, утворилося з піщаного водного кар'єра, <i>молоде, безстічне, дуже мале, неглибоке, неправильної форми, прозоре</i> , прісне, з переважанням карбонат-іонів, <i>з високим вмістом кисню</i> , токсичність у нормі, <i>мезотрофне, ступінь заростання помірна, фітомеліоративний покрив берегів – деревний.</i>

Кінець табл. 2.2

1	2	3
4	G1P5Y2T4C1S1H3F2Z3M1I1O2Ft5Tr1Zr3Fm1	Озеро знаходиться у зоні мішаних лісів, утворилося з піщаного водного кар'єра, <i>молоде, стічне, дуже мале, середньоглибоке, видовжене, високо прозоре</i> , прісне, з переважанням карбонат-іонів, <i>із середнім вмістом кисню</i> , токсичність у нормі, <i>оліготрофне, ступінь заростання низька, фітомеліоративний покрив берегів – деревний.</i>
5	G1P5Y2T5C2S2H3F3Z3M1I1O2Ft5Tr1Zr2Fm1	Озеро знаходиться у зоні мішаних лісів, утворилося з піщаного водного кар'єра, <i>дуже молоде, безстічне, мале, середньоглибоке, овальної форми, високо прозоре</i> , прісне, з переважанням карбонат-іонів, <i>із середнім вмістом кисню</i> , токсичність у нормі, <i>оліготрофне, ступінь заростання дуже низька, фітомеліоративний покрив берегів – трав'яний.</i>

Будівельний матеріал – найбільший за обсягом продукт, який отримують із надр Землі. Більшість родовищ нерудних будівельних матеріалів, наприклад піщаних і піщано-гравійних, залягають нижче від рівня ґрунтових вод або під руслами річок і акваторіями озер. Тому розробку таких родовищ переважно ведуть гідромеханізованими способами з використанням плаваючих машин (землесосних, ежекторних, ерліфтних або черпакових снарядів). Поступове формування мережі водних кар'єрів Малеого Полісся можна розглянути на прикладі освоєння Славутського куша родовища пісків (Хмельницька область), де знаходиться переважна їх більшість порівняно зі всією територією дослідження.

Перші кар'єрні розробки із застосуванням земснарядів тут почали проводити в кінці 40-х років на території Славутського лісгоспу. У 1952 році починається видобування піску гідронамивом на першому кар'єрі Мінтрансбуку біля залізничної колії, другий кар'єр починає розроблятися у 1964 році на відстані 350 м від першого. Максимальна глибина розробки кар'єрів складає 10-12 м. У цей час починається розробка менших кар'єрів, які розташовані північніше.

У зв'язку з будівництвом Хмельницької атомної електростанції та інфраструктури, що забезпечує її роботу, на території лісових масивів та на заплавах ділянках р. Горинь кількість кар'єрів з видобування піску гідромеханізованим способом збільшилась. Основна їх частина розроблялася до глибини 12-15 м, проте деякі з них на сьогодні є діючими і їх глибина на окремих ділянках сягає 20 м. Кар'єрні поля в процесі поступового виймання піску заповнювалися підземними водами і утворювали техногенні озера з порушеними компонентами екосистеми навколо кар'єрного поля. В такому стані вони, як правило, і залишалися після закінчення терміну експлуатації поступово підлягаючи процесам самозаростання.

Морфологічну характеристику водойм ми вивчали як маршрутним способом, так і з використанням методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [49, 183, 184, 276]. Доцільність і необхідність застосування цих методів зумовлені відсутністю інформації та картографічного матеріалу щодо розташування водойм, які знаходяться на території дослідження, а також такими перевагами методів, як можливість одержання інформації про геометричну форму об'єктів, що змінюється з часом, значне скорочення тривалості робіт. Формування бази даних контрольних точок досліджуваних об'єктів з точністю географічної прив'язки на висоті відповідно 3 м та 1 м здійснювалося проведенням наземних вимірів за допомогою GPS-приймача [80]. Результати наземних вимірів дозволили провести орторектифікацію даних багатозональної космічної зйомки із супутника Landsat-7 з попереднім геометричним та радіометричним корегуванням з урахуванням рекомендацій [46, 185].



Девастована ділянка піщаного гідрокар'єру



Відновлення рослинного покриву в екотоні техногенних озер



*Острівці рослинності зустрічаються у різних частинах озер
внаслідок техногенної будови улоговини*

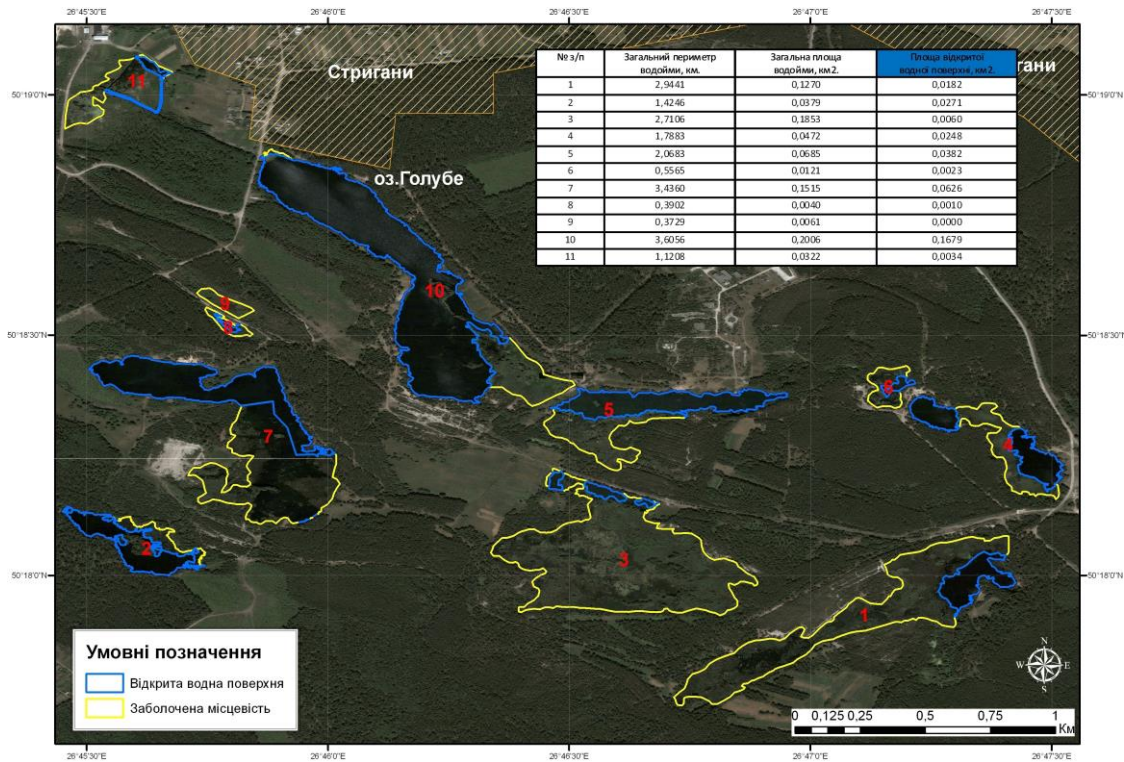
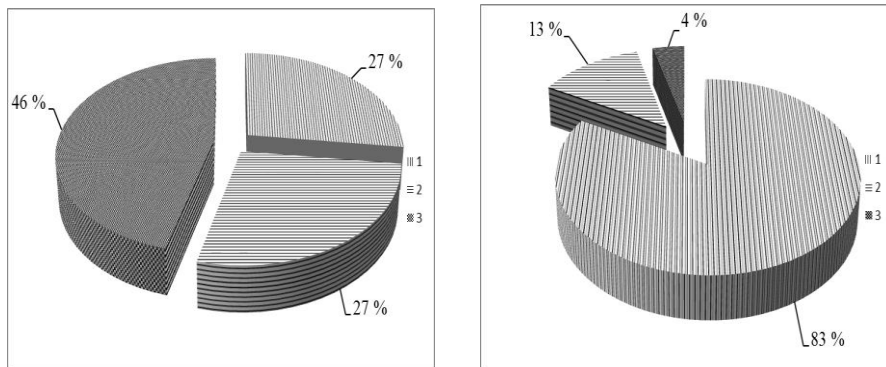


Рис. 2.1. Фрагмент космічного знімка техногенних озер (с. Стригани, Хмельницька обл.)

На рис. 2.1 наведено фрагмент космічної зйомки території техногенних озер біля с. Стригани (Хмельницька обл.).

Визначені за допомогою методів ДЗЗ морфологічні показники техногенних озер на території малого Полісся свідчать про те, що за площею вони належать до груп малих і дуже малих озер. За чисельністю переважають дуже малі озера (73 % від загальної кількості), проте на їх частку припадає лише 17 % загальної площі техногенних озер (рис. 2.2).



а) за кількістю

б) за площею

1 - техногенні озера з площею, більшою за 1 км²;

2 - техногенні озера з площею 0,1-1 км²;

3 - техногенні озера з площею до 0,1 км².

Рис. 2.2. Розподіл фонду техногенних озер Малого Полісся

За часом походження утворені озера можна поділити на чотири групи:

- перша група – старі озера, час їх утворення припадає на кінець 40-х років 20 ст.;
- друга група – середньовікові озера, утворилися у 70-ті роки 20 ст.;
- третя група – молоді озера (80-ті роки 20 ст.);
- четверта група – дуже молоді озера, до цієї групи віднесено кар'єри, експлуатація яких розпочалася в кінці 80-х років минулого століття і на сьогодні, з певними зупинками, продовжується.

Постійно діючі кар'єри у нашій роботі не розглядалися.

Формування техногенних озер в котловинах відпрацьованих кар'єрів відбувалося під впливом економічних та технологічних чинників, що зумовлює певні особливості параметрів порівняно з природними лімносистемами.

Як уже зазначалося, глибина кар'єрів після закінчення їх експлуатації складала 12-15 м, але на сьогодні їх глибини значно відрізняються від початкових значень, залежно від віку. Старі озера мають глибину 2,5-3,9 м і відносяться до дуже неглибоких; середньовікові та частина молодих озер мають глибини 4-8 м (неглибокі озера); деякі молоді озера мають глибини 5-12 м, які ми віднесли до середньоглибоких, враховуючи специфічність будови улоговини озер.

Враховуючи техногенний генезис, форму утворених озер вважаємо складною. В цілому за цим показником відносимо їх до трьох груп – видовжені, овальні та неправильної форми з нерівною береговою лінією, що зумовлюється специфікою просторової локалізації корисних копалин. Основні відмінності у будові улоговини техногенних озер наведені на рис. 2.3. Девастовані ділянки навколо озер повноцінній рекультивації (із першим інженерним етапом, який передбачає вирівнювання території) не підлягали, що зумовило формування горбистої прибережної зони (особливо на територіях, де розміщувалися карти наміву піску).

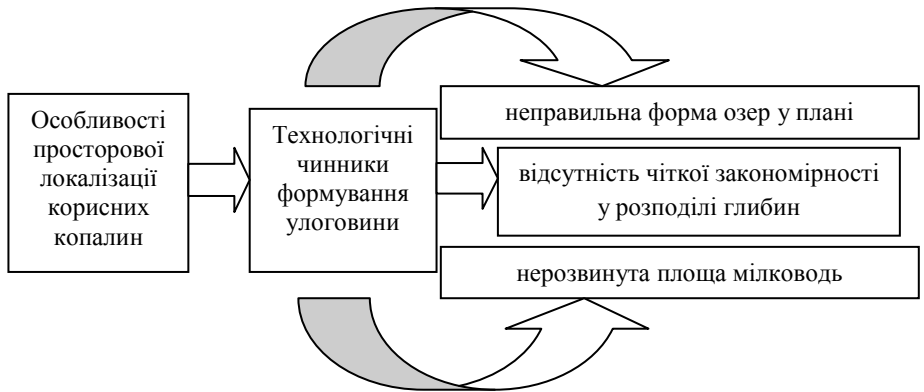


Рис. 2.3. Морфологічні особливості будови техногенних озер Малого Полісся

Утворення нового елемента гідромережі з техногенними формами спричинило зміни у лісових культурфітоценозах та на заплавах Малого Полісся, і в першу чергу – це порушення рослинного континууму (лісового чи лучного) на перехідній території, яку називають екотонем [348]. Екотони відображають континуальність біогеоценотичного покриву і здійснюють функцію з'єднання різних природних або природних та антропогенних систем (власне, вони відіграють роль «швів» [129]), одночасно виконуючи роль природних мембран та буферну функцію.

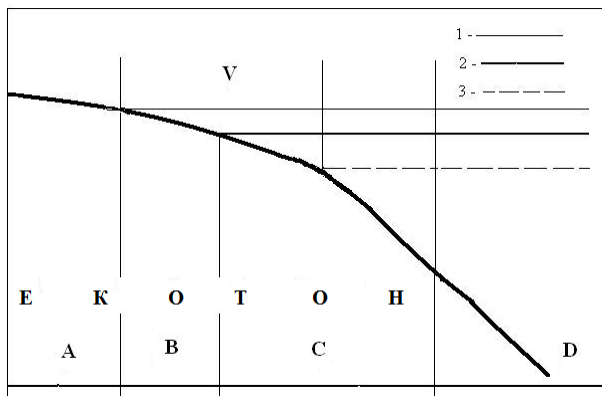
Наукова проблема перехідних просторів – екотонів та їх меж і досі залишається актуальною, оскільки з часом цей термін, запропонований у 1903 році Б. Лівінгстоном та використаний у 1905 році Ф. Клементсом для позначення перехідних зон біоценозів [348], продовжує розвиватися, набуваючи дещо безрозмірного значення подібно екосистемі [386, 295].

На сьогодні поняття «екотон» відійшло від вузького значення конкретних рослинних угруповань і виросло до масштабів «екотонної екосистеми». Прикладаючи до власних об'єктів дослідження, науковці давали різні визначення цього терміну, доповнюючи і розвиваючи його зміст, але, в основному, притримуючись меж фітоценозу. Аналіз визначень різних авторів, наведених у роботі [316] вказує на те, що вони продовжують ставити питання про границі, протяжності перехідних зон і крайовий ефект. Останній відомий ще як екотонний ефект, під яким розуміють підвищення видової насиченості внаслідок перекриття екологічних амплітуд видів з різними екологічними груп у зоні переходу між екологічно контрастними місцеперебуваннями [232]. На екотонних (перехідних) територіях утворюються екотонні екосистеми, які мають особливий склад, структуру і механізми стійкості, що відрізняє їх від зональних.

У нашому випадку екотонну зону формують процеси взаємодії водного (техногенні озера) та наземного (ліс, луки) середовищ, причому, на відміну від міжзональних екотонів, її розміри залежатимуть як від природних властивостей ґрунтів, гідрологічного і гідрогеологічного режимів суші, особливостей складу і динаміки біокомплексів, так і від їх техногенних особливостей. Однією з найважливіших характеристик перехідних територій є підвищена нестійкість параметрів абіотичного середовища, і саме до цієї її властивості адаптовані екотонні системи що важливо в умовах фітомеліоративного відновлення територій. Зазначимо, що з антропогенною «екотонізацією біогеоценотичного і ландшафтного покриву» [129] набуває особливої значущості вивчення екотонних зон в цілому, і в тому числі дослідження екотону техногенних озер.

Як відомо, до прибережної території континентальних водойм з уповільненим водообміном належать: берег, зволожене узбережжя, літоральна зона, частина лімнічної зони [203]. Водно-наземний екотон являє собою простір, структура якого включає кілька блоків-поясів, у функціонуванні яких беруть участь водні маси, ґрунтовий комплекс (включаючи його біоту) і рослинність.

До складу екотону техногенних озер нами віднесено (рис. 2.4) наземні екосистеми зони підтоплення (берег) та зволоженого узбережжя і частини літоральної зони, що об'єднуються латеральними потоками речовини, пов'язаними переважно з рухом води.



1 – максимальний рівень води; 2 – середній рівень води у літню межень;
3 – мінімальний рівень води в осінню межень

A – наземна екосистема у зоні впливу водойми (зона підтоплення або підйому рівня ґрунтових вод); B – зволожене узбережжя; C – зона літоралі;
V – ветланд (перезволожені землі); D – лімнічна зона

Рис. 2.4. Схема екотону техногенних озер Малого Полісся

Літоральна зона розташована у смугі контакту двох природних комплексів – наземного (ветланд) і водного; до її складу входить прибережна частина водойми, що простягається від урізу води до нижньої межі поширення вищих водних рослин. Вона включає в себе як дно водойми, тобто власне літораль, так і водну масу, що розташована над ним. У цю зону потрапляють принесені з водозабору речовини, які саме тут включаються у систему хімічних і біохімічних процесів, що протікають у водоймі.

Вважається, що до екотонної зони належить частина водойми, у якій ділянки з глибинами, більшими за 2 м, займають менше 20 % площі [348]. Але, враховуючи техногенну специфіку будови озер (у першу чергу, різкий спад глибини), нижню межу їх екотонної зони ми суміщаємо з нижньою границею літоральної зони, яка визначається глибиною проникнення макрофітів (до 5 м).

Верхньою межею екотонної зони є наземні фітоценози, які відчують на собі вплив водойми у вигляді підтоплення або підйому рівня ґрунтових вод. На практиці в кожному конкретному випадку маркерами верхньої межі екотонної екосистеми виступають ті чи інші індикаторні види рослин або фітоценози.

Безпосередньо в зоні контакту води і суші формуються екосистеми перезвожених земель – ветланди. Цим англомовним терміном, що зараз

активно входить у наукове використання («wetland») – сира земля), позначаються «перехідні місцеперебування на природному профілі земної поверхні з градієнтом зволоження ґрунту, обмежені помірно зволоженими землями з одного боку і постійно обводненими глибоководними зонами водойм – з іншого» [258]. Для позначення перезволожених екосистем в екотонній зоні ми теж будемо використовувати цей термін. Їх нижня межа визначається глибиною проникнення у водойму повітряно-водних рослин. Для техногенних озер Малого Полісся ця глибина складає близько 3 м. При глибинах, що перевищують цю межу, згідно з [256] вже маємо справу із власне водною екосистемою. Верхня межа ветландів визначається за розташуванням ґрунтів з рослинним покривом, які періодично зазнають дефіциту кисню в результаті надмірного насичення водою. Не менше 50 % складу домінантів цього рослинного покриву повинні складати рослини, що характерні для типових ветландів (мілководь, заболочених територій).

2.3. Особливості формування гідрохімічних показників води

Для виконання техногенною водоймою ландшафтоутворювальних і природоохоронних функцій (тобто підтримання екологічної рівноваги) необхідні відповідні гідрохімічні умови.

Аналіз літературних джерел, присвячених дослідженню утворених у результаті техногенної діяльності водних об'єктів [124, 267, 375, 378], свідчить про те, що у деяких випадках кар'єрні озера виявляються чистішими, ніж природні, оскільки останні теж підлягають значному антропогенному впливу. Але, у більшості випадків, вода техногенних озер за своїми фізичними, гідрохімічними показниками, а також за вмістом токсичних елементів після відкритої розробки, особливо поліметалевих, кам'яних, вапнякових родовищ тощо, не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, які ставляться до водойм різного призначення [106, 343, 376, 377, 379, 397, 401], а це означає, що використання таких водойм населенням є небезпечним. Крім того, хімічний склад гідросистеми є провідним екоотпичним фактором, що впливає на видовий склад, структуру та продукційні характеристики біоценозу.

У зв'язку з цим дослідження гідрогеологічних умов формування техногенних озер Малого Полісся та їх гідрохімічного складу є важливим завданням у комплексному вивченні екоотпичних умов та визначенні можливих напрямків подальшого використання.

Як вже зазначалось, утворення техногенних озер пов'язане із заповненням кар'єра в процесі його експлуатації підземними водами, тому їх властивості є провідним чинником формування гідрохімічного режиму озер.

Район утворення техногенних озер належить до Волино-Подільського артезіанського басейну пластових вод, особливістю якого є те, що поряд із багатопверховим заляганням водоносних горизонтів, що характерно для артезіанських басейнів платформеного типу, в ньому широко розвинуті системи водоносних горизонтів, практично не відокремлених один від одного потужними водотривами, внаслідок чого вони утворюють єдині водоносні комплекси. Басейн характеризується широким розвитком прісних вод, приурочених до товщі порід кайнозою, мезозою, палеозою, протерозою – рифею (мезопротерозой) і венди та архею.

У гідрометеорологічному плані територія дослідження розташована у зоні надлишкового зволоження, що сприяє підвищеному інфільтраційному живленню підземних вод та їх активній взаємодії з поверхневим стоком.

Підземні води на території утворення озер мають широке розповсюдження у таких водоносних горизонтах: ґрунтові води (четвертинний водоносний комплекс), водоносний комплекс сарматських відкладень, водоносний горизонт сеноманського ярусу, водоносний комплекс відкладень силуру, кембрію, водоносний верхньопротерозойський (вендський) комплекс [148].

Згідно з геолого-структурною будовою, тут виділяють такі водоносні горизонти і комплекси:

- водоносний горизонт голоценових алювіальних відкладень – ґрунтові води;
- водоносний горизонт середньо-верхньоплейстоценових алювіальних відкладень – ґрунтові води;
- водоносний горизонт середньоплейстоценових флювіогляціальних відкладень – ґрунтові води;
- водоносний комплекс відкладень нижньо- і середньосарматського під'ярусів міоцену;
- водоносний горизонт тріщинуватої зони мергельно-крейдової товщі туронського ярусу верхньої крейди;
- водоносний горизонт відкладень сеноманського ярусу верхньої крейди;
- водоносний горизонт нижньосилурійських відкладень;
- водоносний комплекс відкладень нижнього кембрію;
- водоносний верхньопротерозойський комплекс;
- водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід архею.

Усі горизонти та комплекси, крім четвертинного, належать до міжпластових.

Ґрунтові води пов'язані з четвертинними утвореннями, що приурочені до алювіальних та флювіогляціальних відкладень. Четвертинні

відкладення у більшості випадків підстилаються породами сарматського ярусу, у місцях їх відсутності – верхньокрейдовими або вендськими відкладеннями. Глибина залягання ґрунтових вод – невелика.

Міжпластові горизонти приурочені до відкладень неогену, креди, силуру, кембрію, верхнього протерозою.

Водоносний горизонт голоценових алювіальних відкладень має широке розповсюдження у долинах рік. Водовмісні породи – піски дрібнозернисті з прошарками мулу, супісків, суглинків, водоносний горизонт – безнапірний, глибина залягання ґрунтових вод – 0-3,00 м. Живлення ґрунтових вод – площинне, здійснюється за рахунок інфільтрації опадів, частково – за рахунок паводкових вод.

Водоносний горизонт середньо-верхньоплейстоценових алювіальних відкладень I, II, III заплавних річкових терас, водовмісні породи – піски дрібно- і середньозернисті з галькою, піски крупнозернисті, водоносний горизонт безнапірний, глибина залягання рівня ґрунтових вод – 1,00-4,00 м. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та приток зі схилів річкових долин, а також за рахунок підживлення з нижче розташованих водоносних горизонтів.

Водоносний горизонт середньоплейстоценових флювіогляціальних відкладень. Водовмісні породи – піски середньо- і крупнозернисті з галькою, горизонт – безнапірний, глибина залягання рівня ґрунтових вод – від 0,5 до 5,00-10,00 м. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок підживлення з нижче розташованих водоносних горизонтів.

За хімічним складом вода четвертинних відкладень (ґрунтові води) гідрокарбонатна кальцієва з мінералізацією 0,20-0,50 г/дм³, жорсткістю близько 1- 4 мг·екв/дм³, слабколужна [294].

Водоносний комплекс відкладень нижньо- і середньосарматського під'ярусів міоцену поширений майже по всій території за виключенням ділянок, де на поверхню виходять нижче розташовані відкладення венди. Верхи розрізу комплексу сарматських відкладень складені, в основному, товщею глини, яка є верхнім водоупором водоносного горизонту. Водовмісні породи – піски, вапняки, глибина залягання – в середньому 20-30 м. Живлення водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок підживлення нижче розташованих водоносних горизонтів.

Водоносний горизонт тріщинуватої зони мергельно-крейдової товщі туронського ярусу верхньої крейди. Водовмісні породи – закарстована крейда та мергель, глибина залягання складає 5,00-47,00 м. Води гідрокарбонатно-кальцієві, сухий залишок – 0,3-0,50 г/дм³. Живлення водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних

опадів і поверхневих вод у місцях виходу водовмісних відкладень на земну поверхню; за рахунок переливу вод, що залягають вище обводнених відкладень; на окремих ділянках – через підживлення із напірних нижче розташованих горизонтів.

Водоносний горизонт відкладень сеноманського ярусу верхньої крейди. Водовмісні породи – піски різнозернисті кварцово-глауконітові, пісковики. Сеноманський водоносний горизонт перекритий четвертинними або неогеновими утвореннями, підстиляється верхньопротерозойськими породами, глибина залягання 10-40 м. Вода в горизонті – гідрокарбонатно-кальцієва, мінералізація – 0,30-0,40 г/дм³. Живлення водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і частково за рахунок підживлення з нижче розташованих водоносних горизонтів.

Водоносний горизонт нижньосилурійських відкладень. Приурочений до товщі тріщинуватих вапняків з прошарками мергелів, глибина залягання – від кількох метрів до 70,00-80,00 м. За хімічним складом води гідрокарбонатно-кальцієві, мінералізація від 0,40 до 1,00 г/дм³. Живлення відбувається за рахунок перетоку нижніх напірних вод верхньопротерозойського водоносного комплексу і частково за рахунок інфільтрації атмосферних опадів.

Водоносний комплекс відкладень нижнього кембрію. Водовмісні породи – пісковики дрібно- і крупнозернисті, глибина залягання 30,00-50,00 м під крейдовими та четвертинними відкладеннями. У розрізі порід цієї серії присутні аргіліти та алевроліти з прошарками пісковиків, останні обводнені. Таким чином, у відкладеннях прослідковується декілька водоносних горизонтів, гідравлічно пов'язаних між собою, що утворюють єдиний водоносний комплекс. Живлення відбувається за рахунок перетоку з розташованих нижче напірних вод верхньопротерозойського водоносного комплексу і частково за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Води гідрокарбонатно-кальцієві, мінералізація 0,20-0,50 г/дм³.

Водоносний верхньопротерозойський (вендський) комплекс. Водотривкою кривлею комплексу є алеврито-аргілітові породи чарторійської світи, вони характеризуються певною водністю, яка однак є меншою, порівняно із розташованими нижче породами. Водовмісні породи – трищівуваті пісковики, туфопісковики, туфіти. Глибина залягання комплексу – від 140,00 до 220,00 м, у долині р. Горинь, де ці відкладення виходять на поверхню, глибина залягання – менша за 10,00 м від поверхні землі. Цей водоносний комплекс має значне поширення. Живлення здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів на ділянках близького залягання від поверхні землі, а також за рахунок перетікання із вище та нижче розташованих горизонтів у місцях відсутності непроникних шарів [85].

Водоносний горизонт трищівуватої зони кристалічних порід архею. Майже всюди водовмісні породи перекриті продуктами вивітрювання потужністю 1,00-10,00 м, води напірні. За сольовим складом води гідрокарбонатно-кальцієві чи магнієві, сухий залишок 0,20-0,50 г/дм³.

В цілому територія утворення техногенних озер характеризується відносно сприятливими гідрологічними умовами, що зумовлено зниженою проникністю роздільних регіональних шарів. За критеріями захищеності підземних вод від поверхневого забруднення, яке зумовлюється скиданням комунально-побутових та промислових стоків, а також є наслідком хімічного забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення, водоносні горизонти і комплекси можна оцінити таким чином:

- ґрунтові води незахищені;
- міжпластові водоносні комплекси на водороздільних схилах умовно захищені.

На сьогодні новоутворені водні об'єкти Малого Полісся за типом формування можна віднести до техногенних озер із змішаним живленням: підземними, талими сніговими водами, атмосферними опадами. На співвідношення участі різних видів вод у формуванні балансу техногенних озер впливають площа поверхні водного дзеркала, глибина та стік. У стічних глибоких озерах найбільший внесок у водний баланс будуть мати підземні води, у неглибоких безстічних – талі води та атмосферні опади. Безстічні озера перехоплюють весь стік у межень, стічні – пропускають лише частину стоку в багатоводний період, а у меженний можуть затримувати весь стік.

Визначені нами гідрохімічні показники техногенних озер Малого Полісся, усереднені значення яких наведені в табл. 2.3, свідчать про їх наближеність до показників хімічного складу ґрунтових та частково підземних вод, що дає можливість стверджувати про переважання в озерах підземного типу живлення. Перевищення значень ГДК за показниками якості води у досліджуваних об'єктах не спостерігаються.

Показник вмісту завислих речовин, значення якого коливається для водойм від 14 до 38 мг/дм³, суттєво залежить від глибини: зі збільшенням глибини вміст зависей зменшується.

Показники групи азоту (амоній сольовий, нітрати, нітрити), навпаки, знижуються зі зменшенням глибини озера та розвитком в ньому водної рослинності, а саме: до 72 % по амонію сольовому, до 41 % по нітритах, до 23 % по нітратах. Це дає можливість говорити про більшу інтенсивність процесів споживання та перетворення азотистих речовин за участю водних рослин. Вміст розчинного у воді кисню відповідає вимогам риборозведення.

Таким чином, за гідрохімічними показниками води техногенні озера, що утворились на території Малого Полісся, можна віднести до прісних

гідрокарбонатно-кальцієвих та вважати придатними для використання з рекреаційною і природоохоронною метою.

Таблиця 2.3

Середні значення гідрохімічних показників техногенних озер

№ з/п	Назва показника	Од. виміру	Норми для водойм господарчо-питного користування	Норми для рибогосподарських водойм	Середні значення показників
1	2	3	4	5	6
1	pH	од. приладу	6,5 – 8,5	-	7,9
2	Кольоровість	градуси	< 35	-	9
3	Завислі речовини	мг/дм ³	-	-	24,1
4	Амоній сольовий	мг/дм ³	2,6	0,5	0,2
5	Нітрити	мг/дм ³	3,30	0,08	0,01
6	Нітрати	мг/дм ³	45,0	40,0	0,7
7	Розчинний кисень	мгО ₂ /дм ³	≥4,0	≥6,0	6,6
8	БСК ₅ /БСК ₂₀ (розр.)	мгО ₂ /дм ³	-/≤3,0	-/≤3,0	1,5/1,7
9	Лужність	мг·екв/дм ³	0,5 – 6,5	-	2,8
10	Жорсткість	мг·екв/дм ³	7,0	-	2,7
11	Сухий залишок	мг/дм ³	1 000	-	230
12	Хлориди	мг/дм ³	350	300	4,7
13	Сульфати	мг/дм ³	500	100	44
14	Кальцій	мг/дм ³	180	180	63
15	Магній	мг/дм ³	40	-	2,5
16	Гідрокарбонати	мг/дм ³	-	-	164,1
17	Фосфати	мг/дм ³	-	3,12	0,03
18	Сульфід-іони	мг/дм ³	0	-	0
19	Сілікат-іони	мг/дм ³	30	-	2,7

Примітка. Позначка «-» означає, що показник для цієї водойми не нормується.

2.4. Агрохімічні показники субстрату екотону

Відновлення рослинності природним шляхом в умовах техногенних озер проходить в екотонній зоні за двома напрямками – заростання прибережних ділянок, деастрованих у результаті роботи кар'єра, та заростання мілководних прибережно-водних ділянок утворених озер. І в першому, і в другому випадках ці процеси будуть суттєво залежати від агрохімічних властивостей субстратів.

Зміна літогенної основи, гідрологічного режиму зумовлюють необхідність визначення лісорослинних умов, як основного початкового етапу досліджень і підґрунтя для розробки рекомендацій щодо проведення лісової рекультивациі берегів [45]. Це стосується і відновлення вищої водної рослинності. Як відомо, кар'єри будівельних матеріалів (піщані, гравійні) відрізняються меншою потужністю, ніж кар'єри інших видів сировини, і складаються в основному з пісків, суглинків з домішкою ґрунтового шару. Водно-фізичні властивості їх субстратів з точки зору лісорослинних умов гірші, ніж властивості субстратів інших кар'єрів. Для них характерна висока динамічність та водопроникність, схильність до ерозії. У той же час ці субстрати, як правило, мають більш сприятливі агрохімічні властивості.

Оцінка агрохімічних умов включає вивчення придатності ґрунтоутворюючого субстрату, яким є техногенні субстрати кар'єрів, для фітомеліоративного освоєння за показниками вмісту гумусу та поживних елементів. Важливість цього етапу зумовлюється й тим, що при фітомеліорациі, на відміну від сільськогосподарської рекультивациі [255], як правило, не практикується спеціальне нанесення шару ґрунту, тому розвиток фітоценозів буде суттєво залежати безпосередньо від властивостей оголеного геологічного субстрату.

На сьогодні дослідження субстратів техногенних едафотопів обмежувалися вивченням «сухих» кар'єрно-відвальних утворень, де основними факторами, що лімітують формування рослинності, є безструктурність гірських порід, низька вологемкість, недостатня забезпеченість поживними речовинами, підвищена температура субстратів на південних схилах тощо [19, 208, 335, 363]. При цьому відзначалося, що такі характеристики залежать від глибини та площі розкривних робіт, механічних та фізичних властивостей корінних гірських порід, а також від обсягу, форми, стійкості та характеру нагромаджених субстратів у відвалах [45, 193, 344].

Для водних кар'єрів набір лімітуючих факторів буде іншим, оскільки для зволоженого екотону вологість субстрату не буде мати важливого значення, так само не буде мати екстремального значення і температура субстратів у літню пору, проте потенціал родючості залишатиметься провідним фактором.

Агрохімічні показники піщаних субстратів техногенних озер ми визначали за вмістом гумусу, поживних речовин (азоту, фосфору, калію) та за окремими фізико-хімічними показниками.

Піщані субстрати озер відрізняються від зонального типу ґрунту кислотньо-основними характеристиками (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Фізико-хімічні показники піщаних ґрунтосумішей техногенних водойм Малеого Полісся

Назва	Кислотність, рН	Кислотність, Нг	Сума ввібраних основ, мг·екв/100 г
Піщана ґрунтосуміш прибережної зони техногенних водойм	7,1 – 7,3	0,23 – 0,25	1,8 – 1,9
Середнє значення для зонального ґрунту (дерново-підзолистий ґрунт) [63]	4,3 – 4,8	3,9 – 4,2	6,8 – 8,8

Якщо дерново-підзолисті ґрунти Малеого Полісся характеризуються кислою реакцією ґрунтового розчину у межах усього профілю [58], що зумовлено бідністю на основи водно-льодовикових відкладень та особливостями їхнього формування під лісовою рослинністю, то оголені піщані субстрати мають рН у слабколужному діапазоні. Показник гідролітичної кислотності низький, що також не характерно для зонального ґрунту.

Досліджуваний субстрат майже позбавлений органічної речовини біологічного походження, оскільки вміст гумусу дорівнює $0,2 \pm 0,2$ %, тому за ступенем забезпеченості гумусом піщані субстрати берегових і прибережно-водних ділянок можна віднести до категорії дуже бідних (або безгумусних). Разом з тим, зональний ґрунт також характеризується невеликим значенням вмісту гумусу (1,3-1,8 %).

Визначена нами (рис. 2.5) середньозважена забезпеченість субстрату елементами живлення (NPK) характеризується невеликими значеннями, які у 1,4-2,6 рази менші, ніж максимальні значення для зональних ґрунтів цієї ґрунтово-кліматичної зони [58].

Таким чином, субстрат можна вважати відносно сприятливим за агрохімічними показниками для сингенетичної сукцесії рослинного покриву. Ступінь сприятливості умов середовища існування є різною для ділянок із різним ступенем деградації.

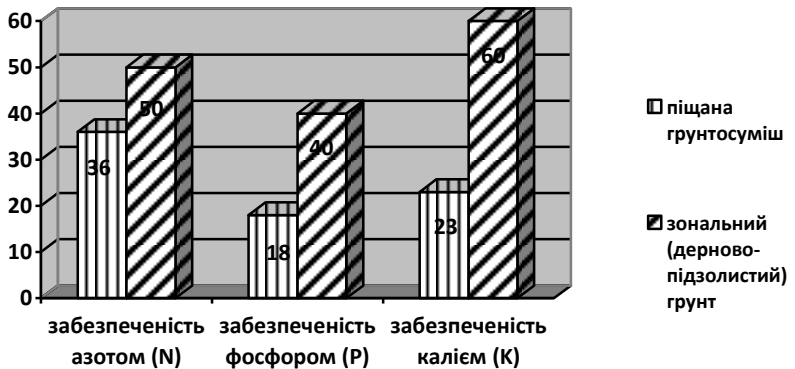


Рис. 2.5. Середньозважена забезпеченість піщаного субстрату Елементами живлення, мг/кг

Найбільш контрастно це проявляється на свіжих і молодих девастрованих субстратах із несформованим рослинним і ґрунтовим покривом. З часом, за умови розвитку ґрунтового-рослинного шару, ці відмінності стають меншими.

2.5. Токсикологічні умови

Порушення літогенної основи ландшафту та оголення гірських порід, які у міру збільшення глибини можуть містити токсичні сполуки, із винесенням цих глибинних шарів на поверхню зумовлює необхідність комплексного вивчення утвореного гідро- та едафотопу з точки зору їх токсичної безпеки для живих організмів. Адже, підвищений вміст рухомих форм токсичних елементів (у першу чергу, важких металів або радіонуклідів) у воді та піщаному субстраті значно ускладнює (або навіть унеможливує без проведення додаткових заходів) фітомеліорацію чи природне заростання екотонів цих водних об'єктів.

Важливою умовою безпеки техногенних озер, які виникли у результаті видобувної діяльності, є відповідність нормативам за вмістом важких металів, адже часто такі техногенні об'єкти мають перевищення за цим параметром [306].

Аналіз визначених нами концентрацій найбільш розповсюджених важких металів у воді техногенних озер, усереднені значення яких наведені в табл. 2.5, свідчить про відповідність їх вмісту нормам для водойм господарчо-питного та культурно-побутового призначення, затверджених в Україні.

Таблиця 2.5

Усереднений вміст важких металів у воді техногенних озер Малого Полісся

Хімічний елемент	Вміст у пробі води, мг/дм ³	Норма для водних об'єктів господарчо-питного та культурно-побутового призначення, мг/дм ³
Cu	0,012	1,0
Ni	0,07	0,1
Zn	0,06	1,0
Pb	<0,01	0,03
Cd	<0,0001	0,001
Fe	0,030	0,3

У формуванні безпеки гідрохімічного режиму водойм важливе значення мають донні відклади. Будучи сховищем значних запасів різних хімічних сполук, вони можуть у певних умовах постачати їх в товщу води, перетворюючись таким чином у джерело вторинного забруднення [161, 200]. З іншого боку, володіючи властивостями сорбенту, донні відклади можуть сприяти видаленню речовин з водної товщі і таким чином покращувати якість води [371].

Перехід потенційно токсичних речовин у системі «вода – донні відклади» є важливим механізмом регулювання їх вмісту у водній товщі, що впливає на якість води та на токсичність водного середовища для гідробіонтів [57, 201, 331]. Крім того, розвиток укорінених вищих водних рослин на токсичних субстратах буде обмеженим [135, 299, 300].

У техногенних озерах одним з провідних факторів накопичення фітотоксичних сполук є міграція з гірських порід, які формують борти і ложе кар'єру. В цьому сенсі вивчення вмісту рухомих форм елементів у піщаних субстратах, що формують улоговину техногенного озера має провідне значення, оскільки саме вони характеризують міграційну здатність елементів, їх спроможність до переходу в інші середовища, і в першу чергу – водне, а також у біомасу рослин.

Зазначимо, що на сьогодні в Україні не існує затверджених норм для вмісту важких металів у донних відкладах природних водойм, тому відносну оцінку ступеня їх забруднення проводимо, порівнюючи із кларковим вмістом в осадових породах.

Визначені концентрації рухомих форм важких металів у піщаних субстратах наведені в табл. 2.6. Вони свідчать про малий вміст водорозчинної форми важких металів у донних відкладах, що дозволяє зробити висновок про малоймовірність повторного забруднення водних мас металами за рахунок їх ремобілізації з донних відкладів.

Таблиця 2.6

Усереднений вміст важких металів у піщаних субстратах техногенних озер Малого Полісся

Хімічний елемент	Вміст у піщаних субстратах, мг/кг	Кларк металу, мг/кг
Cu	0,17	57
Ni	0,028	95
Zn	2,1	80
Pb	<0,05	20
Cd	<0,005	23

В умовах девастрованих територій оцінка радіаційного фону техногенно перетворених екотопів є важливою складовою у прогнозуванні їх придатності для відновлення біоценозів, оскільки при видобуванні корисних копалин відкритим способом можливе техногенне підвищення радіаційного фону внаслідок зміни розподілення природних джерел радіонуклідів у результаті винесення на поверхню глибинних порід, якщо вони мають більші концентрації радіонуклідів, ніж поверхневі шари.

Визначення потужності еквівалентної дози та щільності потоку β -частинок ми проводили над площею водного дзеркала техногенних озер на відстані від поверхні 0,1 м та 1,0 м. Отримані результати (рис. 2.6) свідчать про відсутність перевищення середньоглобального значення ПЕД та фонових значень (для цієї території вони складають 8-14 мкЗв/год.) над поверхнею водного дзеркала водойм.

Щільність потоку β -частинок на різних відстанях від поверхні водного дзеркала також характеризується низькими значеннями. Водночас, на більшій відстані (1,0 м) фіксуються менші значення як ПЕД, так і щільності потоку β -частинок.

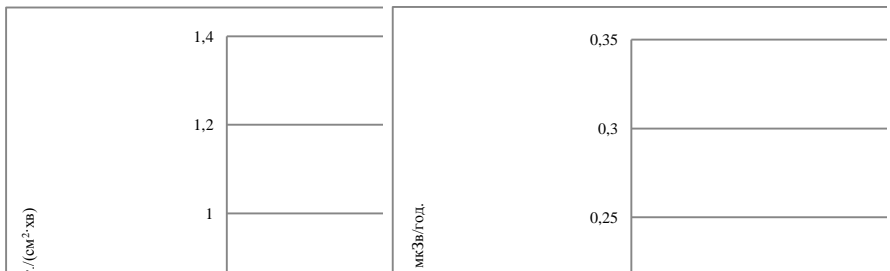


Рис. 2.6. Середні значення ПЕД та щільності потоку β -частинок на поверхні водного дзеркала техногенних озер Малого Полісся

У береговій зоні вимірювання потужності еквівалентної дози та щільності потоку β -частинок здійснювали на відстані 0 м, 10 м, 20 м, 30 м, 40 м та 50 м від урізу води на висоті 0,1 м та 1,0 м від поверхні (рис. 2.7). Береговий екотоп техногенних озер має допустимі значення ПЕД та щільності потоку β -частинок, оскільки діапазони коливання цих параметрів знаходяться у межах відповідно 6-13 мкЗв/год. та 0,4-1,7 част./($\text{см}^2 \cdot \text{хв}$). Зі зменшенням висоти значення цих параметрів збільшуються, так само як і над поверхнею водного дзеркала.

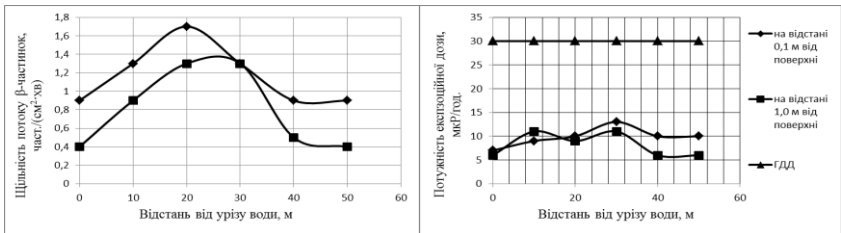


Рис. 2.7. Середні значення ПЕД та щільності потоку β -частинок у береговій зоні техногенних озер

Основними дозоутворювальними радіонуклідами техногенного походження на сьогодні є стронцій-90 та цезій-137. Визначений нами їх вміст у воді техногенних озер Малоого Полісся не перевищує відповідно для стронцію – 1,80 Бк/кг, цезію – 1,85 Бк/кг. Враховуючи те, що норма для питної води складає 2 Бк/кг, вода техногенних озер є безпечною і придатною для рекреаційного використання, оскільки вважається, що зовнішнє опромінення від поверхні води стає небезпечним для організму людини лише при концентрації цезію-137 вище за $4,6 \cdot 10^{-7}$ Ку/дм³ [210], тобто у визначеній кількості цей радіонуклід не може створювати небезпечного радіаційного навантаження в екотопі досліджуваних озер.

Визначений вміст цезію-137 та стронцію-90 у піщаних субстратах берегової та прибережно-водної зон озер в середньому не перевищує відповідно 2,92 та 9,11 Бк/кг, що відповідає низькому рівню забруднення і створює сприятливі умови для формування фітоценозів вищої водної та прибережної рослинності.

Як відомо, між хімічним складом рослин та елементним складом середовища існує тісний зв'язок. У випадку вищих водних рослин основна маса хімічних елементів надходить із донних відкладів (у нашому випадку – піщаних субстратів) та водного середовища. Значна смність поглинання радіонуклідів рослинами та включення їх у біологічний кругообіг є

потужним біогеохімічним бар'єром на шляху міграції радіонуклідів. Радіонукліди з великим періодом напіврозпаду, в тому числі цезій-137 та стронцій-90, будучи хімічними аналогами калію та кальцію відповідно, відрізняються високою біологічною активністю та рухомістю. У зв'язку з цим було проведено визначення їх питомої активності у рослинах-ценозоутворювачах, що домінують по біомасі та чисельності (табл. 2.7) у фітоценозах озер і належать до різних екологічних груп – повітряно-водної (очерет звичайний, осока гостра), зануреної (кушир занурений), із плаваючим листям (рдест плаваючий).

Таблиця 2.7

Середня питома активність стронцію та цезію у рослинах техногенних озер Малеого Полісся, Бк/кг

Вид	Радіонуклід	
	цезій	стронцій
Очерет звичайний	2,96	9,81
Осока гостра	3,23	9,85
Кушир занурений	3,98	10,6
Рдест плаваючий	3,88	10,5

Найменші концентрації радіонуклідів зафіксовані у представників повітряно-водної екологічної групи, більші – у занурених рослинах, що може зумовлюватися фізіологічними особливостями рослин різних екологічних груп, оскільки представники повітряно-водної екологічної групи поглинають радіонукліди, в основному, кореневою системою, на відміну від занурених рослин, у яких контакт з гідротопом відбувається по всій довжині рослини.

Для визначення загального ступеня придатності неоекотопу для відновлення та розвитку рослинного покриву ми проводили визначення фітотоксичності складових середовища, які піддалися змінам і з якими контактують рослини, – води та піщаного субстрату.

Як відомо, токсичність належить до біологічних характеристик і комплексно може визначатися тільки з використанням живих організмів, оскільки концентрації окремих забруднювальних речовин (наприклад, важких металів, радіонуклідів тощо), які визначають аналітичними методами, не дають можливості оцінити комплексний екологічний вплив різних поліутантів на живі організми та придатність середовища для відновлення біоценозу на девастованих ділянках. Біоіндикатори дають точну інтегральну картину щодо комплексного впливу складових середовища існування живих організмів в екосистемі у показниках, які мають біологічний сенс [210]. Методи біотестування все частіше використовують для визначення токсичності повітря, води, ґрунтів [7, 9, 18, 202, 345], оскільки зазначені об'єкти, як правило, містять велику кількість інгредієнтів, токсикологічні

властивості яких не завжди характеризуються простою сумою властивостей кожного з них, крім того складові екотопу часто забруднені нестійкими продуктами, визначати які аналітичними методами вчасно не завжди вдається. У зв'язку з цим, у світовій практиці методу біотестування все більше відводиться роль скринінгу забруднень [383].

Оцінка токсичності водного середовища та субстрату берегової зони техногенних озер проводилася з використанням методу біотестування контактним способом, що передбачає безпосередній вплив об'єкта тестування на тест-організм, характеризується високим рівнем чутливості і часто використовується у подібних дослідженнях [9, 55, 202]. Як тест-організм застосовували насіння редису (*Raphanus sativus L. var. radícula Pers*), визначення фітотоксичності субстрату проводилося пророщуванням насіння редису в кількості 100 шт. протягом 7 діб при температурі 22-23 °С у чашках Петрі при постійному зволоженні однаковою кількістю відстоюної водопровідної води температурою 20 °С. Оцінку токсичності води проводили аналогічно з умовами попереднього дослідження висіванням насіння редису в кількості 100 шт. з наступним зволоженням зразків водою з техногенних озер. Контролем був стерильний пісок та відстоюна водопровідна вода. За результатами дослідження визначали схожість, морфометричні параметри проростків та їх масу.

Результати визначення проростання та морфометричних показників проростків редису наведені в табл. 2.8. В цілому розбіжність у схожості між контролем і дослідними зразками не перевищує 10 %.

Загальний індекс токсичності (ІФТ) складових екотопу техногенних озер Малого Полісся ми визначали згідно [143] як середнє арифметичне значень тест-функцій, які розраховували за формулою:

$$ІТ = (ІТ_{\text{досл.}} / ІТ_{\text{контр.}}), \quad (1)$$

де $ІТ_{\text{досл.}}$, $ІТ_{\text{контр.}}$ – значення тест-відгуку відповідно у досліді та контролі. Результати розрахунку наведені в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Індекси токсичності піщаного субстрату та води техногенних озер Малого Полісся

Назва тест-функції	Індекс токсичності піщаного субстрату озер	Індекс токсичності води озер
Схожість насіння	0,97	0,85
Довжина пагона	0,88	0,95
Маса пагона	0,78	0,90
Довжина кореня	0,97	0,97
Маса кореня	0,93	0,93
Загальний індекс токсичності (ІФТ)	0,91	0,92

Таблиця 2.8

Проростання насіння та морфометричні показники проростків

Параметри	Піщаний субстрат озер				Вода озер			
	контроль		зразок		контроль		зразок	
	пагін	корінь	пагін	корінь	пагін	корінь	пагін	корінь
Схожість насіння, %	73		71		68		58	
% інгібування	2,7				14,7			
Сума довжин, см	606,0	219,3	516,0	204,8	503,5	230,9	406,6	194,8
Середня довжина, см	8,3	3,0	7,3	2,9	7,4	3,4	7,0	3,3
Загальна маса, г	5,553	2,044	4,193	1,834	3,954	1,841	3,036	1,428
Середня маса, г	0,076	0,028	0,059	0,026	0,058	0,027	0,052	0,025

Згідно зі шкалою Кабірова [143], розраховані загальні індекси токсичності належать до V класу – норма (ІТФ = 0,91 – 1,1), тому екотоп техногенних озер Малого Полісся можна вважати нетоксичним, оскільки його складові, що підлягали змінам, фітотоксичним ефектом не володіють.

Отже, визначення індивідуальних токсичних речовин (важких металів, радіонуклідів, загального радіаційного фону) та фітотоксичності піщаних субстратів і вод техногенних озер Малого Полісся свідчить про їх відповідність вимогам безпеки та загальну нетоксичність.

ФЛОРА ТА РОСЛИННІСТЬ ЕКОТОНУ ТЕХНОГЕННИХ ОЗЕР МАЛОГО ПОЛІССЯ

Після закінчення експлуатації кар'єра екотонна зона техногенних озер підлягала поступовому самозаростанню із формуванням специфічної флори та рослинного покриву. Видовий склад і розподіл рослин в екотоні різних озер, і навіть на їх окремих ділянках, суттєво відрізняється та залежить від генезису (морфологія улоговини та прибережної зони), віку і ряду екологічних умов (властивості донних відкладень і прибережного субстрату, прозорість та хімічний склад водної маси, її трофічність і мінералізація, освітлення ділянки тощо).

3.1. Порівняльно-структурний аналіз флори

У нових екотопічних умовах розвитку екотону техногенних озер відбувається формування нової флори. Дослідження її структурно-динамічних та еколого-функціональних особливостей в умовах техногенних озер Малеого Полісся дозволило виявити адаптаційні можливості рослинних угруповань в умовах антропогенного екотопу.

Під вищою водною флорою розуміємо сукупність видів, які анатомічно і морфологічно пристосувалися до життєдіяльності в умовах водного, повітряно-водного та повітряно-земноводного середовища. Вона представлена двома групами – справжньою водною та повітряно-водною. До першої належать види, оптимальний розвиток яких відбувається лише у водному середовищі. Друга група об'єднує рослини, життєдіяльність яких проходить в умовах змінного гідрорежиму [126].

Отже, основним фактором, що викликає диференціацію структури вищої водної флори, є зміна умов за градієнтом зволоження, які зумовлюють розподіл видів за екологічними, біоморфологічними та іншими характеристиками [25]. Ми цілком поділяємо думку гідроботаніків [16, 17, 152, 364] про необхідність розрізнення понять «флора водного об'єкта» і «водна флора (водне ядро флори)».

Таксономічна структура. До складу флори техногенних озер Малеого Полісся (Додаток, табл. 1) входять 94 види. У таксономічному відношенні рослини належать до 4-х відділів, 5-ти класів, 44-х родин і 76-ти родів (табл. 3.1).

Відділ Папоротеподібні (Polypodiophyta) представлений 2-ма видами, відділ Хвощеподібні (Equisetophyta) – 2-ма видами, відділ Голонасінні (Pinophyta) – 1 видом. Найбільше видів – 90 (96 % від загальної кількості), представлено відділом Покритонасінні (Magnoliophyta), серед них превалюють дводольні (Magnoliopsida) – 51 вид (57 %).

Таблиця 3.1

Таксономічна структура флори

Таксони	Родини		Роди		Види		Пропорції
	абс	%	абс	%	абс	%	
Polypodiophyta Polypodiopsida	2	5	2	3	2	2	1:1:1
Equisetophyta Equisetopsida	1	2	1	1	2	2	1:1:2
Pinophyta Pinopsida	1	2	1	1	1	1	1:1:1
Magnoliophyta Magnoliopsida Liliopsida	29 11	66 25	47 24	62 33	51 38	54 41	1:1,6:1,8 1:2,3:3,5
Всього	44	100	76	100	94	100	1:1,7:2,1

Серед родин за видовим різноманіттям (табл. 3.2) переважають: Сурґеасеae – 10 видів (11 %), Роасеae – 9 видів (10 %), три родини мають по 5 видів – Астерасеae, Ламіасеae, Ранункуласеae. Родина Ротамогетонасеae представлена 4-ма видами. Закінчують десятку провідних родин Росасеae, Аріасеae, Гідрохарітасеae та Јунасеae, кожна з яких представлена 3-ма видами. На частку видів інших родин припадає 47 %, серед яких 21 родина представлена одним видом. Видова насиченість родин складає 2,1.

Різноманіття екологічних умов екотонної зони техногенних озер зумовлює значну кількість родів, хоча 96 % з них представлені лише 1-2 видами. Найбільша кількість видів властива трьом родам – Сarex (5 видів), Ротамогетон (4 види) та Јунасеae (3 види). Видова насиченість родів – 1,2.

У зв'язку з особливостями екотонних екосистем, що являють собою комплекс перехідних фітоценозів, окремо проведено таксономічний аналіз для водного ядра флори техногенних озер та комплексу прибережних видів рослин, що заходять у воду або опинилися у зоні її впливу (гідрофіти, гіпромезофіти, мезофіти).

Водне ядро флори представлено 26-ма видами, що складає приблизно четверту частину від усієї флори екотону. Це становить біля 16 % від загальної кількості макрофітів України [206].

У таксономічному відношенні ці види належать до 2-х відділів, 3-х класів, 13-ти родин, 20-ти родів (табл. 3.3).

Таблиця 3.2

Провідні родини вищої водної флори техногенних озер Малого Полісся

Провідні родини	Кількість родів		Кількість видів	
	абс.	%	абс.	%
<i>Cyperaceae</i>	4	5	10	11
<i>Poaceae</i>	9	12	9	10
<i>Asteraceae</i>	5	7	5	5
<i>Lamiaceae</i>	5	7	5	5
<i>Ranunculaceae</i>	4	5	5	5
<i>Potamogetonaceae</i>	1	1	4	5
<i>Rosaceae</i>	3	4	3	3
<i>Apiaceae</i>	3	4	3	3
<i>Hydrocharitaceae</i>	3	4	3	3
<i>Juncaceae</i>	1	1	3	3
Всього	38	50	50	53
Інші родини	38	50	44	47

Таблиця 3.3

Таксономічна структура флори водного ядра

Відділ Клас	Родини		Роди		Види	
	абс	%	абс	%	абс	%
Equisetophyta	1	8	1	5	1	4
Magnoliophyta:	12	92	19	95	25	96
Liliopsida	8	61	14	70	20	77
Magnoliopsida	4	31	5	25	5	19
Всього	13	100	20	100	26	100

Найбільше видове різноманіття характерне для відділу Magnoliophyta (25 видів / 96 %). Серед покритонасінних більшим видовим багатством характеризується клас Однодольні (Liliopsida), на який припадає біля 77 % видів, клас Дводольні (Magnoliopsida) нараховує 19 % видів. Таке співвідношення між цими класами не узгоджується з аналогічним показником для флори України в цілому, проте відповідає гідрофільним комплексам ботаніко-географічних областей Східної Європи [182, 187].

До перших трьох, провідних за числом видів, родин (табл. 3.4) відносяться *Syperaceae*, *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae*, яким у свою чергу належить 42 % усіх видів рослин. Перше місце родини *Syperaceae*, яке вона поділяє з родиною *Potamogetonaceae*, загалом характерне для гідрофільних флор Голарктики [187]. Проте її переважання не є абсолютним, що, на нашу думку, пов'язано із порівняно мало розвинутою зоною мілководь зі змінним рівнем води в екотоні техногенних озер, на яких переважно поширені представники родини *Syperaceae*.

Представники родини *Potamogetonaceae* найчастіше зустрічаються у прісноводних непроточних чи слабо проточних водоймах на глибині 0,5-1,0 (3,5) м [243], чим зумовлене превалювання цих видів в екотоні техногенних озер, які належать до безстічних або таких, що мають уповільнений водообмін.

Таблиця 3.4

Таксономічний склад родин водного ядра флори

Ранг	Родина	Кількість родів		Кількість видів	
		абс.	%	абс.	%
1	<i>Syperaceae</i>	3	15	4	16
2	<i>Potamogetonaceae</i>	1	5	4	16
3	<i>Hydrocharitaceae</i>	3	15	3	13
6	<i>Nymphaeaceae</i>	2	10	2	8
4	<i>Poaceae</i>	2	10	2	8
5	<i>Alismataceae</i>	2	10	2	8
7	<i>Typhaceae</i>	1	5	2	8
8	<i>Sparganiaceae</i>	1	5	2	8
9	<i>Equisetaceae</i>	1	5	1	3
10	<i>Ranunculaceae</i>	1	5	1	3
11	<i>Haloragaceae</i>	1	5	1	3
12	<i>Ceratophyllaceae</i>	1	5	1	3
13	<i>Butomaceae</i>	1	5	1	3
У трьох провідних родин		7	35	11	45

На родовому рівні найбільшою кількістю видів відрізняється рід *Potamogeton*, який нараховує 4 види; 5 родів представлені лише одним видом.

Комплекс прибережних видів екотону техногенних водойм включає прибережно-водні види (гелофіти та гірогелофіти), а також берегові рослини, що заходять у воду (табл. 3.5). До складу прибережної флори техногенних озер Малого Полісся входить 68 видів, які належать до 4-х відділів, 5-ти класів, 35-ти родин і 60-ти родів. Відділ Папоротоподібні (Polypodiophyta) представлений 2-ма видами, відділ Хвощеподібні (Equisetophyta) – 1 видом, відділ Голонасінні (Pinophyta) – 1 видом.

Покритонасінні представлені 64-ма видами (94 % від загальної кількості), серед них найбільша кількість у Дводольних (Magnoliopsida) – 46 видів (72 % від загальної кількості).

Таблиця 3.5

Таксономічна структура прибережної флори

Таксони	Родини		Роди		Види	
	абс	%	абс	%	абс	%
Polypodiophyta Polypodiopsida	2	6	2	3	2	3
Equisetophyta Equisetopsida	1	3	1	2	1	1
Pinophyta Pinopsida	1	3	1	2	1	1
Magnoliophyta Magnoliopsida Liliopsida	26 5	74 14	42 14	70 23	46 18	68 27
Всього	35	100	60	100	68	100

Серед родин за видовим різноманіттям (табл. 3.6) переважають: Роасеae – 10 видів (11 %), Asteraceae та Lamiaceae – по 5 видів (8 %). Видова насиченість родин складає 1,94. На частку видів інших родин припадає 37 % – це родини, що представлені одним видом. Видова насиченість родів – 1,1.

Найбільш високі показники флористичного різноманіття має прибережна флора, що пояснюється специфічними умовами перехідної зони «вода-суша», де виникають найсприятливіші умови для гігрофільного різнотрав'я, адже загальна частка бергових рослин вища (68 видів), ніж водна складова (26 видів).

Отже, у формуванні видового складу провідну роль відіграють берегові рослини, що заходять у воду, при меншому розмаїтті водних рослин.

Загалом видове різноманіття техногенних озер можна вважати збідненим, що пояснюється мало розвинутими мілководними зонами, низькими агрохімічними показниками донних відкладів та піщаних субстратів прибережної зони (у першу чергу, невеликим вмістом гумусу та поживних речовин), а також порівняно малим часом розвитку сукцесії. Цими ж факторами можна пояснити відмінності у переліку видів, що зустрічаються на озерах різних типів (Додаток, табл. 2).

Таблиця 3.6

Провідні родини вищої водної флори техногенних озер Малого Полісся

Провідні родини	Кількість родів		Кількість видів	
	абс.	%	абс.	%
<i>Poaceae</i>	7	11	7	10
<i>Asteraceae</i>	5	8	5	8
<i>Lamiaceae</i>	5	8	5	8
<i>Ranunculaceae</i>	3	5	4	6
<i>Rosaceae</i>	3	5	3	4
<i>Apiaceae</i>	3	5	3	4
<i>Cyperaceae</i>	1	2	3	4
<i>Juncaceae</i>	1	2	3	4
<i>Polygonaceae</i>	2	3	2	3
<i>Betulaceae</i>	2	3	2	3
<i>Brassicaceae</i>	1	2	2	3
<i>Onagraceae</i>	1	2	2	3
<i>Solanaceae</i>	1	2	2	3
Всього	35	58	43	63
Інші родини	25	42	25	37

Біоморфологічний та екоморфологічний аналіз. У ході пристосування до умов навколишнього середовища історично формуються життєві форми рослин, які відображають використання рослинами навколишнього середовища та умов зростання через специфіку вегетативних органів. Виділяють два основні напрямки класифікації життєвих форм: біоморфологічний та еколоморфологічний [310].

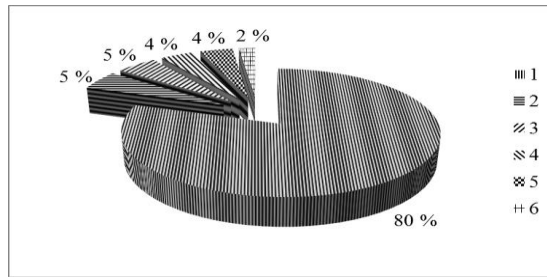
В основу біоморфологічного аналізу покладена лінійна система життєвих форм [75], в якій ознаки розглядаються як незалежні (не підпорядковані одна одній), що дає можливість порівнювати життєві форми за будь-якою біоморфологічною ознакою.

За біоморфою у флористичному спектрі екотонів техногенних озер переважають трав'яні рослини – 82 види (табл. 3.7, рис. 3.1). На першому місці у спектрі за значним відривом знаходяться трав'яні полікарпіки – 81 %, друге місце поділяють трав'яні монокарпіки та дерева (4 %).

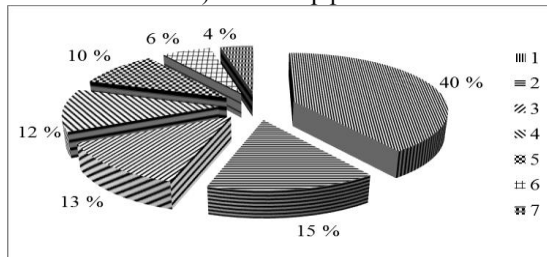
Таблиця 3.7

Біоморфологічний спектр флори

Біоморфа	Назва	К-ть видів	Кліматорфа	Назва	К-ть видів
	Деревні рослини:				Фанерофіт
	Дерево	5		Хамефіт	4
	Кущ	4		Гемікриптофіт	38
	Кущик	4		Геофіт	14
Трав'яні рослини:				Гелофіт	11
полікарпіки		75		Гідрофіт	12
монокарпіки		5		Терофіт	6
малорічники		1			



1 – полікарпик; 2 – монокарпик; 3 – дерево; 4 – кущик;
5 – кущ; 6 – малорічник
а) за біоморфою



1 – гемікриптофіт; 2 – геофіт; 3 – гідрофіт; 4 – гелофіт;
5 – фанерофіт; 6 – терофіт; 7 – хамефіт
б) за кліматорфою

Рис. 3.1. Диференціація флори техногенних водойм за життєвими формами

Результати біоморфологічного аналізу флори доводять її типовість для помірних широт Голарктики.

Екологоморфологічний аналіз флори здійснено згідно з класифікацією Крістіана Раункієра, в основу якої покладені адаптивні ознаки, пов'язані з поведінкою рослин у несприятливий період.

На території дослідження переважають гемікриптофіти (табл. 3.7), майже однакову участь у формуванні флори беруть геофіти, гідрофіти та геліофіти. Така диференціація видів за кліматормами подібна до гідрофільних флористичних комплексів інших регіонів України і пов'язана із значною участю у складі флори водних і земноводних рослин, у яких бруньки відновлення сховані у воді або під землею. Водне ядро флори озер на 100 % складається з полікарпиків.

За кліматормою види цієї частини флори розподілені по чотирьох групах – гемікриптофіти, геофіти, геліофіти та гідрофіти. Остання група превалює і складає 46 %, дещо менша частина видів (30 %) припадає на геліофіти; однаково представлені геофіти та гемікриптофіти (по 12 %), що в цілому характерне для водної рослинності.

Географічний аналіз. Встановлення географічних елементів флори має важливе значення не тільки для розкриття просторових зв'язків таксонів, а й є необхідною умовою для розкриття генезису флори, що особливо важливо для техногенних територій. Географічна структура виявляється у властивому флорі кількісному співвідношенні, отриманому на основі розподілу видів за типами ареалів. При проведенні географічного аналізу ми використовували ботаніко-географічне районування, розроблене Мойзелем та співавторами [114], яке дозволяє аналізувати поширення видів у широтному (зональному), регіональному та поясовому (океанічно-континентальному) аспектах.

Розподіл видів за зональними та регіональними типами ареалів наведено в табл. 3.8. та на рисунках 3.2 – 3.3. Відповідно до зонального положення ареалів видів у флорі техногенних озер виділено шість зональних груп.

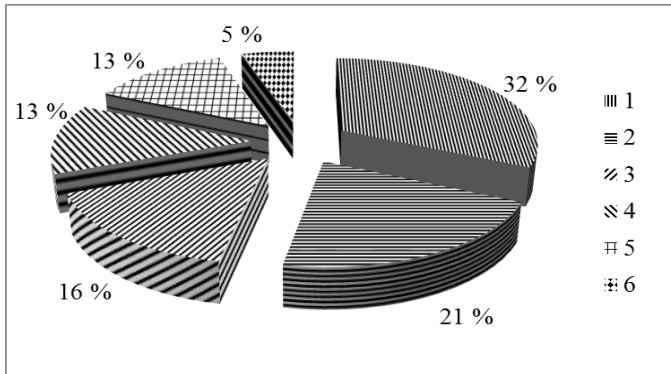
Найбільшою кількістю видів представлені плюризональна та бореосубмеридіональна групи. У сумі вони дають близько половини всіх видів рослин, що свідчить про переважання видів з широким ареалом. Дещо менше представлені види бореомеридіональної, бореотемператної та температурно-субмеридіональної груп.

Слід зазначити, що у складі флори екотону техногенних озер не виявлені види температо-тропічної та субмеридіонально-меридіональної груп з ареалами у південних теплих та помірно теплих зонах. Дуже мала кількість видів (5 %) має тип ареалу температо-меридіональний, який теж характерний для теплих зон.

Таблиця 3.8

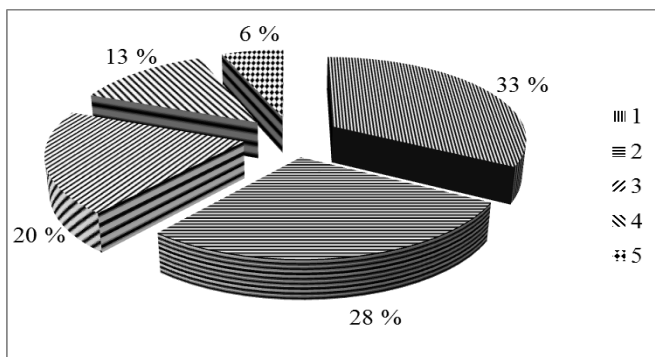
Географічний спектр флори

	Назва типу ареалу	К-ть видів		Назва типу ареалу	К-ть видів
Зональність	Бореосубмеридіональний	30	Регіон	Євроазійський	31
	Бореомеридіональний	15		Європейський	12
	Бореотемператний	12		Євросибірський	19
	Плюризональний	20		Космополітний	6
	Температно-меридіональний	5		Циркумпольярний	26
	Температно-субмеридіональний	12			



- 1 – бореосубмеридіональний;
 2 – плюризональний;
 3 – бореомеридіональний;
 4 – борео-температний;
 5 – температурно-субмеридіональний;
 6 – температурно-меридіональний

Рис. 3.2. Співвідношення видів рослин за зональними типами ареалів



- 1 – евразійський;
 2 – циркумполярний;
 3 – євросибірський;
 4 – європейський;
 5 – космополітний

Рис. 3.3. Співвідношення видів рослин за регіональними типами ареалів

У регіональному спектрі нараховується п'ять хорологічних груп. Основну частину становлять євразійські (33 %) та циркумполярні (28 %) види, значною є участь видів євросибірської групи (20 %). Найменше представлені види європейської групи (13 %) та види-космополіти (6 %).

Враховуючи утворення стерильного екоотопу з абсолютно новими характеристиками, пов'язаними з виникненням гідроєкосистеми, доцільним є географічний аналіз водного ядра флори з додатковим визначенням розподілу видів за кліматичними типами ареалів. Відповідно до зонального положення ареалів видів, у водному ядрі флори виділено п'ять зональних груп (табл. 3.9). Найбільшою кількістю видів представлені північно-південна та бореосубмеридіональна групи, що також свідчить про переважання видів з широким ареалом і в цілому характерно для водних флор різних регіонів помірної Євразії [291], в тому числі і для водойм України. Проте у кількісному співвідношенні види зазначених груп сумарно (81 %) майже вдвічі перевищують це значення для водойм України (40,4 % [114]) і майже на 30 % – значення для флори екоотопу в цілому.

Кількість видів бореосубмеридіонального типу ареалу практично однакова для флори озер, а також для водного ядра флори. Кількість видів північно-південного типу ареалу майже вдвічі більша у водному ядрі, що свідчить про її інтразональний характер. У складі водного ядра флори, як і у всій флорі, не виявлені види з ареалами у південних теплих та помірно теплих зонах, що підтверджується відсутністю видів temperato-тропічної, субмеридіонально-меридіональної та temperato-меридіональної груп.

Причому остання група у загальній флорі у незначній кількості все ж таки присутня.

Таблиця 3.9

Географічний склад водного ядра флори техногенних озер Малого Полісся за зональними типами ареалів

Зональні групи	Кількість видів	
	абсолютна	%
Плюризональна (види з ареалами в арктичній, бореальній, температурній, меридіональній і тропічній зонах)	13	50
Бореосубмеридіональна (види з ареалами в бореальній, температурній і суб-меридіональній зонах)	8	31
Бореотемператна (види з ареалами в бореальній і температурній зонах)	1	4
Бореомеридіональна (види з ареалами в бореальній, температурній, суб-меридіональній і меридіональній зонах)	3	11
Температно-субмеридіональна (види з ареалами в температурній і субмеридіональній зонах)	1	4

У регіональному спектрі нараховується чотири хорологічні групи (рис. 3.4).

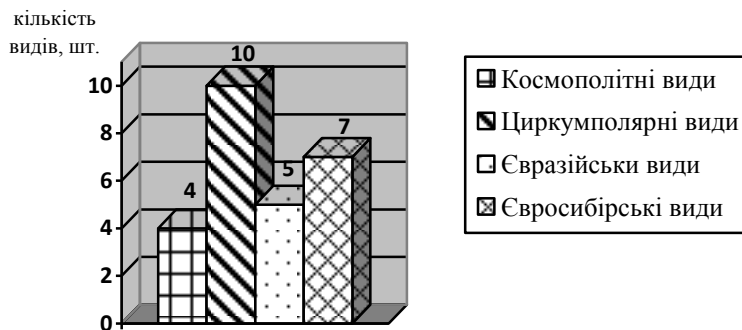


Рис. 3.4. Географічний склад водного ядра флори техногенних озер Малого Полісся за регіональними типами ареалів

Основну частину становлять циркумпольярні види (39 %); значною, порівняно із флорою в цілому, є участь видів євросибірської групи (27 %). Найменше представлені види євразійської групи (19 %) та види-космополіти (15 %). Водночас у кількісному співвідношенні чисельність видів-космополітів у техногенних водоймах майже втричі перевищує цей показник для природних водойм (5,1 % [114]), що пов'язано із широким діапазоном їх екологічної толерантності.

У водному ядрі флори відсутні види європейської групи, тому усі вони у загальній флорі представлені видами, що належать до прибережних рослин.

Аналіз розподілу видів за кліматичними типами ареалів дав можливість з'ясувати провідну роль індиферентних видів, кількість яких дорівнює 17 (65 %). На частку євриокеанічних видів припадає 7 видів (27 %), євриконтинентальних – 2 види (8 %). Такий розподіл також не є характерним для природних водойм України, оскільки кількість індиферентних видів у техногенних водоймах майже у двічі більша, ніж у природних (37,4 % [114]). Значна частка євриокеанічних видів пов'язана із приуроченістю досліджуваної території до зони впливу океану.

До адвентивних представників належать північноамериканські види: *Elodea canadensis Michx.*, який входить до водного ядра флори, та *Solidago canadensis L.*, який зростає у береговій зоні. Ендеміки відсутні, що взагалі характерно для Полісся.

В цілому макрофітну флору екотону досліджуваних озер можна вважати аллохтонною, формування якої відбувалось у результаті міграційних процесів, що також характерно і для флори Малеого Полісся загалом [241].

Екоморфичний аналіз. Як відомо, екологічна структура флори відображає розподіл видів за різними екологічними групами залежно від екологічних умов. Екологічний аналіз флори екотону був проведений за екоморфами – групами видів, які виділяються за відношенням рослин до конкретного фактора середовища.

Для техногенних озер Малеого Полісся ми проводили визначення за факторами освітленості, ступенем зволоження та трофічністю (табл. 3.10, рис. 3.5 – 3.7). Трофічність визначали згідно з класифікацією П. С. Погребняка [194]. Окремо проводити диференціацію видів за кислотним, сольовим, карбонатним режимами, за вмістом азоту та гумусу ми вважали недоцільним, оскільки описані у розділі 2 хімічний склад води та характеристика субстрату визначають ці режими як нейтральні, а для азоту та гумусу – знаходяться на мінімальних рівнях через значний ступінь деградації території.

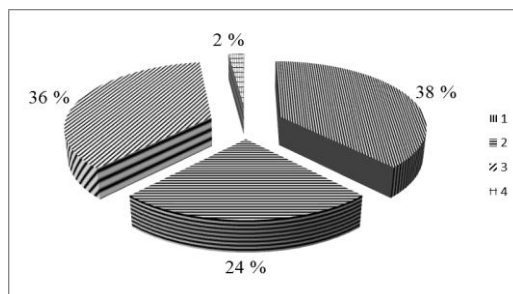
Територія досліджень достатньо добре освітлена, тому тут перебувають лише два види сціофітів – тіньовитривалих рослин, що

потребують у три рази меншого освітлення, ніж рослини інших груп, кількість яких майже однакова.

Таблиця 3.10

Екологічна структура флори техногенних озер Малого Полісся

Екоморфа	Назва	Кількість видів
Геліоморфа	Геліофіт	36
	Геліосціофіт	23
	Сціогеліофіт	34
	Сціофіт	2
Гігроморфа	Ксеромезофіт	9
	Мезоксерофіт	10
	Мезофіт	19
	Гігрофіт	45
	Гідрофіт	12
Трофоморфа	Мегатроф	22
	Мезотроф	69
	Оліготроф	3

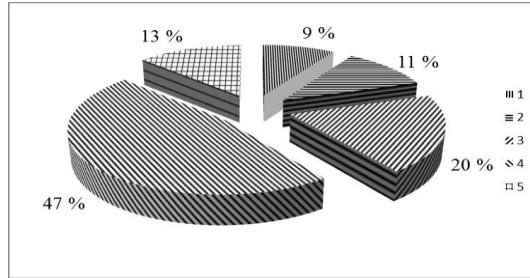


1 – геліофіт; 2 – геліосціофіт;
3 – сціогеліофіт; 4 – сціофіт

Рис. 3.5. Характеристика флори екотона за світловим режимом

Приспособаність більшості видів рослин до вологих умов зростання виражена переважанням гігрофітів, що вказує на формування водного екотопу. Присутність мезофітів та невеликої кількості ксеромезофітів і мезоксерофітів зумовлена оточенням природної рослинності навколо екотону техногенних озер, оскільки до початку розроблення кар'єра тут був сосновий фітоценоз.

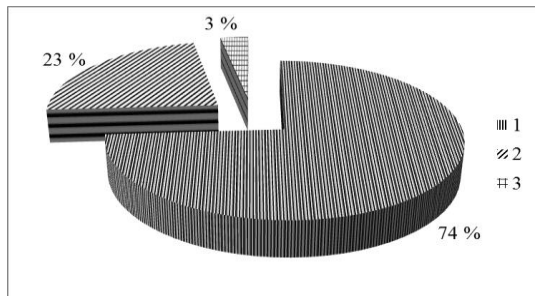
Рослини посушливих місцезростань, що здатні переносити довготривалу засуху (ксерофіти), не виявлені.



1 – ксеромезофіт; 2 – мезоксерофіт;
3 – мезофіт; 4 – гігрофіт; 5 – гідрофіт

Рис. 3.6. Характеристика флори екотона за водним режимом

Переважає більшість рослин-мезотрофів в екотоні озер характеризують субстрат як середній за вмістом поживних речовин. Оліготрофних видів найменше, проте їх едифікаторна роль у фітоценозах (наприклад, сосни звичайної) свідчить про достатню поширеність оліготрофних умов.



1 – мезотроф; 2 – мегатроф; 3 – оліготроф

Рис. 3.7. Характеристика флори екотона за трофічністю

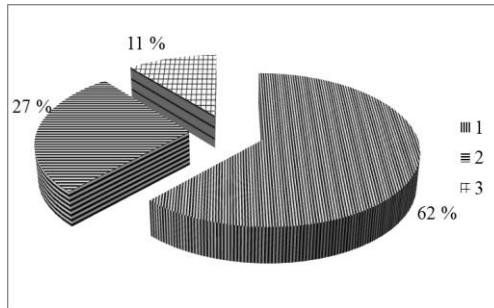
Екологічна диференціація видів водного ядра флори техногенних озер Малеого Полісся наведена в табл. 3.11 та на рис. 3.8 – 3.11. У водному ядрі, як і у флорі озер в цілому, превалюють геліофіти, хоча тут їх майже вдвічі більше, що свідчить про високу освітленість літоралі озер. На відміну від загальної флори, у її водному ядрі рослини-тіньолюби взагалі відсутні.

Цілком логічним є формування флори водного ядра гігрофітами та гідрофітами за відсутності інших гігроморф. При цьому зберігається закономірність певного превалювання видів перезволожених територій (гігрофітів) над видами водної групи (гідрофітів).

Таблиця 3.11

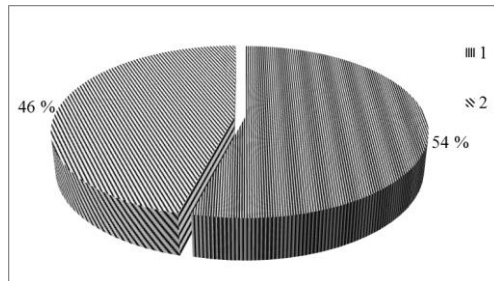
Екологічна структура водного ядра флори техногенних озер Малого Полісся

Екоморфа	Назва	Кількість видів
Геліоморфа	Геліофіт	16
	Геліосціофіт	7
	Сціогеліофіт	3
	Сціофіт	0
Гігроморфа	Ксерофіт	0
	Ксеромезофіт	0
	Мезоксерофіт	0
	Мезофіт	0
	Гігрофіт	14
	Гідрофіт	12
Трофність	Оліготроф	1
	Мезотроф	12
	Евтроф	13



1 – геліофіт; 2 – геліосціофіт; 3 – сціогеліофіт

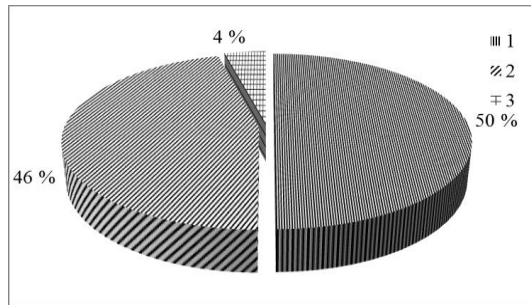
Рис. 3.8. Розподіл видів водного ядра флори за світловим режимом



1 – гігрофіт; 5 – гідрофіт

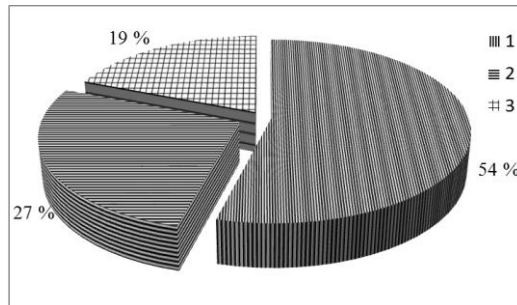
Рис. 3.9. Розподіл видів водного ядра флори за водним режимом

За трофністю майже однаково представлені види мезотрофів та евтрофів, що свідчить про середній і достатній рівень трофності гідротопу.



1 – мезотроф; 2 – мегатроф; 3 – оліготроф
Рис. 3.10. Розподіл видів водного ядра флори за трофністю

І. М. Распопов [290, 291], враховуючи провідну роль водних мас в існуванні гідрофітів, за способом пристосування до водного середовища запропонував поділити їх на три групи: занурені рослини (гідатофіти); рослини з плаваючими асимілюючими органами (плейстофіти) та повітряно-водні рослини (гелофіти). В екологічній структурі водного ядра превалюють гелофіти (14 видів); найменшим є представництво плейстофітів (5 видів), що, на нашу думку, пов'язано зі значною глибиною водойм.



1 – гелофіти; 2 – гідатофіти; 3 – плейстофіти
Рис. 3.11. Розподіл видів водного ядра флори за екологічними групами

Достатня поширеність гідатофітів (7 видів) свідчить про порівняно високу прозорість водного середовища та відсутність течії, що дозволяє розвиватися цим видам в умовах значних глибин літоральної зони

техногенних озер. Це, на нашу думку, пов'язано з проходженням як екзогенетичної, так і ендеокогенетичної сукцесій на різновікових озерах.

Таким чином, проведений системний екоморфний аналіз свідчить про неоднорідність флори екотонів техногенних озер Малого Полісся. Незважаючи на те, що досліджувані екосистеми сформувалися на антропогенно порушених ділянках і є інтразональними, флора екотону суттєво залежить від зональних природно-кліматичних особливостей території.

3.2. Склад рослинності екотону техногенних озер

Рослинний покрив екотону техногенних озер ми розглядаємо як парагенетичну систему фітоценозів, специфіка функціонування яких зумовлюється взаємозв'язком та взаємовпливом при наростанні градієнта вологості в екотопі від зонального значення до максимального показника у зоні літоралі. Рослинний покрив екотону техногенних озер вивчали за загальноприйнятими [230] групами ознак:

- склад рослинних угруповань, що формують рослинний покрив;
- просторова структура рослинних угруповань.

У роботі використана домінантна система синтаксонів, що побудована з використанням домінантно-детермінантного підходу [51, 228].

Визначення та класифікацію рослинних угруповань екотону техногенних озер проводили з використанням принципів еколого-фітоценологічної класифікації, у якій використовується такий класифікаційний ряд [4, 260, 360]: тип рослинності – клас формацій – група формацій (для лучної рослинності відсутня) – формація – група асоціацій (або тип лісу для лісових угруповань) – асоціація.

При класифікації водної рослинності за основні одиниці (у порядку зростання рангу) прийняті асоціація, формація, групи формацій, класи формацій, групи класів формацій і тип рослинності. Під асоціацією розуміється рослинне угруповання певного флористичного складу з одноманітними умовами місцезростання і однаковою фізіономією. Асоціація розглядається як тип фітоценозів, або рослинних угруповань.

Рослинність техногенних озер, згідно з домінантною класифікацією, представлена трьома типами – лісовою, лучною, водною.

Класифікаційна схема рослинності екотону техногенних озер Малого Полісся така.

Тип рослинності

Ліси

I. Клас формацій: хвойні ліси

1 Група формацій: світлохвойні ліси

1.1 Формация сосни звичайної – *Pineta sylvestris*.
Група асоціацій соснові ліси крушинові.
Ас.: 1) *Pinus sylvestris* – *Rhamnus frangula* – *Heteroherbosa*; 2) *Pinus sylvestris* – *Rhamnus frangula* – *Dryopteris carthusiana*.
Група асоціацій соснові ліси ожинові.
Ас.: 1) *Pinus sylvestris* – *Rubus hirtus*.
Група асоціацій березово-соснові ліси крушинові.
Ас.: 1) *Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Rhamnus frangula* – *Heteroherbosa*.

II. Клас формацій: листяні ліси

1.1 Формация вільхи чорної – *Alneta glutinosae*.
Група асоціацій вільхові ліси осокові.
Ас.: 1) *Alnus glutinosa* – *Rhamnus frangula* – *Carex brizoides*.

Тип рослинності

Луки

I. Клас формацій: справжні луки

1 Формация костриці лучної – *Festuceta pratensis*.
Ас.: 1) *Festuca pratensis*; 2) *Festuca pratensis* – *Heteroherbosa*.

II. Клас формацій: болотисті луки

1 Формация мітлиці повзучої – *Agrostideta stolonifera*.
Ас.: 1) *Agrostis stolonifera*.

Тип рослинності

Водна рослинність

A. Група класів: справжня водна рослинність

I. Клас формацій: справжня (гідрофітна) рослинність

1 Група формацій гідрофітів вільно плаваючих у товщі води
1.1 Формация кушира зануреного – *Ceratophylleta demersi*.
Ас.: 1) *Ceratophyllum demersum*; 2) *Myriophyllum spicatum* + *Ceratophyllum demersum*.

2 Група формацій занурених вкорінених гідрофітів

2.1 Формация рдесника блискучого – *Potameta lucensis*.
Ас.: 1) *Potamogeton lucens*; 2) *Potamogeton lucens* + *Myriophyllum spicatum*.

2.2 Формация рдесника пронизанолистого – *Potameta perfoliati*.

Ас.: 1) *Potamogeton perfoliatus*; 2) *Potamogeton perfoliatus* + *Myriophyllum spicatum*.

2.3 Формация рдесника кучерявого – *Potameta crispi*.

Ас.: 1) *Potamogeton crispus*.

- 2.4 Формация водопериці колосистої – *Myriophylleta spicati*.
Ас.: 1) *Myriophyllum spicatum*.
- 2.5 Формация водяного жовтецю закрученого – *Batrachietta circinati*.
Ас.: 1) *Batrachium circinatum*.
- 2.6 Формация водяного різака алоєвидного – *Stratioteta aloidis*.
Ас.: 1) *Stratiotes aloides*.
- 3 Група формацій вкорінених гідрофітів з плаваючим листям
- 3.1 Формация рдесника плаваючого – *Potameta natantis*.
Ас.: 1) *Potamogeton natans*; 2) *Potamogeton natans* – *Ceratophyllum demersum*.
- 3.2 Формация глечиків жовтих – *Nuphareta luteae*.
Ас.: 1) *Nuphar lutea*; 2) *Nuphar lutea* + *Potamogeton natans*.
- 3.3 Формация латаття сніжно-білого – *Nymphaea candidae*.
Ас.: 1) *Nymphaea candida*; 2) *Nymphaea candida* – *Ceratophyllum demersum*.
- Б. Група класів: прибережно-водна рослинність
- II. Клас формацій: повітряно-водна (гелофітна) рослинність
- 1 Група формацій низькотравних гелофітів
- 1.1 Формация сусака зонтичного – *Butometa umbellate*.
Ас.: 1) *Butomus umbellatus*.
- 1.2 Формация їжачої голівки прямої – *Sparganieta erecti*.
Ас.: 1) *Sparganium erectum*.
- 1.3 Формация хвоща болотного – *Equiseteta palustris*.
Ас.: 1) *Equisetum palustre*.
- 2 Група формацій високотравних гелофітів
- 2.1 Формация рогоза вузьколистого – *Typheta angustifoliae*.
Ас.: 1) *Typha angustifolia*; 2) *Typha angustifolia* + *T. latifolia*.
- 2.2 Формация очерету звичайного – *Phragmiteta australis*.
Ас.: 1) *Phragmites australis*; 2) *Phragmites australis* + *Typha angustifolia*; 3) *Phragmites australis* – *Hydrocharis morsus-ranae*.
- 2.3 Формация куги озерної – *Scirpeta lacustris*.
Ас.: 1) *Scirpus lacustris*; 2) *Scirpus lacustris* – *Ceratophyllum demersum*.
- 2.4 Формация лепешняку великого – *Glycerieta maximae*.
Ас.: 1) *Glyceria maxima*; 2) *Typha angustifolia* + *Glyceria maxima*.
- III. Клас формацій: гірогелофітна рослинність

- 1 Формация осоки гострої – *Cariceta acuate*.
Ас.: 1) *Carex acuta*.
- 2 Формация ситнягу болотного – *Eleocharieta palustris*.
Ас.: 1) *Eleocharis palustris*.
- 3 Формация теліптерісу болотного – *Theyipterietia palustris*.
Ас.: 1) *Thelypteris palustris*.

Таким чином, рослинний покрив екотону техногенних водойм нараховує 39 асоціацій, що належать до 24-х формацій. В середньому на формацію припадає 1-2 асоціації. Частка монодомінантних асоціацій складає 31 (80 %). Частка змішаних асоціацій складає 17 (44 % від загальної кількості асоціацій), серед них більшість припадає на формацію сосни звичайної – 4 (10 %).

Найбільшою різноманітністю відрізняється водна рослинність, яка займає територію літоралі до границі з лімітною зоною з одного боку та територію ветландів – з іншого. Вона представлена 31 (80 % від загальної кількості) асоціацією у складі 20 (83 %) формацій. Водна рослинність майже у рівних частках представлена асоціаціями справжньої водної (16 асоціацій, 52 %) та прибережно-водної (15 асоціацій, 48 %) рослинності.

Ці дані ілюструють цілком закономірне для рослинного покриву водних екосистем лідерство за абсолютним числом синтаксонів справжніх водних рослин і найбільшу різноманітність асоціацій формацій, утворених рослинами перехідних екотопів, у цьому випадку гелофітами. Найбільша кількість асоціацій характерна для високотравних гелофітів (7 асоціацій, 23 %).

Характеристика синтаксонів. Лісова рослинність представлена, в основному, сосновими лісами. На рівнинних сухих ділянках або невисоких підвищеннях, утворених у результаті проведення видобувної діяльності, зустрічаються соснові ліси крушинові (ожинові). Угруповання характеризуються одноярусним деревостаном, утвореним сосною звичайною, як домішка може бути присутня береза повисла та вільха чорна, поодинокі на менш девастрованих ділянках можна зустріти дуб звичайний. Вік сосни складає 15-50 років, трапляються дерева і більшого віку (75-90 років), повнота деревостану 0,65-0,75. Вік берези повислої та вільхи чорної в середньому складає 15-30 років (подекуди до 60-ти років). Підлісок, залежно від ділянки, може бути малорозвинутий або досить виражений (в основному, на ділянках із домішкою супутніх порід), складається з крушини ламкої, поодинокі зустрічаються бузина чорна, свидина кров'яна, ліщина. У межах зазначеної формації поширені ценози з домінуванням ожини шорсткої та щитника шартрського у наземному покриві. Різноманіття та проективне покриття трав'яного покриву, що в середньому коливається в межах 25-50 %, визначається умовами деградації берегів. У трав'яному покриві

зустрічаються розхідник звичайний, суниця лісова, підмаренник чіпкий, кропива дводомна, чистотіл звичайний, пасльон чорний та солодко-гіркий, фіалка різнолиста, кульбаба лікарська, пирій повзучий, молочай кипарисоподібний тощо. Також у монодомінантних асоціаціях сосни звичайної фрагментарно присутній моховий покрив.

В екотоні непроточних озер зустрічаються березово-соснові ліси крушинові. Угруповання складаються з двох ярусів: перший формує сосна звичайна, другий – береза повисла. Також поодинокі можуть зустрічатися вільха чорна та дуб звичайний (на молодих озерах). Вік сосни складає 15-30 років, берези – 15-20 років. У підліску зустрічається крушина, поодинокі горобина та ліщина. У трав'яно-чагарниковому ярусі присутні анемона лісова і жовтецева, зірочник середній, герань Робертова, зеленчук жовтий, щучник дернистий, також зустрічається золотарник канадський.

Вільхові ліси осокові зустрічаються в екотоні молодих озер, характеризуються одноярусним деревостаном, поодинокі може зустрічатися береза повисла, дуб звичайний. Підлісок формує переважно крушина ламка. У трав'яному покриві домінує осока трясучковидна.

Формації лук поширені в екотонній зоні техногенних озер, що утворилися у заплавах річок. Справжні луки займають значні площі на території дослідження. Основне флористичне ядро їх складають костриця лучна, а також лисохвіст лучний, присутні конюшина лучна, суховершки звичайні тощо. Крім того, поширені болотисті луки, що представлені формацією мітлиці повзучої.

Більш різноманітними є формації водної рослинності. Формація куширу зануреного є найбільш звичайною у рослинному покриві озер і представлена двома асоціаціями. У фітоценозах асоціації *Ceratophyllum demersum* проективне покриття домінанта – куширу зануреного – складає в середньому 70 % (40-100 %). Фітоценози цієї асоціації відзначені при глибині від 10-20 до 500 см в екотонах усіх типів озер, оскільки надають перевагу стоячим або слабо проточним водам. Асоціація *Myriophyllum spicatum* + *Ceratophyllum demersum* зустрічається рідше, ніж попередня, для неї характерна наявність двох чітко виражених ярусів – домінуючого куширу із проективним покриттям (60-85 %) і співдомінуючим ярусом водопериці колосистої (проективне покриття 25-30 %).

Спільноти формації рдесника блискучого мало поширені в екотонах техногенних озер і, в основному, представлені в озерах, що розташовані у лісових масивах. Вони зустрічаються на глибинах від 100 до 300-350 см як стічних, так і безстічних озер. Чиста асоціація *Potamogeton lucens* має проективне покриття 20-60 %, у ценозах можлива присутність куширу зануреного. Асоціація *Potamogeton lucens* + *Myriophyllum spicatum* обмежується безстічними озерами, проективне покриття домінанта складає

40-60 %, співдомінанта – 20-40 %. Це більш продуктивна асоціація, ніж попередня.

Формація рдесника пронизанолистого поширена в озерах, що утворилися як у лісових масивах, так і на луках. Як правило, рдесник пронизанолистий зростає на ділянках водойм, вільних від гелофітів. Тоді він може навіть формувати пояси шириною до 2 м вздовж мілководної ділянки навколо озера. Цим зумовлена низька видова насиченість його фітоценозів.

Асоціація *Potamogeton perfoliatus* може бути майже чистою із проєктивним покриттям 60-90 %, а також із включенням одиничних екземплярів або з проєктивним покриттям 10 % і менше *Ceratophyllum demersum*. Асоціація *Potamogeton perfoliatus* + *Myriophyllum spicatum* зустрічається в лучних озерах із незатіненими берегами. У них домінує (40-60 % проєктивного покриття) *Potamogeton perfoliatus* і співдомінує (10-30 %) *Myriophyllum spicatum*.

Формації рдесника кучерявого відмічені у безстічних озерах. Він формує чисті або майже чисті угруповання асоціації *Potamogeton crispus* на бідних піщаних ґрунтах на глибині 150-200 см у вигляді невеликих плям чи смуг.

Формація водопериці колосистої має поширення в озерах майже усіх типів. Асоціація *Myriophyllum spicatum* характерна для ділянок з порівняно малим освітленням, де їй немає конкуренції серед рдесників. Як правило, вона представлена середньо- та високопродуктивними угрупованнями чистої або майже чистої водопериці із проєктивним покриттям 40 (на затінених ділянках) – 100 %.

Формація водяного жовтецю закрученого відзначена у безстічних озерах та у стічних озерах в умовах незначної течії. Найбільші площі асоціація *Batrachium circinatum* займає на добре освітлених ділянках із піщано-мулистим ґрунтом на глибині до 2,8 м. Проєктивне покриття складає до 90 %, можуть зустрічатись поодинокі *Myriophyllum spicatum* та *Ceratophyllum demersum*.

Формація водяного різаку алоєвидного відмічена на неглибоких добре освітлених ділянках, де утворюються оптимальні умови для розвитку чистих високопродуктивних ценозів водяного різаку. Вважають, що ця рослина не закріплюється на дні водойми, тому асоціації з її домінуванням відносять до формацій гідрофітів, що вільно плавають у товщі води. Проте досвід польових спостережень показує, що ця рослина знаходиться в укорененому стані усю весну та літо, і тільки з відмиранням коренів восени його розетки плавають вільно. У зв'язку з цим, погоджуючись із думкою [125], розглядаємо *Stratiotes aloides* у цій групі формацій. Характерною особливістю займаних ним екоотопів є порівняно значна глибина (1-3 м), висока прозорість води.



Водопериця колосиста - поширений вид гіматофітів техногенних озер



Рдесник кучерявий зустрічається у прозорих молодих озерах



Фітоценози зануреної рослинності формуються на всіх типах техногенних озер Малого Полісся



Латаття сніжно-біле зростає на старих та середньовікових озерах



Глечики жовті беруть участь у формуванні поясу плаваючих рослин



Півники болотні надають привабливого вигляду берегам озер

Рослини, що формують угруповання формацій вкорінених гідрофітів із плаваючим листям, є проміжними між зануреним у воду і повітряно-водними рослинами. Вже це ставить їх ценози на умовному профілі дна між фітоценозами типових гідрофітів та угрупованнями гелофітів. І хоча граничні глибини поширення окремих екземплярів рослин цього еко типу можуть перевищувати 3 м, основна частина їх угруповань у техногенних озерах Малого Полісся розташована на глибині 130-250 см.

Формація рдесника плаваючого представлена двома асоціаціями – чистою асоціацією *Potamogeton natans*, яка є досить поширеною, розташовується на піщано-мулистих ґрунтах на глибині 100-280 см, має зазвичай високе проєктивне покриття – в середньому близько 60-90 %, і є високопродуктивною, проте на малочисельних ділянках зі значним затіненням проєктивне покриття не перевищує 40 %.

При менших глибинах на більш освітлених ділянках спостерігається асоціація *Potamogeton natans* – *Ceratophyllum demersum* з проєктивним покриттям 80-90 %, у якому частка домінанта складає 60-70 %, співдомінанта – 20-30 %.

Формація глечиків жовтих зустрічається на більшості озер у варіанті прибережних угруповань на піщано-мулистих ґрунтах при глибині до 2,6 м; на піщаних ґрунтах в умовах високопрозорої води глибина досягає 3,2 м. Поширена одновидова асоціація *Nuphar lutea* з домішкою одиничних екземплярів одного або декількох видів макрофітів (латаття сніжно-білого – у першому варіанті, куширу зануреного – у другому). На менших озерах угруповання тяжіють до центру, проте у разі різкого зниження глибини формують зарості у вигляді поясу вздовж берега.

Асоціація *Nuphar lutea* + *Potamogeton natans* поширена тільки на мілководних ділянках, що підлягають заболочуванню, в умовах замулених і сильно мулистих ґрунтів при глибині води 100-270 см. Як правило асоціація багатовидова, в ній часто присутні *Ceratophyllum demersum* (до 5 %), *Elodea canadensis* (до 5 %), *Equisetum fluviatile* (до 5 %).

Формація латаття сніжно-білого поширена на ділянках із сформованим мулистим ґрунтом на глибині 1,5-2,5 м у вигляді плямистих або суцільних заростей. Зазвичай асоціація *Nymphaea candida* є одновидовою, має просту структуру та збіднений видовий склад з проєктивним покриттям латаття 20-80 %, іноді за участю глечиків жовтих (до 5 %).

Асоціація *Nymphaea candida* – *Ceratophyllum demersum* характерна для мілководь із замуленим дном на глибинах від 60-80 см до 2 м і більше. Проєктивне покриття латаття в середньому складає 40 % (20-60 %), куширу зануреного – близько 60 (40-80) %.

Повітряно-водна (гелофітна) рослинність у техногенних озерах Малого Полісся формує самостійний яскраво виражений пояс макрофітів,

переважна частина надземних органів яких височіє над водною поверхнею. Він розташовується від урізу води до глибини 60-100 см з проникненням окремих куртин цих рослин на більш значні глибини.

Група формацій низькотравних гелофітів розподілена по всьому спектру глибин, що займають ценози повітряно-водних рослин; на ділянках із добре розвинутим зонально вираженим рослинним покривом вони завжди розташовуються перед фітоценозами високотравних гелофітів з боку відкритої акваторії.

Формація сусака зонтичного у техногенних озерах зустрічається доволі рідко. В основному, сусак розкиданий по відкритих піщаних та піщано-мулистих мілководдях з глибиною біля 1 м у вигляді окремих рослин і невеликих їх клонів. Обширні поля, які зливаються в угруповання, представлені асоціацією *Butomus umbellatus*. У складі асоціації, крім сусака зонтичного, що має проективне покриття від 30 до 60 %, можуть бути присутні у незначній кількості *Ceratophyllum demersum*, *Batrachium circinatum*.

Формація їжачої голівки прямої. Серед низькотравних гелофітів їжача голівка пряма – найбільш потужна рослина з більш виразними едифікаторними властивостями. Його угруповання широко поширені, хоча найчастіше і не займають великих площ; у рослинному покриві більш помітні, ніж ценози сусака зонтичного. Обширні ділянки асоціації *Sparganium erectum* зустрічаються на прибережних ділянках молодих озер із піщаним субстратом при глибині води від 0 см (часто на обсохлих мілинах) до 50 см, у фітоценозах середніх та старих озер – біля урізу води з боку акваторії. Проективне покриття угруповання складає 20-80 %, у невеликих кількостях можуть бути присутні поодинокі екземпляри стрілолисту стрілолистого, частухи подорожникової, півників болотних. Із підвищенням рівня води видовий склад асоціації збагачується гідрофітами.

Формація хвоща болотного зустрічається в екотонах заболочених відкритих берегів, а також характерна для піщаних і піщано-мулистих наносів мілководь та зон підтоплення, що виникли у результаті підпору ґрунтових вод. Глибина води, при якій зустрічаються угруповання варіює у широких межах – від 0 до 130 см, але найбільш поширені вони при глибині 30-60 см. Проективне покриття хвоща доволі високе і складає 60-100 %. Його ценози представлені однорядовою асоціацією *Equisetum palustre* L. За невеликих глибин в одиничних екземплярах можуть бути присутні різноманітні макрофіти (від гідрофітів до гігрофітів).

Група формацій високотравних гелофітів є фоною для зони повітряно-водних рослин і в цілому для озер.

Формація рогаза вузьколистого набула значного поширення в рослинному покриві екотонної зони техногенних озер Малоого Полісся. Рогоз,

як правило, формує густі монодомінантні зарості. Чиста асоціація *Typha angustifolia* характерна для озер усіх типів. Зустрічається у різноманітних, але, головним чином, відкритих середовищах існування при глибинах від 0 до 190-220 см. Проективне покриття рослин у фітоценозах складає 40-90 %, максимальна їх висота у найбільш глибоких місцях сягає 320 см. Угрупування відкритих берегів зазвичай одновидові (можлива присутність лепехи звичайної), у відносно захищених місцях в них у невеликих кількостях присутні *Ceratophyllum demersum* та інші гідрофіти, а також поодинокі екземпляри *Carex acuta*. Субстрат у межах заростей пронизаний сильно розвинутим кореневищем рогозу, який не дає можливості розвиватись іншим видам рослин, що визначає монодомінантність фітоценозів.

Асоціація *Typha angustifolia* + *T. latifolia* має місце в умовах сильно мулистого дна і глибини води 40-160 см. Проективне покриття обох видів змінюється у межах 20-60 %.

Формація очерету звичайного є однією з найбільш характерних для рослинного покриву техногенних озер Малеого Полісся. Виділяється найбільшою різноманітністю синтаксонів серед формацій повітряно-водних рослин. Очерет є найпотужнішим едифікатором, і скрізь, де його угруповання наступають на інші, угруповання очерету із часом поглинають ці інші угруповання.

Чиста монодомінантна асоціація *Phragmites australis* поширена по всіх типах водних об'єктів на глибині від 0 до 280 см. На озерах проективне покриття очерету складає від 20 % (при значній глибині або за низького освітлення) до 80-100 %; панують фітоценози з покриттям 80-90 %. В очереті у невеликих кількостях можуть бути присутні види водних і навколоводних рослин (кушир занурений, водопериця колосиста, сусак зонтичний, хвощ болотний тощо). Вздовж прибережних мілководь відкритих берегів едифікатор утворює суцільні безперервні пояси завширшки 1-30 м. Нерідко вони беруть початок на березі у зоні надлишкового зволоження і заходять у воду на глибину до 120-280 см.

Асоціація *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* поширена на молодих озерах у відкритих мілководдях. Зустрічається на піщаних і піщано-мулистих ґрунтах при глибині до 2,5 м. Перший ярус таких угруповань, що має проективне покриття 50-80 % і висоту 1,5-2,5 м, складений очеретом і рогазом вузьколистим, інші яруси не виражені або представлені невеликим числом рослин (в основному це кушир занурений або рдесник блискучий).

Асоціація *Phragmites australis* – *Hydrocharis morsus-ranae* розташована виключно на мілководних ділянках біля урізу води. Проективне покриття першого ярусу, який представлений очеретом, складає 40-50 %, другий ярус жабурника має проективне покриття до 30 %. Можлива присутність у невеликих кількостях занурених рослин, в основному куширу.

Формація куги озерної – найбільш глибоководна у всіх групах озер. Її фітоценози різних розмірів зазвичай розташовуються на краю пояса високотравних гелофітів або відриваються від нього і висуваються далеко вглиб акваторії. Найчастіше зустрічається при глибині 90-280 см на піщаних і піщано-мулистих ґрунтах.

Асоціація *Scirpus lacustris* широко поширена у всьому діапазоні зазначених глибин. Проективне покриття складає 50-90 % (при низькому освітленні від 30 %). Як правило, мають вигляд куртин з чистих заростей, а також можуть зустрічатися мозаїчним вкрапленням серед ценозів рогозу вузьколистого чи очерету звичайного. Видовий склад асоціації бідний (біля 5-ти видів).

Асоціація *Scirpus lacustris* – *Ceratophyllum demersum* тяжіє до глибоководних ділянок, в основному характерна для молодих озер. Проективне покриття куги складає 50-70 %, куширу зануреного – 30-40 %.

Формація лепешняку великого характерна для відкритих берегів, тому поширена на озерах, що утворилися у заплавах лук. Угрупування формації зазвичай зустрічаються на сильно замулених піщаних ґрунтах і відзначаються при глибині 20-40 см або на обсохлих мілководдях.

Асоціація *Glyceria maxima* – найпоширеніша у формації. Її угруповання або одновидові з проективним покриттям від 10 до 100 % (зазвичай 80-90 %), або з невеликою часткою осоки гострої, трапляється щавель прибережний, водяний хрін болотний. Ценози формує прямостояча форма манника великого, що має висоту пагонів до 175 см.

Асоціація *Typha angustifolia* + *Glyceria maxima* зустрічається на несформованих берегах, об'єднує лепешнякові сплавини з різноманітною гелофітною флорою, серед якої виділяється *Typha angustifolia*, що має проективне покриття 15-30 %.

Клас формацій гірогелофітна рослинність являє собою екотонну рослинність урізу води. Фітоценози, що належать до нього, характерні для заболочених і сирих берегів, для граничної лінії між водою і сушею, а також для мілководь з глибиною 10-20 (до 40) см. В умовах останніх значні за площею угруповання утворюють лише деякі з гірогелофітів.

Формація осоки гострої – досить поширена і відзначається для всіх типів озер в екотонах прибережних мілководь біля відкритих берегів, заболочених відкритих берегів, закустарених берегів. Представлена чистою асоціацією *Carex acuta*, що характерна для зони урізу води. Її угруповання складені осокою гострою з проективним покриттям до 100 %, яку доповнюють багато берегових гірофітів і мезофітів, що відзначаються у тій частині фітоценозу, що виходить з води, а також види низькотравних гелофітів, занурених і плаваючих гідрофітів в обводненій її частині. Але всі вони присутні у незначній кількості екземплярів і суттєвої ролі у структурі і

продукції угруповання не відіграють. Як правило, це густий травостій заростей бордюрного характеру від 1,5 до 5-10 м в ширину. На ділянках із берегами, що вкриті лісовою рослинністю, утворюються рідкі зарості з проективним покриттям від 20 %.

Формація ситнягу болотного не має широкого поширення і, в основному, зустрічається на середньовікових озерах на мілководдях з глибиною до 20 (40) см. Вона є перехідною від гелофітної рослинності до гігрофільного різнотрав'я.

Асоціація *Eleocharis palustris* має зазвичай небагатий (до 5 видів) видовий склад, проективне покриття ситнягу болотного складає 40-70 %.

Формація теліптерісу болотного зустрічається у вигляді вузької стрічки на мілководних ділянках прибережної зони біля урізу води на закритих берегах та у зонах підтоплення середньовікових озер, що розташовані в лісі.

Асоціація *Thelypteris palustris* характеризується гелофітним різнотрав'ям. У невеликих кількостях присутні осока гостра, їжача голівка пряма, стрілолист стрілолистий. Проективне покриття теліптерісу складає 60-80 %.

Частота зустрічності вище наведених асоціацій у поширених п'яти типах техногенних озер Малоого Полісся суттєво відрізняється (Додаток, табл. 3). Чисельне відображення синтаксономічного різноманіття рослинності різних типів озер та розподілу числа асоціацій по класах їх зустрічності наведено в таблиці 3.12., звідки бачимо, що найбільша різноманітність за кількістю формацій та асоціацій характерна рослинності екотону мезотрофних техногенних озер третього типу.

Найбільш низьким синтаксономічним різноманіття відрізняється рослинність озер першого евтрофного типу. Зі збільшенням мілководних ділянок наростає складність і різноманітність угруповань водних рослин у середньовікових та молодих озерах, але на границі води і суші ці показники різко падають.

На сьогодні склад асоціацій макрофітів у межах формації являє собою ряди ускладнення від одновидових до багатовидових, при цьому більш складний фітоценоз гідрофітів займає послідовно все більшу глибину, тоді як для угруповань гелофітів характерна зворотна тенденція. Ускладнення їх ценозів у межах формацій протікає поступово за рахунок зустрічного потоку едифікаторів і їх входження у більш глибоководні угруповання.

Відновлення рослинного покриву берегових ділянок відбувається за рахунок навколишніх високопродуктивних лісових (лучних) фітоценозів, які, володіючи підвищеною стійкістю та здатністю до саморегуляції, активно заповнюють екологічні ніши та продукують потоки речовини у вигляді насіння і спор рослин, характерних для ґрунтово-кліматичної зони.

Таблиця 3.12

Поширення синтаксонів рослинності у різних типах техногенних озер
Малого Полісся

Синтаксони, класи зустрічності	Типи озер				
	1	2	3	4	5
Кількість синтаксонів					
Число формацій	6	11	17	12	15
Число асоціацій	6	15	24	16	23
Кількість асоціацій на формацію	1,0	1,4	1,4	1,3	1,5
Кількість асоціацій за класами зустрічності					
1 (рідко)	1	5	8	3	1
2 (нечасто)	2	2	6	5	10
3 (помірно)	–	2	5	4	10
4 (часто)	1	3	2	2	1
5 (дуже часто)	2	3	3	2	1

Примітка: 1 – зустрічається рідко, 2 – нечасто, 3 – помірно, 4 – часто, 5 – дуже часто.

3.3. Структура рослинності екотону техногенних озер

Важливою ознакою рослинного покриву є його структура, яка характеризує особливості самоорганізації видів у просторі і є результатом складного поєднання ендегенних та екзогенних факторів. Просторово-структурний підхід, що розкриває різноманіття структурних категорій рослинного покриву, бере початок з середини 60-х років минулого століття [204, 287, 317, 387] і зараз активно розвивається [5, 15, 44, 288, 333]. На сьогодні для характеристики біоценозів активно використовують екосистемний підхід. Фітоценози можуть бути розкладені на структурні (просторові) та функціональні елементи [137, 138, 327], де просторова структура – це склад і будова рослинного угруповання у класичному розумінні, а функціональна – сукупність зв'язків між рослинами.

У теоретичній екології сформувалась ярусно-мозаїчна концепція просторово-вікової будови екосистем, що ґрунтується на вертикальній та горизонтальній неоднорідності рослинних угруповань. У горизонтальній структурі можуть виявлятися плями, що закономірно повторюються і відрізняються кількісним співвідношенням, які називають

мікроугрупованнями. Рослинні угруповання, у яких виражені мікроугруповання, називають мозаїчними. У випадку, коли мікроугруповання не виражені і неоднорідність має випадковий характер, горизонтальна структура рослинного угруповання є строкатою. Нерівномірність у структурі рослинності, її мозаїчність обумовлюють, у свою чергу, різноманітність у складі, структурі і властивостях інших компонентів біогеоценозу: атмосфери (освітленість, вологість, рух), ґрунту (в сенсі вологості, промерзання, тощо), тваринного світу, мікроорганізмів, а також у характері матеріально-енергетичного обміну між ними.

В останні роки набув поширення мікроекосистемний аналіз структури і функцій ценопопуляцій рослин, який характеризується високою екологічно інформативністю і набагато перевищує можливості традиційних методів завдяки синтезу популяційної екології та біогеоценології [373, 390].

Питання структурної організації досить ретельно розглядалися для лісових насаджень [41 – 43]. При оцінці просторової структури сосняків [150] поняття просторової структури вивчали з точки зору різних підходів – по-перше, як «неоднорідність у просторі (менше в часі)», по-друге як «розчленування угруповання на певні морфологічні частини в просторі (по вертикалі і горизонталі) та їх кількісне співвідношення». Також у просторовій структурі пропонується виділяти три компоненти [Д. В. Шимвелл, цит. по 150]: вертикальну структуру, що виражається в ярусному складанні; горизонтальну структуру, що характеризується розподілом особин або їх угруповань по території; продукційні характеристики рослинних угруповань.

Такі погляди на рослинні угруповання стали підґрунтям для формулювання лісової парадигми гар-прориву, основні положення якої за [274] передбачають, що, по-перше, незалежно від географічного розташування та флористичного складу природні ліси мають подібну мозаїчно-ярусну організацію; по-друге, елементи мозаїчно-ярусної структури виділяються по скупченнях локусів деревних видів, що розвиваються синхронно; у свою чергу, скупчення, які формуються у природних лісах після порушень, призводять до утворення проривів у суцільному пологіві лісу; по-третє – розміри проривів (gaps, «вікон») у лісовому покриві визначають видовий склад та угруповання деревних видів, які успішно відновлюються.

Рослинний покрив екотонів техногенних озер являє собою складну систему спряжених фітоценозів лісової (лучної) та водної рослинності, розташованих вздовж градієнта вологовмісту, тому їх просторову організацію будемо характеризувати як просторову структуру окремих фітоценозів, шляхом аналізу розташування окремих структурних елементів.

3.3.1. Горизонтальна структура

Формування горизонтальної структури рослинних угруповань відбувається у результаті впливу неоднорідності біотопу, фітогенних полей рослин, антропогенної діяльності, також на неї впливають видові особливості деяких рослин та взаємовплив рослинних і тваринних організмів [327]. Отже, особливості горизонтального розташування окремих фітоценозів у межах екотону будемо розглядати, використовуючи ці параметри.

Рослинний покрив екотону техногенних озер має специфічну горизонтальну структуру, яка в цілому характеризується формуванням таких поясів:

- поясу прибережного лісового (лучного) фітоценозу;
- поясу прибережно-водних рослин;
- поясу водних рослин.

Незважаючи на певну однорідність, горизонтальна структура рослинності екотону буде суттєво відрізняється на озерах основних п'яти груп, поширених територією Малого Полісся, що зумовлюється відмінностями у морфологічних, гідрохімічних та інших показниках озер.

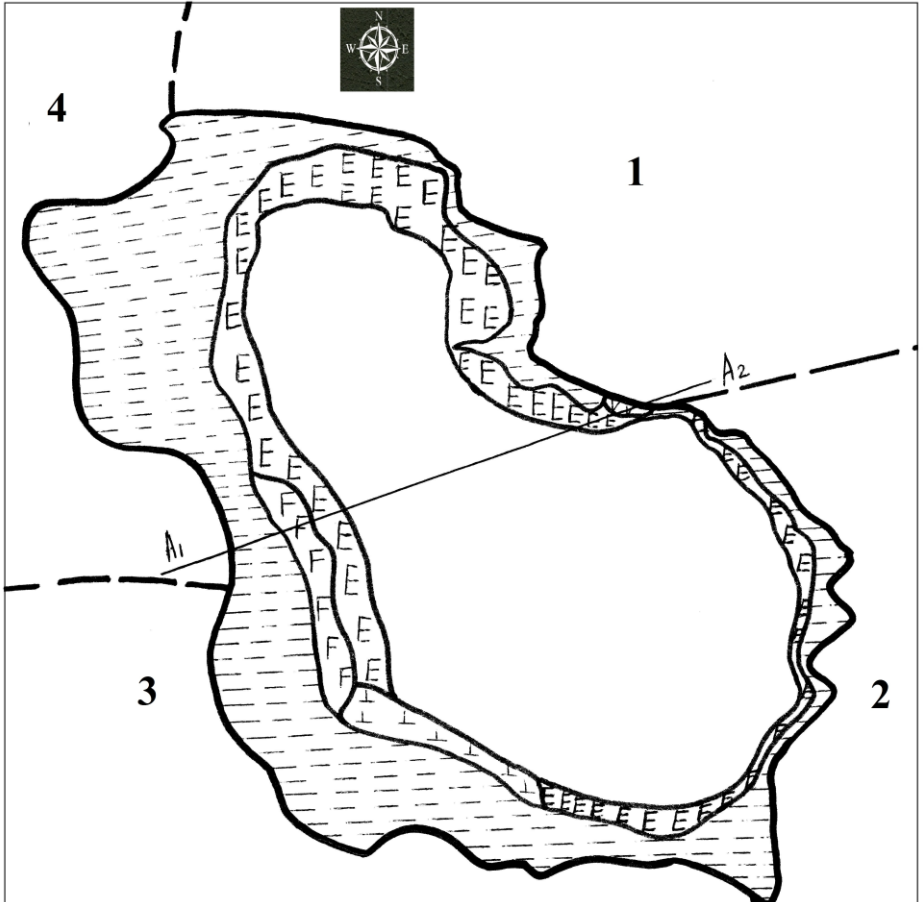
Озера першої групи – найстаріші, евтрофні, з високим ступенем заростання. Горизонтальна структура фітоценозів екотону озер цієї групи досить однорідна. Формування рослинного покриву озер цієї групи розглянемо на прикладі озера Славутського, карта-схема якого наведена на рис. 3.12.

Озеро Славутське (50°18'15"N, 26°47'28"E) утворилося з початком експлуатації гідрокар'єра у повоєнні роки; на сьогодні його вік складає близько 65-ти років. Загальна площа озера становить 4,72 га, найбільша глибина (4,8 м) визначена у центрі південно-східної частини озера, середня глибина складає 2,6-2,8 м.

У ньому переважають піщано-мулисті відклади та піщані субстрати у прибережній зоні, береги південно-східної частини озера підвищені. Ступінь заростання озера складає біля 50 %.

Фітомеліоративний покрив берегів озера – деревна рослинність. Екотон озера межує з лісовими масивами, що являють собою зональний тип рослинності. Лісівничо-таксаційні показники ділянок лісу, що стикаються з екотонною зоною озера, наведені в табл. 3.13.

Тип лісу – переважно свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд, значно менша територія припадає на свіжий дубово-сосновий субір. Ділянки лісу, що не були порушені у результаті видобування піску і є природним банком насіння для відновлення рослинного покриву прибережної зони екотону, зайняті сосновим деревостаном.



E E – ас. куширу зануреного; V V – ас. осоки гострої; F F – ас. хвоща болотного;
 -- ас. очерету звичайного; $\perp\perp$ – ас. рдесник плаваючий – кушир занурений;
 --- границя ділянок прибережного лісового фітоценозу, що межує з екотоном
 1 – 4 – ділянки лісу, що стикаються з екотонною зоною озера (за табл. 3.13)

Рис. 3.12. Карта-схема рослинності озера Славутського

Найбільш поширеними в екотонній зоні Славутського озера є фітоценози сосни звичайної, очерету звичайного та куширу зануреного.

Таблиця 3.13

Лісівничо-таксаційна характеристика ділянок лісу, що межують з
екотонном озера Славутського

№	Склад деревостану	Ярус	Порода	Вік, років	Висота, м	Діа- метр, см	Гру- па віку	Клас боні- тету	Тип лісу (ТЛУ)	Пов- нота
1	Сосняк 10Сз	1	Сз	52	23	26	4	1А	С ₂ ГДС	0,85
2	Сосняк березовий 9Сз1Бп	1	Сз Бп	19 19	9 10	10 12	2	1	В ₂ ДС	0,70
3	Сосняк 10Сз	1	Сз	50	24	26	4	1Б	С ₂ ГДС	0,75
4	Сосняк 10Сз + Бп	1	Сз	30	16	18	3	1Б	С ₂ ГДС	0,70

Фітоценоз соснового лісу крушинового оточує озеро по периметру і характеризується майже однорідною горизонтальною структурою. Він являє собою похідний деревостан, у якому спостерігаються мікрогруповання, що відрізняються за віком і повнотою деревних насаджень, трав'яним ярусом, що пов'язано з антропогенною діяльністю (деградація прибережних ділянок при експлуатації кар'єра, лісові посадки).

Деревний ярус здебільшого формується сосною звичайною, яка є доміантною породою. Аналогічно до природних ділянок лісу, у сосновому фітоценозі екотону супутньою породою виступає береза повисла (10Сз + Бп), яка має природне походження. Підліскова синюзія крушини ламкої тут малорозвинута, поодинокі зустрічаються горобина звичайна, бузина чорна, свидина. Трав'яний ярус має проєктивне покриття 25-30 %, у ньому присутні суніця, вероніка лікарська, щучник дернистий, пирій повзучий, підмаренник чіпкий, розхідник звичайний, суховершки звичайні, вовконіг європейський, фіалка різнолиста, чистотіл звичайний, золотарник канадський, кропива дводомна, герань Робертова.

Середній вік сосни звичайної складає 20-30 років, вік берези – близько 20-ти років.

У структурі соснового фітоценозу можна виявити мікрогруповання, які відрізняються висотою (9-16 м) та діаметром (10-18 см) дерев, повнотою (0,7-0,75), що формує різні умови освітленості як всередині фітоценозу, так і у літотальній зоні озера, особливо на ділянках, де дерева ростуть впритул до урзу води.

На відміну від класичної трипоясної схеми заростання озер, що включає формування поясів гелофітів, плейстофітів та гідрофітів, в озері

Славутському, як і в цілому в озерах першої групи, пояс плаваючої рослинності практично відсутній. Фактично, сучасна серія прибережно-водних та водних фітоценозів озера представляє собою результат заміни плейстофітної рослинності гелофітною, але плейстофіти, у свою чергу, на цьому етапі не можуть конкурувати з гідрофітною рослинністю за місце існування (як ми вважаємо, через різке падіння глибини), тому в озері їх присутність мінімальна, лише у вигляді поодиноких екземплярів чи малочисельних груп.

Пояс прибережно-водних рослин складається з фітоценозів очерету звичайного та хвоща болотного. Фітоценоз очерету звичайного поширений по всій водоймі на глибинах від 0 до 280 см, проективне покриття складає 80-90 % у невеликих кількостях присутній кушир занурений або жабурник звичайний (до 5 %). У північно-східній частині озера на добре освітлених ділянках заростей очерету трапляється поодинокі латаття сніжно-біле. Найширша смуга очерету характерна для західної частини, вона ж є і найбільш мілководною. У цій частині озера угруповання очерету є чистими і мають найбільшу щільність (проективне покриття 100 %).

Фітоценоз хвоща болотного зустрічається у західній мілководній частині озера на глибині 50-130 см, проективне покриття складає 70-80 %. На границі із зануреною рослинністю з боку водойми трапляються екземпляри латаття сніжно-білого. Наявність достатньо сформованого фітоценозу хвоща свідчить про початок процесів заболочування у західній частині озера.

Плаваючі рослини представлені в озері у вигляді змішаного фітоценозу асоціації *Potamogeton natans* – *Ceratophyllum demersum*, розташованого у південній частині озера на достатньо освітленій ділянці на глибині 180-280 см, його проективне покриття складає 80 %, у ньому частка домінанта складає 50-60 %, співдомінанта – 20-30 %. Наявність видів плейстофітів можна вважати індикатором утворення мулисто-піщаних відкладень, які характерні для озер із порівняно тривалим періодом сукцесії.

Фітоценоз куширу зануреного поширений по всьому периметру озера на глибинах 80-280 см і найширшу смугу утворює у північно-західній його частині. Проективне покриття суттєво залежить від ступеня освітлення і на освітлених ділянках складає 80-100 % (північна та західна частини озера), на більш затінених – 40-60 % (південна та південно-східна частини озера).

Фітоценоз осоки гострої за площею є невеликим, проте характеризується найбільшим видовим різноманіттям. Угруповання з проективним покриттям 70 % доповнюють багато прибережних рослин – це комиш лісовий, стрілолист стрілолистий, частуха подорожникова, ситник розлогий.

Озера другої групи – середньовікові, стічні. Вони характеризуються більшим видовим різноманіттям. Горизонтальна структура екотону озер цієї

групи у береговій зоні – плямиста, у прибережно-водній зоні характеризується утворенням трьох поясів рослинності згідно із класичною схемою заростання.

Поряд з цим, тут поширені ділянки, що складаються з двох поясів: першого – гелофітного, другого – із складної асоціації плаваючих та занурених рослин. Це, на нашу думку, свідчить про інтенсивну експансію плейстофітами зони, що зайнята гідрофітами. Тому можна вважати, що сучасна серія прибережно-водних та водних фітоценозів озер цієї групи являє собою результат поступового витіснення гідрофітної рослинності плейстофітною на мілководних ділянках, а подальше поширення гідрофітів можливе тільки у напрямку акваторії при освоєнні більш глибоководних ділянок.

Особливості формування рослинного покриву озер другої групи розглянемо на прикладі озера Березового, карта-схема якого наведена на рис. 3.13.

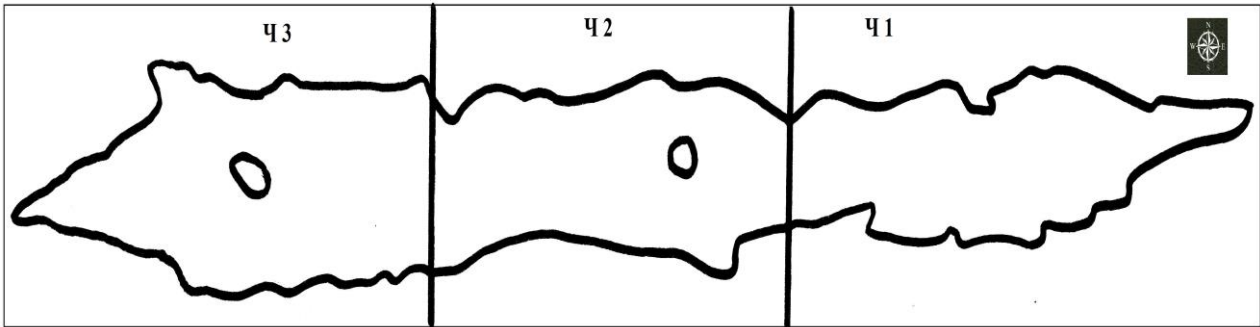
Озеро Березове (50°18'22"N, 26°46'41"E) утворилося з початком гідромеханізованого видобування піску наприкінці 60-х років, на сьогодні його вік складає близько 50 років. Загальна площа озера становить 6,85 га, глибина до 6,3 м, середня – 3,8-4,0 м. В ньому переважають піщані і подекуди піщано-мулисті відклади та піщані субстрати у прибережній зоні. Озеро евтрофне, ступінь заростання – значна і складає близько 30 %.

Фітомеліоративний покрив берегів озера – деревна рослинність, екотон озера межує з лісовими масивами, що являють собою зональний тип рослинності. Лісівничо-таксаційні показники ділянок лісу, що стикаються з екотонною зоною озера, наведені в табл. 3.14. Тип лісу – переважно свіжий субір, значно менша територія припадає на свіжий та вологий грабово-дубово-сосновий сугруд, майже біля озера знаходиться сира сувільщина, яка частково входить у зону екотону. На даний момент сувільщина представлена похідним деревостаном – березняком.

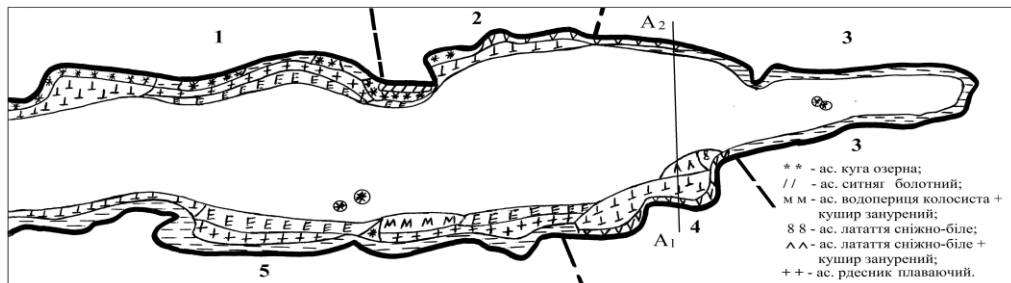
Прибережна зона безпосередньо екотону зайнята, переважно, фітоценозом соснового лісу крушиново-щитникового, який оточує озеро по периметру. Він являє собою похідний деревостан, у якому спостерігаються мікрогруповання, формування яких пов'язано з антропогенною діяльністю (девастація прибережних ділянок при експлуатації кар'єра, лісові посадки), що відрізняються за віком та складом.

Деревний ярус формується сосною звичайною, яка є доміантною породою, за винятком ділянки на крайній східній частині озера, що займає близько 10 % периметра екотону, де зростає чистий березняк, який продовжується від ділянки лісу.

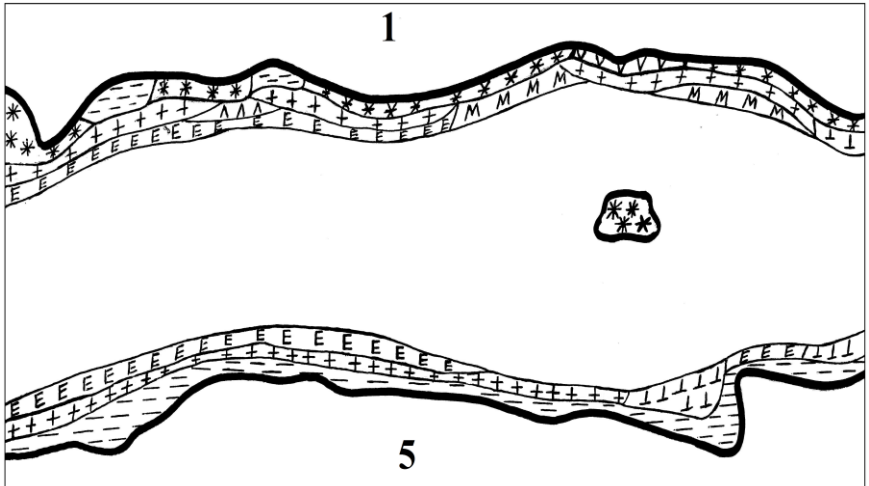
Основною супутною породою є береза повисла (10Сз + Бп).



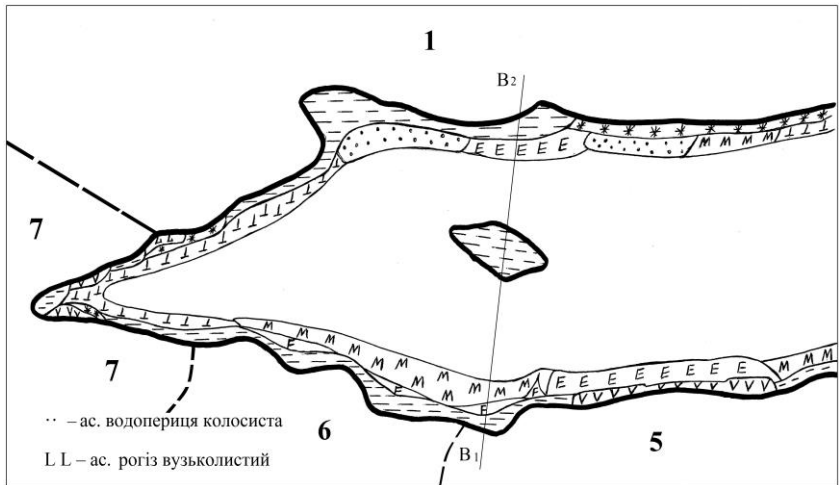
а) загальна карта-схема рослинності Озера Березове



б) східна частина (Ч1) карти-схеми рослинності озера Березове
не вказані позначення – згідно з рис. 3.12



в) центральна частина (Ч2) карти-схеми рослинності озера Березове



г) західна частина (Ч3) карти-схеми рослинності озера Березове

1 – 7 – ділянки лісу, що стикаються з екотонною зоною озера (згідно табл. 3.14);

Рис. 3.13. Карта-схема рослинності озера Березового

Таблиця 3.14

Лісівничо-таксаційна характеристика лісових ділянок екотону
озера Березового

№	Склад деревостану	Ярус	Порода	Вік, років	Висота, м	Діа- метр, см	Гру- па віку	Клас боні- тету	Тип лісу (ТЛУ)	Пов- нота
1	Сосняк 10Сз	1	Сз	71	26	32	6	1А	В ₂ ДС	0,70
2	Березняк 10Бп	1	Бп	30	14	14	4	1А	С ₄ Влч	0,65
3	Сосняк 10Сз + Бп + Дчр	1	Сз	33	19	24	3	1Б	С ₃ ГДС	0,85
4	Сосняк 10Сз	1	Сз	25	11	12	3	1	В ₂ ДС	0,70
5	Сосняк 10Сз + Бп	1	Сз	36	16	18	3	1А	С ₂ ГДС	0,85
6	Сосняк 10Сз + Дчр	1	Сз Дчр	33 33	12	14	3	2	В ₂ ДС	0,85
7	Болото низинне									

Незважаючи на те, що у західній та східній частинах біля екотонної зони зростає природний сосняк з домішкою дуба, в екотонній зоні дуб на сьогодні відсутній, що свідчить про недостатні умови для його росту. Проте в цілому, лісорослинні умови екотону можна оцінити як більш-менш благоприємні – С₃, що певною мірою підтверджується досить розвиненою структурою підліску та трав'яного покриву.

Підліскова синузія досить виражена, крім крушини ламкої, у ній зустрічаються горобина звичайна, поодинокі – свидина та ліщина. Трав'яний ярус досить розвинутий і на деяких ділянках його проективне покриття складає до 50 %, у ньому присутні щитник шартський, паслін чорний, солодко-гіркий, вовчі ягоди звичайні, жовтозілля татарське, зеленчук жовтий, кульбаба лікарська, підмаренник чіпкий, розхідник звичайний, суховершки звичайні, кропива дводомна, поодинокі зустрічаються вероніка лікарська та впритул до урізу води плакун верболистий, зірочник середній.

Середній вік сосни звичайної складає 20-30 років, вік берези – близько 20 років.

У структурі соснового фітоценозу можна виявити синузії, які відрізняються за висотою (11-14 м) та діаметром (12-16 см) дерев, повнотою

(0,7-0,85), що створює різне освітлення всередині фітоценозу та на прибережних ділянках.

У березняку вік берези складає 28-30 років, висота дерев 12-14 м, діаметр стовбурів – 12-14 см. У східній частині озера відмічено найбільшу повноту деревостану (0,85), підлісок тут практично відсутній. Розташування цього лісового мікрогруповання біля урізу води зумовлює значне затінення літоральної зони, чим стримується розвиток прибережно-водної гелофітної рослинності. У трав'яному ярусі фітоценозу присутні щитник шартський, підмаренник чіпкий, пирій, суниця лісова, проективне покриття складає близько 20 %. Мозаїчно представлений моховий покрив із проективним покриттям 10 %, його утворюють політріхаструм гарний, плагіомніум близький, сциурогіпнум здутоніжковий.

У західній частині екотону озера знаходиться низинне болото, де рослинність, в основному, представлена очеретом, торф'яний пласт складає 0,3 м.

Прибережно-водна та водна рослинність оточує озеро смугою шириною від 1,5-2,0 м до 5-6 м, у якій, як і в класичній схемі природного заростання озер, можна виділити три пояси рослинності – повітряно-водної, плаваючої та зануреної. Місцями спостерігається утворення двох поясів, але з рослин трьох водних екологічних груп, що є характерним для озер цього типу. В цілому рослинність відрізняється від озер попередньої групи більшою кількістю синтаксонів та видовим різноманіттям. Найбільша кількість синтаксонів характерна для водної рослинності (13 асоціацій).

Фітоценози куширу зануреного в цьому озері зустрічаються дуже часто, водночас вони мають дещо менше проективне покриття, ніж в озерах першого типу, що складає в середньому 70 %.

В озері також відзначена змішана асоціація куширу зануреного та водопериці колосистої, проективне покриття домінуючого куширу складає 70 %, а співдомінуючої водопериці – 30 %. Тут зустрічається елодея канадська.

Чистий фітоценоз водопериці колосистої зустрічається на затіненому північному березі у західній частині озера, де пояс плаваючої рослинності є дискретним; проективне покриття складає 70 %.

Фітоценоз рдесника плаваючого сконцентрований у центральній та східній частині озера, має достатньо високе проективне покриття (70-80 %). У цьому фітоценозі зустрічаються поодинокі екземпляри латаття сніжно-білого.

Достатньо поширеним і високопродуктивним є двох'ярусний фітоценоз, що складається з рдесника плаваючого та куширу зануреного, який формується на мілководдях західної та східної частини озера і

практично відсутній у глибоководній центральній частині. Проективне покриття рдесника складає 60 %, куширу – 30 %.

Чистий фітоценоз латаття сніжно-білого зустрічається у східній частині озера в одному місці у вигляді плями з проективним покриттям 50 %. Частіше зустрічаються двох'ярусні фітоценози латаття сніжно-білого та куширу зануреного, вони розташовані у східній та центральній частинах озера, де беруть участь у формуванні поясу рослин з плаваючим листям. Проективне покриття латаття складає 40 %, куширу – 30 %.

Низькотравні гелофіти мало представлені в озері, оскільки зафіксований тільки один фітоценоз цієї групи – хвоща болотного; він розташований на мілководній ділянці південного берегу західної частини озера на глибині 80-110 см. Проективне покриття достатньо високе і складає 80 %, що свідчить про початок процесів заболочування мілководних ділянок південного берега озера.

Достатньо різноманітно в озері представлені високотравні гелофіти. Поряд з фітоценозом очерету звичайного, який характеризується великою площею поширення, в озері сформувалися доволі часто зустрічні чисті фітоценози куги озерної, також наявний рогіз вузьколистий.

Фітоценоз очерету звичайного поширений як малими, так і глибоководними ділянками. Причому на мілководді утворюються багатовидові мікрогруповання з проективним покриттям домінанта 70 %, а під пологом очерету помічені жабурник звичайний, поодинокі – їжача голівка пряма, кушир занурений, на межі з водною поверхнею – рдесник плаваючий. Порівняно з озерами першої групи фітоценоз очерету звичайного в озерах другої групи має менше проективне покриття, що дозволяє в умовах зниженої щільності з'являтися іншим видам рослин. На глибоководних ділянках проективне покриття є значно меншим і складає 20-50 %.

Фітоценози куги озерної в озері представлені у вигляді куртин із проективним покриттям 60 % на віддалених відстанях від берегів, де, напевно, рослина не відчуває конкуренції з боку очерету; крім того, вона бере участь у формуванні першого поясу гелофітної рослинності на північному березі, який характеризується меншим ступенем освітлення (проективне покриття складає 30-60 %).

Чистий фітоценоз рогозу вузьколистого зустрічається лише в одному місці у західній частині озера з проективним покриттям біля 50 %, що свідчить про ініціальну стадію проникнення цього виду в озеро від найближчих водних об'єктів.

Гігрогелофітна рослинність представлена в озері достатньо поширеними фітоценозами осоки гострої та ситнягу болотного. Останній розташована на північному березі східної частини озера на ділянці, що

характеризується добрим освітленням. Проективне покриття ситнягу складає 60 %, поодинокі зустрічаються ситник розлогий та стиснутий.

Фітоценози осоки гострої поширені тільки біля урізу води і конкурують з очеретом на прибережних ділянках, що характеризуються середнім та малим освітленням. Маючи проективне покриття 40-80 %, містить у своєму складі інші види гелофітів, які зустрічаються поодинокі, а саме – стрілолист стрілолистий, частуху подорожникову, їжачу голівку пряму, смовдь болотну (з боку водної поверхні), а з боку берегу – калужницю болотну, зніт шорсткий, ситник розлогий та стиснутий, гірчак перцевий, череду трироздільну, м'яту водяну. На значно затінених ділянках ці види відсутні.

Озера третьої групи відносимо до молодих. Вони безстічні, мають більші глибини, ніж озера попередньої групи, але у них також розвинуті мілководні ділянки. Горизонтальна структура екотону озер цієї групи у береговій зоні – плямиста. Аналогічно до озер другої групи, у прибережно-водній зоні екотону озер третьої групи наявні ділянки з утворенням трьох поясів рослинності згідно з класичною схемою заростання. Поряд з цим, значна частина літоралі характеризується двоюпоєю структурою рослинності, яка є різною для мілководних та глибоководних ділянок. На мілководних ділянках формування двоюпоєї структури відбувається аналогічно озерам другої групи, де перший пояс складають гелофіти, другий – складні асоціації плаваючих та занурених рослин. На глибоководних ділянках перший пояс традиційно складається з гелофітів, а другий – із зануреної рослинності. Такі відмінності, на нашу думку, зумовлюються недостатньою трофністю субстрату глибоководних ділянок для розвитку плаваючої рослинності і є особливістю молодих озер.

Формування рослинного покриву озер третьої групи розглянемо на прикладі озера Лісового, карта-схема якого наведена на рис. 3.14 – 3.15.

Озеро Лісове (50°18'18"N, 26°45'52"E) утворилося в результаті гідронамиву піску на початку 70-х років. Має складну будову берегів та улоговини. В ньому можна виділити дві частини: глибоководну (Ч1 та північна ділянка Ч2) та мілководну (південна ділянка Ч2), що зумовлює найбільше видове й ценогічне різноманіття рослинного покриву озера, порівняно з іншими озерами.

Загальна площа озера становить 15,15 га, глибина – до 8,0 м, середня глибина у глибоководній частині складає 5,0-6,0 м, у мілководній – близько 1,8-2,0 м. В ньому переважають піщані та піщано-мулисті відклади, а також піщані субстрати у прибережній зоні. Озеро в цілому мезотрофне, середній ступінь заростання складає до 25 %, проте розташований рослинний покрив нерівномірно. На порівняно невеликій мілководній ділянці у південній частині озера ступінь заростання наближається до 100 % (суцільні

зарості), водночас на глибоководних ділянках вона не більше 10 % (іноді до 5 %).

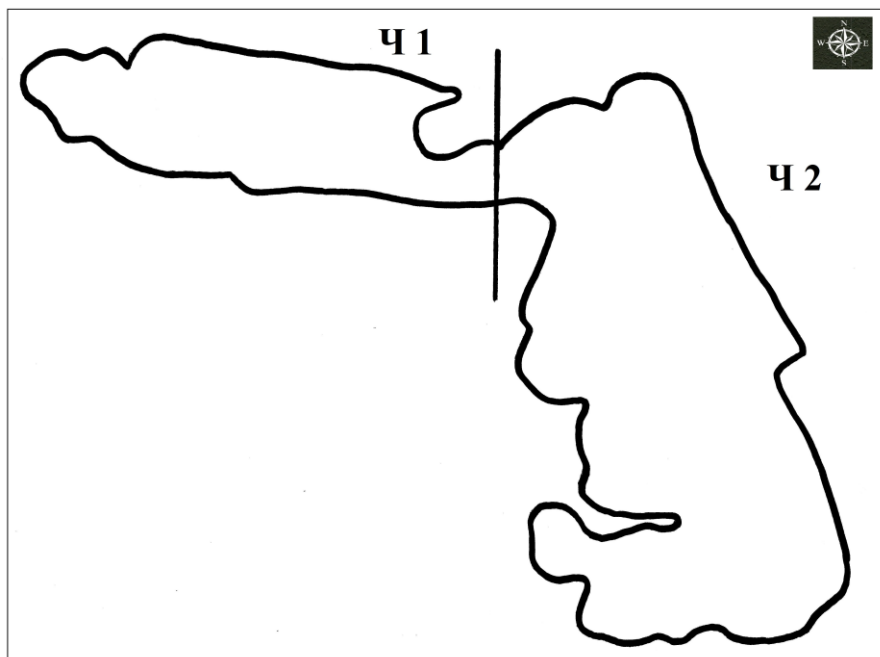
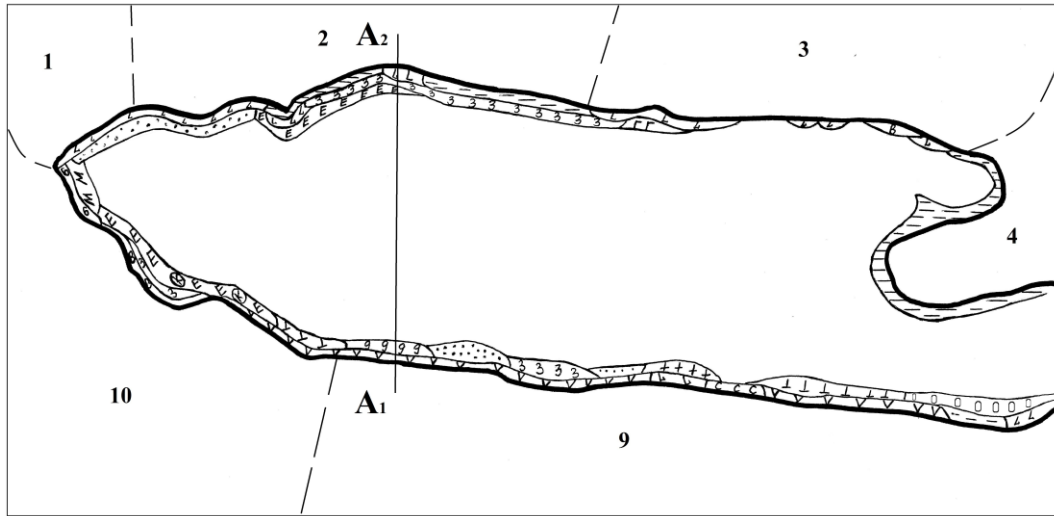


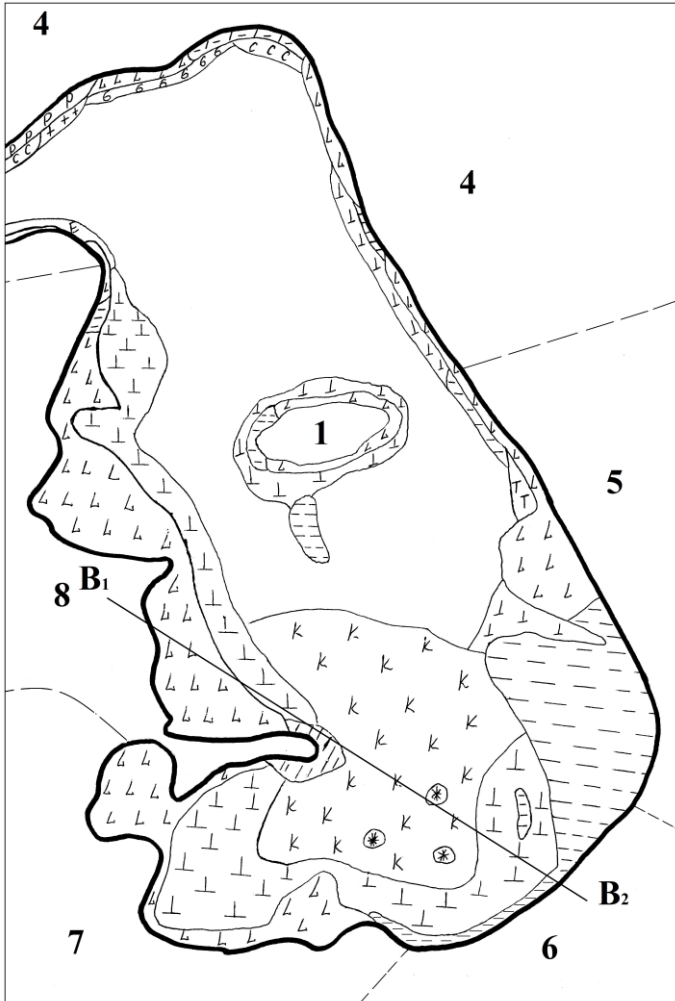
Рис. 3.14. Загальна схема озера Лісового

На порівняно невеликій мілководній ділянці у південній частині озера ступінь заростання наближається до 100 % (суцільні зарості), водночас на глибоководних ділянках вона не більше 10 % (іноді до 5 %). Фітомеліоративний покрив берегів – лісова рослинність. Екотон озера межує з лісовими масивами, що належать до зонального типу рослинності. Лісівничо-таксаційні показники ділянок лісу, що стикаються з екотонною зоною озера, наведені в табл. 5.15.

Тип лісу – переважно свіжий та вологий грабово-дубово-сосновий сугруд, у західній частині озера зростає сира сувільшина. Невелику територію північної частини озера займає свіжий субір. Прибережна зона екотону зайнята фітоценозами сосни звичайної та вільхи чорної, їх локалізація у межах екотону практично відповідає розташуванню відповідних ділянок лісу.



- в в – лепешняк великий; б б – теліптерис болотний; г г – рдесник пронизанолистий;
 з з – рдесник пронизанолистий + водопериця колосиста; к к – різак алоєвидний;
 9 9 – рдесник блискучий; 0 0 – рдесник блискучий + водопериця колосиста;
 с с – глечики жовті;
 1 – 4, 9 – 10 – ділянки лісу, що стикаються з екотонною зоною озера (згідно табл. 3.15)
 а) частина перша (Ч1)



p p – очерет звичайний + рогіз вузьколистий;
 - / - – очерет звичайний + жабурник звичайний
 4 – 8 – ділянки лісу, що стикаються з екотонною зоною
 озера (згідно табл. 3.15)

б) частина друга (Ч2)

Рис. 3.15. Карта-схема рослинності озера Лісового

Таблиця 3.15

Лісівничо-таксаційна характеристика лісових ділянок екотону озера Лісового

№	Склад деревостану	Ярус	По- рода	Вік, років	Ви- сота, м	Діа- метр см	Гру- па віку	Клас боні- тету	Тип лісу (ТЛІУ)	Пов- нота
1	Вільшняк 10Влч + Бп	1	Влч	20	11	12	3	2	С ₄ Влч	0,90
2	Сосняк 10Сз + Дчр	1	Сз	15	8	10	2	1А	С ₃ ГДС	0,70
3	Сосняк 10Сз	1	Сз	41	18	20	4	1А	В ₂ ДС	0,55
4	Сосняк березовий 9Сз1Бп + Влч	1	Сз Бп	49 49	18 18	24 20	4	1	С ₃ ГДС	0,70
5	Сосняк 10Сз	1	Сз	50	23	26	4	1А	С ₂ ГДС	0,70
6	Сосняк 10Сз + Бп	1	Сз	50	23	26	4	1А	С ₂ ГДС	0,85
7	Сосняк березовий 9Сз1Бп	1 2	Сз Бп	20 20	9 8	10 10	2	1А	С ₃ ГДС	0,70
8	Сосняк 10Сз	1	Сз	75	28	32	6	1А	С ₂ ГДС	0,55
9	Сосняк березово- вільховий 8Сз1Бп1В лч	1 2 2	Сз Бп Влч	20 20 20	9 8 8	10 10 10	2	1А	С ₃ ГДС	0,70
10	Вільшняк березовий 8Влч2Бп + Дз + Сз	1	Влч Бп	6 6	2,5 2,5	4 4	2	2	С ₄ Влч	0,60

Лісові фітоценози майже по всій береговій лінії підходять до урізу води, а на деяких ділянках, навіть заходять на глибину до 0,2 м. Сосновий фітоценоз охоплює по периметру біля 52 % території прибережного екотону. Він має мозаїчну горизонтальну структуру, у якій мікрогруповання відрізняються за віком, повнотою насаджень та складом.

Деревний ярус складається із сосни звичайної, яка є доміантною породою, супутними породами виступають береза повисла та вільха чорна. Мікрогруповання сосни із березою характерні для мілководної частини озера (за схемою Ч. 2) аналогічно до озер другого типу; у глибоководній частині озера (за схемою Ч. 1) формуються фітоценози сосни з домішкою вільхи, наявність якої можна вважати індикатором оліготрофних умов.

У мікрогрупованнях північно-західної частини озера, що опосередковано підлягала впливу видобувних робіт, присутній дуб звичайний, що свідчить про формування придатних для його зростання умов та їх наближення до зональних параметрів, проте площа таких мікрогруповань на сьогодні є невеликою. Також невеликими є і площі мікрогруповань, що сформувалися на найбільш девастованих ділянках екотону – картах наміву піску. Вони являють собою чисті фітоценози сосняка віком 15 років із найменшою повнотою 0,65-0,7, висота дерев складає 10 м, діаметр – 14 см.

Підліскова крушинова синузія у фітоценозі досить розвинута, у ній застрічається горобина, бузина, свидина, ліщина, у мікрогрупованнях за участі вільхи чорної превалує тільки крушина ламка. Біля урізу води на освітлених ділянках зустрічається верба прутівидна. На ділянках найбільшої девастації підлісок відсутній.

Трав'яний ярус має проєктивне покриття 40-50 %, характеризується найбільшим видовим різноманіттям, що зумовлюється формуванням мікроекотопів з різним типом лісорослинних умов, основним чинником яких є ступінь зволоження та трофність. У трав'яному ярусі присутні вовчі ягоди звичайні, суниця лісова, ожина шорстка, підмаренник чіпкий, зірочник середній, зустрічаються паслін, суховершки звичайні, фіалка, вовконіг європейський, герань Робертова, жовтозілля татарське, поодинокі – вероніка лікарська, вербозілля звичайне. Біля урізу води поширені осоки, сідач коноплевий, поодинокі зустрічається череда трироздільна.

На найбільш девастованих ділянках трав'яний покрив має мінімальне значення проєктивного покриття – до 10 %, місцями до 5 %. Найбільше тут відзначені чистотіл звичайний, кропива дводомна, молочай кипарисоподібний, пирій повзучий, зірочник середній, кульбаба лікарська, зеленчук жовтий.

Достатньо розвинутий моховий покрив, у якому найбільше представлений листопагінний мох псевдосклероподіум чистий, значно менше присутні політріхаструм гарний, плагіомніум близький, сціурогіпнум ніжковий.

У фітоценозі березово-сосново-крушиновому, що покриває біля 40 % берегового екотону, береза бере участь у формуванні другого ярусу, підлісок крушиновий розвинутий дещо менше, у ньому також застрічається горобина,

ліщина. Трав'яний покрив за видовим складом аналогічний до попереднього фітоценозу, його проективне покриття складає 40 %.

Вік сосни звичайної у фітоценозі складає в основному 20 років, проте зустрічаються мікрогрупування з віком дерев 45 років, щодо супутніх порід: вік берези та вільхи складає 15-20 років, дуба звичайного – 10 років. Береза і вільха мають переважно вегетативне походження.

Фітоценоз чорновільхово-осоковий розташований у західній частині глибоководної ділянки озера фактично на урізі води, деякі дерева заходять у воду. Вік вільхи – 5-15 років. Як супутні породи зустрічаються береза повисла, поодинокі – дуб звичайний. Підлісок формує крушина ламка, поодинокі зустрічається горобина звичайна. Трав'яний ярус тут так само добре виражений (проективне покриття 75 %), домінує осока трясучковидна, також у ньому відзначені суниця лісова, зустрічаються вероніка лікарська, фіалка, герань Робертова, розхідник звичайний.

Найбільша кількість синтаксонів озера представлена водною рослинністю (21 асоціація), серед якої за площею превалюють гідатофіти у вигляді чистих та змішаних фітоценозів.

Формація куширу зануреного представлена в озері достатньо високопродуктивними фітоценозами. Чистий фітоценоз куширу зануреного зустрічається в озері Лісовому менше, ніж у попередніх озерах, і локалізується на глибоководній ділянці озера, утворюючи третій пояс рослинності на глибині 280 – 350 см. Проективне покриття тут одно з найбільших серед усіх типів озер (90 %) і наближається при достатньому освітленні до показників, характерних для озер першого типу, що пов'язано, на нашу думку, з відсутністю на цій глибині значної конкуренції з гідатофітами та плейстофітами.

Фітоценоз водопериці колосистої та куширу зануреного зустрічається рідко і також на глибоководній ділянці. Домінуючий кушир утворює проективне покриття 60 %, співдомінуюча водопериця – 25 %.

В озері досить різноманітно представлені рдесники, як плаваючі, так і занурені форми, проте останні за площею займають невеликі ділянки.

Чистий фітоценоз рдесника блискучого представлений у вигляді смуги у затіненій частині південного берега глибоководної ділянки на глибині 120-280 см. Проективне покриття складає 40 %. У ценозі присутній кушир занурений (до 5 %). Більш продуктивним є фітоценоз рдесника блискучого та водопериці колосистої, який розташований у тій самій частині озера; проективне покриття рдесника складає 40 %, а водопериці – 20 %.

Фітоценоз рдесника пронизанолістого знаходиться на протилежному північному березі глибоководної ділянки. У Лісовому озері цей вид рдесника утворює нешироку смугу у тій частині, де гелофітна рослинність через затінення та падіння глибини – мало розвинута. Проективне покриття

порівняно невелике, що характерно для лісових озер, і складає 60 %. Дещо більшу територію займає змішаний фітоценоз рдесника пронизанолистого та водопериці колосистої, який зустрічається на обох берегах глибоководної ділянки. Проективне покриття рдесника складає 50 %, водопериці колосистої – 20 %.

Фітоценоз водопериці колосистої відзначений на затінених ділянках глибоководної частини озера. Проективне покриття складає 70 %, поодинокі зустрічається кушир занурений.

Формація водяного різачу алоєвидного у вигляді чистого фітоценозу поширена на мілководній ділянці озера на глибинах 120-200 см. Тут він займає найбільші площі, порівняно з усіма попередніми озерами. Проективне покриття наближається до 95-100 %. У вигляді невеликих куртин спостерігається і на глибоководній ділянці у західній частині озера на глибині 250-290 см.

На озері достатньо розвинута плейстофітна рослинність, яка за площею найбільше представлена змішаними фітоценозами. Чисті фітоценози представлені незначно рдесником плаваючим та глечиками жовтими.

Фітоценози рдесника плаваючого відзначені у двох місцях центральної частини озера, характеризуються високим проективним покриттям (80 %), та у глибоководній частині на затінених ділянках, де проективне покриття складає біля 50 %. Поодинокі спостерігаються глечики жовті, кушир занурений. Межує з боку берега з рідкою гелофітною рослинністю. З боку водної поверхні захоплює увесь можливий простір за глибиною (до 3 м).

Надзвичайно поширеними є фітоценози рдесника плаваючого та куширу зануреного. Найбільші за площею угруповання характерні для мілководдя, де ці фітоценози утворюють пояс шириною від 3-4 до 15-20 м, займаючи увесь простір від поясу високотравних гелофітів і далі у бік озера на максимальну глибину до 3 м, що, на нашу думку, свідчить про поступове захоплення поясу гідатофітів плаваючими рослинами. Фітоценоз є високопродуктивним, проективне покриття наближається до 95-100 %, де на частку рдесника припадає 70 %, на частку співдомінанта (куширу зануреного) – 25-30 %.

Формація глечиків жовтих представлена в озері чистим та змішаним фітоценозом, причому останній був зафіксований тільки в одному місці на східному березі другої частини озера, що межує з мілководною ділянкою.

Чисті фітоценози глечиків жовтих з проективним покриттям до 70 % поширені на затінених піщаних прибережних ділянках у вигляді плям на глибині 150-300 см; супутніх видів практично немає, оскільки занурена рослинність за таких умов не витримує конкуренції за світло.

Змішані фітоценози глечиків жовтих та рдесника плаваючого займають порівняно мілководну ділянку глибиною 120-180 см із замуленим субстратом; проективне покриття складає 80 %, де 60 % припадає на глечики, а близько 20 % – на рдест плаваючий, зустрічається кушир занурений.

Досить широко представлена гелофітна, в основному високотравна, рослинність. На різних ділянках озера вона розвивається неоднаково. Найменші за площею території вона займає на глибоководній ділянці, де її розвиток обмежується низьким освітленням унаслідок впливу прибережного соснового фітоценозу, а також за рахунок різкого падіння глибини. Проте на мілководній частині гелофіти формують смугу вздовж берега шириною від 4-6 до 15-30 м у вигляді високопродуктивних чистих фітоценозів.

Фітоценози рогозу вузьколистого формують високопродуктивні зарості на мілководних ділянках на глибині від 0 до 180 см з проективним покриттям 90 %. У глибоководній частині при різкому падінні глибини вони утворюють вузьку смугу шириною 0,5-1,5 м з проективним покриттям 40-50 %, де можуть зустрічатися осока гостра, рогіз широколистий, півники болотні, а з боку акваторії – їжача голівка, кушир занурений.

Конкурує з рогозом серед високотравних гелофітів очерет. Його угруповання також займають значну територію літоральної зони озера, причому, в основному вздовж північно-західної частини берега. Глибоководні ділянки характеризуються найменшим проективним покриттям – до 40 %, на мілководдях чисті зарості складають до 70-80 % проективного покриття із включенням їжачої голівки прямої, стрілолисту стрілолистого, жабурника звичайного).

У береговій зоні центральної частини озера на контакті смуг очерету та рогозу визначена ділянка, що зайнята змішаним фітоценозом очерету звичайного та рогозу вузьколистого на глибині 180-220 см з проективним покриттям 80 %, де переважає очерет (60 %), другий ярус не виражений, поодинокі зустрічається кушир занурений.

На прибережній мілководній ділянці біля урізу води у центральній частині озера сформувався фітоценоз очерету звичайного та жабурника звичайного. Проективне покриття першого ярусу (очерету) складає 40 %, другого ярусу (жабурник звичайний) – 20 %. Поодинокі зустрічається їжача голівка пряма, стрілолист стрілолистий, частуха подорожникова.

Формація куги озерної представлена чистими фітоценозами, які зустрічаються у вигляді куртин на глибоководних освітлених ділянках дистанційно від берега та інших гелофітів, з якими куга не витримує конкуренції. Проективне покриття наближається до 70 %, в угрупованні присутні кушир занурений, водопериця колосиста.

Формація лепешняку великого у вигляді чистого фітоценозу з проективним покриттям 40 % займає невеликі площі у західній частині

берега глибоководної частини озера. В угрупованні також присутні кушир занурений, півники болотні та лепеха звичайна.

Гігрогелофітна рослинність озера представлена фітоценозами осоки гострої, ситнягу болотного та теліптерісу болотного. Останні два займають обмежені території.

Фітоценози ситнягу болотного локалізуються на мілководній освітленій частині озера впритул до урізу води з наступним різким падінням глибини, де розташовані рясні зарості водяного різака алоєвидного. Проективне покриття складає 60 %, найбільша глибина – 40 см.

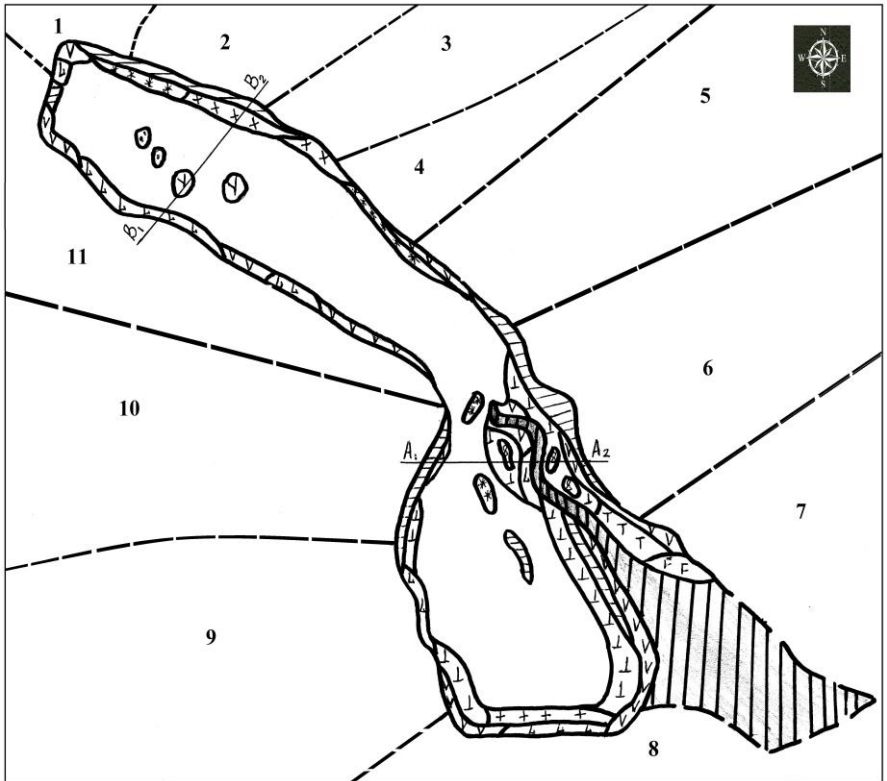
Фітоценози теліптерісу болотного зустрічаються у глибоководній частині озера на затінених ділянках біля урізу води (західний берег глибоководної ділянки та північний берег центральної частини). Фітоценоз багатовидовий, поряд з теліптерисом, що має проективне покриття 60-70 %, присутні осока гостра, побережна, у центральній частині – несправжньосмикавцева, з боку відкритої акваторії присутні їжача голівка пряма, стрілолист стрілолистий.

Формація осоки гострої представлена в цьому озері чистими фітоценозами, які на освітлених ділянках, крім домінанти, включають інші види осок – побережну, насправжньосмикавцеву, а також до 5-8 видів гелофітів, у тому числі їжачу голівку зринувшу, півники болотні, аїр тростиновий, стрілолист стрілолистий – з боку водойми, комиш лісовий, цикуту отруйну, вех широколистий, череду трироздільну, плакун верболистий, зніт, гірчак перцевий – з боку берега. Проективне покриття і видова наповненість суттєво залежать від освітлення. Так, на затінених ділянках, де дерева підступають до урізу води, утворюються одновидові угруповання з проективним покриттям 20-40 %, іноді вони доповнюються півниками болотними. На відкритих берегах проективне покриття асоціації сягає 90 %.

Озера четвертої групи також належать до молодих, проте вони є стічними, оліготрофного типу з низьким ступенем заростання (біля 10 %). Формування рослинного покриву озер четвертої групи розглянемо на прикладі озера Голубого, карта-схема якого наведена на рис. 3.16.

Озеро Голубе (50°18'41"N, 26°46'9"E) отримало свою назву за чудовий насичено-синій колір води та прозорість. Вік озера складає біля 25-ти років. Площа озера становить 20,1 га, найбільша глибина, до 11 м, спостерігається у центральній частині, середня глибина – 5 м. У будові озера можна виділити глибоку (північну) та мілку (південну) частини. В озері переважають піщані (глибоководна ділянка) та піщано-мулісті (мілководна ділянка) відклади, а також піщані субстрати у прибережній зоні. Фітомеліоративний покрив берегів – лісова рослинність. Екотон озера межує з лісовими масивами, що належать до зонального типу рослинності.

Лісівничо-таксаційні показники ділянок лісу, що стикаються з екотонною зоною озера, наведені в табл. 3.16.



УУ – водяний жовтець закручений; Т Т – ас. кубишка жовта + рдесник плаваючий

1 – 12 – прибережні лісові фітоценози (згідно з табл. 3.16);

Рис. 3.16. Карта-схема озера Голубого

Деякі з цих ділянок лісу вклинюються безпосередньо в екотон. Враховуючи статус заказника, більшість прибережних лісових фітоценозів озера віднесена до ділянок особливо охоронних частин заказників і частково до берегозахисних лісових ділянок.

Тип лісу на лісових ділянках, що межують з екотоном, подібний до ділянок озер третьої групи – це переважно свіжий та вологий грабово-дубово-сосновий сугруд, сира сувільшина, невелику територію займає свіжий субір.

Відмінністю є більше поширення території сирої сувільшини, яка складає тут біля 30 % від усієї прибережної зони екотону.

Таблиця 3.16

Лісівничо-таксаційна характеристика лісових ділянок екотону озера Голубого

№	Склад деревостану	Ярус	Порода	Вік, років	Висота, м	Діа- метр, см	Гру- па віку	Клас боні- тету	Тип лісу (ТЛУ)	Пов- нота
1	Сосняк 10Сз	1	Сз	91	29	36	7	1	С ₂ ГДС	0,70
2	Сосняк 10Сз + Влч	1	Сз	45	20	24	4	1А	В ₂ ДС	0,70
3	Сосняк 10Сз	1	Сз	85	28	36	7	1	С ₂ ГДС	0,75
4	Сосняк 10Сз + Влч	1	Сз	56	20	24	5	1	С ₂ ГДС	0,75
5	Сосняк 10Сз	1	Сз	85	28	36	7	1	С ₂ ГДС	0,75
6	Сосняк 10Сз	1	Сз	50	21	24	4	1А	С ₃ ГДС	0,75
7	Сосняк 7Сз3Влч	1	Сз Влч	101 61	29 23	48 28	7	1	С ₃ ГДС	0,55
8	Сосняк березовий 8Сз2Бп	1	Сз Бп	20 20	8 8	10 10	2	1А	С ₃ ГДС	0,60
9	Вільшняк 10Влч	1	Влч	36	16	18	4	2	С ₄ Влч	0,60
10	Сосняк 10Сз	1	Сз	75	26	28	5	1	В ₂ ДС	0,65
11	Вільшняк 10Влч	1	Влч	51	20	22	6	2	С ₄ Влч	0,70

Крім того, вільха чорна майже на усіх лісових ділянках виступає супутною породою, що свідчить про оліготрофність озера, його проточність та кисненасичення.

У південно-східній частині за рахунок підпору ґрунтових вод кар'єрною розробкою утворилася заболочена ділянка.

Прибережна зона екотону зайнята фітоценозами сосни звичайної та вільхи чорної, їх локалізація у межах екотону, аналогічно до озер третьої

групи, відповідає розташуванню відповідних ділянок лісу. Лісові фітоценози майже підходять до урізу води і суттєво впливають на розвиток прибережно-водної рослинності через зміну освітленості.

Соснові фітоценози (крушиновий, ожиновий) охоплюють по периметру біля 80 % території прибережного екотону, мають мозаїчну горизонтальну структуру, у якій мікрогруповання відрізняються за віком, повнотою, складом.

У фітоценозі сосново-крушиновому деревний ярус складається із сосни звичайної, супутньою породою виступає вільха чорна. На відміну від ділянок лісу, що межують з екотонем, тут відсутня береза повисла, що, на нашу думку, пов'язано з високою конкурентоспроможністю вільхи чорної в умовах оліготрофності та проточності озер четвертої групи.

Підліскова синюзія малорозвинута, в основному представлена крушиною ламкою, також зустрічається ліщина, зрідка бузина.

Трав'яний ярус має проєктивне покриття 40-50 %, характеризується високим видовим різноманіттям, тут присутні щитник шартський, паслін, анемона лісова та жовтецева, підмаренник чіпкий, фіалка, вовконіг європейський, кропива дводомна, зрідка відзначені плакун верболистий, чистотіл звичайний, золотарник канадський, жовтозілля татарське, біля урізу води – зніт шорсткий, м'ята водяна, сідач коноплевий, поодинокі – череда трироздільна, вех широколистяний, цикута отруйна, смовдь болотна, зніт болотний.

Відмінністю озер четвертої групи є наявність у наземному покриві ожини шорсткої, що зумовлює формування специфічного фітоценозу, який має видові та структурні відмінності. Деревний ярус фітоценозу складається із сосни звичайної, вільха чорна тут має більшу присутність, а підлісок практично відсутній. У наземному покриві домінує ожина, також тут зустрічаються щитник шартський, паслін, підмаренник чіпкий, фіалка, кропива дводомна, трав'яний покрив біля урізу води – аналогічний до попереднього фітоценозу.

Вік сосни звичайної коливається в межах від 20 до 25 років, проте на північній глибоководній ділянці, де у межі екотону вклинюються лісові ділянки сосняку, що, напевно, не були ушкоджені під час проведення видобувних робіт, вік сосни сягає 90-100 років. Вік вільхи чорної у сосновому фітоценозі складає в середньому 20-25 років, у фітоценозі вікових сосен – до 60 років.

Чорновільхові фітоценози поширені вздовж лівого берега глибоководної частини озера і складаються з одного ярусу. Вік вільхи – біля 25-ти років, супутні породи відсутні. Підлісок з крушини ламкої, у наземному покриві – ожина шорстка. У трав'яному ярусі відзначені щитник шартський, паслін, анемона лісова та жовтецева, підмаренник чіпкий, герань

Робертова. Моховий покрив майже відсутній. Вільха чорна в екотоні озера Голубого має переважно вегетативне походження.

Формування прибережно-водної та водної рослинності озера Голубого відбувалось за традиційною схемою заростання непроточних або повільно текучих водойм – від периферії до центру. Вона оточує озеро смугою шириною 0,5-8 м, у якій умовно можна виділити три пояси рослинності – повітряно-водної, з плаваючим листям та зануреної, проте ці три пояси не завжди одночасно присутні на різних ділянках озера. Глибоководна частина характеризується наявністю двох поясів, а іноді навіть одного – гелофітного. Проте внаслідок специфіки рельєфу улоговини озера у центрі цієї частини знаходяться підвищення, де формуються фітоценози занурених рослин у вигляді куртин.

Найбільш зарослою є південна, порівняно мілководна ділянка озера. Фітоценози мають складну структуру, моно- та полідомінантний склад. Видове різноманіття коливається від 2-х до 10-ти видів.

Водна рослинність розвивається в умовах незначної течії. Її формують угруповання двох груп формацій: вкорінених гідрофітів з плаваючим листям; занурених вкорінених гідрофітів.

У першій групі формацій за площею переважає формація рдесника плаваючого, яка представлена чистими або майже чистими його угрупованнями, а також включає асоціацію рдесника плаваючого та куширу зануреного. Рослинність цієї формації розростається на піщаних або піщано-мулистих ґрунтах при глибині 100-280 см.

Фітоценози рдесника плаваючого формуються на більш освітлених ділянках, проективне покриття становить 70-80 %, місцями до 100 %. З проективним покриттям 5-10 % трапляються кушир занурений, водопериця колосиста, водяний жовтець закручений.

Фітоценози рдесника плаваючого та куширу зануреного, на відміну від монодомінантних фітоценозів, поширені на менших глибинах більш освітленої південної частини озера, мають проективне покриття близько 80-90 %, з них доміант складає 60-70 %, співдомінант 20-30 %. У структурі травостою виділяють два яруси – надводний і підводний. Перший ярус утворений рдесником плаваючим із домішкою 5 % жабурника звичайного або глечиків жовтих чи латаття сніжно-білого. У другому, підводному ярусі, крім співдомінанта, знаходиться водопериця колосиста, проективне покриття якої не перевищує 5-10 %.

Значно менше представлені формації глечиків жовтих (у вигляді змішаного фітоценозу глечиків жовтих та рдесника плаваючого) та латаття сніжно-білого. Угруповання змішаного фітоценозу глечиків жовтих та рдесника плаваючого знаходяться на глибині 150-200 см. Проективне покриття глечиків і рдеста плаваючого подібне і досить високе (40-60 %), для

них характерне поєднання густих плям цих видів. У підводному ярусі трапляються кушир занурений або водопериця колосиста з проективним покриттям 10-15 %, також присутні одиничні екземпляри елодеї канадської.

Монодомінантні фітоценози латаття сніжно-білого поширені на мілководній ділянці озера на глибині 150-210 см, де достатньо сформовані мулисто-піщані донні відклади. Ценоз переважно одноярусний, склад рівномірний, загальне проективне покриття – 50-80 %, в середньому – 60 %. В угрупованнях з покриттям 5-10 % трапляються глечики жовті, іноді утворюється підводний ярус куширу зануреного та водопериці колосистої з покриттям до 10 %. У фітоценозах цієї групи формацій ми спостерігали утворення куртин повітряно-водних рослин (наприклад, куги озерної).

Група формацій прикріпленої та зануреної у воду рослинності включає формації водопериці колосистої та водяного жовтецю закрученого. Їх монодомінантні фітоценози займають невеликі площі у північній частині озера на освітлених ділянках глибиною 2,8-4,0 м, розташованих майже в центрі озера. Це високопродуктивні угруповання із 100 %-им проективним покриттям. Інтенсивний розвиток вегетативної маси ценозоутворювача на даному етапі перешкоджає росту інших гідрофітів.

Прибережно-водна рослинність озера Голубого представлена формаціями очерету звичайного, рогозу вузьколистого, осоки гострої, куги озерної, хвоща болотного.

Одним із найбільших угруповань прибережно-водної рослинності є фітоценози очерету звичайного, які утворюють пояси прибережно-водної рослинності переважно у вигляді бордюрних заростей на глибині 30-280 см, як на глибоководній, так і на мілководній ділянках, проте на останній його присутність є значно більшою. Висота травостою складає 200-300 см. Ценози одноярусні, склад рівномірний. Загальне проективне покриття сягає 80-90 %. На ділянках із розрідженим травостоєм воно становить 60 %. Серед асектаторних видів з проективним покриттям біля 10 % переважають вільно плаваючі на поверхні (жабурник звичайний) або занурені (кушир занурений, водопериця колосиста) види. З покриттям 1-5 % ближче до берега відзначені хвощ річковий, частуха подорожникові, їжача голівка пряма та проста, теліптеріс болотний.

Поділяє першість з формацією очерету формація рогозу вузьколистого з монодомінантним фітоценозом. За будовою угруповання є одноярусним, травостій досить густий з проективним покриттям 80-90 %. Грунт у межах заростей пронизаний сильно розвиненими кореневищами рогозу, які не дозволяють активно проростати іншим видам рослинам, що визначає монодомінантність фітоценозу. Флористичний склад подібний до фітоценозу очерету, але доповнений айром тростиновим, півниками болотними, поодинокими екземплярами рогозу широколистого.

Вищеописані фітоценози тягнуться вздовж берега у вигляді смуг, які розширюються або ж звужуються.

Мілководні ділянки, на яких відсутні ценози згаданих формацій, зайняті фітоценозом осоки гострої. Її монодомінантний фітоценоз характерний, у першу чергу, для зони урізу води, чим пояснюється конкурування з угрупованням рогозу вузьколистого на лівому узбережжі північної частини озера на ділянках із різким зниженням глибини при низькому освітленні, та поширенням на мілководних ділянках правобережжя південної частини озера, де її видовий склад значно багатший.

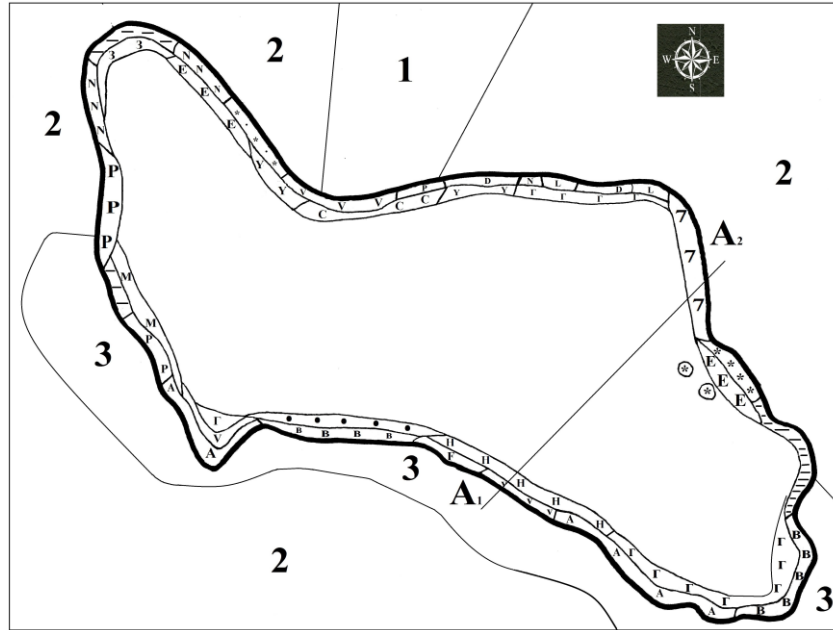
На глибоководній ділянці фітоценози осоки мають проєктивне покриття 70-95 % із включенням теліптерісу болотного, їжачої голівки прямої, півників болотних, лепехи звичайної. На мілководдях фітоценози осоки гострої є достатньо різновидовими і при проєктивному покритті 80-90 % доповнюються менш рясними видами, що належать як до водних, так і до прибережних рослин. Сюди входять також берегові гігрофіти й мезофіти, які відзначаються у тій частині прибережного ценозу, що контактує з берегом (лепешняк великий, осоки несправжньоосмикавцева, лисяча, побережна, хвоц річковий, комиш лісовий, ситняг болотний, сідач коноплевий, цукута отруйна, гірчак перцевий). З боку акваторії – це сусак зонтичний, стрілолист стрілолистий, їжача голівка.

Формація куги озерної представлена монодомінантним фітоценозом, що утворює смуги у північній частині озера та плямисті чисті зарості – у південній. Куга – едифікатор формації – росте на глибині 90-180 см, проєктивне покриття складає 65-80 %. Видовий склад формації бідний і нараховує не більше трьох видів (найбільш поширені кушир занурений, водопериця колосиста).

Формація хвоща болотного – найменша за площею серед формацій прибережно-водної рослинності, виявлена нами у південній частині озера на ділянці, що межує із заболоченою територією. Його присутність свідчить про початок процесів заболочування на цьому мілководді, глибина якого не перевищує 50 см. Фітоценоз маловидовий, у ньому зустрічаються поодинокі глечики жовті, кушир занурений, проєктивне покриття складає 60-70 %.

Озера п'ятої групи – дуже молоді, на відміну від попередніх типів озер, розташовані на заплавах луках. Горизонтальна структура фітоценозів різнорідна. Формування рослинного покриву озер цієї групи розглянемо на прикладі озера Лугового, карта-схема якого наведена на рис. 3.17.

Озеро Лугове (50°19'36"N, 26°45'21"E) утворилося з початком експлуатації гідрокар'єра на початку 90-х років; впродовж останнього десятиліття кар'єр неодноразово призупиняв свою діяльність, що зумовило розвиток процесів заростання, як на окремих ділянках, так і на озері в цілому. Останні п'ять років кар'єр не експлуатується.



77 – ас. їжачої голівки прямої; D D – ас. сусаку зонтичного; A A – ас. рогіз вузьколистий + лепешняк великий;
 ** – ас. куга озерна + кушир занурений; N N – ас. рогіз вузьколистий + рогіз широколистий;
 Н Н – ас. рдесника кучерявого; 1 – ас. костриці лучної; 2 – ас. костриці лучної різнотравної;
 3 – ас. мітлиці повзучої

Рис. 3.17. Карта-схема озера Лугового

Загальна площа озера становить 112 га, найбільша глибина складає 17 м, середня – 8-10 м; озеро прозоре, має насичено-голубий колір води. Будова озера характеризується стрімким нарощенням глибини, мілководні ділянки малорозвинуті. Тут переважають піщані відклади. Фітомеліоративний покрив берегів – трав'яна рослинність. Береги озера абразивні, відсутність стримуючих факторів призводить до їх обрушення, особливо на південному березі.

Прибережна зона екотону зайнята лучними фітоценозами, при чому північна частина характеризується поширенням справжніх луків.

Південна частина за рахунок підпору ґрунтових вод є більш заболоченою, що зумовлює формування болотистих луків. Горизонтальна структура екотону плямиста. Дещо підвищений північний берег зайнятий фітоценозами костриці лучної та кострице-дрібнотравним фітоценозом з домішкою конюшини, лисохвісту лучного, суховершків звичайних. На ділянках, що піддавалися деградаціям внаслідок спорудження транспортної системи подачі водно-піщаної пульпи, присутній щучник дернистий.

Болотисті луки поширені у південній частині озера у вигляді прибережної смуги. У густому травостої фітоценозу мітлиці повзучої (проективне покриття до 80 %) співдомінантом виступає жовтець повзучий, тут також відзначені щучник дернистий, плакун верболистий, ближче до водойми тонконіг болотний, очеретянка звичайна, водяний хрін болотний.

Прибережно-водна і водна рослинність утворюють два пояси по периметру озера, при чому мають суттєві відмінності за видовим складом та складом рослинних угруповань, від лісових озер.

В озерах п'ятого типу практично відсутній пояс плаваючої рослинності за виключенням невеликих куртин глечиків жовтих, що сформувалися на північній ділянці озера. Вони ж є єдиним видом плейстофітів, які присутні в озері.

Гелофіти та гідатофіти, напроти, представлені не тільки значним видовим складом, а й кількістю асоціацій, що, на нашу думку, пов'язано з такими факторами: достатнє освітлення та різке падіння глибини, що обмежує розвиток гелофітної та плейстофітної рослинності і є позитивним для зануреної рослинності; а також низька трофність, що практично виключає на цьому етапі сукцесії розвиток плаваючої рослинності.

Формація куширу зануреного представлена в озері помірно поширеним чистим фітоценозом із найбільшою глибиною росту цього виду порівняно з усіма типами озер – 270-500 см. Ділянки нижньої границі цього діапазону характеризуються як найменш придатні для розвитку водної рослинності через значну глибину, проте за рахунок достатньої прозорості води, кушир занурений утворює угруповання з проективним покриттям

20-55 % на глибині до 4-х м, а на більших глибинах (до 5 м) зустрічаються окремі екземпляри.

У західній частині озера відзначений невеликий за площею двох'ярусний фітоценоз за участю куширу зануреного та водопериці колосистої на глибині 280-380 см. Проективне покриття домінанта складає 40-60 %, водопериці колосистої – 25 %. Як і попередній, цей фітоценоз є малопродуктивним.

Формація рдесника пронизанолистого досить поширена на лучних озерах. На озері Луговому фітоценоз цього виду рдесника бере участь у формуванні поясу гідрофітної рослинності, утворюючи смугу завширшки 2-2,5 м чистих заростей з проективним покриттям 90 %, при цьому інші види практично відсутні.

На невеликій за площею ділянці у північно-західній частині озера сформувався фітоценоз рдесника пронизанолистого та водопериці колосистої, де на рдесник припадає до 50 % проективного покриття, участь водопериці колосистої складає 20 % проективного покриття.

Формація рдесника кучерявого зустрічається тільки в озерах п'ятого типу. Фітоценози, утворені цим видом, розташовані на південному березі оз. Лугового і беруть участь у формуванні поясу зануреної рослинності шириною до трьох метрів на глибині 250-400 см.

Продовжують смугу гідатофітів у цій частині чисті фітоценози водопериці колосистої з проективним покриттям 70 %. Поширення цього угруповання на озерах п'ятого типу незначне через високу конкуренцію серед гідатофітів, яку виграють різні види рдестів занурених через більшу площу поверхні їх листових пластин.

Вздовж більш «старого» північного берега утворює куртини фітоценоз водяного жовтецю закрученого. Внаслідок високої освітленості території зарості жовтецю досить густі із проективним покриттям 90 %. Відзначені поодинокі кушир занурений та водопериця колосиста.

Між ділянками фітоценозу водяного жовтецю закрученого знаходиться фітоценоз глечиків жовтих на глибині 200-250 см, проективне покриття 50 %. Така комбінація фітоценозів глечиків та жовтецю закрученого свідчить про початок процесів утворення піщано-мулистих ґрунтів.

Повітряно-водна рослинність утворює досить вузький самостійний пояс рослинності вздовж усього периметру озера. Він також характеризується багатовидовим складом та кількістю формацій.

На озері Луговому вздовж північної прибережної зони утворені куртини сусаку зонтичного. Тут він, на відміну від інших озер, де зустрічається рідко у вигляді поодиноких екземплярів або невеликих клонів, поширений у вигляді угруповання, при цьому його локалізація також тяжіє до піщано-мулистих відкладів північної частини берегової зони.

Проективне покриття складає 30-60 %, з боку акваторії поодинокі присутні кушир занурений та водяний жовтець закручений.

У південно-східній частині озера на глибині до 0,4 м утворився достатньо обширний за площею фітоценоз їжачої голівки прямої, яка має тут найбільші морфологічні розміри. Проективне покриття складає 80 %. У фітоценозі відмічається поширення лепехи звичайної.

Серед низькотравних гелофітів найменшим є фітоценоз хвоща болотного, розташованого у зоні підпору ґрунтових вод. Глибина розитку рослин досягає максимального для техногенних озер значення – 130 см, проективне покриття складає 60 %. У цьому фітоценозі з боку акваторії присутні хвощ річковий та водяний хрін земноводний.

Серед високотравних гелофітів на озері Луговому превалює рогіз вузьколистий, що відрізняє його від попередніх озер, де першість утримує очерет звичайний. Проте монодомінантний фітоценоз рогазу вузьколистого малопоширений, формується на глибинах від 0 до 280 см, утворює майже суцільні зарості з проективним покриттям 90 %, де на середніх глибинах можлива присутність поодинокі аїру тростинового.

У цьому озері, порівняно з іншими, максимально присутній рогіз широколистий. Він входить до складу фітоценозу, що утворюється з рогазом вузьколистим (домінант) на глибині близько 150 см. Проективне покриття цього фітоценозу дещо менше, ніж покриття чистого угруповання рогазу вузьколистого і складає для останнього – 60 %, для широколистого – 20 %.

Формація очерету звичайного представлена на цьому озері менше, ніж на попередніх, хоча його присутність залишається значною. Чисті зарості очерету мають проективне покриття 80 %, у невеликих кількостях можуть бути присутні жабурник звичайний, кушир занурений, водопериця колосиста.

Про динамічність і конкурентну напруженість у прибережній зоні літоралі можуть свідчити складні фітоценози як занурених рослин, так і гелофітів. Прикладом цього, крім уже наведених, є угруповання очерету звичайного та рогазу вузьколистого. Проективне покриття домінанта складає 50 %, співдомінанта – 30 %. Інші види мають проективне покриття до 5 % і представлені, в основному, зануреними рослинами – куширом зануреним, водоперицею колосистою.

Фітоценози куги озерної спостерігаються на східному березі у вигляді берегового поясу та куртин, що заходять в акваторію. Проективне покриття у першому варіанті складає 70 %, у куртинах – біля 50 %. Серед супутніх видів відзначений тільки кушир занурений.

Складні фітоценози із вказаних рослин сформувалися вздовж поясу куширу на північно-західній частині берега. Проективне покриття куги озерної складає 60 %, куширу – 30 %.

На озері Луговому досить поширені чисті фітоценози лепешняку великого, що беруть участь у формуванні поясу гелофітних рослин вздовж південного більш заболоченого берега на глибині 40 см, утворюючи майже чисті зарості з проективним покриттям 80 % у присутності шавеля прибережного, водяного хрону болотного, у меншому ступені земноводного.

З цими фітоценозами межують змішані угруповання рогозу вузьколистого та лепешняку великого з проективним покриттям домінанта (лепешняку великого) – 70 %, співдомінанта – 20 %.

Гірогелофітна рослинність представлена виключно фітоценозами осоки гострої з проективним покриттям близько 90 %, їх доповнюють малочисельні екземпляри ситника стиснутого та членистого, смикавцю голого, калюжниці болотної з боку берега, з боку акваторії – стрілолиста стрілолистого, жабурника звичайного.

Таким чином, за кількістю та видовим складом фітоценози молодих озер з відкритими берегами (п'ятого типу) суттєво відрізняються від різновікових озер, що знаходяться у лісових масивах. Для них характерна наявність значної кількості змішаних полідомінантних фітоценозів, що свідчить про інтенсивні процеси диференціації та захоплення ніш, у першу чергу, водних та прибережно-водних рослин.

3.3.2. Вертикальна структура

Вертикальна структура рослинних фітоценозів проявляється у різновисотності рослин і визначає диференціацію рослинних угруповань у вертикальному напрямку. Відомо, що вертикальне розчленування фітоценозів є результатом коеволюції видів, які пристосувалися до використання світла різної інтенсивності, при цьому така диференціація являє собою екологічне доповнення одних видів іншими, тобто веде до більш повного використання ресурсів екоотопу, і в першу чергу – світла [288].

Для характеристики вертикальної структури фітоценозів використовують поняття ярусності та фітоценотичного горизонту. Ярусність частіше застосовують для лісів, де чітко розрізняються яруси: дерев, підліску і підросту, трав'яний або кустарнико-трав'яний, моховий або лишайниково-моховий. Для фітоценозів, у яких ярусність виражена недостатньо, вертикальний континуум поділяють на умовні шари, так звані фітоценотичні горизонти, що являють собою складові біогеоценотичних горизонтів, виокремлення яких у біогеоценозах обґрунтував Ю. П. Бяллович [28]. При цьому конкретний фітоценотичний горизонт може характеризуватися не тільки складом видів рослин, але й складом органів рослин. Враховуючи типологічну різноманітність рослинності, для загального аналізу структури

окремих фітоценозів та рослинного покриву екотону в цілому будемо використовувати поняття фітоценотичний горизонт.

Вертикальну структуру екотону озер вивчали шляхом побудови трансект вздовж градієнта зміни вологості на модельних озерах п'яти груп.

Вертикальна структура екотону озер першого типу (на прикладі озера Славутського) наведена на рис. 3.18 (згідно зі схемою на рис. 3.12). Враховуючи те, що екотон являє собою систему взаємопов'язаних біогеоценозів, ми виділили у його вертикальній структурі шість фітоценотичних горизонтів.

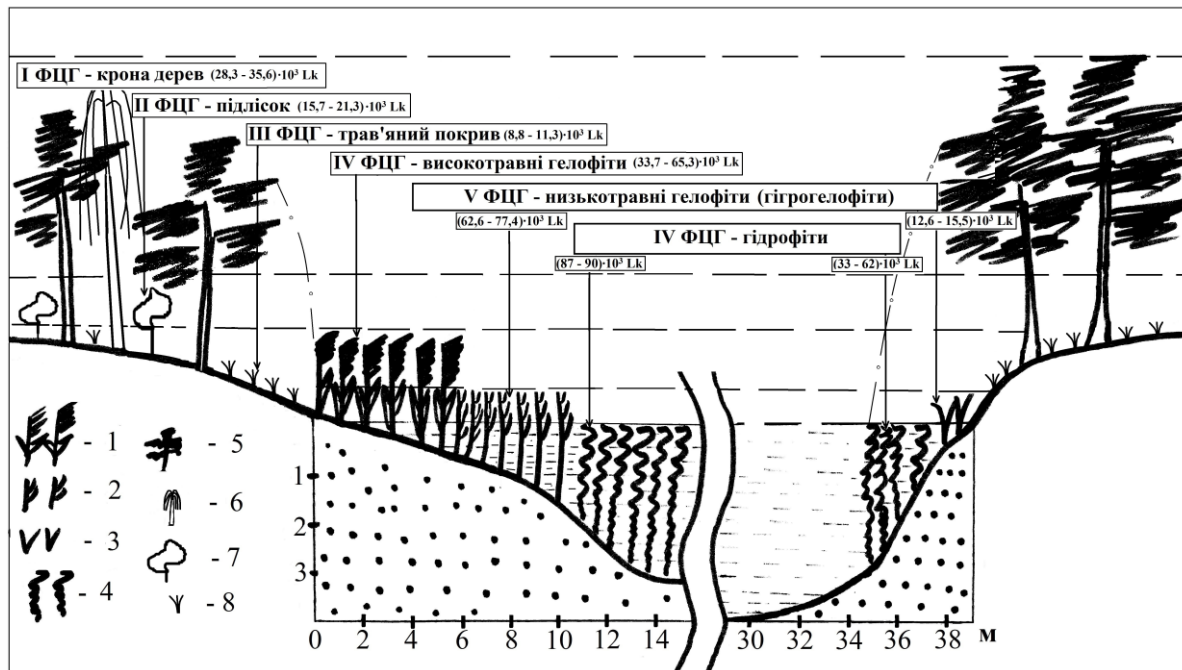
Найбільш складну структуру має лісовий фітоценоз, він поділяється на три горизонти – це крони дерев, підлісок, трав'яний покрив. Вертикальна організація прибережно-водної та водної частини екотону включає вертикальне розмежування гідрофітів, низькотравних та високотравних гелофітів – з одного берега, та гідрофітів і гігрофітів – з іншого.

Аналіз трансекти $A_1 - A_2$ дає можливість виявити відмінності у будові західного та східного берегів озера, що зумовлює екологічні причини формування мікрогрупвань. Слід зауважити, що висота берегів, зайнятих сосновим фітоценозом, майже однакова, проте літоральна зона західного берега є значно пологішою і ширшою.

Враховуючи особливості роботи гідрокар'єрів, формування такого берега із використанням земснарядів було неможливе, і тому відбувалося скоріш за все вже по закінченні експлуатації кар'єру за рахунок природної перебудови берегів. Про це значною мірою свідчить і суттєва зміна глибини, яка зменшилася від 10-12 м (гл. 4) до 4,8 м. Тому, логічно припустити, що активна перебудова західного берега проходила до ділянки, засадженої деревною рослинністю, оскільки східний берег із сосновими насадженнями має більш характерну для гідрокар'єрів форму. Це дає можливість стверджувати, що лісові насадження активно впливають на форму прибережно-літоральної зони.

Крім цього, лісові берегові ділянки озера Славутського беруть значну участь у регулюванні рослинності прибережно-водних фітоценозів через зміну світлового потоку.

На східному березі на ділянках, де дерева впритул підходять до урізу води, освітлення у ФЦГ низькотравних гелофітів (гігрогелофітів) у 4-6 разів менше, ніж на освітлених ділянках західного берега, що зумовлює мінімальні значення проективного покриття у фітоценозі осоки; у фітоценотичному горизонті гідрофітів екотону, який складають угруповання куширу зануреного, різниця в освітленні дорівнює 1,4-2,8 раза, тому на західному березі формуються більш широкі смуги щільних заростей очерету, хвоща та куширу зануреного.



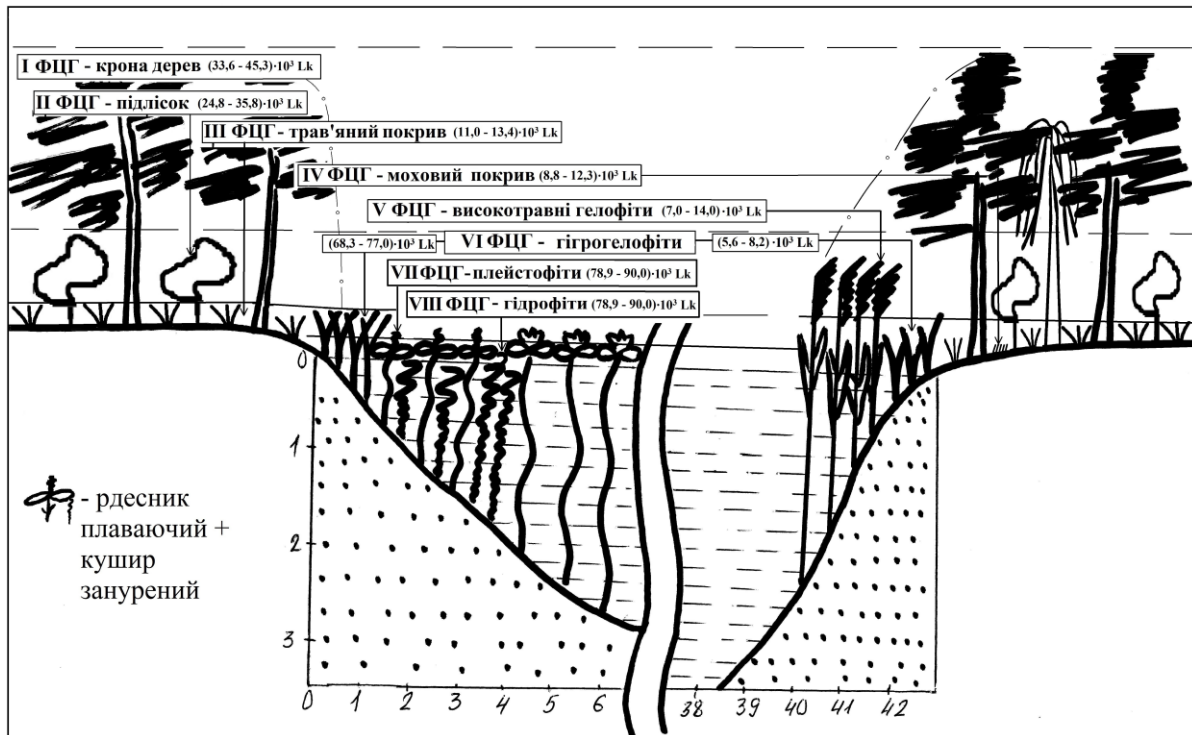
1 – очерет звичайний; 2 – хвощ річковий; 3 – осока гостра; 4 – кушир занурений; 5 – сосна звичайна;
 5 – береза повисла; 7 – підлісок; 8 – трав'яний покрив;
 ФЦГ – фітоценотичний горизонт екотону; — ° — межа фітогенного поля лісового фітоценозу
 Рис. 3.18. Трансекта А₁ – А₂ карти-схеми рослинності озера Славутського

Вертикальна фітоценотична структура озер другої групи також має свої особливості, що пов'язані зі специфікою будови озера – колишнього кар'єра. Розглянемо їх на прикладі озера Березового, характерними рисами якого є круте падіння глибини на північному березі (рис. 3.19), а також наявність у центрі озера мілководь, заселених рослинами (рис. 3.20).

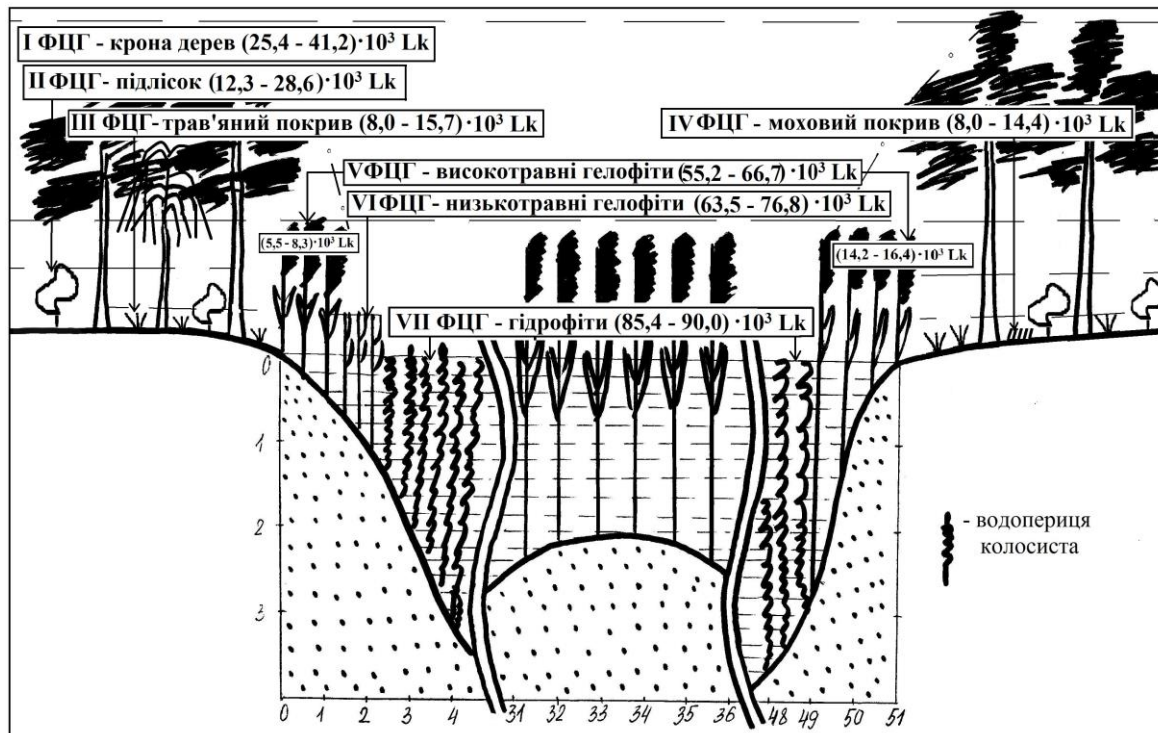
Будова берегів характеризується невеликими за площею мілководними ділянками, найбільш поширеними південним берегом озера. Наявність лісової рослинності, що підходить близько до берега, при крутому падінні глибини, зумовлює жорстку конкуренцію водних і прибережно-водних рослин, у якій виграють, як правило, гелофіти (див. рис. 3.19). В цілому, у вертикальній структурі озера Березового виділяємо вісім вертикальних фітоценотичних горизонтів, проте моховий покрив має мозаїчне розташування, тому наявний не на всій площі екотону. Найбільша кількість горизонтів припадає на лісовий фітоценоз – крона дерев, підлісок, трав'яний та моховий покрив.

Формування прибережно-водної рослинності залежить від мікрогруповань соснового фітоценозу та його розташування відносно берега. Положиста частина берега, яка наведена на трансекті $A_1 - A_2$ (поз. A_1), має достатню освітленість, що сприяє формуванню трьох поясів рослинності. На протилежному березі (поз. A_2) за рахунок близького розташування дерев соснового фітоценозу біля берега та більшої їх висоти утворюється зона затінення, на якій зростає осока гостра, а за нею у бік акваторії – розріджені зарості очерету. Тут вони сягають практично максимальної глибини їх поширення (біля 280 см). Далі, за рахунок різкого падіння глибини та затінення від дерев, інша рослинність не розвивається.

На трансекті $B_1 - B_2$ (див. рис. 3.20) вже обидва береги характеризуються стрімким падінням глибини, що зумовлює розвиток тільки гелофітної рослинності на доступних за глибиною ділянках із допустимим для їх розвитку освітленням. Невелика територія за поясом гелофітів (завширшки 1,0-1,5 м), яка знаходиться вже в умовах достатнього освітлення, засвоюється куширом зануреним, на даний час глибина його поширення складає до 380 см. У центральній частині улоговини озера знаходиться підвищення, поросле заростями очерету звичайного, що є специфічним для техногенних озер, оскільки в природних озерах Малого Полісся такої просторової диференціації глибин не спостерігається. В умовах відкритої освітленої території (різниця порівняно із затіненими берегами складає 4-14 рази) очерет утворює щільні зарості, що майже виключає конкуренцію з боку інших рослин на цій невеликій за площею центральній ділянці.



III – моховий покрив, інші позначення згідно з рис. 3.18
 Рис. 3.19. Трансекта А₁ – А₂ (карта-схема рослинності озера Березового)



позначення згідно з рис. 3.18, 3.19

Рис. 3.20. Трансекта В₁ – В₂ (карта-схема рослинності озера Березового)

Молоді озера характеризуються складною будовою улоговини, яка суттєво відрізняється для різних частин озера і, в першу чергу, за параметрами глибини. Таку ситуацію можна пояснити малим часом, протягом якого відбувалося природне «вирівнювання» і переробка берегів глибоководних ділянок, а також близьким розташування до водного середовища лісового фітоценозу, який закріплює береги кореневою системою. Вертикальну структуру озер третього типу розглянемо на прикладі озера Лісового.

На рисунках 3.21 – 3.22 наведені прокладені у різних частинах озера трансекти, які характеризують відмінності будови улоговини та рослинного покриву глибоководної ($A_1 - A_2$) та мілководної ($B_1 - B_2$) частин озера.

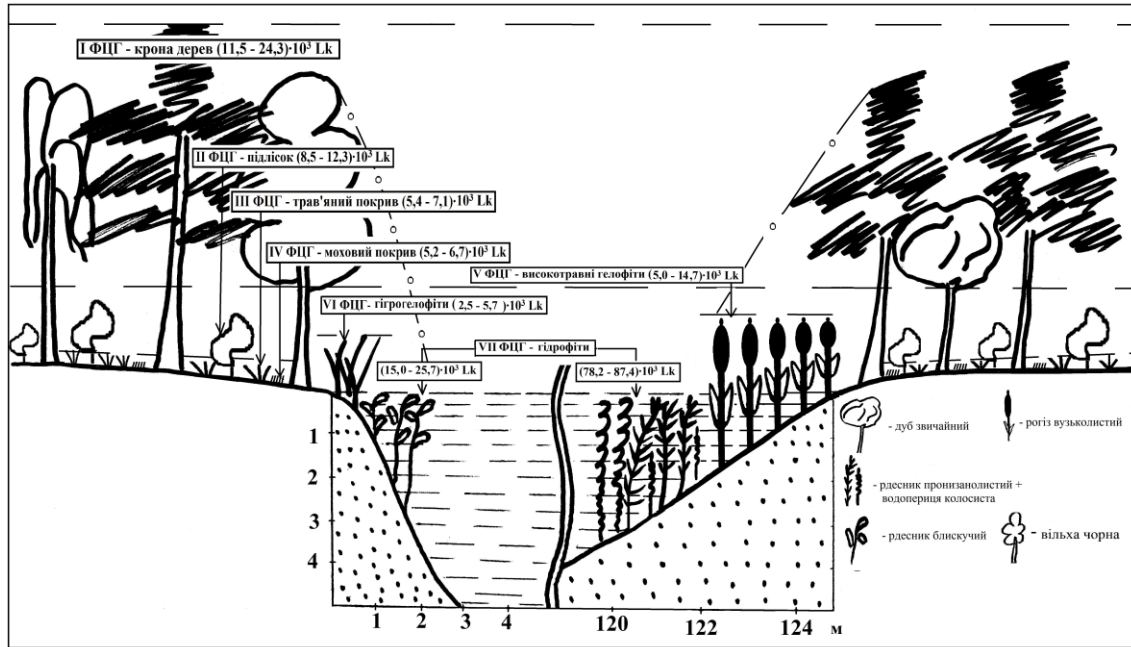
Глибоководна частина озера характеризується крутим падінням глибини, тому ширина зони росту рослин тут не більша за 5 м (поз. A_2), а на південному березі (поз. A_1) – до 2 м. Дерева лісового фітоценозу по периметру озера часто підходять до урізу води, подекуди заходячи у воду на глибину 0,2 м та створюючи значне затінення. Це, у сукупності зі значною глибиною, унеможливило на сучасному етапі формування суцільної смуги з трьох поясів рослинності. Сьогодні вона складається з поясу високотравних гелофітів (на освітлених ділянках) або гідрогелофітів (на затінених) та поясу зануреної рослинності, який відрізняється достатньо високим видовим різноманіттям порівняно з озерами попередніх груп.

Найбільший вплив на освітлення прибережних водних ділянок мають соснові фітоценози із домішкою вільхи чорної, коли остання зростає біля урізу і створює максимальне затінення водної ділянки через густу крону, при цьому освітлення таких ділянок у 2-3 рази менше, ніж тих, що затінюються чистим сосновим деревостаном.

Мілководна ділянка $B_1 - B_2$ (див. рис. 3.22) характеризується наявністю рослин трьох екологічних груп, які утворюють суцільний покрив, починаючи від берега з рослин-гелофітів, далі плейстофітів і в центральній частині – гідрофітів. Невелика глибина та достатнє освітлення сприяють майже повному заростанню ділянки. Складний рельєф дна зумовлює формування мозаїчних плям рослинності, що надає естетично-привабливого вигляду цій частині озера.

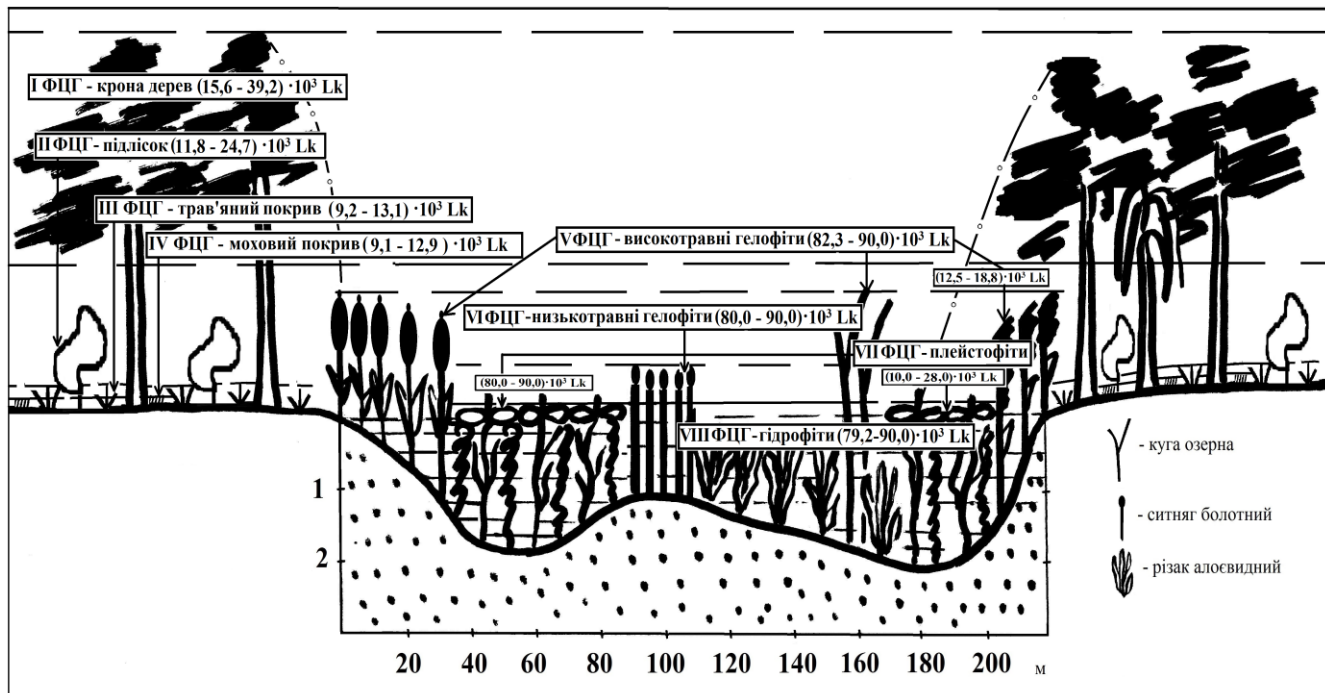
Таким чином, у вертикальній структурі екотону озер третього типу можна виділити вісім фітоценотичних горизонтів. З них два – моховий покрив та горизонт плейстофітів – можуть випадати на різних ділянках екотону озер залежно від його будови та освітлення.

В озерах четвертої групи зберігається неоднорідність мікрорельєфу та порушення чіткої закономірності у розподілі глибин.



позначення згідно з рис. 3.18, 3.19

Рис. 3.21. Трансекта А₁ – А₂ (карта-схема рослинності озера Лісового)



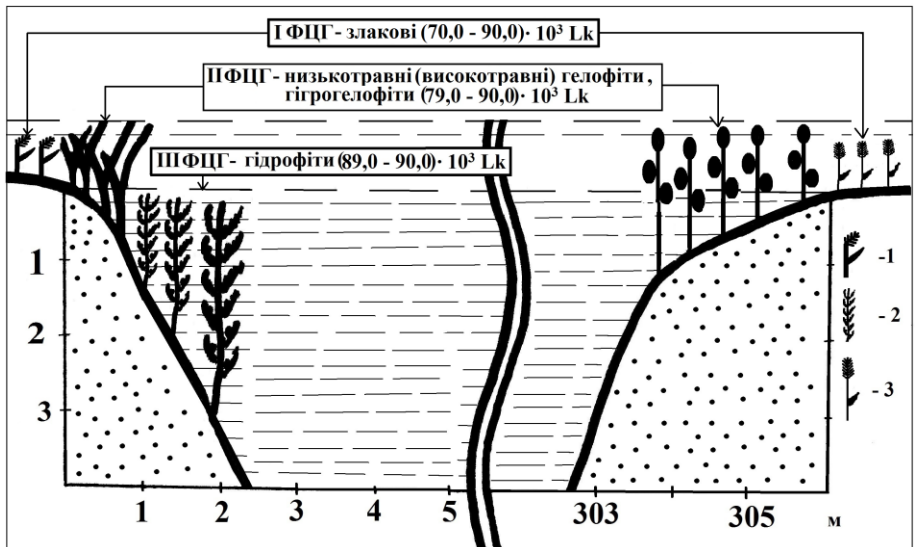
позначення згідно з рис. 3.18 – 3.19, 3.21
 Рис. 3.22. Трансекта В₁ – В₂ (карта-схема рослинності озера Лісового)

Аналіз вертикальної структури озера Голубого (рис. 3.23 – 3.24), яке є типовим представником озер четвертого типу, свідчить про наявність островків суші на різних відстанях від берега озера (трансекта $A_1 - A_2$), та різкі переходи від мілководних до глибоководних ділянок (трансекта $B_1 - B_2$).

У вертикальній структурі озер четвертої групи можна віділити сім фітоценотичних горизонтів, проте горизонт низькотравних гелофітів виділяється лише на мілководних ділянках.

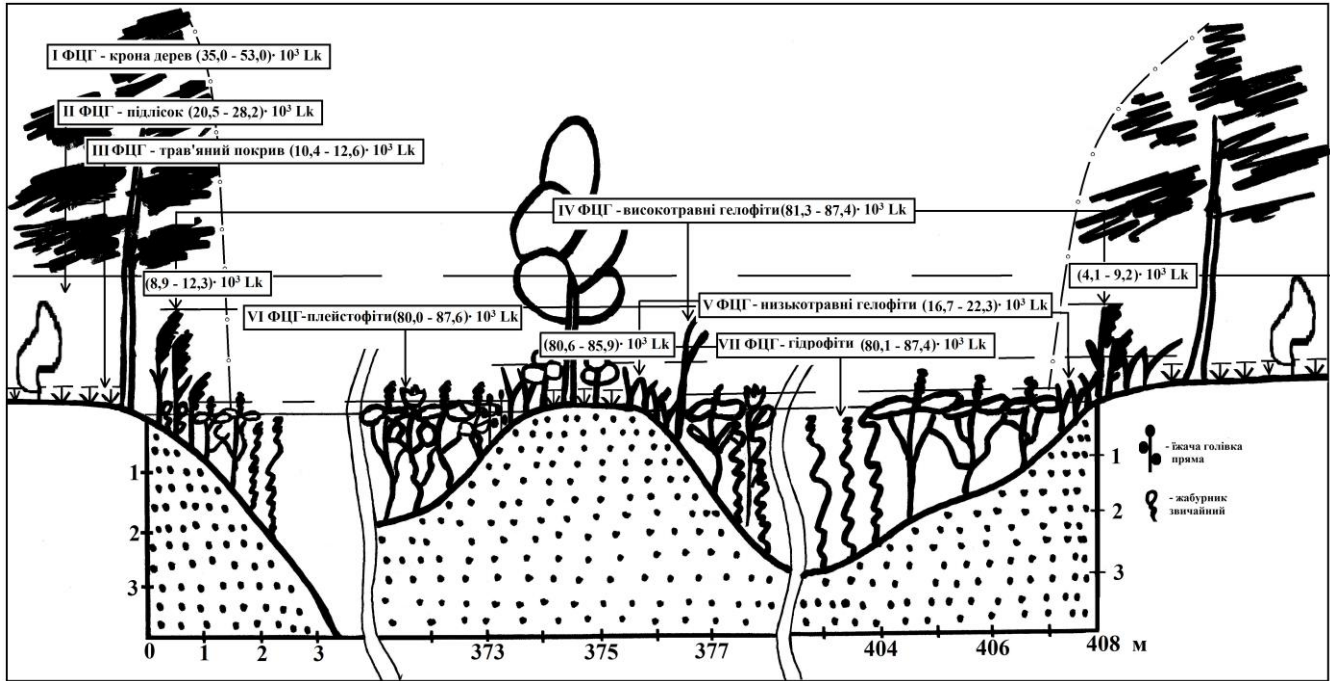
На глибоководних ділянках горизонт низькотравних гелофітів практично відсутній через розвиток на вузьких мілководних ділянках високотравних гелофітів, з якими низькотравні гелофіти конкуренції не витримують.

Озера п'ятої групи відрізняються фітомеліоративним покривом берегів, на яких панують лучні фітоценози у зв'язку із специфікою розташування озер – у заплавах луках. Вертикальна структура відрізняється значно меншою кількістю фітоценотичних горизонтів, як за рахунок меншої їх кількості у лучних фітоценозах (на відміну від лісових), так і за рахунок відсутності фітоценотичного горизонту плейстофітів, що наочно продемонстровано на прикладі вертикальної будови екотону озера Лугового (рис. 3.25).

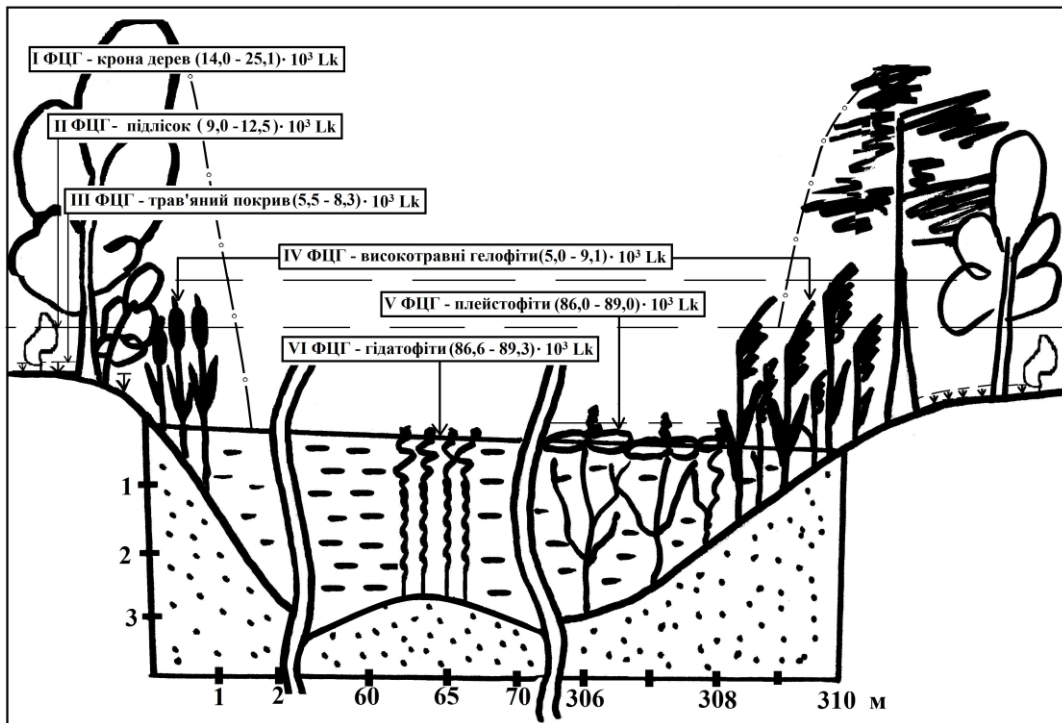


1 – мітлиця повзуча; 2 – рдесник кучерявий; 3 – костриця лучна;
інші позначення згідно рис. 5.16

Рис. 3.25. Трансекта $A_1 - A_2$ карти-схеми озера Лугового



позначення згідно рис. 3.18 – 3.19, 3.21 – 3.22
 Рис. 3.23. Трансекта А₁ – А₂ карти-схеми озера Голубого



позначення згідно з рис. 3.18 – 3.21

Рис. 3.24. Трансекта В₁ – В₂ карти-схеми озера Голубого

В екотоні на сьогодні виділяємо три фітоценотичних горизонти, зокрема горизонт злакових фітоценозів, що покривають береги; горизонт низькотравних (високотравних) гелофітів чи гірогелофітів, які розташовано на різних ділянках у прибережно-водній смузі, при цьому формуються вони окремо і їх скупних комбінації не спостерігаються; горизонт гідрофітів, який представлений досить різноманітно за участю найбільшої кількості видів гідрофітів.

У центральній частині північного берега відзначена невелика ділянка глечиків жовтих, проте враховуючи її малу площу, виділяти окремий фітоценотичний горизонт плейстофітів вважаємо недоцільним. Фітоценотичний горизонт гідрофітів також не є суцільним, оскільки існують невеликі ділянки, на яких він відсутній, що пов'язано з різким падінням глибини.

Найбільш сформованим є фітоценотичний горизонт низько- чи високотравних гелофітів або гірогелофітів, що утворює суцільну смугу вздовж берега. Освітлення на усіх ділянках майже однакове, в тому числі на рівні фітоценотичних горизонтів, що сприяє формуванню різноманітного поясу водної рослинності.

Порівнюючи вертикальні структури озер, що знаходяться у лісі та на луках, можна відзначити особливості озера Лугового, які проявляються у формуванні вздовж усієї берегової лінії високопродуктивних заростей водних та прибережно-водних рослин та у відсутності поясу плаваючих рослин.

На основі аналізу структури фітоценозів екотону найбільш поширених типів техногенних озер Малого Полісся можна зробити висновок про значний вплив видових особливостей та структури прибережного фітоценозу на склад та структуру прибережно-водних фітоценозів, що проявляється, в першу чергу, у регулюванні освітлення прибережно-водних ділянок. Отже, світловий режим позначається на конкурентних відносинах сильніше, ніж дія інших факторів. Яскраво виражений мікрорельєф посилює неоднорідність режимів вологи і температур, але режим освітлення залишається головним фактором.

Як відомо, окремі особини деревних рослин формують у просторі т. з. фітогенне поле [338], що складається з внутрішньої та зовнішньої частин і включає речовину (субстратну), інформаційну та енергетичну складові [84]. Одним із провідних параметрів енергетичної складової фітогенного поля є світлорегульовальна властивість [83], що зумовлює істотний середовищотворний вплив на прилеглий простір [82]. Саме таким впливом ми пояснюємо особливості режиму освітлення на прибережно-водних ділянках, що, як зазначалось раніше (рис. 5.16 – 5.22), має суттєвий вплив на структуру прибережно-водних рослинних угруповань у випадку розташування лісового фітоценозу біля урзу води.

У випадку екотону у формуванні світлового режиму прибережно-водних ділянок беруть участь не тільки дерева (традиційні об'єкти вивчення фітогенних полів), а й підлісок, а у мікрозонах, розташованих безпосередньо біля води, – і трав'яний покрив, що дає можливість говорити про фітогенне поле лісового фітоценозу. Це, у свою чергу, дозволяє стверджувати, що формування горизонтальної та вертикальної структури екотонної парагенетичної системи суміжних фітоценозів техногенних озер перебуває під значним впливом фітогенного поля лісового фітоценозу.

3.3.3. Фітопродукція

Одним із важливих компонентів просторової структури фітоценозу, згідно з [150], є біомаса рослинних угруповань. У випадку фітоценозів екотону техногенних озер цей показник найбільш динамічний для прибережно-водної та водної рослинності, яка утворилася в умовах абсолютного нового екотопу. Гігро- та гелофіти, займаючи значні площі в озерах, створюють велику кількість біомаси, яка при розкладанні виконує провідну роль в утворенні органічних відкладень та процесів ґрунтоутворення на прибережних ділянках.

Аналіз накопичення наземної біомаси ми проводили за різного освітлення, яке було поділено на п'ять груп інтенсивності і коливалось у межах, визначених при вивченні вертикальної структури фітоценозів екотону, відповідно від 2500 до 90000 Лк.

Визначення біомаси та продуктивності (табл. 3.17, 3.18) здійснювали в угрупованнях, що беруть участь у формуванні рослинного покриву екотонної зони і мають першочергове значення у продукційному балансі та найбільше зустрічаються в усіх типах озер. Це чисті зарості куширу зануреного, водопериці колосистої, рдесника плаваючого, рогозу вузьколистого, куги озерної, очерету звичайного, осоки гострої.

При обробленні укосів едифікаторів водної макрофітної рослинності встановлено, що втрати у вазі при висушуванні водних рослин від сирого до абсолютно-сухого стану становлять для гігроголофітів – 56-58 %, гелофітів – 50-60 %, плейстофітів – 82 %, гідатофітів – 84-85 %.

Середнє значення абсолютно-сухої фітомаси для вивчених видів при різному освітленні коливається у межах від 20 до 2966 г/м². За низького освітлення найменші значення характерні для занурених видів (20-24 г/м²), найбільші – для видів прибережно-водної рослинності (30-531 г/м²). За високого освітлення ця тенденція зберігається, проте значення абсолютно сухої маси угруповань значно збільшуються.

Для куширу зануреного відношення абсолютно-сухої маси (АСМ) між ділянками з низьким та високим освітленням складає 6,5, для водопериці

Таблиця 3.17

Наземна біомаса найбільш поширених фітоценозів екотону техногенних озер за різного освітлення, г/м²

Назва асоціації	Освітлення, 10 ³ Лк														
	низьке (<10)			помірно низьке (10 – 19)			середнє (20 – 59)			високе (60 – 79)			дуже високе (80 – 90)		
	СМ	ПСМ	АСМ	СМ	ПСМ	АСМ	СМ	ПСМ	АСМ	СМ	ПСМ	АСМ	СМ	ПСМ	АСМ
<i>Ceratophylletum demersi</i>	–	–	–	151	26	24	300	52	47	580	100	90	995	172	155
<i>Myriophylletum spicati</i>	–	–	–	124	22	20	–	–	–	498	89	80	762	136	123
<i>Potametum natantis</i>	–	–	–	844	172	156	1176	240	218	1541	314	283	2341	478	433
<i>Phragmitetum australis</i>	70	49	34	892	637	446	2440	1690	1220	3694	2639	1850	5541	3958	2775
<i>Typhetum angustifolia</i>	81	58	40	1079	771	531	2891	2065	1447	4102	2930	2053	5931	4562	2966
<i>Scirpetum lacustris</i>	75	60	30	921	737	368	1794	1435	718	2526	2021	1010	3258	2606	1303
<i>Caricetum acuate</i>	90	44	39	189	95	82	409	205	173	910	450	400	1349	675	587

Примітка: СМ – суха маса; ПСМ – повітряно-суха маса; АСМ – абсолютна суха маса

Таблиця 3.18

Річна продукція найбільш поширених фітоценозів екотону техногенних озер за різного освітлення, г/м²

Назва асоціації	Освітлення, 10 ³ Лк														
	низьке (<10)			помірно низьке (10 – 19)			середнє (20 – 59)			високе (60 – 79)			дуже високе (80 – 90)		
	РП	ОР	С	РП	ОР	С	РП	ОР	С	РП	ОР	С	РП	ОР	С
<i>Ceratophylletum demersi</i>	–	–	–	60	51	24	118	100	46	225	191	89	338	330	152
<i>Myriophylletum spicati</i>	–	–	–	50	43	20	–	–	–	200	170	78	308	262	121
<i>Potametum natantis</i>	–	–	–	390	351	162	545	491	226	708	637	293	1083	975	449
<i>Phragmitetum australis</i>	41	38	18	535	492	226	1464	1347	620	2220	2042	939	3330	3064	1409
<i>Typhetum angustifolia</i>	48	44	20	637	586	270	1736	1597	735	2464	2267	1043	3559	3274	1506
<i>Scirpetum lacustris</i>	36	33	15	442	407	187	862	793	362	1212	1115	513	1564	1439	662
<i>Caricetum acuate</i>	78	72	33	164	151	70	343	318	146	800	736	339	1174	1080	497

Примітка: РП – річна продуктивність; ОР – органічна речовина; С – вуглець

колосистої – 6, для рдесника плаваючого – 2,8, для очерету звичайного – 81, для рогозу вузьколистого – 74, для куги озерної – 43, для ососки гострої – 15, що свідчить про широкий діапазон толерантності до ектопічних умов рослин, які належать до груп високотравних гелофітів та гідрогелофітів.

Річну продуктивність (РП) гідроценозів встановлювали прямим методом, який полягає у визначенні ваги надземної фітомаси у період максимального розвитку [152], оскільки підземна фітомаса, яка часто у кілька разів перевищує наземну, формується протягом кількох років і значної ролі в утворенні загальної продукції за рік не відіграє [222]. Для урахування осіннього приросту рослин, який може бути суттєвим, при визначенні річної продукції (табл. 3.18) надземну фітомасу (АСМ) множили на коефіцієнт 1,2 – для високотравних гелофітів; коефіцієнт 2,0 – для гідрогелофітів; коефіцієнт 2,5 – для гідрофітів [222].

Розрахунок річної продукції в одиницях органічної речовини (ОР) був проведений із використанням даних річної продукції та перевідних коефіцієнтів: 92 % від АСМЧ – для гелофітів та гідрогелофітів, 90 % – для рослин з плаваючим листям, 85 % – для занурених рослин [176]; вміст вуглецю визначали, виходячи з того, що 1 г органічної речовини водних рослин містить приблизно 0,46 г вуглецю [Lieth, цит. по 330].

Ценопопуляції зазначених видів продукують у рік на 1 м² площі за різного освітлення 33-3274 г органічної речовини, що еквівалентно 15-1506 г вуглецю. Р. Уїттекер [336] за річною продукцією органічної речовини поділяє фітоценози на чотири групи: вищої продуктивності (2000-3000 г/м²), високопродуктивні (1000-2000 г/м²), помірної продуктивності (250-1000 г/м²), низькопродуктивні (до 250 г/м²). За низького освітлення в екотонній зоні техногенних озер формуються тільки низькопродуктивні фітоценози гідро- та гелофітів (рис. 3.26). За помірно низького освітлення можуть формуватись як низькопродуктивні фітоценози (гідатофіти), так і фітоценози помірної продуктивності (гелофіти). Середнє освітлення екотону дає можливість формувати водним та прибережно-водним рослинам різних екологічних груп високо-, помірно- та низькопродуктивні фітоценози. При високому освітленні продукція фітоценозів може займати весь діапазон від вищої до низької продуктивності. За дуже високого освітлення низькопродуктивні фітоценози не утворюються.

Формування фітоценозів різної продуктивності за різного освітлення залежить від виду рослин. Так, очерет звичайний в екотонній зоні техногенних озер утворює фітоценози усіх груп продуктивності: при високому і дуже високому освітленні – фітоценози вищої продуктивності, при середньому освітленні – високопродуктивні, при помірно низькому освітленні – фітоценози помірної продуктивності, при низькому – низькопродуктивні фітоценози.

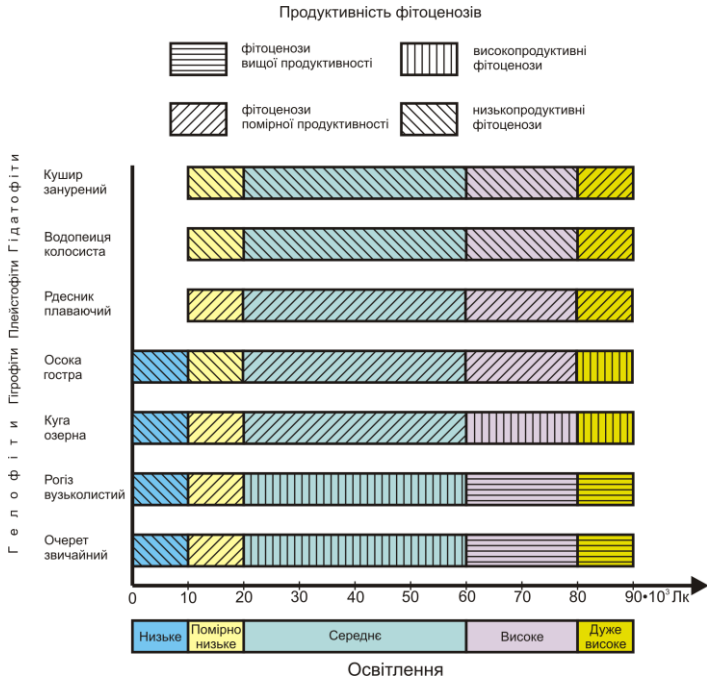


Рис. 3.26. Залежність продукції фітоценозів екотону техногенних озер Малего Полісся від освітлення

Така ж ситуація характерна і для рогозу вузьколистого. Інші види рослин фітоценозів з вищою продуктивністю в умовах екотону техногенних озер Малего Полісся не утворюють. Куга озерна при високому та дуже високому освітленні утворює високопродуктивні фітоценози, при помірно низькому та середньому освітленні – фітоценози помірної продуктивності, при низькому – відповідно фітоценози низької продуктивності. Осока гостра утворює високопродуктивні угруповання тільки за дуже високого освітлення, при середньому та високому освітленні формуються помірні за продуктивністю фітоценози, а при низькому та дуже низькому освітленні – низькопродуктивні.

Рдесник плаваючий за будь-якого освітлення (за виключенням низького, коли угруповання плаваючої та зануреної рослинності не утворюються) формує фітоценози помірної продуктивності. Фітоценози куширу зануреного та водопериці колосистої в загальному можна вважати низькопродуктивними, оскільки продукція від 250 г/м^2 накопичується тільки у фітоценозах, що формуються за режиму дуже високого освітлення.

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ФІТОМЕЛІОРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ НА СТАН ТЕХНОГЕННИХ ВОДОЙМ

Як вже зазначалось, екотонна система являє собою предмет спеціального дослідження, що включає не тільки аналіз особливостей перехідної території, а й встановлення закономірностей біогеоценотичних взаємозв'язків усередині системи, які визначають її функціональну цілісність, тип організації та механізми стійкості. Екотони техногенних озер сформувалися в умовах повної деградації берегової ділянки утворених озер та часткової деградації прибережної зони, що виводить на перший план дослідження процесів природної фітомеліорації («природної перетворювальної функції рослинності») екотонного простору та озер вцілому.

4.1. Науково-теоретичні засади фітомеліоративної зміни геохімічного та геофізичного режимів потоків екотону техногенних озер

Екотон техногенних озер як парагенетична система біогеоценозів зазнає впливу різноманітних потоків, що зумовлюють його динаміку, як в середині, так і ззовні. Фітомеліоративний вплив рослинності фітоценозів екотону полягає у зміні інтенсивності цих потоків, що забезпечує, з одного боку структурну оптимізацію екотону озер та самих водних об'єктів, з іншого – набуття ними природних рис та інтеграцію у природний ландшафт.

Формування та рух потоків відбувається у межах неоднорідних елементарних просторово дискретних частинах біогеоценозу, які вперше були виокремлені у його структурі Ю. П. Бяловичем і отримали назву біогеогоризонтів [28]. Біогеоценотичні горизонти (БГЦГ) характеризуються специфічною структурою та обміном і перетворенням речовини й енергії між ними; у міру віддалення від найближчої поверхні поділу концентрація живої речовини та біогеоценотична активність у БГЦГ, як правило, зменшується, а товщина – зростає.

Найбільш важливе значення у вертикальній анізотропії біогеоценотичного простору належить рослинному компоненту, який у вертикальному напрямку виокремлюється у фітоценотичні горизонти (див розд. 3). У свою чергу, диференціація фітобіоти на різновисотні яруси чи функціонально диференційовані частини тягне за собою відповідно розшарування атмосфери, ґрунтів та інших частин екотопу, які змінюються у результаті впливу рослинності.

У кожному БГЦГ є дві специфічні сукупності напрямів потоків речовини (матеріальні потоки) та енергії (енергетичні потоки), які поділяють

на латеральні та радіальні.

Поняття радіалі було введено в науковий обіг одночасно з поняттям біогеогеографічного і включає такі положення [31]:

- радіалі створюють біогеоценоз, його системну цілісність, оскільки вони забезпечують речовинно-енергетичні та інформаційні зв'язки між суміжними по вертикалі горизонтами;
- з цієї ж причини радіалі визначають положення верхньої та нижньої границь біогеоценозу та горизонтів;
- тільки радіалі здійснюють взаємопроникнення геосфер, речовинно-енергетичний обмін між ними;
- радіалі постачають речовину та енергію у біогеопотоки та геопотоки усіх рангів, вилучають речовину та енергію з цих потоків і, таким чином, керують латеральними зв'язками у біосфері.

За напрямом радіалі поділяють на катарадіалі, що спрямовані від верхніх горизонтів до нижніх (т.з. низхідні), та анарадіалі – вони спрямовані від нижніх горизонтів до верхніх (висхідні). Напрямок радіалей може бути абсолютно різним, проте вони обов'язково повинні перетинати радіальну межу між горизонтами, що принципово відрізняє їх від вертикального напрямку.

Залежно від ступеня участі живої речовини та у відповідності з класифікацією речовини біосфери В.І. Вернадського, матеріальні радіалі поділяють на косні, біокосні та біорадіалі. Серед останніх розрізняють біорадіалі міграційні (радіалі організмів чи їх життєздатних зародків), фізіологічні, біорадіалі вуглецьмістких продуктів життєдіяльності (наприклад, катарадіалі рослинного опаду).

Латеральні потоки рухаються у напрямках, що не перетинають межу між суміжними горизонтами. Латеральне розчленування фітоценозу на відмінні одна від одної та однорідні всередині порівняно невеликі ділянки, згідно з термінологією фітоценології, прийнято називати мікроугрупованням, а розчленований фітоценоз – мозаїчним.

Т. А. Работнов розробив класифікацію мозаїчності за походженням, згідно з якою виділяють сім форм мозаїчності: едафотопічну (від латеральної неоднорідності едафотопу), випадкову (від випадкового розподілу зачатків рослин та їх схожості), ценобіотичну (вплив одних видів на інші), клонову (від вегетативного розростання у вигляді клонів), зоогенну, антропогенну та екзогенну. Випадкову, ценобіотичну і клонову форми мозаїчності Т. А. Работнов об'єднав у фітогенний тип мозаїчності, поширений у всіх фітоценозах. Це явище у межах науки про рослинність сьогодні досліджується як фітогенне поле (див. розд. 3).

Елементи латерального розчленування біогеоценозу вперше були описані М. І. Сахаровим [305], який назвав їх ценоелементами. Найбільш

важлива категорія латеральних частин БГЦ – біогеоценотичні парцели – виявлена та всебічно вивчена Н. В. Дилісом [118 – 120]. Ю. П. Бяллович класифікує латеральні потоки на вхідні, вихідні і транзитні (бувають незмінні, зменшені або збільшені), а за участю живої речовини, аналогічно до радіалей, – на косні, біокосні та біолатералі [32].

У біогеоценозах екотону техногенних озер ми виділили 7 радіалей та 4 латералі (рис. 4.1), які найбільше піддаються змінам у результаті впливу рослинних угруповань або зумовлюються цими змінами. З них три належать до енергетичних потоків, а решта припадають на матеріальні.

Енергетичні потоки представлені катарадіалями сонячної радіації, що підлягають змінам при проходженні через фітогоризонти прибережних та прибережно-водних біогеоценозів екотону, а також латераліями вітру та енергії хвиль у напрямку «вода – суша». Останні зумовлюють розвиток абразивних процесів, інтенсивність яких залежить від стану прибережних фітоценозів.

Найбільше у межах екотону техногенних озер проявляються матеріальні радіалі та латералі. Косні катарадіалі являють собою переміщення водних мас у рідкому (дош) чи твердому (сніг) стані з атмосфери на поверхню субстрату чи водного дзеркала. У береговій частині екотону при проходженні вологи всередину субстрату формується специфічна катарадіаль, що змінюється залежно від глибини. Також до цього виду радіалей належить потік зависей, які осідають у товщі води на поверхні вищих водних рослин та утримуються ними за рахунок процесів седиментації, що можна порівняти з технологічним процесом тонкошарового осадження.

Надзвичайно важливу роль у формуванні сприятливого для гідробіонтів газового режиму у водних масах техногенних водойм відіграє біокатарадіаль кисненакопичення при фотосинтезі макрофітів, оскільки вона сприяє збільшенню концентрації кисню у воді, що є позитивним фактором для озер, які живляться переважно підземними джерелами із низьким киснезабезпеченням.

Біокатарадіаль рослинного опадку включає потоки переміщення вуглецьмістких продуктів життєдіяльності з різних фітогоризонтів прибережного (прибережно-водного) біогеоценозу до поверхні ґрунту (донних відкладів).

У протилежному до катарадіалей висхідному напрямку через кореневі системи рослин будуть рухатися потоки фізіологічних біоанарадіалей сполук та речовин із ґрунтового горизонту (донних відкладів, води) у фітогоризонти. Саме у цих високоорганізованих, високою мірою структурованих та захищених радіалях, за висловом Ю. П. Бялловича [32], поєднуються два організаційних рівня – організмівий та біогеоценотичний.

		ЛАТЕРАЛІ		РАДІАЛІ			
		<i>енергетичні</i>					
вода → суша		 1. Латеральні повітряні маси 2. Енергія хвиль		 1. Сонячна радіація		катарадіалі	
		<i>матеріальні</i>					
суша → вода	біокосні латералі	1. Ерозійні потоки (з талими, дощовими водами)		косні	1. Опади (сніг, дощ) 2. Волога у субстраті 3. Фільтрація зависей		катарадіалі
				біорадіалі (фізіологічні, вуглецьмістких продуктів життєдіяльності)			
	біолатералі (міграційні)	1. Насіння		біорадіалі (фізіологічні)	1. Сполуки та речовини, що захоплюються кореневою системою рослин (із ґрунту, донних відкладів, води)		анарадіалі

Рис.4.1. Основні матеріально-енергетичні потоки в екотоні техногенних озер

Матеріальні латералі формуються у напрямку «суша – вода». Біокосні літералі спрямовують потік речовини з прибережних ділянок екотону до водної його частини з дощовими і талими водами, при цьому інтенсивність зміни цієї латералі суттєво залежить від структури прибережного фітоценозу. Також у цьому напрямку функціонує міграційна біолатераль (переміщення насіння), яка має важливе значення для відновлення рослинного покриву на девастованих ділянках прибережного та прибережно-водного фітоценозів екотону.

Отже, згідно з наведеними характеристиками, можна зробити висновок, що зазначені латералі та радіалі можуть відігравати як позитивну, так і негативну роль у стабілізації та оптимізації екотону техногенних озер. Водночас, вплив рослинного покриву, який проявляється у зміні інтенсивності геохімічних та геофізичних потоків, може суттєво зменшувати негативні та підвищувати позитивні ефекти, виконуючи тим самим важливі фітомеліоративні функції у природному середовищі.

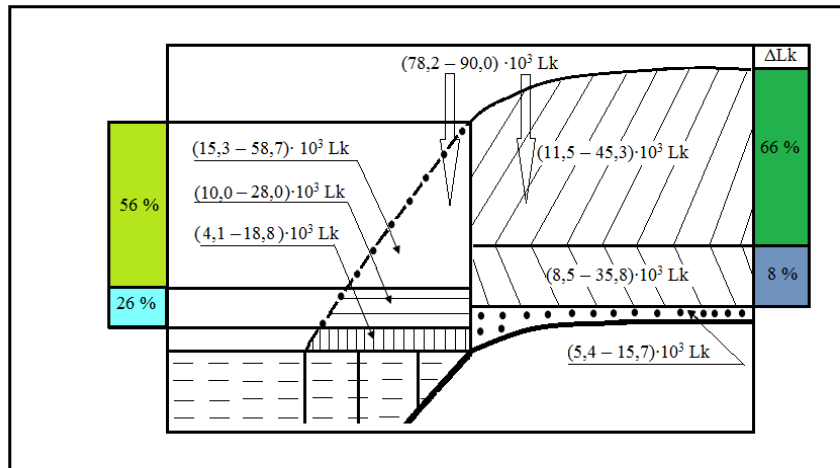
4.2. Фітомеліоративний вплив на зміну катарадіалей

Катарадіалі, які підлягають змінам у результаті впливу рослинності, включають як енергетичні (сонячна радіація), так і матеріальні потоки, при цьому останні представлені значно ширшим спектром і включають опади, ґрунтову вологу, кисненасичення, рослинний опад тощо.

Катарадіаль сонячної радіації. Сонячна радіація є первинним і найважливішим фактором формування рослинності, яка водночас нею стратифікується, що в цілому зумовлює формування структури фітоценозів, і, як зазначалось у гл. 3, впливає на утворення суміжних фітоценозів екотону техногенних озер.

Аналіз вертикальної структури лісових фітоценозів екотону (рис. 3.18 – 3.25) свідчить про те, що при переході через горизонти лісового фітоценозу світловий потік зменшує свою потужність (рис. 4.2). Освітлення у кроні дерев зменшується від $84,1 \cdot 10^3$ Lk (середнє початкове значення освітленості на території дослідження для липня місяця опівдні за відсутності хмар) до $28,4 \cdot 10^3$ Lk. Інтенсивність зміни освітлення у кроні дерев залежить від будови цього горизонту, на яку впливають повнота та ярусність деревостану. У фітоценотичному горизонті підліску освітлення в середньому складає $22,2 \cdot 10^3$ Lk. А при переході горизонту підлісок → трав'яний ярус освітлення зменшується майже вповнину – до $10,6 \cdot 10^3$ Lk.

Найбільше світлової енергії поглинається кроною дерев (в середньому 66 % від початкової кількості енергії). До трав'яного покриву доходить близько однієї четвертої частини (26 %) початкового освітлення.












- | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|---|---|
|  | - фітоценотичний горизонт крони дерев |  | - товща води |  | відсоток поглинання первинного освітлення у фітогоризонтах лісового фітоценозу, відповідно кроною дерев, підліском |  | відсоток поглинання первинного освітлення у фітогоризонтах прибережно-водної частини екотону, відповідно фітогенним полем лісового фітоценозу, фітогоризонтом гелофітів |
|  | - фітоценотичний горизонт підліску |  | - фітоценотичний горизонт гелофітів | | | | |
|  | - фітоценотичний горизонт трав'яного покриття |  | - фітоценотичний горизонт плейстофітів | | | | |
|  | - - - - - межа фітогенного поля лісового фітоценозу | | | | | | |

Рис. 4.2. Диференціація світлового потоку у фітоценотичних горизонтах екотону техногенних озер

Зміни катарадіалі освітлення у прибережно-водних біогеоценозах будуть відрізнятися залежно від їх розташування відносно лісового фітоценозу. В умовах незатіненого простору формуються як чисті, так і змішані фітоценози, при цьому зменшення освітлення у фітогоризонті гелофітів складає 22 %, плейстофітів – до 5 % освітлення, тому на освітлених ділянках досить поширені складні фітоценози за участі зануреної рослинності, якій у цьому випадку вистачає світла для інтенсивного розвитку.

В умовах впливу лісового фітоценозу біля 56 % буде втрачатись за рахунок впливу енергетичної складової його фітогенного поля, яка залежатиме від структури фітоценозу (повноти деревостану, наявності підліску та ступеня його поширення тощо). У фітогоризонті гелофітів у середньому поглинається близько 26 %, тобто плейстофіти (при наявності) та гідатофіти будуть отримувати не більше 18-20 % від первинного освітлення.

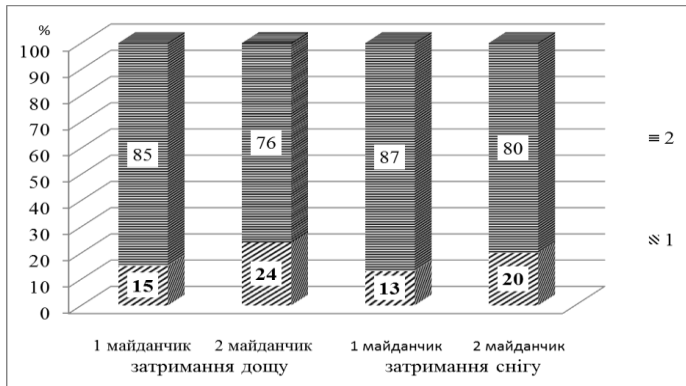
Матеріальні радіальні потоки, що підлягають змінам при впливі рослинних угруповань в екотоні техногенних озер, значно різноманітніші. До найважливіших катарадіалей належить косна катарадіаль опадів (дощ, сніг), яка змінює свою інтенсивність за рахунок затримання майже всіма складовими лісового фітоценозу.

Катарадіаль опадів. Зміна катарадіалі опадів шляхом їх затримання кронами дерев та ярусом підліску у прибережній частині екотонної зони техногенних озер залежала від структури фітоценозу, який, у свою чергу, в умовах різного ступеня деградації території мав суттєві відмінності.

Для визначення ступеня затримання дощу ми проводились вимірювання водних мас, що проходили крізь намет, на двох пробних майданчиках, розташованих на ділянках повної (колишні карти наміву піску) та часткової (ділянки кар'єрного поля) деградації. Перший майданчик характеризувався відсутністю сформованого підліску, розрідженим трав'яним покривом, середня висота дерев (сосна) складала 12 м, повнота деревостану – 0,55.

Другий майданчик на момент вимірювання мав сформований підлісок та трав'яний покрив, середня висота дерев (сосна) дорівнювала 21 м, повнота деревостану – 0,7. Для контролю кількість опадів одночасно вимірювали в екотонній зоні озера з трав'яним фітомеліоративним покривом берегів (рис. 4.3).

Затримання дощових опадів лісовим фітоценозом в екотоні техногенних озер складає 15-24 % від його загального об'єму. При чому більш сформований фітоценоз (майданчик 2) здатний поглинати на 9 % більше, ніж малорозвинутий (майданчик 1), що дозволяє зробити припущення про суттєвий внесок підліску у зміну інтенсивності катарадіалі дощу.



1 – відсоток опадів, що затримується складовими лісового фітоценозу

2 – відсоток опадів, що проходить крізь намет

Рис. 4.3. Затримання опадів у лісовому фітоценозі

Взимку затримання опадів відбувається у твердому стані (сніг) хвоєю сосни, гілками дерев та кущів. Для оцінки ефективності цього процесу вимірювання снігозатримання проводили одразу після випадіння опадів снігомірною рейкою у безвітряну погоду на тих самих пробних майданчиках.

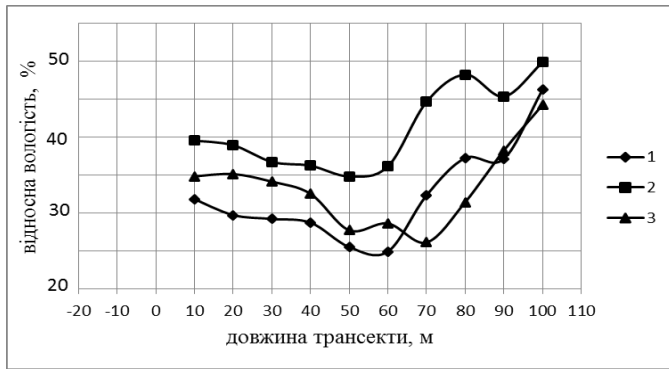
Аналіз отриманих даних свідчить про те, що в цілому зберігається тенденція до більшого затримання опадів на другому майданчику. Поряд з цим, взимку відмінність у здатності затримувати опади на ділянках із різним ступенем деградації дещо зменшується і складає 7 %, що, на нашу думку, пов'язано з двома факторами: із відмінностями агрегатного стану, а відповідно і властивостями, що впливають на затримувальну здатність, а також із втратою листового покриву підліском і, відповідно, зменшенням площі поверхні затримання.

Катарадіаль вологи у субстраті. Волога, що потрапляє на поверхню субстрату прибережної частини екотону, формує відповідну косну катарадіаль, змін якої є надзвичайно важливими у формуванні та функціонуванні фітоценозу, оскільки видовий склад і динаміка накопичення фітомаси значною мірою визначаються умовами зволоження. Крім того, вологість субстрату є одним із найважливіших абіотичних факторів, що впливають на процеси трансформації опаду в підстилку і, далі, залучення її у процеси гумусоутворення.

Для вивчення зміни вологовмісту у субстратах закладалися трансекти протяжністю 110 м, починаючи від ділянок, зайнятих рослинним угрупованнями макрофітів, і далі – через берегову та прибережну зони екотону до межі лісового масиву, що не підлягав впливу кар'єрних розробок.

Перша трансекта охоплювала ділянки із повністю зруйнованим під час роботи кар'єру рослинним і ґрунтовим покривом (карти наміву піску), друга – ділянки гірничого відводу із частково порушеною рослинністю та ґрунтом. Відстань між точками у трансекті складала 10 м.

Проведені нами вимірювання відносної вологості ґрунту на ділянках двох трансект показали, що на більш девастованих ділянках першої трансекти (рис. 4.4, а) цей показник менший, ніж на ділянках другої трансекти, що на нашу думку, пов'язано з меншою водоутримувальною здатністю пісків, які згідно з отриманими даними, належать до групи маловологих. Із віддаленням від берега вологість збільшується і досягає значення, характерного для цієї території.



а) перша трансекта



б) друга трансекта

1 – на глибині 5 см, 2 – на глибині 10 см, 3 – на глибині 20 см

Рис. 4.4. Відносна вологість ґрунту на ділянках трансект

Отже, відсутність збільшення вологості ґрунтів у прибережній зоні в безпосередній близькості від озера можна пояснити низькою водоутримувальною здатністю пісків. На початку другої трансекти відносна вологість дещо більша, ніж у першій, і далі продовжує підвищуватися (див. рис. 4.4, б), незважаючи на віддалення від техногенного озера, швидше за все, за рахунок утримування вологи фітоценозом, який має триярусну будову з добре розвиненим підліском і трав'яним покривом. Це дає можливість стверджувати про позитивний фітомеліоративний ефект лісової рослинності на складові едафотопу екотонної зони між лісом і озером. На відстані приблизно 70 м від водойми її вплив починає зменшуватися і у решті трансекти вологість стає такою ж, як і у першій трансекті, та відповідає зональному значенню.

Варіювання відносної вологості на сусідніх ділянках вздовж кожної трансекти пояснюється особливостями мікрорельєфу, що утворився в результаті технологічних операцій під час експлуатації, а також тим, що після закінчення роботи кар'єра планування (вирівнювання) прибережної зони не проводилось. Тому в мікроулоговинах вологість дещо більша, ніж на мікропідвищеннях.

Розподіл вологи за глибиною на ділянках трансект залежить від ступеня їх деградації. На менш порушених ділянках другої трансекти спостерігається чітке збільшення вологовмісту за глибиною (до 1,5 раза). На ділянках першої трансекти найбільший вологовміст визначений на глибині 10 см, що ми пов'язуємо з неможливістю формування значної підземної фітомаси трав'яного покриву, якій належить велике значення в утримуванні вологи, у нижніх горизонтах через значну деградацію території.

Катарадіаль зависей. Крім опадів, разом із висхідними потоками на поверхню ґрунту прибережної частини екотону та водне дзеркало озер випадають тверді частинки. Зміна цієї катарадіалі на суші пов'язана із затриманням частинок пилу поверхнею листя дерев, частково трав'яним покривом. У разі випадіння цих частинок на поверхню водного дзеркала вони потрапляють у товщу води і продовжують седиментуватись, утворюючи катарадіаль зависей. Враховуючи те, що озера знаходяться віддалено від потужних джерел пилового забруднення, ця катарадіаль є мало інтенсивною.

У водному середовищі катарадіаль зависей є значно потужнішою за рахунок впливу ерозії та абразії берегів, що призводить до формування більших концентрацій завислих речовин у воді техногенних озер, які утворились у результаті кар'єрних розробок. Її зміна відбувається внаслідок впливу водної та прибережно-водної рослинності екотону, оскільки вищі водні рослини, які пронизують своїми органами товщу води, у цьому випадку виконують роль поверхонь, на яких осідають та утримуються зависі (як при тонкошаровому осадженні у відстійниках), тим самим забезпечуючи

підвищення прозорості води [312, 313].

На сьогодні є досить багато літературних публікацій, що вказують на існування тісного взаємозв'язку між вегетацією вищих водних рослин та самоочищенням водойм [142, 163 – 166, 180, 292,]. Визначено, що інтенсивність очищення води залежить від площі рослин (їх розгалуженості), ослизнення, а функція їх зводиться до поглинання і накопичення мінеральних чи органічних речовин та здатності виявляти певну активність у переробці суспензій з використанням їх у процесі метаболізму [10, 96, 181, 219 – 221, 365, 368, 396].

Вплив рослинності екотону на зміну катарадіалі зависей у водному середовищі в умовах техногенних озер Малого Полісся ми вивчали за найбільш поширеними видами напівзанурених (очерет, рогіз) плаваючих (рдесник плаваючий, кубішка жовта) та занурених (кушир занурений, рдесник блискучий) рослин шляхом відмивання зависей у зразках, їх висушування за низької температури та зважування.

Визначення затримання зависей рослинами для кожного виду проводили із розрахунку на одиницю маси (1 г), оскільки на одиниці площі екотону ці дані можуть суттєво коливатися за рахунок різного ступеня заростання (проективного покриття) рослинних угруповань на різних ділянках. Для геофітів відбиралися лише ті частини рослини, що знаходяться у воді.

Аналіз даних, наведених у табл. 4.1, свідчить про суттєву різницю у масі зважених речовин, що накопичуються прибережно-водними рослинами різних екологічних груп. Найменше захоплюють та утримують зависі повітряно-водні рослини, оскільки їх сорбційна здатність практично у 1,5 раза менша, ніж у плаваючих, та приблизно у 2 рази менша, ніж у занурених. Така закономірність є цілком логічною та морфологічно зумовленою, оскільки у водному середовищі знаходиться тільки частина рослини, при цьому та, що характеризуються невеликою площею осадження (пряме стебло).

Приклад геофітів техногенних озер свідчить про те, що і всередині екологічної групи є відмінності у здатності осаджувати завислі речовини, що зумовлюється вже властивостями зовнішнього шару стебла. Серед найбільш поширених геофітів озер очерет звичайний накопичує на 25 % більше зависей, ніж рогіз вузьколистий, хоча останній і має дещо більшу площу осадження через більший діаметр стебла. Проте зовнішній шар очерету є більш шорсткий і здатний осаджувати та утримувати більшу кількість зависей, ніж більш гладка поверхня стебла рогузу.

Плейстофіти, маючи розвинуту поверхню листової пластини, як потенційної поверхні осадження завислих речовин, займають проміжне місце між геофітами та гідрофітами.

Таблиця 4.1

Середня маса зважених речовин, що затримуються макрофітами

Назва виду	Маса зважених речовин		
	г/г сухої маси рослин	г/г повітряно-сухої маси рослин	г/г абсолютно сухої маси рослин
геофіти			
<i>Typha angustifolia</i> L.(11)*	0,06	0,18	0,29
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. (11)	0,12	0,26	0,39
плейстофіти			
<i>Nuphar lutea</i> (L). Smith. (10)	0,14	0,35	0,51
<i>Potamogeton natans</i> L. (10)	0,26	0,46	0,55
гідатофіти			
<i>Potamogeton lucens</i> L. (11)	0,45	0,53	0,62
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. (12)	0,47	0,58	0,75

Примітка: () – кількість проб

Захоплення зависей відбувається як поверхнею листа, що контактує з водою, так і підводними частинами рослини. У зв'язку з цим, максимально реалізувати свій потенціал, як фітомеліорантів по завислих речовинах, рослини можуть тільки в умовах повільної течії або за її відсутності, оскільки осадження відбувається на внутрішній частині листової пластини у результаті хаотичного руху зважених речовин. При спрямованому русі останніх із течією ефективність затримання значно зменшується.

У досліджених плейстофітах ефективність затримання забруднювальних речовин майже однакова. Утримання зважених речовин плаваючими листками глечиків жовтих відбувається за рахунок наявності слизу, який сприяє закріпленню зависей та подальшому їх перетворенню на органо-мінеральні комплекси. Ще більшу здатність до утримання зважених речовин у рдесника плаваючого ми пов'язуємо з більшою кількістю підводного листа та підвищеною шорсткістю поверхні листа.

Найбільша кількість зависей осідає на поверхні занурених рослин, оскільки седиментація відбувається на всій поверхні рослини. Очевидно, що і в цьому випадку більша ефективність буде характерна для видів гідрофітів, що мають більшу питому поверхню седиментації, тому для порівняння було обрано два види, які мають відповідно лінійну та розсічену будову листка. На прикладі гідрофітів техногенних озер можна зазначити, що пріоритет належить видам, які мають розсічені листки, адже ефективність затримання зависей куширом зануреним на 20 % більша, ніж у рдесника блискучого, що зумовлюється як формуванням більшої питомої поверхні седиментації, так і

міцнішим утриманням завислих речовин у густо розташованих листках куширу при хвильових коливаннях водних мас.

Таким чином, результати експериментальних досліджень показують, що відношення сухої маси зважених речовин, які осідають на рослинах, до ваги останніх є різним для різних екологічних груп і є специфічним для кожного виду. Інтенсивність захоплення зважених речовин залежить від площі органів рослини, що беруть участь у седиментації, а також властивостей її поверхні (шорсткість, наявність слизу тощо).

Біологічні катарадіалі характерні як для пребережної, так і для водної частини екотону техногенних озер. Важливе значення для формування та гомеостазу біогеоценозів, розташованих на цих ділянках, мають фізіологічна біокатарадіаль кисню, що регулює вміст розчиненого кисню у воді, а також біокатарадіаль вуглецьмістких продуктів життєдіяльності, що змінюється при проходженні горизонту «надгрунтовий покрив → ґрунт» і забезпечує перебіг процесів гумусоутворення.

Розчинений у воді кисень – один із найбільш життєво важливих показників, який характеризує придатність водойми як середовища для існування організмів, а також для господарсько-питного та промислового водопостачання. Його вміст багато в чому визначає якість води та інтенсивність процесів, що протікають у водоймі – забруднення й очищення, розкладання органічної речовини, життєдіяльності гідробіонтів. Кількісний вміст кисню у розчині визначається його парціальним тиском у повітрі й описується законом Генрі. За парціального тиску 1 атм. вміст кисню визначатиметься величиною його розчинності, яка тісно пов'язана з температурою води. Ця концентрація називається нормальною й відповідає 100 % насичення [246]. Концентрація кисню, що визначається у воді, є результуючою величиною, яка залежить від комплексу різноспрямованих процесів, що протікають як у товщі води, так і на межах розділу фаз [27, 251, 303]. На сьогодні доведено, що фотосинтетична аерація часто перебільшує атмосферну [172], при цьому у кисненакопиченні активну участь беруть усі екологічні групи прибережно-водної і водної рослинності.

Накопичення кисню в озерах за рахунок фотосинтетичної активності вищих водних рослин починається із розвитком останніх у весняний період і триває до середини осені. Дослідження процесів перенесення кисню проводилися нами у період вегетації на ділянках літоралі у нішах популяцій повітряно-водної, плаваючої та зануреної вищої водної рослинності у різновікових техногенних озерах п'яти груп, поширених на Малому Поліссі.

Кисненасичення в озерах першої групи розглядалося на прикладі озера Славутського (рис. 4.5). Протягом усього вегетаційного періоду кисненасичення у воді озера реєструвалося нижче від норми.

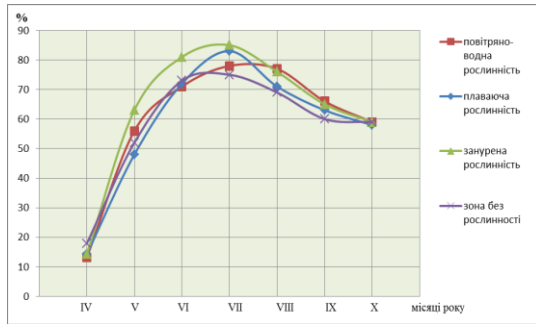
На ділянках без рослинності у поверхневому шарі (0,3 м) воно складало 18 – 75 %, у заростях повітряно-водної, плаваючої та зануреної рослинності – відповідно 13 – 78 %, 14 – 83 % та 14 – 85 %.

Найменші значення характерні для квітня, при цьому на ділянках без рослинності у цей період спостерігається більш високе значення кисненасичення (на 4 – 5 %), ніж у заростях, що пов'язано, з одного боку, із проходженням процесів розкладання відмерлої рослинності, в основному повітряно-водної, яка потрапляє у воду восени або навесні, а з іншого – з механічним захопленням повітря після сходження льоду з поверхні водного дзеркала верхніми шарами водних мас. Проте із глибиною ця різниця зменшується, і на відстані 0,9 м від поверхні відмінності практично відсутні.

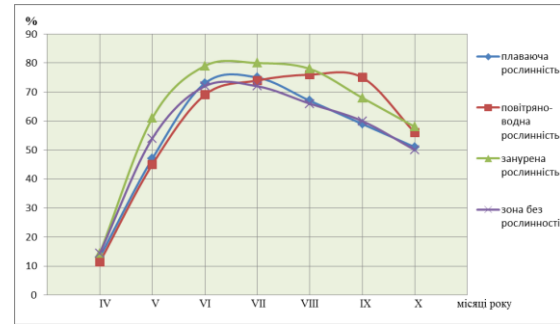
Найбільші значення кисненакопичення спостерігаються в озері у липні (пік вегетаційного періоду), в цей час різниця у кисненасиченні води на ділянках із рослинністю та без неї складає до 10 %, при цьому максимальне значення характерне для заростей зануреної рослинності, яке спостерігається по всій товщі води на глибинах від 0,3 до 1,2 м. Плейстофіти за кисненакопиченням займають проміжне положення між гідро- та геллофітами. Але вже наприкінці вегетаційного періоду внесок у кисненакопичення зануреними рослинами зменшується, оскільки у кінці серпня-вересні після цвітіння і плодоношення вони починають відмирати, тому поступово припиняється процес утворення кисню, а починається його витрачання на процеси розкладу відмерлої органіки. У цей час найбільше кисненакопичення (75 %) характерне для повітряно-водних рослин (на глибинах до 0,6 м). Наприкінці вегетаційного періоду інтенсивність кисненакопичення зменшується в середньому на 15-25 % і у поверхневих шарах майже не відрізняється для рослин різних екологічних груп.

У період з жовтня по квітень кисненасичення в озері Славутському зменшується в середньому у 3-4 рази (до 11-17 %), а на глибині цей показник зменшується майже у 6 разів (до 9-10 %), що свідчить про значні втрати кисню у міжвегетаційний період, особливо у донній товщі води. Подібна ситуація, за науковими повідомленнями [199], спостерігається і на крупних штучних водосховищах, де фіксується зниження кисню у воді до 3 – 4 мг/дм³ (інколи до 2 мг/дм³), що становить 12 – 30 % насичення.

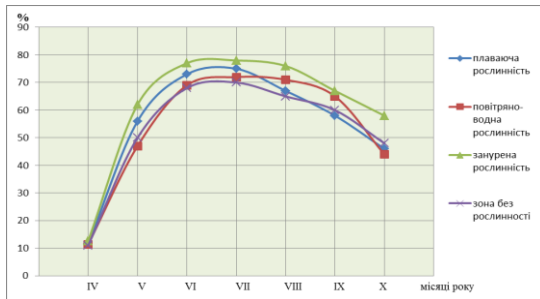
Гострий дефіцит кисню у цей час зумовлюється періодом льодоставу, коли фотосинтетична аерація відсутня, а атмосферна аерація припинена внаслідок льодового покриву; поряд з цим, біохімічне та хімічне споживання залишається досить істотним. За таких умов значні витрати кисню можливі за рахунок поглинання його донними відкладами, оскільки у зимовий період продовжується біохімічне та хімічне окиснення депонованих у відкладах мінеральних і органічних речовин.



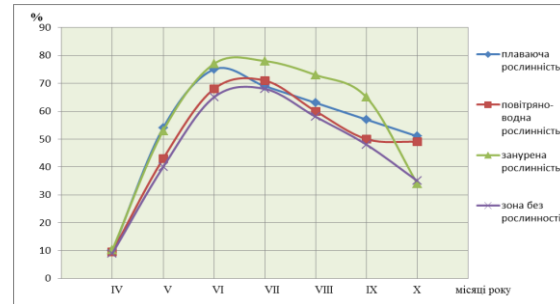
а)



б)



в)



г)

а) на глибині 0,3 м; б) на глибині 0,6 м; в) на глибині 0,9 м; г) на глибині 1,5 м
Рис. 4.5. Кисненасичення в озері Славутському (1 тип озер)

За даними деяких дослідників [103], кількість кисню, що поглинається донними відкладами, може сягати 50 % загальної його кількості, що споживається екосистемою.

Таким чином, старі безтічні техногенні озера Малого Полісся (перший тип) характеризуються недостатнім киснезабезпеченням та значними відмінностями цього показника на різних глибинах і у заростях рослин різних екологічних груп, а також суттєвими перепадами кисненасичення у міжвегетаційний період.

Кисненасичення в озерах другої групи розглядалося на прикладі озера Березового (рис. 4.6). Озеро характеризується достатнім кисненасиченням у період вегетації і з червня по вересень складає близько 100 %. На ділянках без рослинності у поверхневому шарі (0,3) воно складає 20-98 %, у заростях повітряно-водної, плаваючої та зануреної рослинності – відповідно 21-99 %, 20-101 % та 21-103 %.

Найменше значення спостерігається у квітні (17-21 %), найбільше – у червні (95-103 %) на глибинах від 0,3 до 1,2 м.

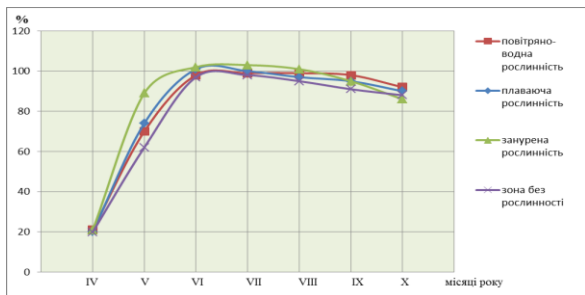
Різниця у кисненасиченні між ділянками з рослинністю та без неї у різні періоди вегетації на різних глибинах коливається у межах 5-25 %. Найбільша різниця характерна для початку вегетації (травень), коли рослинність починає активно рости і кисень інтенсивно накопичується у заростях. До липня ця різниця зменшується і приймає найменші значення, що, на нашу думку, пов'язано з процесами водообміну, оскільки озеро належить до стічних, тому до середини літа поступово відбувається розсосередження кисню у товщі водних мас.

Максимальне значення кисненасичення у пік вегетації на всіх глибинах, як і в озерах першого типу, спостерігається у заростях гідрофітів (102-107 %), при цьому найбільше кисню накопичується на глибині 0,9 м.

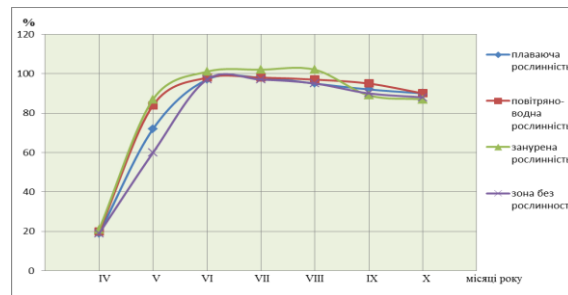
Активність у кисненакопиченні плейстофітів коливається з глибиною. Так, на глибинах до 0,4 м вона займає проміжне положення між гелофітами та гідрофітами, із глибиною – зменшується.

В кінці вегетаційного періоду підвищується роль повітряно-водної рослинності, у заростях якої спостерігається більше накопичення кисню (2-5 %), порівняно з іншими групами, особливо на глибинах 0,6-0,9 м.

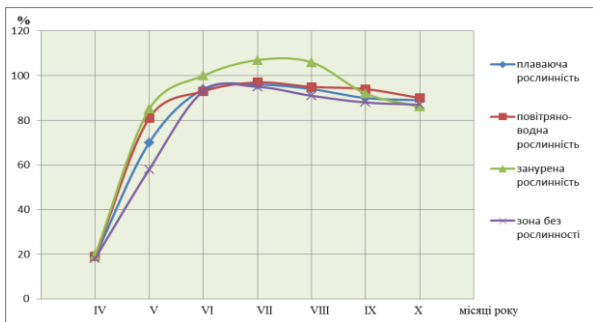
У жовтні кисненасичення зменшується на різних глибинах у всіх угрупованнях на 5-15 %, проте в цілому вміст кисню є більшим на 30 %, ніж в озерах першого типу. Отже, процеси деструкції відмерлої органічної речовини супроводжуються меншими витратами кисню. У період з жовтня по квітень в озері Березовому спостерігаються значні втрати кисню: на ділянках із рослинністю його концентрація зменшується в середньому у чотири рази, проте таке зменшення є однорідним і, на відміну від озер першого типу, характерне для всіх глибин.



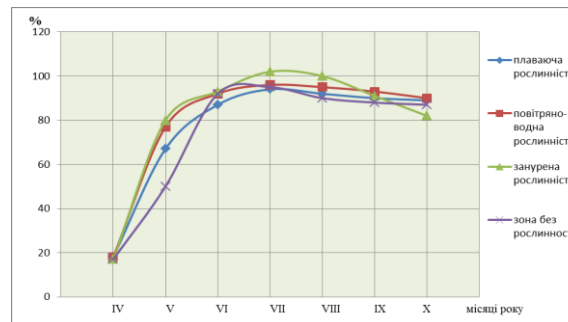
а)



б)



в)



г)

а) на глибині 0,3 м; б) на глибині 0,6 м; в) на глибині 0,9 м; г) на глибині 1,5 м
Рис. 4.6. Кисненасичення в озері Березовому (2 тип озер)

В цілому мезотрофні середньовікові стічні техногенні озера Малого Полісся другого типу мають достатнє кисненасичення, що на 10-25 % перевищує цей показник у старих непроточних озерах першого типу.

Кисненасичення у молодих безстічних озерах третьої групи розглядалося на прикладі озера Лісового (рис. 4.7). Озеро характеризується максимальним кисненасиченням води порівняно зі всіма типами озер, яке у пік вегетації складає 106-160 % і свідчить про високий рівень киснезабезпечення на всіх досліджуваних глибинах.

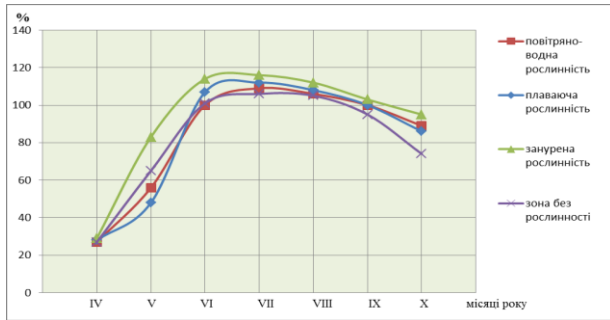
Найбільші значення (153-160 %) характерні для зануреної рослинності у червні-липні на глибинах 0,9-1,2 м, де йде інтенсивне накопичення біомаси гідрофітів, а відповідно і фотосинтез. Останні забезпечують максимальне накопичення кисню на всіх глибинах та у весь період розвитку рослинності.

На відміну від озер першої та другої груп, де в кінці серпня та у вересні більше кисню накопичується у заростях гелофітів у зв'язку із початком процесів відмирання та розкладання гідрофітів, в озері Лісовому така тенденція не спостерігається, що може зумовлюватися меншими витратами кисню на процеси деструкції зануреної рослинності. Водночас про те, що ці процеси відбуваються, свідчить різке падіння кисненасичення (на 35-50 %) у серпні-вересні на глибинах 0,9-1,2 м, де акумулюються рештки гідрофітів, ніж у поверхневих шарах, де зменшення кисненасичення складає не більше 9-13 %.

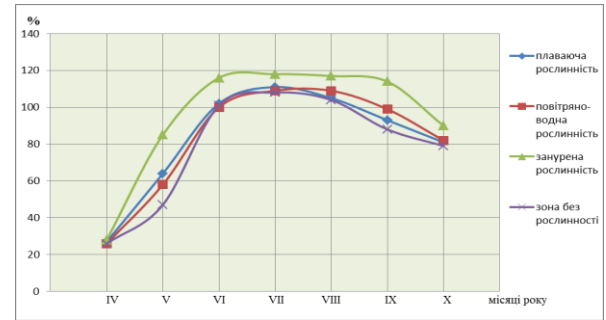
Найбільше кисненасичення у заростях плейстофітів спостерігається на глибині до 0,3 м, що пов'язано з фотосинтетичною діяльністю їх листової пластини, яка характеризується великою площею. Деяке підвищення концентрації кисню у певні періоди на глибинах 0,6-0,9 м (до 3-5 %) може зумовлюватись розвитком підводного листя. У заростях гелофітів кисненасичення за абсолютними значеннями та динамікою майже подібне до плейстофітів, із деяким переважанням в кінці вегетаційного періоду.

У жовтні кисненасичення зменшується на різних глибинах у всіх угрупованнях в середньому на 20-30 % і є близьким до цього показника в озерах другого типу. За зимовий період кисненасичення води знижується в середньому у 3 рази за винятком ділянок, зайнятих зануреною рослинністю, де цей показник зменшується у 5 разів. Проте за абсолютним значеннями у квітні кисненасичення в озері Лісовому є на 9-18 % більшим, ніж в озерах першого та другого типів.

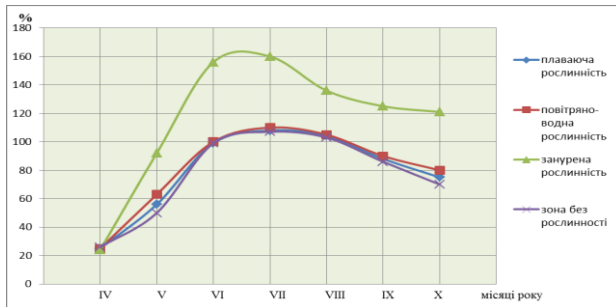
Таким чином, молоді безстічні озера третього типу характеризуються найбільшим кисненасиченням у пік вегетаційного періоду у заростях всіх екологічних груп із максимальним його накопиченням гідрофітами. В кінці вегетаційного та у міжвегетаційний періоди різниця у кисненасиченні є найменшою серед озер першого-третього типів.



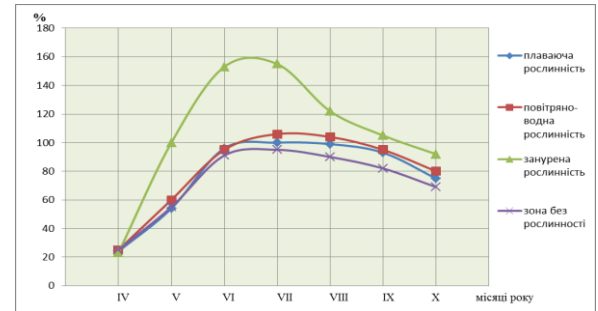
а)



б)



в)



г)

а) на глибині 0,3 м; б) на глибині 0,6 м; в) на глибині 0,9 м; г) на глибині 1,5 м
Рис. 4.7. Кисненасичення в озері Лісовому (3 тип озер)

Це свідчить про менші затрати кисню у продукційно-деструкційних динамічних процесах, які протікають у водних екосистемах цієї групи озер.

Кисненасичення озер четвертої групи ми розглядали на прикладі озера Голубого (рис. 4.8). В цілому кисненасичення води цього молодого стічного озера є достатнім і у вегетаційний період наближається до 100 %.

Відмінністю є менші значення кисненасичення, ніж в озерах третього типу, і наближення до показників озер другого типу, за виключенням ділянок без рослинності, у яких кисненасичення на 10-11 % менше, ніж в озерах другого типу.

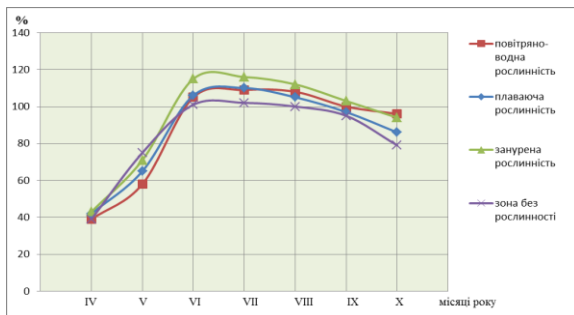
У поверхневому шарі (0,3 м) сезонні коливання кисненасичення складають для заростей повітряно-водних, плаваючих та занурених рослин відповідно 39-109 %, 42-110 % та 43-116 %, отже, в цілому зберігається тенденція превалювання кисненасичення у заростях гідрофітів, проте відмінності у максимальних значеннях кисненасичення для рослин різних екологічних груп не такі значні, ніж в озерах попередніх типів. Крім цього немає різких змін у концентрації кисню за глибиною.

В кінці періоду вегетації кисненасичення у поверхневих шарах (0,3-0,6 м) зменшується в середньому на 13-25 %, у нижніх шарах (0,9-1,2 м) – до 10 % і в цілому залишається достатньо високим. Втрати кисню у міжвегетаційний період є значно меншими, ніж у попередніх озерах, оскільки зниження кисненасичення з жовтня по квітень у 2-2,5 раз менше по всій товщі води у заростях рослин різних екологічних груп.

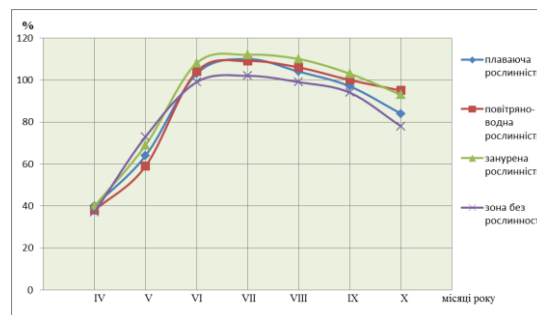
Відсутність різкого падіння кисненасичення у нижніх шарах за цей період свідчить про значно меншу інтенсивність деструкційних процесів, що пов'язане, на нашу думку, з невеликою концентрацією органічних речовин, оскільки вміст кисню у жовтні в озерах другого-четвертого типів суттєво не відрізняється, проте ступінь заростання озер четвертого типу, а відповідно і кількість відмерлої біомаси, є значно меншими (див. гл. 3).

Таким чином, озера четвертого типу характеризуються достатнім киснезабезпеченням, що мало відрізняється за глибиною та незначно – у заростях рослин різних екологічних груп. Деструкційні процеси із витратою кисню у міжвегетаційний період через низьку продуктивність озер відбуваються менш інтенсивно, що свідчить про їх оліготрофний стан.

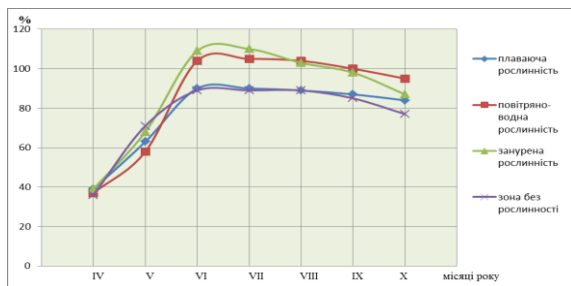
Кисненасичення в озерах п'ятої групи розглядалося на прикладі озера Лугового (рис. 4.9). Вода в озері за абсолютними значеннями кисненасичення наближається до показників озер четвертої групи із різницею у 2-8 %. У поверхневих шарах (0,3 м) кисненасичення складає для заростей гідрофітів – 42-109 %, плейстофітів – 41-107 %, гелофітів – 40-106 %. Тут проглядається чітке зниження кисненасичення води зі збільшенням глибини у заростях рослин усіх екологічних груп, при цьому ця різниця є невеликою



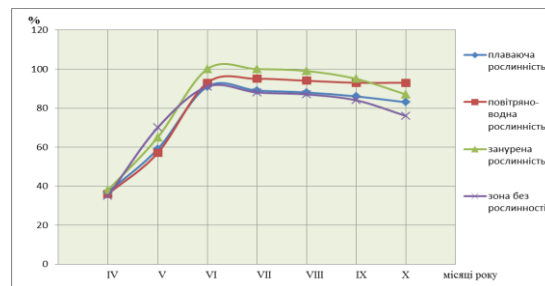
а)



б)

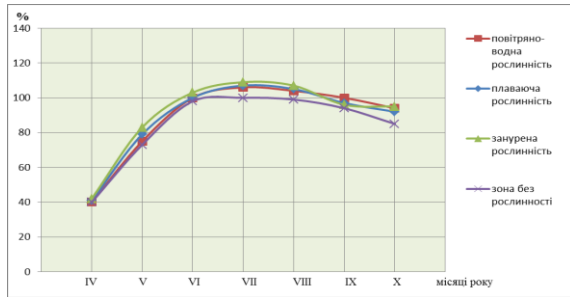


в)

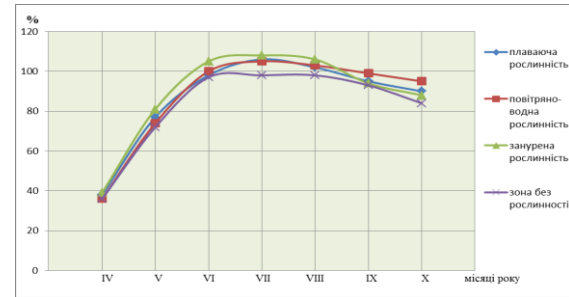


г)

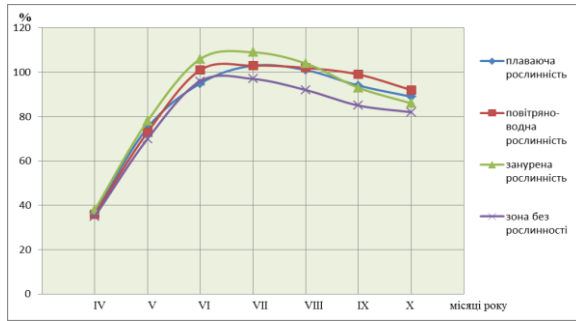
а) на глибині 0,3 м; б) на глибині 0,6 м; в) на глибині 0,9 м; г) на глибині 1,5 м
Рис. 4.8. Кисненасичення в озері Голубому (4 тип озер)



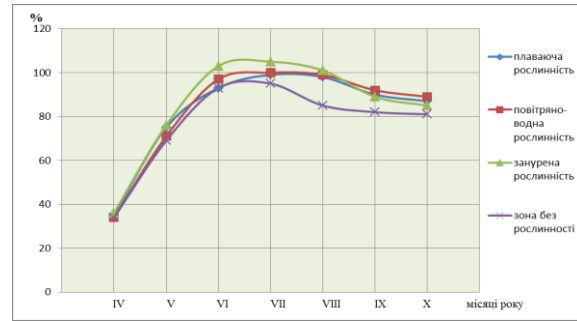
а)



б)



в)



г)

а) на глибині 0,3 м; б) на глибині 0,6 м; в) на глибині 0,9 м; г) на глибині 1,5 м
Рис. 4.9. Кисненасичення в озері Луговому (5 тип озер)

не тільки між ділянками, зайнятими рослинними угрупованнями, а також між ділянками без рослинності.

В кінці вегетації кисненасичення зменшується в середньому на 10-20 %, але вміст кисню в озері у цей період є найбільшим порівняно з озерами інших типів. За зимовий період значення цього показника зменшується в середньому у 2-2,5 раза, найбільша відмінність характерна для заростей повітряно-водної рослинності, що скоріше пов'язано з особливостями деструкції опадів гелофітів, що протікає, в основному, у зимово-весняний період.

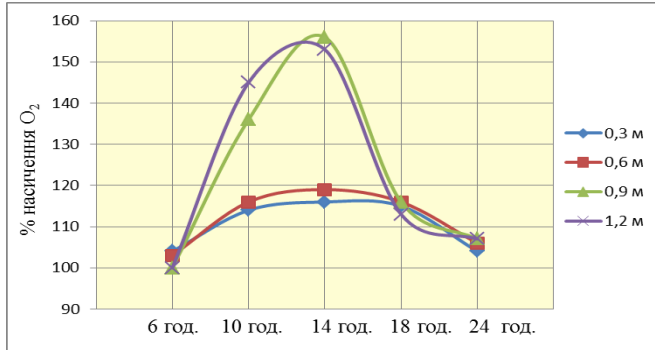
Отже, середньоглибокі, дуже молоді, безстічні озера п'ятого типу мають достатнє кисненасичення, як і озера третього та четвертого типів. Для них характерні найменші втрати кисню у зимовий період, у тому числі і на процеси деструкції, за рахунок меншого ступеня заростання рослинністю, яка є основним джерелом органіки.

Динаміка біокатарадіалі розчинного кисню проявляється не тільки за порами року, а також має добові зміни, які, як і сезонні, пов'язані з фотосинтетичною активністю, і у заростях рослин різних екологічних груп мають свої особливості. Зміну кисненасичення ми вивчали на прикладі озера Лісового в кінці червня. Протягом доби кисненасичення у заростях усіх екологічних груп збільшується від ранку до полудня, а після полудня починає спадати (рис. 4.10).

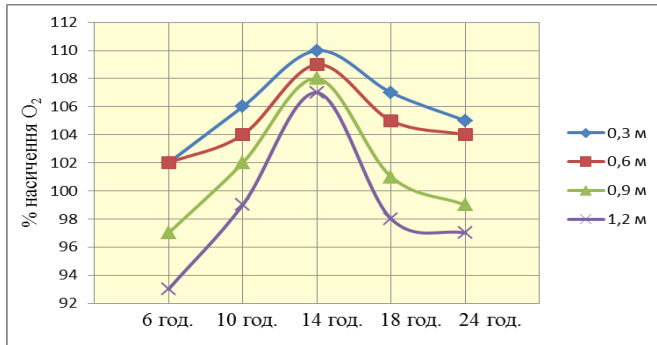
Найбільша зміна кисненасичення, що складає в середньому від 14 % (у поверхневих шарах товщі води) до 55 % (у нижніх шарах), характерна для гідатофітів. У заростях плейстофітів різниця кисненасичення між ранком та обідом складає у верхніх шарах води – до 8 %, у нижніх – до 14 %; у гелофітів підвищення кисненасичення з ранку до опівдня є найменшим (до 6 %) порівняно з іншими екологічними групами рослин, але рівномірним за товщею води.

Таким чином, добові коливання та зміна освітлення екотону техногенних озер сприяють формуванню індивідуального кисневого режиму у заростях різних екологічних груп.

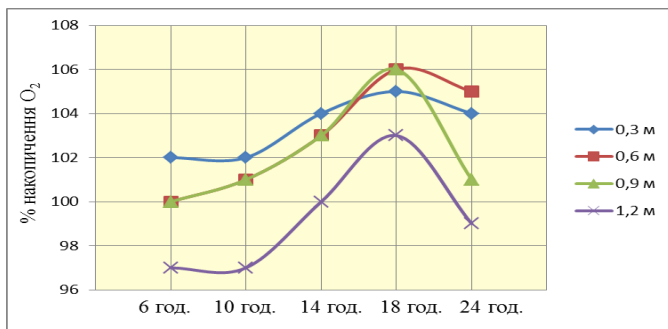
При аналізі особливостей формування фізіологічної біокатарадіалі розчинного у воді кисню у техногенних озерах, звертає на себе увагу те, що у заростях макрофітів різних екологічних груп формується специфічний кисневий режим у товщі води. Найбільша кількість кисню накопичується у заростях зануреної рослинності і для різних типів озер на глибинах від 0,3 до 1,2 м у пік вегетаційного періоду коливається в межах 78-160 % насичення (рис. 4.11). Це зумовлюється тим, що всі фотосинтезуючі частини гідатофітів розташовані під водою, і, оскільки більшість занурених рослин належить до тіньовитривалих видів, активність фотосинтетичних процесів у сонячну погоду оптимальна на глибині 1-2 м.



а) гідатофіти

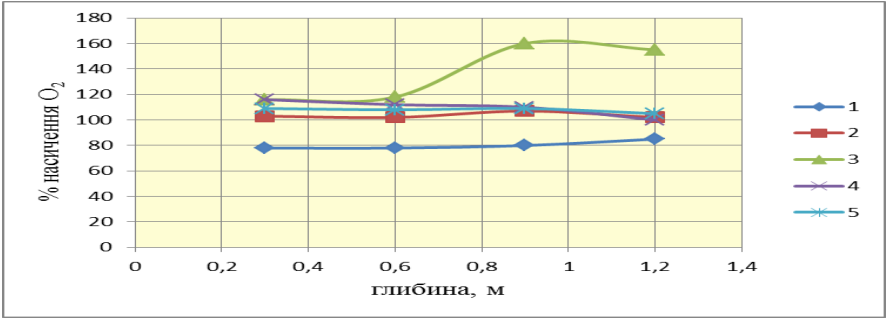


б) плейстофіти

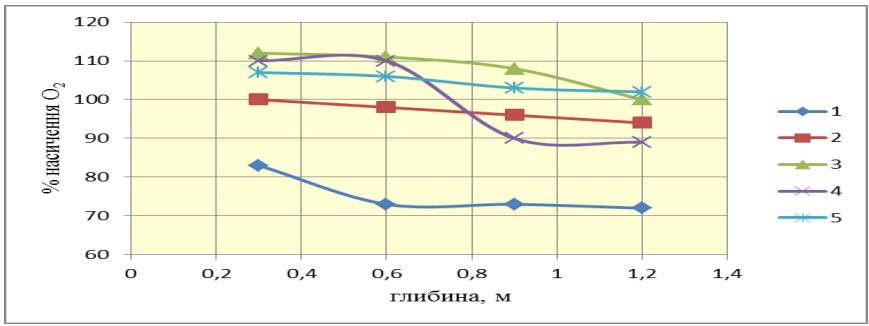


в) гелофіти

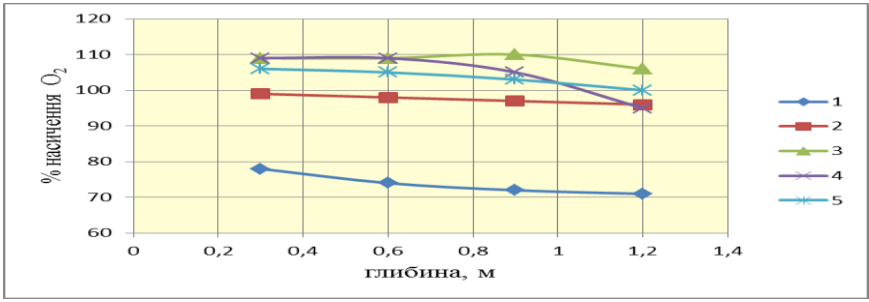
Рис. 4.10. Добова динаміка кисненасичення на різних глибинах у заростях макрофітів оз. Лісового (3 тип озер)



а) гідатофіти



б) плейстофіти



в) гелофіти

1 – озера першого типу (оз. Славутське), 2 – озера другого типу (оз. Березове)
 3 – озера третього типу (оз. Лісове), 4 – озера четвертого типу (оз. Голубе)
 5 – озера п'ятого типу (оз. Лугове)

Рис. 4.11. Зміна кисненасичення за глибиною у заростях макрофітів техногенних озер Малоого Полісся

У випадку техногенних озер Малого Полісся ця глибина складає 0,9-1,2 м, де за умов малих витрат на деструкцію відмерлої органіки, можливе формування піку кисненасичення різної інтенсивності: від 5 % (оз. Березове) до 40 % (оз. Лісове), оскільки виділення кисню зануреними рослинами у поверхневих шарах води перевищує його споживання у 2-3 рази [27].

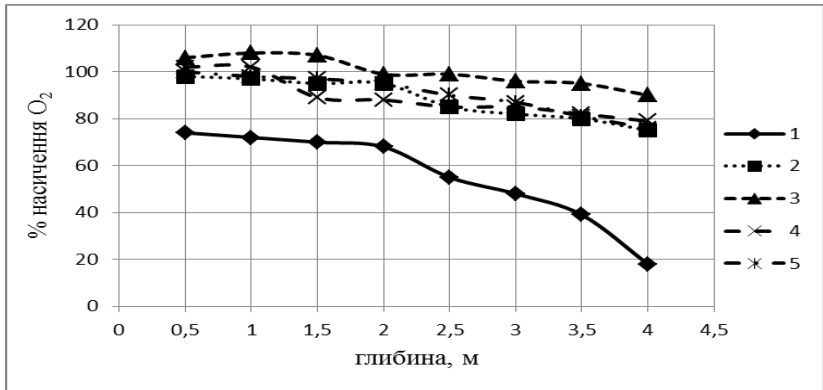
На ділянках заростей плаваючої рослинності (див. рис. 6.11, б) у різнотипових озерах на глибинах від 0,3 до 1,2 м у пік вегетаційного періоду вміст кисню зі збільшенням глибини зменшується, при цьому кисненасичення в абсолютних значеннях є меншим порівняно із зануреними рослинами у всій товщі води, що пов'язано з участю у фотосинтезі тільки окремих частин рослин цієї екологічної групи, які розташовані у водному середовищі.

Подібна тенденція спостерігається і у заростях гелофітів (див. рис. 6.11, в), при цьому в озері четвертого типу зменшення киненасичення за глибиною проявляється більш інтенсивно, ніж у решти.

Як відомо, специфічною особливістю озер є позитивний баланс речовини та енергії, тому природний процес «старіння» озер полягає в накопиченні авто- і аллохтонної органічної та мінеральної речовини, в обмілнні та повному заростанні, у результаті чого оліготрофне озеро із часом перетворюється на евтрофне. Останнє у міру старіння заповнюється донними відкладами, збільшує продуктивність і зазнає природної евтрофікації [192]. Адекватним показником ступеня евтрофікації на сьогодні вважають вміст кисню влітку [172].

У літній період у водоймі формується пряма температурна стратифікація, яка і визначає розподіл вмісту розчиненого кисню по вертикалі. При вимірюванні кисненасичення на ділянках без рослинності найменші показники у липні характерні для придонних шарів озер першої групи (рис. 4.12). Так, в оз. Славутському кисненасичення знижується до 18 %; це майже у 4 рази менше, ніж у поверхневих шарах, що дає можливість стверджувати про активний розвиток евтрофікаційних процесів та інтенсивне «старіння» озер першої групи, адже відомо, що у літній період в евтрофних озерах вміст кисню різко падає з глибиною, а біля дна його вміст мінімальний, що і було зафіксовано при проведенні досліджень на озерах першої групи.

Таким чином, старі озера за параметрами біокатарадіалі розчинного кисню характеризуються як евтрофні. За даними попередніх досліджень (див. гл. 3), вони мають високий ступінь заростання рослинними угрупованнями макрофітів, які є потужним джерелом органіки; при цьому збільшення освітлення прямо пропорційно підвищує їх продуктивність (табл. 3.17).



1 – 5 згідно з рис. 4.11

Рис. 4.12. Кисненасичення на ділянках без рослинності на різних глибинах техногенних озер Малоого Полісся

Тому логічно стверджувати, що непряме регулювання евтрофікації можливе за рахунок зменшення освітлення прибережних та прибережно-водних ділянок екотонів озер шляхом формування лісових фітоценозів, які здатні через вплив енергетичної складової фітогенного поля зменшувати освітлення до 9 разів.

Озера інших типів можна віднести до мезо- чи оліготрофних, оскільки у середньо- і малопродуктивних озерах вміст кисню слабо змінюється із глибиною і на дні його вміст є достатньо високим. В цілому кисненасичення на ділянках без рослинності в озерах другого – п'ятого типів коливається у межах 75-108 %, а різниця спаду кисненасичення між мінімальними і максимальними значеннями не перевищує 24 %.

Отже, біокатарадіаль вмісту розчиненого кисню і ступінь насичення ним водних мас озер є результируючою характеристикою процесів, що протікають у техногенних озерах. Часова (сезонна, добова) і просторова її динаміка пов'язана з локалізацією та біологічними особливостями водної і прибережно-водної рослинності, а також, для різновікових озер, визначається інтенсивністю біологічних процесів, на які впливає низка факторів (в т.ч. морфологічні та гідрологічні параметри озер, освітлення тощо).

Біокатарадіаль вуглецьмістких продуктів життєдіяльності рослинного опаду зумовлює надходження у субстрат (донні відклади) відмерлої рослинної біомаси фітоценозів, яка є основним матеріальним ресурсом для проходження процесів ґрунтоутворення.

Формування цієї катарадіалі є надзвичайно важливим фактором відновлення девастованої частини екотону техногенних озер, що частково

або повністю втратили ґрунтовий покрив у результаті видобувної діяльності. В цілому біокатарадіаль являє собою потоки переміщення вуглецьмістких продуктів життєдіяльності з різних фітогоризонтів прибережного (або прибережно-водного) біогеоценозу до поверхні ґрунту (або донних відкладів у водній частині екотону), що ініціює формування ґрунтового покриву [194].

Ділянки з різним ступенем деградації мають суттєві відмінності у видовому різноманітті, будові та продукції фітоценозів (табл. 4.2). Наприклад, ділянки першої трансекти розташовані на бідному піщаному ґрунті, який піддається вітровій та водній ерозії. Прибережно-водна частина трансекти зайнята фітоценозом куширу зануреного, що поширюється на відстань до 10 м від урізу води, безпосередньо біля урізу води – фітоценоз гірогелюфітів (осоки). Прибережний фітоценоз представлений сосною звичайною, посадки якої були здійснені після закінчення експлуатації кар'єра без попередніх рекультивацийних робіт, у зв'язку з чим, трав'яна рослинність на них малорозвинена. Відзначається плямисто-заростева стадія освоєння трав'янистими породами.

Схилові ділянки 3-6 представлені деревостаном з молодих сосен, підлісок тут відсутній, трав'яний ярус бідний. На ділянках 7-12 трав'яний ярус вже достатньо розвинений, а на ділянках 6 та 8 – утворився слабозвинений підлісок. Мозаїчні прояви трав'янистої рослинності і моху, на нашу думку, пов'язані з особливостями мікрорельєфу екотона, оскільки у мікроулоговинах, що формуються на різних відстанях від урізу води, створюються більш сприятливі умови для їх розвитку, тоді як з поверхні мікропідвищень піщаних ґрунтів насіння однорічних трав може змиватися.

Ділянки другої трансекти меншою мірою піддані руйнуванню. У водній частині трансекти також поширений фітоценоз куширу зануреного, біля урізу води сформувались щільні зарості очерету. Берегова ділянка характеризується сосновим деревостаном з домішкою вільхи чорної, розвиненим підліском і трав'яним ярусом, який на ділянках 3-4 незначний, а на наступних ділянках збільшується як за видовим складом, так і за продукцією. Акумулятором органіки, який забезпечує процес ґрунтоутворення є опад, що зв'язує обмінними процесами фітоценоз і ґрунт.

Згідно з табл. 4.2, структура опаду істотно відрізняється як на ділянках вздовж однієї трансекти, так і на ідентичних ділянках двох трансект. Спостерігається ускладнення складу опаду на ділянках від берега до лісового фітоценозу, що не піддавався впливу діяльності кар'єра, причому на першій трансекті найбільш бідні за вмістом опаду ділянки поширені на відстані до 40 м від урізу води, на другій трансекті – до 20 м. Маса опаду на відповідних ділянках другої трансекти у 2,1-7,0 разів більша, ніж на аналогічних ділянках першої.

Таблиця 4.2

Характеристика відпаду та опаду на ділянках трансект

Ділянка, №	Відстань від води, м	Трансекта 1			Трансекта 2		
		Характеристика рослинності	Склад опаду	Маса опаду, кг/м ²	Характеристика рослинності	Склад опаду	Маса опаду, кг/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1	- 10	Відпад куширу зануреного	Веgetативні органи	0,100	Відпад куширу зануреного	Веgetативні органи	0,120
2	0	Відпад осоки гострої	Веgetативні органи	0,202	Відпад очерету звичайного	Веgetативні органи	0,543
3	10	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, незначний трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора	0,052	Деревостан сосни звичайної з домішкою вільхи чорної, підлісок, малорозвинутий трав'яний ярус	Трава, листя, гілки, хвоя	0,244
4	20	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, незначний трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора	0,063	Деревостан сосни звичайної з домішкою вільхи чорної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, листя, гілки, хвоя мох	0,251

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	30	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, незначний трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора	0,064	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, мох	0,413
6	40	Деревостан сосни звичайної, підлісок і трав'яний ярус малорозвинуті	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора, листя	0,058	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, гілки, шишки, кора, листя	0,408
7	50	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, розвинутий трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, листя, мох	0,081	Деревостан сосни звичайної з домішкою вільхи чорної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, гілки, шишки, листя, мох	0,447
8	60	Деревостан сосни звичайної, підлісок добре розвинутий, малорозвинутий трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, листя, мох	0,148	Деревостан сосни звичайної, підріст дуба, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, жолуді, листя, гриби	0,438

Кінець табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
9	70	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, малорозвинутий трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора, гриби, мох	0,194	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, гілки, кора, гриби, шишки, мох	0,505
10	80	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора	0,201	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, листя, гілки, шишки	0,584
11	90	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, гілки, кора, мох	0,271	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, листя, гілки, шишки	0,606
12	100	Деревостан сосни звичайної, підлісок відсутній, трав'яний ярус	Трава, хвоя, шишки, кора	0,287	Деревостан сосни звичайної, підлісок, трав'яний ярус	Трава, хвоя, листя, гілки, шишки	0,609

Найбільший розрив (у 4,0-7,0 разів) характерний для першої половини трансекти, яка межує з озером, що зумовлюється меншою інтенсивністю фітогенезу на більш девастованих ділянках, у другій половині він не перевищує 2,1-2,9 раза. На обох трансектах з віддаленням від водойми маса опаду значно збільшується: на 82 % – у першій трансекті та на 60 % – у другій.

Трав'яний ярус має істотний внесок у формування опаду хвойних фітоценозів, у зв'язку з чим визначалися маси його надземної і підземної частин (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Фітомаса трав'яного ярусу, кг/м²

№ ділянки	Трансекта 1		Трансекта 2	
	Маса підземної частини	Маса надземної частини	Маса підземної частини	Маса надземної частини
3	0,069	0,014	0,216	0,098
4	0,074	0,021	0,225	0,098
5	0,072	0,024	0,375	0,186
6	0,068	0,016	0,377	0,180
7	0,104	0,021	0,577	0,215
8	0,160	0,041	0,508	0,206
9	0,090	0,068	0,652	0,253
10	0,114	0,101	0,498	0,286
11	0,150	0,149	0,482	0,321
12	0,180	0,161	0,369	0,335
Середнє значення	0,108	0,062	0,428	0,218
Середнє значення фітомаси	0,170		0,646	

На пробних ділянках першої трансекти внесок надземної частини фітомаси трав'яного ярусу в опаді коливається у діапазоні 26-56 %, причому на ділянках 3-9 він складає не більше 26-38 %.

На ділянках, що межують з лісовим масивом і характеризуються розвиненим трав'яним ярусом (10-12), цей показник становить 50-56 %, що свідчить про значну його роль у формуванні опаду в порушеному кар'єрною діяльністю едафотопі лісової екосистеми в умовах Малеого Полісся. На ділянках другої трансекти внесок надземної частини фітомаси трав'яного ярусу в опаді більш рівномірний і становить 39-55 %.

На ділянках 3-8 першої трансекти спостерігається значне перевищення маси підземної частини трав'яного ярусу над надземною (в середньому в 4 рази), що характерно для степових екосистем [369], а також систем, що зазнали техногенних деградацій [357]. На ділянках 9-12 це співвідношення становить 1,0 – 1,3 рази. У другій трансекті перевищення маси підземної частини над надземною становить 1,1-2,68 рази.

Середовищотворні властивості фітоценозів зумовлюють ініціювання первинних процесів ґрунтоутворення, що є провідними у відновленні порушених едафотопів. На сьогодні в Україні [47, 48], Росії [1, 178, 216, 286], країнах Європи [370, 400] проводяться широкі дослідження з проблем відновлення рослинного та ґрунтового покриву у кар'єрних виробітках та відвалах із сухою виїмкою корисних копалин з різними комбінаціями літологічних та біокліматичних умов. Але ці процеси в умовах обводнених кар'єрів та техногенних озер, утворених у результаті видобування піску земснарядами, мають свої особливості. У випадку водної техногенної екосистеми утворення ґрунтового покриву відбувається у всій екотонній зоні і залежить як від гідрологічних та гідрогеологічних характеристик водойми, так і від особливостей фітогенного чинника ґрунтоутворення, який, згідно з теорією екосистеми А. Тенслі та теорією біогеоценозу В.М. Сукачова, є провідним у педогенезі.

Формування ґрунтів у специфічних екотонних умовах берегових смуг, де найбільший внесок мають гідрофільні фітоценози, має азонльний характер, оскільки водне середовище виступає домінуючим над іншими фактором. На прибережних ділянках екотону техногенних озер процес ґрунтоутворення здійснюється під впливом зональної рослинності, яка відновлюється за рахунок дії міграційної біолатералі з навколишніх біоценозів.

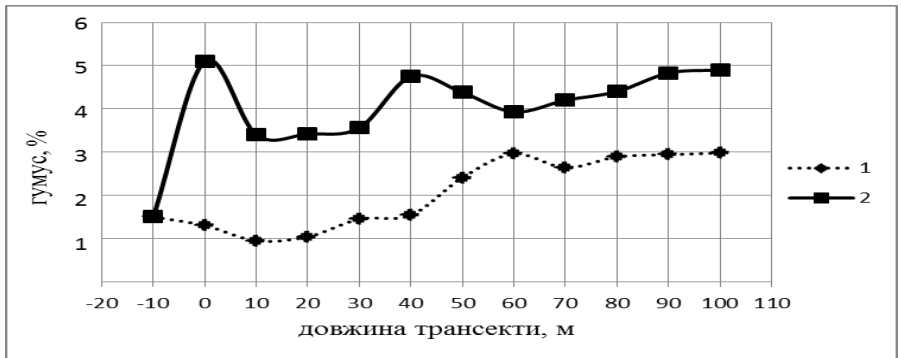
Первинним процесом відновлення ґрунтів є гумусоутворення. З накопиченням і трансформацією гумусу у молодих ґрунтах посттехногенних ландшафтів пов'язані такі процеси, як біохімічне вивітрювання мінеральної частини ґрунту (у нашому випадку – пісків), мобілізація елементів живлення рослин, попередження їх втрати за рахунок накопичення колоїдної органічної частини ґрунтів, диференціація ембріонального профілю на горизонти, структуроутворення, дезінтеграція ґрунтової маси, оптимізація водно-фізичного режиму, розвиток функціональної активності спільнот живих організмів тощо [47].

Як відомо, провідними процесами у розвитку первинних ґрунтів, незалежно від причин їх виникнення, є процеси акумуляції та трансформації органічної речовини. І хоча потенційним джерелом органічної речовини, що формує ґрунти, можна вважати усі компоненти біоценозу, у період посттехногенного розвитку основний матеріал, з якого формується гумусова

складова ґрунту, дає органічна речовина, що зосереджена у фітомасі надземної та підземної частини фітоценозу [286].

Оскільки прояв процесів первинного ґрунтоутворення, як правило, морфологічно не виражений або виражений слабо, то вивчення його проводили шляхом аналітичної фіксації вмісту гумусу та елементів живлення на ділянках різного ступеня деградації екотонної зони техногенних озер у прокладених трансектах, що застосовувалися для вивчення катарадіалі вологи. Результати визначення середнього вмісту гумусу у субстратах ділянок двох трансект, що підлягали різним ступеням деградації, представлені на рис. 4.13 – 4.16.

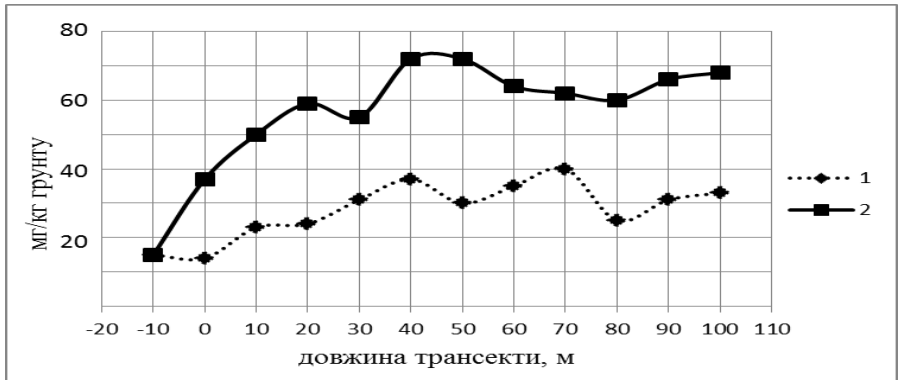
Основний внесок рослинності у ґрунтоутворення пов'язаний із формуванням поверхневих органічних та органомінеральних горизонтів.



1 – трансекта 1; 2 – трансекта 2
Рис. 4.13. Вміст гумусу у субстраті



1 – трансекта 1; 2 – трансекта 2
Рис. 4.14. Вміст азоту у субстраті



1 – трансекта 1; 2 – трансекта 2
 Рис. 4.15. Вміст калію (K₂O) у субстраті



1 – трансекта 1; 2 – трансекта 2
 Рис. 4.16. Вміст фосфору (P₂O₅) у субстраті

Оскільки формування ембриоземів в обводненій частині екотону техногенних водойм відбувається у гігроморфних умовах за участю трав'яних фітоценозів, для яких характерне більше проективне покриття, більше число видів, прискорений біологічний кругообіг, порівняно із іншими, наприклад, лісовими фітоценозами, на досліджуваних ділянках екотонів візуальним обстеженням фіксувалися початкові стадії елементарних процесів ґрунтоутворення, які включають надходження органічних решток, їх первинну трансформацію та гуміфікацію. Розвиток процесів гуміфікації в обводненій частині екотону ілюструють отримані нами аналітичні дані вмісту гумусу у субстратах першої та другої трансект на ділянках від 0 до мінус 10 м, який складає 1,33-5,1 % і у 8-26 разів перевищує таке ж значення

для ділянок із нерозвинутою рослинністю (0,2 %), що, у свою чергу, свідчить про еволюційно-динамічну стадію накопичення гумусу.

Кількість гумусу, що накопичується під високотравною гелофітною рослинністю, є найбільшою не тільки серед макрофітів, а й для усіх ділянок двох трансект. Під угрупованнями осоки вміст гумусу на 71 %, а під куширом зануреним – на 75 % менший, ніж під очеретом, що свідчить про майже однакову участь цих двох екологічних груп рослин (гідрофітів та гігрофітів) у гумусоутворенні. Враховуючи дані табл. 3.17, а також те, що зазначені ділянки характеризуються однаковими максимальними умовами зволоження та ступенем деградації, вплив на гумусоутворення можна пояснити більшою кількістю біомаси гелофітів, яка щорічно накопичується і підлягає розкладанню, порівняно з іншими макрофітами.

На береговій частині екотону зі збільшенням відстані від техногенного озера вміст гумусу в цілому поступово збільшується по двох трансектах. У другій трансекті вміст гумусу на відповідних ділянках у 1,3-3,6 рази більший, ніж на ділянках першої, що зумовлюється складом рослинності та продукцією фітоценозу, оскільки відсутність підліску та слабкий трав'яний покрив на ділянках першої трансекти, що підлягали найглибшим деструкційним впливам, зумовлює формування незначного опаду, тому органічного матеріалу поступає менше. Крім того, несприятливими є умови його деструкції, оскільки активність мікроорганізмів-деструкторів на деградованих ділянках є невеликою.

Дані щодо вмісту азоту практично узгоджуються з особливостями накопичення гумусу, а саме: в обводненій частині екотону більше значення спостерігається у субстратах на ділянках з угрупованням очерету, на ділянках із зануреною рослинністю азоту у 1,5 рази менше, а у заростях гігрофітної рослинності (осока) – у 2,5 рази менше. У міру віддалення від урізу води на береговій частині екотону у значеннях забезпеченості азотом зберігається така ж тенденція до більшого його вмісту (у 2,2-5,6 рази) на ділянках другої трансекти, що є логічним з огляду на подібну залежність вмісту гумусу, оскільки, як відомо, основна маса ґрунтового азоту (до 99 %) знаходиться у вигляді органічних сполук (білкових і гумусових речовин). Крім цього, наявність у деревостані другої трансекти вільхи чорної також позитивно впливає на накопичення азоту за рахунок його фіксації клубеньками кореневої системи вільхи [112], адже відомо, що за вегетаційний період 1 га вільшняку здатний зв'язати 300 – 900 кг атмосферного азоту [93].

Основна кількість калію (98 – 99 %) міститься у ґрунтах у вигляді важкорозчинних алюмосилікатів – польових шпатів, слюд і гідрослюд. Водорозчинний калій представлений легкокорозчинними солями (з мінеральними і подекуди органічними кислотами), що знаходяться у ґрунтового розчині. Середньозважена забезпеченість K_2O субстрату

обводненої частини екотону техногенних озер (рис. 4.15) складає 14 – 37 мг/кг; найбільше значення тут, аналогічно до вмісту гумусу та азоту, характерне для очерету звичайного, яке майже у 2,5 рази більше, ніж у заростях куширу зануреного та осоки водної.

У береговій частині трансект вміст сполук калію підвищується із збільшенням відстані від озера; на ділянках другої трансекти він у 1,6–2,5 рази більший, ніж на відповідних ділянках першої, що відповідає залежностям за вмістом гумусу й азоту.

Вміст фосфору (P_2O_5) у дерново-підзолистих піщаних ґрунтах у нормі складає 0,03–0,08 %. Сполуки фосфору позитивно впливають на фізичні і біологічні властивості ґрунту. Вони сприяють протіканню у ґрунті колоїдно-хімічних і біологічних процесів, підтриманню водостійкої структури. Структурні агрегати, збагачені іонами фосфору, містять колоїди, які стійкі до набухання і згортання під впливом зовнішньої дії. Згідно з графіком (рис. 4.16), показник забезпеченості ґрунту P_2O_5 має відмінності від інших параметрів, які визначались у ході дослідження. Так, на ділянках трансект обводненої частини екотону вміст сполук фосфору відповідає закономірностям розподілу калію, а саме найбільший його вміст (31 мг/кг) спостерігається на ділянках із високотравними гелофітами, найменший і майже однаковий він для гідрофітів та гігрофітів (14 мг/кг). Стосовно особливостей обводнених ділянок трансект також звертає на себе увагу той факт, що ділянки з фітоценозом зануреної та гідрофітної рослинності мають такі ж самі (або навіть менші) значення забезпеченості фосфором і калієм, як і ділянки, які не зайняті рослинністю (відповідно 18 та 23 мг/кг), що, на нашу думку, може бути пов'язано зі сповільненими процесами мінералізації органічних речовин в умовах субаквальної стадії педогенезу.

Водночас, на береговій частині трансект спостерігається зворотня порівняно із гумусом, азотом та калієм закономірність, що полягає у більшому вмісті фосфору на ділянках першої трансекти порівняно із другою. При цьому найбільші значення характерні для ділянок 10-30 м від урізу води першої трансекти, для яких властивий невеликий вміст гумусу, азоту та калію. На цих же ділянках спостерігається і найбільше перевищення вмісту фосфору у першій трансекті порівняно з другою (17-24 рази), а на наступних ділянках ця різниця вже складає 1,6-4,7 рази, що в цілому подібно до значень інших показників. Такий розподіл фосфору, нашу думку, пов'язаний із процесами екосистемного рівня, оскільки, як відомо, при втягненні фосфору у колообіг речовин він зв'язується колоїдними сполуками мінеральної складової ґрунту, тому кількість його водорозчинних форм в ініціальному ґрунті зменшується.

Таким чином, на підставі отриманих аналітичних даних, можна судити про формування на субстратах екотону техногенних озер Малого

Полісся ініціальних орґано-акумулятивних ембріоземів. Мозаїчність ґрунтового покриву, що формується на різних ділянках, зумовлена характером рослинності, що свідчить про значний її вплив на швидкість ґрунтотвірних процесів. Найбільш інтенсивні процеси накопичення гумусу та елементів живлення у субстратах характерні для обводнених ділянок трансект з високопродуктивними фітоценозами гелофітів (очерету звичайного).

Берегові ділянки із різним ступенем деградації, маючи суттєві відмінності у видовому різноманітті, будові та продукції фітоценозів, різняться вмістом гумусу та елементами живлення. Так, на ділянках із малорозвиненою рослинністю на бідному піщаному субстраті, який піддається вітрові та водній ерозії, вміст гумусу та елементів живлення (за виключенням фосфору) менший, ніж на ділянках, зайнятих тріярусним основним фітоценозом з домішкою вільхи чорної, розвиненим підліском і трав'яним ярусом.

4.3. Фітомеліоративний вплив на зміну анарадіалей

Матеріальні фізіологічні біоанарадіалі забезпечують захоплення рослинами із навколишнього середовища (субстрату, донних відкладів, води озер) хімічних елементів чи сполук.

Найбільш актуальним з точки зору фітомеліорації цей процес є для прибережно-водної частини екотону техногенних водойм, оскільки там спостерігається найбільший ступінь оголення гірських порід, що зумовлює формування специфічного середовища за вмістом хімічних речовин, у т. ч. за токсичними сполуками (у першу чергу, важкими металами).

Як зазначалося вище, макрофіти, завдяки детоксикаційним властивостям, здатні зменшувати концентрації хімічних елементів в екотопі, значно покращуючи хімічний склад води, формування якого відбувається під впливом антропогенних чинників.

Хоча в цілому вміст важких металів у воді та субстраті (гл. 2) не перевищує гігієнічні норми, проведені нами визначення вмісту важких металів у частинах техногенних озер, на яких була присутня вища водна рослинність, свідчать про її достатньо суттєвий детоксикаційний вплив (табл. 4.4).

Визначені важкі метали з точки зору можливості їх утилізації макрофітами в умовах техногенних озер Малеґо Полісся можна поділити на дві групи: перша група – важкі метали, концентрація яких зменшується у присутності макрофітів, до них належать мідь, нікель та залізо. Друга група – це важкі метали, концентрація яких у воді не змінюється за умов розвитку макрофітів.

Таблиця 4.4

Усереднений вміст важких металів у воді ділянок
екотону техногенних озер, мг/дм³

Важкий метал	Ділянки без рослинності	Ділянки з рослинністю	% зміни
Cu	0,012	0,009	- 25
Ni	0,07	0,03	- 57
Fe	0,03	0,01	- 33
Pb	0,01	0,01	0
Cd	0,001	0,001	0
Zn	0,006	0,006	0

Для таких важких металів, як цинк, свинець та кадмій, вказаних змін не спостерігається, що може бути зумовлено незначною концентрацією цих речовин у воді, а також невеликою селективною здатністю за цими сполуками у тих макрофітів, які оселились у водоймі.

Поглинання важких металів рослинами відбувається також із субстрату (табл. 4.5), проте чіткої закономірності тут не спостерігається.

Таблиця 4.5

Усереднений вміст важких металів у піщаних субстратах
ділянок екотону техногенних озер Малеого Полісся, мг/дм³

Хімічний елемент	Ділянки без рослинності	Ділянки з рослинністю					
		гідатофіти		гелофіти		гігрофіти	
		абс.	% зміни	абс.	% зміни	абс.	% зміни
Cu	0,17	0,22	+ 29	0,28	+ 65	0,39	+129
Ni	0,028	0,056	+ 100	0,056	+ 100	0,055	+ 96
Zn	2,1	1,7	- 19	1,7	- 19	1,39	- 34
Mn	5,8	1,5	- 74	1,8	- 69	1,6	- 72
Pb	<0,05	<0,05	0	<0,05	0	<0,05	0
Cd	<0,005	<0,005	0	<0,005	0	<0,005	0

Згідно з даними таблиці, вміст кадмію та свинцю є аналогічним до їх поведінки у воді і залишається незмінним у субстраті на всіх ділянках прибережно-водної частини екотону. Вміст міді та нікелю на всіх ділянках, зайнятих заростями рослин різних екологічних груп, збільшується, а вміст цинку та марганцю, навпаки, зменшується, що може зумовлюватись особливостями динамічної рівноваги цих елементів у системі субстрат-вода-

рослина. Мідь та нікель активно поглинаються рослинами (див. табл. 4.4) з водного середовища, тому після відмирання рослин ці елементи у складі донних відкладів збагачують субстрат. Цинк з водного середовища майже не захоплюється рослинами, але споживається ними із субстрату, тому й спостерігається його зменшення, так само як і марганцю.

Таким чином, дія фізіологічної біоанарадіалі зумовлює зміни концентрації хімічних елементів в екотопі – водному середовищі та субстраті.

4.4. Фітомеліоративний вплив на зміну латералей «вода – суша»

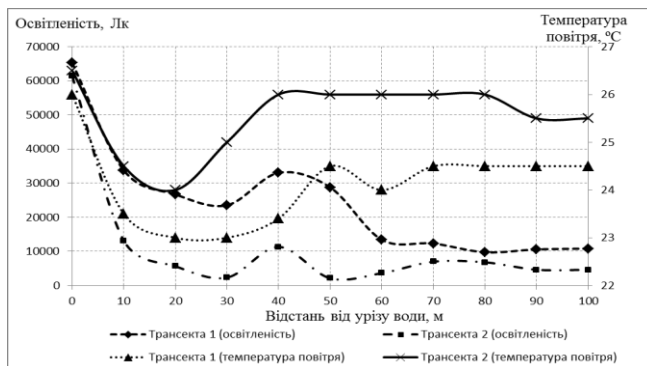
Латеральні потоки, як і радіалі, поділяються на енергетичні та матеріальні. Найбільш вагомими серед останніх у напрямку «вода – суша» є латералі повітряних мас та енергії хвиль.

Латераль повітряних мас. Екотон техногенних озер постійно перебуває під взаємним впливом прибережно-водної та берегової частин, оскільки, як береговий фітоценоз чинить вплив на стан озера (гл. 3), так, і відповідно, водою впливає на властивості берегових ділянок екотону. Це характерно, у першу чергу, для енергетичної латералі повітряних мас, що проявляється у формуванні особливого кліматичного режиму. У межах екотону цей вплив настільки сильний, що може суттєво змінювати світловий і тепловий режими, а також режим вологості повітря в надземній частині фітоценозу, що зумовлює перетворення клімату в особливий, специфічний для даної території внутрішній клімат.

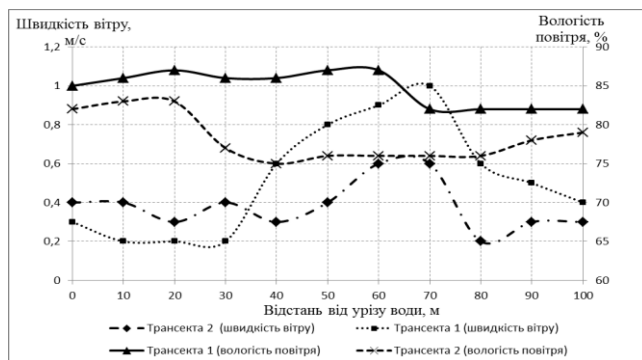
Особливості мікроклімату, сформованого впливом техногенних озер у береговій частині екотону, ми визначали у приземних шарах повітря, оскільки вони відрізняються специфічними особливостями цієї ділянки (рис. 4.17), починаючи від урізу води вздовж трансект двох типів – з повністю девастованим під час експлуатації водного кар'єра ґрунтовим і рослинним покривом та з частковою девастацією.

Освітленість по двох трансектах на ділянках біля урізу води є максимальною і складає 61-65 тис. Лк, що відповідає високому рівню; у міру віддалення від урізу води освітленість різко зменшується, особливо на ділянках другої трансекти, які характеризуються більш розвинутою структурою фітоценозу. Малорозвинутий фітоценоз девастованих ділянок першої трансекти пропускає у 1,5-10,0 разів більшу кількість світла, ніж відповідні ділянки другої трансекти. Водночас температура повітря на ділянках першої трансекти на 0,5-2,0 °С є меншою, ніж у другій трансекті, що може зумовлюватися рухом вологих повітряних мас від водойми. Вологість повітря на ділянках першої трансекти є більшою, ніж у другій, через легке просування вологих повітряних мас від озера крізь рідкі посадки

сосни углиб лісового фітоценозу, де цей параметр за значеннями практично не змінюється на відстані 60 м, далі спостерігається суттєве зменшення вологості повітря. Це дає можливість стверджувати, що в умовах відновлених фітоценозів на повністю деастрованих ділянках екотону техногенних озер Малого Полісся вплив вологих повітряних мас поширюється на відстані біля 60 м від озера.



а) освітленість та температура повітря



б) швидкість вітру та вологість повітря

Рис. 4.17. Кліматичні показники екотону техногенних озер

У другій трансекті, починаючи з 20 м від узриву води, спостерігається значне зменшення вологості повітря, тому можна вважати, що вплив вологих повітряних мас від озера в умовах екотону техногенних озер Малого Полісся у достатньо сформованому лісовому фітоценозі поширюється на відстань до 20 м. В кінці трансект на межі з природним лісовим фітоценозом відмінність

у вологості повітря на відповідних ділянках – незначна. Таким чином, вплив вологих мас від озера на цей параметр у фітоценозі повністю девастованих ділянок у 3 рази більший, ніж у фітоценозі менш порушених ділянок.

Швидкість вітру на ділянках, розташованих біля урізу води, більша у другій трансекті. Проте, починаючи від 30 м, швидкість вітру у першій трансекті перевищує значення у відповідних ділянках другої трансекти, що свідчить про меншу здатність збідненого фітоценозу (з відсутнім підліском та малорозвинутим трав'яним покривом) зменшувати швидкість руху повітряних мас.

Таким чином, рух вологого повітря від озера до берегової частини екотону може змінювати такі його мікрокліматичні показники, як температура, швидкість вітру, вологість повітря. Інтенсивність цих змін залежить від властивостей самого фітоценозу, що формується у полі впливу водного кар'єра.

Латераль енергії хвиль є досить небезпечним фактором для формування стабільного екотопу техногенних озер і зумовлює прояв такого негативного явища, як абразія. Інтенсивність абразивних процесів на різних озерах проявляється по-різному залежно від контуру берегової лінії та кута нахилу, а також від сили хвилі. Проте негативний вплив цієї латералі може суттєво зменшуватись у випадку розвитку рослинності, як прибережно-водної, так і лісової [50], що неодноразово відзначалося натурними спостереженнями в екотонах різновікових озер.

В цілому, в абразивному руйнуванні берегів різновікових техногенних озер виділено два етапи. Перший – етап катастрофічної абразії – продовжується кілька років. У цій фазі відбуваються потужні обвали берегів з утворенням кліфів висотою 2-4 м. На етапі катастрофічної абразії, як правило, немає можливості розвитку гелофітів. Але під час першого етапу абразії формується відносно пологий підводний відкіс, над яким хвилі поступово зменшуються. З утворенням відкосу починається другий етап абразії – довготривалий, під час якого берегова лінія змінюється повільно, як і відступ берега, що дає можливість вкорінюватися гелофітам та утворювати зарості, які далі виконуватимуть хвилелеамні функції. Як показали візуальні спостереження, зарості гелофітів значною мірою змінюють напрям хвиль.

Вони виходять з них під прямим кутом, хоча можуть входити під різними. Крім того, змінюється і висота хвилі, яка є показником їх руйнівної сили, оскільки енергія та гідродинамічний тиск хвиль прямо пропорційні квадрату їх висоти. Для оцінювання впливу рослинності на енергію хвиль ми проводили вимірювання висоти хвилі хвилемірною віхою на 6-ти експозиціях, розташованих на мілководді дуже молодих озер з трав'яним фітомеліоративним покривом, а також молодих та середньовікових озер з деревним фітомеліоративним покривом берегів.



Кліфи в екотоні молодих техногенних озер Малого Полісся



катастрофічна абразія



утворення відкосу та
початок заростання
Етапи абразивних процесів



заростання відкосу

Перша і друга експозиції знаходилися на дуже молодих озерах, третя і четверта – на молодих озерах, де значні ділянки берегів на момент дослідження проходили етап катастрофічної абразії. Дві останні експозиції були розташовані на відкосах, що заростають високотравними гелофітами (очерет звичайний, рогіз вузьколистий) в озерах з трав'яним і лісовим покривом берегів. Було проведено вимірювання біля 900 хвиль у квітні, червні та жовтні.

Визначено, що в цілому висота хвилі, яка надходить на берег дуже молодих озер (1-2 експозиції) у 1,5-2 рази більша, ніж висота хвиль, що надходять до берегів молодих озер через утворені на них відкоси (3-4 експозиції); і у 2-3 рази більша, ніж висота хвиль, які надходять до берегів через зарості високотравних гелофітів (5-6 експозиції). Отже, формування відкосів на стадії катастрофічної абразії, враховуючи зазначену вище залежність, забезпечує зменшення енергії хвилі у 2-4 рази. А густі зарості очерету звичайного та рогозу вузьколистого можуть зменшувати енергію хвилі до 4-9 разів, залежно від відсотка проективного покриття. Чим густіші зарості, тим сильніше трансформується хвиля, і тим швидше зменшується висота хвилі всередині насаджень.

Закінчення процесів абразії у природних умовах на сьогодні спостерігалось на техногенних озерах Малеого Полісся з деревним фітомеліоративним покривом берегів та розвинутим і достатньо зарослим підводним відкосом, де лісова та гелофітна рослинність в комплексі забезпечують стабільність берегової лінії.

Окремо деревна рослинність не може довгий час витримувати вплив абразії, що спостерігалось нами на озері Голубому, де протягом трьох років на невисокому абразивному обриві утворювався мис, що втримувався деревом (сосна звичайна віком 30 років), але восени третього року дерево впало.

Отже, індивідуальний вплив деревної рослинності на зменшення абразії можна вважати недовговічним, на що у свій час також звертав увагу Ю. П. Бяллович [35], оскільки дерева діють кожне окремо стримуючи розмивання берегу власною кореневою системою. У міру впливу хвиль утворюється мис, і з часом, можливо, навіть невеличкий півострів; але коли ґрунт повністю вимивається з кореневої системи, дерево падає, а стримуваний ним мис швидко знищується хвилями.

На відміну від дерев, зарості гелофітів відбивають хвилю, як пружна об'ємна стінка, за участю не тільки частин рослин (стебла, листя), а й водної маси, що знаходиться всередині заростей і має гідродинамічну структуру, відмінну від структури хвилі, що відбивається. Крім того напівзанурені рослини за рахнок скріплення ґрунту також певною мірою можуть виконувати функції стримання хвиль.

Таким чином, на прикладі вивчення природних процесів заростання техногенних озер Малого Полісся можна стверджувати про велике значення фітомеліоративного покриву у захисті берегів від абразії, яке найбільш ефективно проявляється при комплексному захисті берегів лісовою та гелофітною рослинністю. Зупиняючи абразію, хвилеламні насадження усувають замулювання продуктами руйнування берегів з одночасним захистом прибережних ділянок від знищення їх абразією.

4.5. Фітомеліоративний вплив на зміну латералей «суша – вода»

Серед латералей цієї групи фітомеліоративним змінам можуть підлягати матеріальні потоки, що є надзвичайно важливими для відновлення та збалансованого розвитку девастрованих територій – міграційні біолатералі насіння та латераль ерозійних потоків.

Як уже зазначалось, одним із основних способів відновлення рослинного покриву в екотонній зоні техногенних озер є міграція насіння, банком яких є високопродуктивні лісові біогеоценози, що розташовані навколо техногенних озер, а макрофітна рослинність потрапляє за рахунок *міграційної біолатералі* з навколишніх природних водойм.

Формування рослинного покриву під час первинної сукцесії поділяємо на три стадії: піонерного угруповання, простого угруповання, складного угруповання. Рослинні угруповання, що знаходяться на завершальній стадії зонального фітоценозу, в екотонній зоні техногенних озер Малого Полісся не виявлені.

Кожна зі стадій характеризується певними показниками розвитку фітоценозу (кількість видів, загальне проективне покриття, ярусність тощо) і має набір характерних видів, що змінюється від однієї стадії до іншої. Формування рослинних угруповань в екотонній зоні техногенних озер відбувається неоднаково, у чіткій відповідності із зональними умовами, тобто за рахунок видів навколишніх територій і під впливом локальних екотопічних умов (гл. 5). Так, найбільш сприятливі лісорослинні умови формуються на ділянках кар'єрного поля, що підлягали частковій девастації, де в ході сингенетичної сукцесії формуються фітоценози сосни звичайної, при цьому швидкість сингенетичної сукцесії визначається більшою мірою віком озер, і меншою – напруженістю екологічних факторів.

Латераль ерозійних потоків зумовлює надходження в озера талих та дощових вод, які містять продукти змиву з території екотону як органічного, так і неорганічного походження. Найбільш небезпечними для стабілізації екотону техногенних озер в умовах території Малого Полісся, що має ґрунтоутворювальні породи з високим ступенем розвитку ерозійних

процесів, є два наслідки ґрунтово-ерозійної міграції речовини – це, по-перше руйнування берегових схилів, по-друге – зниження якості та забруднення озер привнесеними зі схилів речовинами.

Візуальні спостереження свідчать про те, що при інтенсивних зливах та сніготаненні на відкритих незаліснених ділянках відбувається процес тотального змиву – потоки транспортуються в озеро через незакріплені береги у вигляді агрегатів різного гранулометричного складу, збільшуючи при цьому вміст зважених речовин у воді.

Проведене нами визначення вмісту зависей у техногенних озерах, розташованих на залісненій території, засвідчило значний відрив (більше, ніж у 2,5 рази) від такого ж показника для озер, які розташовані на території луків, що, безумовно, ґрунтується на відмінностях транспорту продуктів ерозії на заліснених та відкритих схилах. Адже відомо, що коренева система рослин виступає у ролі потужного агента структуроутворення і пронизує ґрунт у всіх напрямках густою мережею дрібних корінців і забезпечує протиерозійний захист [147, 262, 265], тому багатовидові багатоярусні фітоценози матимуть найбільшу ефективність. У випадку екотонів техногенних озер, що являють собою парагенетичну систему фітоценозів – лісових (трав'яних), прибережно-водних тощо, можна припустити, що кожен елемент системи матиме певний вплив на інтенсивність ерозійних процесів [68, 151, 235]. І чим складнішою буде ця система, тим ефективніше будуть стримуватися процеси водної ерозії, руйнування берегів та зменшуватиметься вміст зважених речовин в озерах [314, 322].

Для визначення протиерозійних властивостей складових екотону розглядався вплив фітоценозів його берегової частини – лісового та трав'яного, а також поширених на техногенних озерах Малеого Полісся рослинних угруповань прибережно-водної частини екотону (фітоценозів високотравних гелофітів та гігрофітів). Сучасні процеси ерозії в екотоні виражені досить потужним зливом субстрату та порівняно невеликими розмивами. Ерозійні форми представлені, в основному, струменями плоскінного змиву, ритвинами, борознами, менше – тріщинами згідно з їх загальноприйнятими розмірами [247]. На повністю девастрованих ділянках (карти наміву піску) та незакріплених прибережних смугах внаслідок прояву ерозійних процесів формуються, в основному, струмені і ритвини, місцями – борозни, тріщини. На ділянках, що вкриті лісовим фітоценозом з трав'яним покривом чи лісовою підстилкою або лучним фітоценозом, візуально такі зміни не спостерігаються.

Для визначення впливу фітомеліоративного покриву берегів на ерозійні процеси ми проводили визначення величини стоку та змиву на пробних майданчиках, що відрізняються ступенем заростання та структурою фітоценозу.

Пробні майданчики закладали на таких ділянках екотону:

№ 1 – повністю девастрована ділянка кар'єрного поля (колишні карти наміву піску); рослинний покрив – посадки сосни звичайної, підлісок та трав'яний покрив відсутній, надґрунтовий покрив представлений хвою;

№ 2 – частково девастрована ділянка кар'єрного поля; рослинний покрив – посадки сосни звичайної, підлісок відсутній, трав'яний покрив розвинутий, лісова підстилка – місцями (потужністю до 1,5 см);

№ 3 – частково девастрована ділянка кар'єрного поля; рослинний покрив – сосна звичайна, у другому ярусі – рідко береза повисла, підлісок присутній, трав'яний покрив розвинутий, лісова підстилка суцільна (потужністю до 3,0 см);

№ 4 – частково девастрована ділянка кар'єрного поля; рослинний покрив – фітоценоз костриці лучної різнотравної;

№ 5 – частково девастрована ділянка кар'єрного поля; рослинний покрив – фітоценоз мітлици повзучої.

Визначені величини змиву субстрату під час весняного сніготанення (табл. 4.6) і дощів (табл. 4.7) на ділянках з різним фітомеліоративним покривом та ступенем трансформації суттєво відрізняються. Згідно з даними таблиць, найбільший стік спостерігається на повністю девастрованих ділянках.

Таблиця 4.6

Стік і змив під час весняного сніготанення

№ майдан- чика	Сніговий покрив, мм	Запас, мм	Стік, мм	Змив, г СР
1	14	34	28,8	2,70
2	20	41	22	0,02
3	24	55	17,2	0,01
4	16	33	26,1	0,03
5	15	29	25,7	0,03

Трав'яний покрив та лісова підстилка є перешкодою для стікаючої води. Послабляючи швидкість її течії по поверхні, вони тим самим забезпечують сприятливі умови для поглинання води ґрунтом.

У процесі випадання атмосферних опадів трав'яний покрив та лісова підстилка переймають на себе удари крапель дощу, тому вода залишається чистою, а швидкість просочування такої води в ґрунт у багато разів вища. Крім того, густий підлісок насаджень і лісова підстилка добре затримують твердий стік, колюматуючи продукти ерозії.

Роль прибережно-водної рослинності у затриманні продуктів ерозії (зависей) у підводній частині екотону ми досліджували в лабораторних умовах на установці, яка імітувала природні умови заростання типовими для

техногенних озер Малого Полісся гелофітами – осокою водною, рогозом вузьколистим та очеретом звичайним.

Таблиця 4.7

Стік і змив під час дощів

№ майдан-чика	Глибина промокання, мм	Стік, дм^3	Змив, г СР
1	16	293	3,69
2	30	45,4	0,1
3	40	1,2	0,2
4	37	2,8	0,3
5	30	2,3	0,2

Установка складалась із трьох скляних контейнерів(рис. 4.18), на боковій стінці кожного з них знаходилась відвідна трубка для відбору проб та переливання води в іншу ємність.

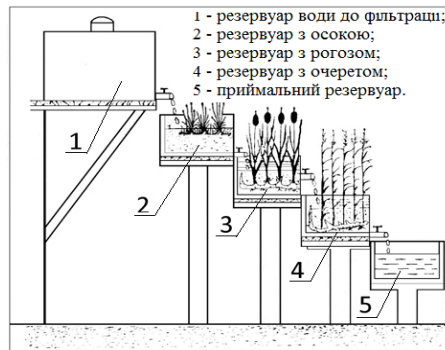


Рис. 4.18. Схема установки для вивчення фітофільтраційних властивостей прибережно-водної рослинності екотону техногенних озер Малого Полісся

Контейнери на 1/3 висоти заповнювали субстратом з рослинами, що були вилучені з природного місця зростання у порядку, характерному для природного заростання озер: перша ємність – осока водна, друга – рогоз вузьколистий, третя – очерет звичайний. Після приживлення рослин у контейнер налили воду із вмістом зависей 60 мг/дм^3 , відібрану з центральної частини водойми відпрацьованого кар'єра, експлуатацію якого було припинено 2 роки тому, без розвинутої вищої водної та без лісової

рослинності навколо кар'єрного поля. Через три доби воду переливали в іншу ємність та/або відбирали пробу для визначення вмісту завислих речовин.

Зменшення вмісту зависей у воді при проходженні фітофільтраційного шару осоки відбувалося на 15 %, рогозу – на 20 %, очерету – на 28 % (рис. 4.19).

В умовах природного заростання техногенних озер спостерігається формування як чистих ценозів досліджуваних рослин, так і їх комбінацій, серед яких найчастіше зустрічаються утворення «осока-очерет» та «осока-рогоз». У зв'язку з цим вивчалися фітофільтраційні властивості цих фітомеліоративних поясів. Найбільш ефективним виявився фітофільтраційний пояс «осока-очерет» (рис. 4.20), який дозволяє знижувати вміст завислих речовин у воді на 31 %, порівняно з поясом «осока-рогоз» (зменшення на 24 %).

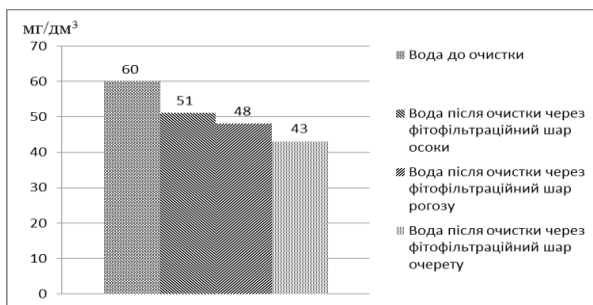


Рис. 4.19. Вміст зависей у воді після фітофільтрації через зарості макроритів техногенних озер

Таку різницю можна пояснити кращими фітофільтраційними властивостями очерету, зумовленими розгалуженою кореневою системою та наявністю водних коренів, що утворюються під водою у вузлах пагонів. Загальна кількість цих коренів у залежності від кількості пагонів може у 10-15 разів перевищувати площу, яку займають рослини [299]. Таким чином, наявність сформованої системи фітоценозів, за участю лісової і прибережно-водної рослинності, на старих, середньовікових та молодих озерах позитивно впливає на показник вмісту завислих речовин у воді.

Проведені експериментальні дослідження та їх наукове обґрунтування дають можливість визначити напрямки фітомеліоративного впливу рослинності, що сформувалася в процесі екологічної сукцесії в екотонах техногенних озер (рис. 4.21).

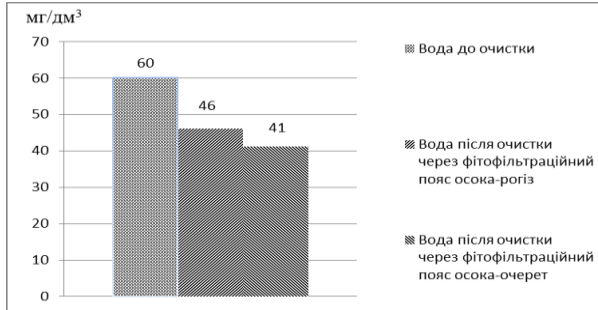


Рис. 4.20. Вміст зависей у воді після фітофільтрації через пояси макрофітної рослинності техногенних озер

В цілому процеси фітомеліорації пов'язані зі змінами як радіалей, так і латералей, що зумовлює покращення екосистем екотону техногенних озер.

Зміна енергетичної радіалі забезпечує регулювання фітопродукції за рахунок створення у прибережно-водних фітоценозах варіації світлових режимів, які залежать від структури та просторового розташування прибережних фітоценозів. Зі збільшенням їх ярусності та наближенням до урізу води продукція прибережно-водної та водної рослинності зменшується. Крім того, лісові посадки, притінюючи акваторію, сприяють зменшенню випаровування води.

Оптимізація едафотопу прибережних та прибережно-водних деастрованих ділянок проявляється в ініціалізації ґрунтоутворних процесів, накопиченні гумусу та елементів живлення у піщаних субстратах унаслідок розкладання рослинних рештків фітоценозів.

Також під впливом рослинності відбувається регулювання вологовмісту субстрату та акумуляції хімічних елементів. Зазначені процеси зумовлюються складними перетвореннями ката- та анарадіалей (біокатарадіалі вуглецьмістких продуктів життєдіяльності рослинного опаду та продуктів їх перетворення, катарадіаль опадів, фізіологічні біоанарадіалі важких металів).

Важливою для подальшого використання техногенних озер є оптимізація водного середовища, яка включає процеси кисненасичення води у результаті фотосинтегичної діяльності водної та прибережно-водної рослинності екотону, проходження процесів фільтрації зависей безпосередньо у водному середовищі шляхом їх седиментації на поверхні рослин, а також акумуляцію хімічних елементів водною рослинністю.

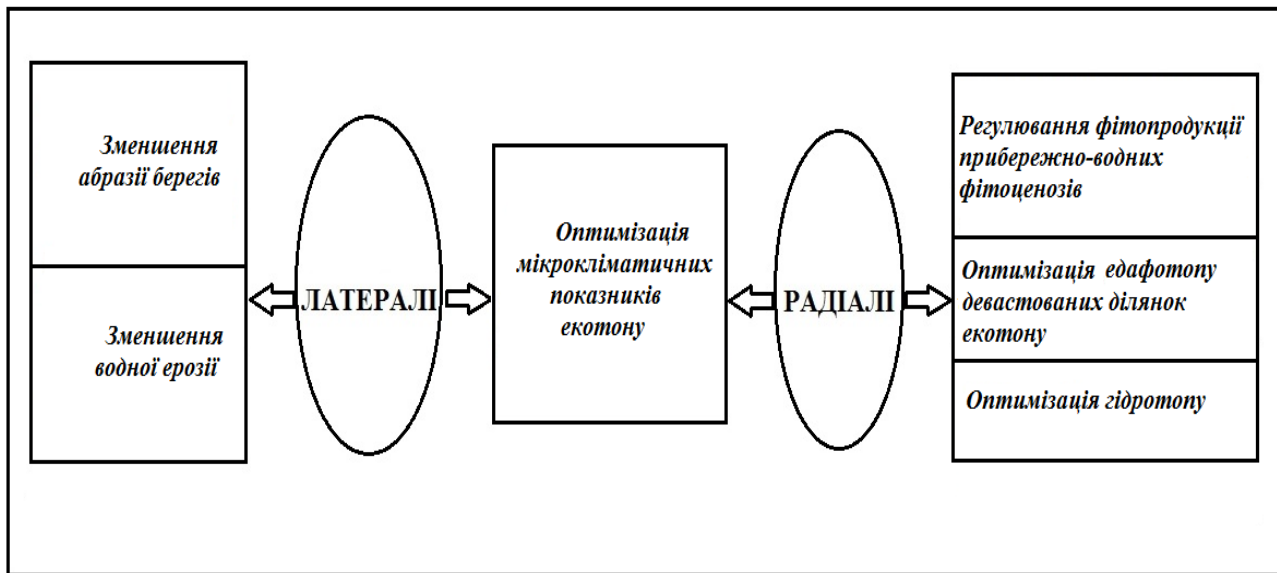


Рис. 4.21 – Напрямки фітомелоративного впливу рослинності на екотони техногенних озер (на прикладі техногенних озер Малого Полісся)

Безпосередньо ці процеси забезпечують катарадіалі (біологічна катарадіаль розчиненого у воді кисню, катарадіаль зависей, фізіологічні біоанарадіалі важких металів тощо), хоча непрямий вплив на покращення стану водного середовища мають і латералі, що регулюють процеси абразії та ерозії.

Абразивні процеси можуть суттєво зменшуватися за рахунок зменшення латералі енергії хвиль, що досягається внаслідок формування прибережно-водних фітоценозів у напрямку розповсюдження хвиль.

Прояв водної ерозії, що характерний для екотонів техногенних озер, зумовлюється інтенсивністю латералі ерозійних потоків, яка може змінюватися на різних ділянках екотону залежно від виду фітомеліоративного покриття та особливостей формування фітоценозів.

Результатом сукупної дії латералей та радіалей можна вважати оптимізацію мікрокліматичних показників екотону техногенних водойм. Латералі повітряних мас, що в сукупності з радіалями сонячної енергії формують такі мікрокліматичні показники, як температура, вологість атмосферного повітря, швидкість вітру, змінюють інтенсивність та вплив залежно від властивостей фітоценозу, що формуються на ділянках різного ступеня деградації.

Отже, вплив рослинних угруповань, які утворились у процесі природного заростання екотонів техногенних озер, забезпечує послаблення негативних матеріальних та енергетичних потоків, тим самим створюючи умови для стабільного розвитку озер.

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ФІТОЦЕНОЗІВ-МЕЛІОРАНТІВ

Аналіз сучасного стану техногенних озер, дозволив виявити основні проблеми, що заважають їх ренатуралізації та ефективній інтеграції у природний ландшафт, серед них: складна будова ложа, невеликі площі мілководних ділянок, абразивні береги, ерозійні процеси, низька поживність субстрату та кисненасичення, низька естетична привабливість.

Водночас, природний рослинний покрив, який формувався десятиліттями в процесі ектогенетичної сукцесії у посттехнологічний період розвитку озер, здатний покращувати їх стан, впливаючи на геохімічні та геофізичні потоки у біогеоценозах екотону (гл. 4), що є науково-практичною базою для розроблення фітомеліоративних заходів в екотонах відпрацьованих гідрокар'єрів.

Такий підхід узгоджується з концепцією Ю. П. Бялловича, за якою фітоценози-меліоранти повинні будуватися на закономірностях природної перетворювальної функції рослинності, оскільки природні фітоценози, як він підкреслював, є неперевершеними за своєю досконалістю меліорантами [33, 34]. На сьогодні це є фундаментальним принципом фітомеліорації, за яким біогеоценотичні меліоранти повинні створюватись як аналоги (натурні моделі) відповідних природних фітоценозів.

Враховуючи останнє, розглядаємо як основні види культурфітоценозів-меліорантів для техногенних озер Малеого Полісся – акваценози, пратоценози та стрипоценози у комбінаціях, що залежатимуть від конкретних умов середовища розташування гідрокар'єра (ліс, луки тощо).

Основними напрямками подальшого використання техногенних озер вважаємо природоохоронний (як середовище формування біоценозів) та рекреаційний. Тому фітомеліоративні заходи повинні бути спрямовані на максимальне забезпечення виконання водоймами цих функцій (рис. 5.1). *Перший етап – рекультивация.* Враховуючи складну берегову лінію озер (різке падіння глибини, обривисті береги з небезпекою руйнування тощо), на першому етапі необхідно планувати заходи з технічної рекультивации з метою формування екотону, доступного для створення аквакультурфітоценозів зануреної, плаваючої та прибережно-водної (в т.ч. гігрофільної) рослинності (рис. 5.2).

Зважаючи на усереднені морфологічні характеристики берегової лінії озер та параметри екологічних ніш водної та прибережно-водної рослинності (гл.5), розміри прибережно-водної частини екотону повинні складати: ширина (від урізу води) – біля 5 м, глибина – до 4,5 м.

Етапи фітомеліорації техногенних озер Малого Полісся



Рис. 5.1. Напрямки та етапи фітомеліорації техногенних озер Малого Полісся

Створення оптимального простору для розвитку рослин різних екологічних груп забезпечується терасуванням за трьома рівнями з утворенням зон розвитку: А – гігрофітів (осока, лепеха, їжача голівка); В – гелофітів (очерет, рогіз); С – плейстофітів (глечики жовті, латаття, рдесник плаваючий); D – гідрофітів (кушир, водопериця).

У зонах створення пляжної зони необхідно забезпечити утворення плавних, спряжених берегів та покатих схилів, що сприятиме не тільки повноцінному засвоєнню прибережної території рослинністю, а й можливості рекреаційного використання цих ділянок для відпочинку та занять спортом (рис. 5.3).

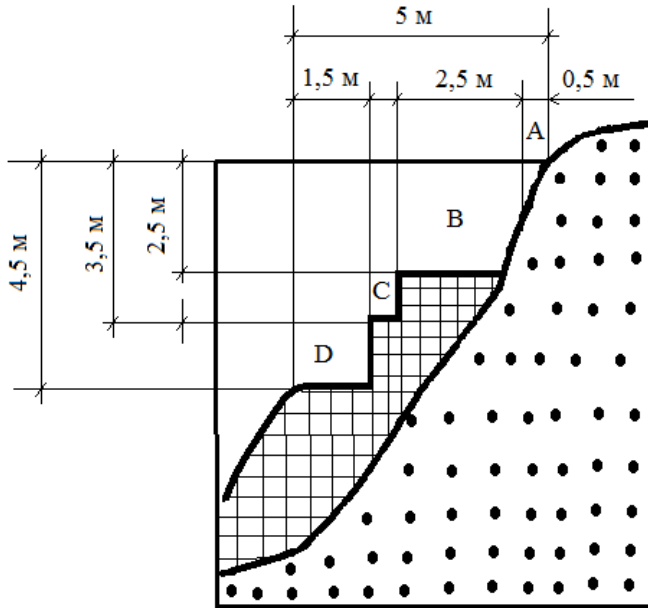


Рис. 5.2. Параметри терасування обривистих берегів

Другий етап – фітомеліорація передбачає створення трирівневої системи фітомеліоративних насаджень, що забезпечує стабілізацію негативних процесів в екотоні техногенних озер, оскільки кожний рівень виконуватиме специфічні біогеоценотичні функції.

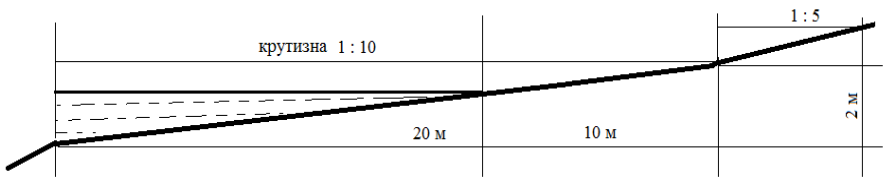


Рис. 5.3. Параметри піщаного пляжу

Нижні берегові насадження слід формувати у зоні літоралі у вигляді трьох поясів рослинності – зануреної, плаваючої та повітряно-водної. Вони будуть забезпечувати важливі функції, такі як, кисненасичення води озер, захист від абразії та ерозії, збільшуватимуть рекреаційний потенціал прибережно-водної частини екотону за рахунок видів рослин, що мають

декоративну цінність, а також формуватимуть середовище і кормову базу для водної фауни.

Середні берегові насадження призначені для боротьби з ерозією, береговими зсувами, забезпечують ландшафтно-архітектурне оформлення берегів.

Верхні берегові насадження мають важливе протиерозійне, протисельове, водно- і повітряно-санітарне значення, а також використовуються з рекреаційною метою.

Конструювання культурфітоценозів середніх та верхніх берегових насаджень залежатиме від фітоценотичного оточення відпрацьованого гідрокар'єру. Якщо природним середовищем є ліс, то в якості фітоценозу-меліоранту слід обирати стрипоценоз. Якщо озеро утворилося на луках, тоді – пратоценоз із включенням чагарників у середніх берегових насадженнях та деревного поясу у верхніх берегових насадженнях. Структура фітоценозів-меліорантів наведена в таблиці 5.1, асортимент рекомендованої деревної рослинності – в таблиці 5.2.

Пояс верхніх берегових культур повинен мати вигляд або лісового масиву, або широкої берегової лісової смуги на луках. З метою захисту ґрунту від розмиву та затримання твердого стоку в екотоні створюють насадження щільної конструкції шириною смуги не меншою за 50 м.

Середні берегові культури в екотоні техногенних озер Малого Полісся розглядаємо як комплекс різних видів захисних культур за участі лісових насаджень від 40 % (на лучних ділянках екотону) до 95 % (у лісових). Усі ці протиерозійні насадження повинні бути змішані з підліском. Чисті насадження без підліску можуть створюватися на обмежених ділянках у зоні пляжу.

У підсхильні посадки середньоберегової зони, які розміщують у підніжжі крутих схилів і обривів, вводять такі породи: вільху (лісова зона), вербу (у випадку розташування озера на луках). Одна з деревних порід змішується з одним-двома видами чагарників.

Надсхильні середньоберегові насадження розташовують над брівками схилів, які закріплюються знизу підсхильними посадками. Надсхильні посадки закріплюють схил безпосередньо як брівку. Ширина такої посадки повинна складати подвійну висоту схилу, що в умовах техногенних озер Малого Полісся дорівнює 4-8 м.

Створення середньоберегового культурфітоценозу повинно забезпечувати формування такого світлового режиму на нижньоберегових ділянках, який би регулював фітопродукцію прибережно-водних і водних угруповань. На початковому етапі формування середньоберегових фіто меліоративних насаджень їх вплив буде невеликий, що дозволить

Таблиця 5.1

Принципові схеми структури фітоценозів-меліорантів

Тип насад-жень	Тип рослинності	Умовно корінні фітоценози Малого Полісся	Похідні фітоценози екотону техногенних озер Малого Полісся	Моделльні фітоценози-меліоранти	
				структура (видова)	конструкція (радіальна)
Верхні берегові Середні берегові	Лісова	Соснові	Сз – кр + ліщ Сз – ож	–	–
		Березово-соснові	Сз – Бп – кр	Сз – Бп – кр + ліщ	тріярусна
		Вільхові	Влч – кр	Влч – кр + ліщ	двоярусна
		Дубово-соснові	–	Сз – Дз – кр + ліщ	тріярусна
		–	–	в – Вч	двоярусна
	Лучна	Костриці лучної	Костриці лучної різнотравної	Костриця лучна + конюшина + тимофійвка лучна + пирій	двоярусна
		Мітлиці лучної	Мітлиці повзучої	Мітлиця повзуча + конюшина	однярусна
Нижні берегові	Прибережно-водна та водна	Лепехи звичайної Осоки гострої Очерету звичайного Рогозу вузьколистого Куги озерної Лепешняку великого Рдесника плаваючого Глечиків жовтих Куширу зануреного Водопериці колосистої	Лепехи звичайної Осоки гострої Очерету звичайного Рогозу вузьколистого Куги озерної Лепешняку великого Глечиків жовтих Рдесника плаваючого Водопериця колосиста + кушир занурений	Лепеха звичайна + сусак зонтичний Осока гостра Очерет звичайний Рогіз вузьколистий Куга озерна – Глечики жовті + рдесник плаваючий Водопериця колосиста + кушир занурений	однярусна однярусна однярусна однярусна – однярусна однярусна

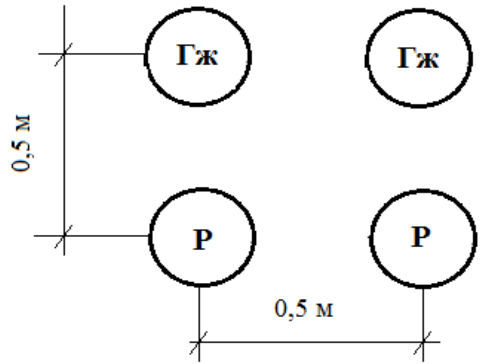
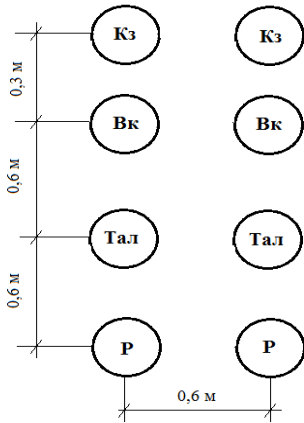
Таблиця 5.2

Асортимент дерев та чагарників для створення насаджень в екотоні техногенних озер Малого Полісся

Породи	Тип насаджень	
	верхні берегові	середні берегові
Головні породи		
Сосна звичайна	+	-
Дуб звичайний	+	-
Вільха чорна	+	+
Верба біла	-	+
Допоміжні породи		
Береза повисла	+	+
Вільха чорна	+	+
Верба біла	-	+
Чагарники		
Крушина ламка	+	+
Ліщина	+	+
Горобина	+	+
Бузина чорна	+	+
Свидина червона	+	+
Акація жовта	+	+
Скумпія	+	+

розвинулися нижньобереговим посадкам водної та прибережно-водної рослинності. У міру збільшення проєктивного покриття цих фітоценозів будуть виникати завдання з обмеження накопичення їх біомаси для запобігання розвитку процесів евтрофікації водойми. Зі зростанням середньоберегових посадок останні будуть виступати як обмежувальний фактор через зменшення світлового потоку, який за рахунок триярусної конструкції стрипоценозу у зоні розвитку прибережно-водної рослинності буде забезпечувати найбільше затінення, що є надзвичайно важливим саме для цієї екологічної групи рослин, оскільки вони мають найбільший потенціал накопичення біомаси при збільшенні освітлення.

Схеми змішування і розміщення посадкових місць. Нижньоберегові насадження необхідно формувати за природними аналогами – рослинними поясами. Підводний пояс утворюють на ділянках, постійно вкритих водою. Це пояс зануреної та плаваючої рослинності, який на момент формування рослинного покриву після технічного етапу рекультивації має ширину в середньому до 2-х м (див. рис. 5.2). Пояс формують шляхом посадки водних рослин на глибину до 4-х м, плаваючих – до 2-х м (рис 5.4).



Кз – кушир занурений;
 Вк – водопериця колосиста;
 Тал – тілоріз алоєвидний;
 Р – рдесники
 (пронизанолистий, блискучий
 кучерявий)

Гж – гличики жовті;
 Р – рдесники (плаваючий, вузлуватий)

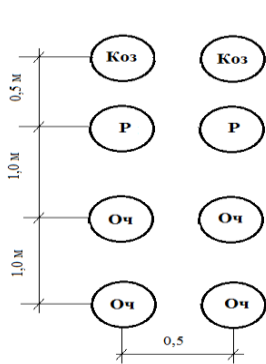
а) пояс занурених рослин

б) пояс плаваючих рослин

Рис. 5.4. Схеми змішування і розміщення посадкових місць рослин підводного поясу

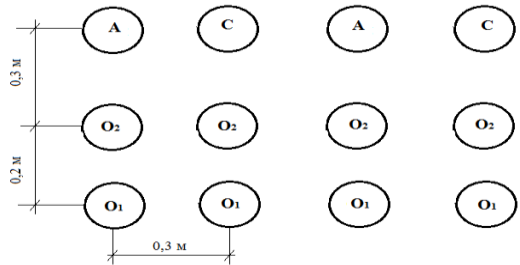
Зарості занурених рослин формують чотирирядною посадкою, при цьому на ділянках, що межують з місцями відпочинку, перевагу слід віддавати декоративним видам рдесника, наприклад рдеснику кучерявому. Для створення умов риборозведення краще використовувати такі види рдесника, як блискучий та пронизанолистий, при цьому останній буде добре відтворюватися на лучних озерах. Тілоріз алоєвидний буде забезпечувати гарний вигляд, а разом з водоперицею та куширом формуватиме кормову базу іхтіофауни та сприятиме оптимізації водного середовища (кисненасичення, фільтрування тощо). Пояс плаваючої рослинності висаджують дворядним, враховуючи досить обмежену площу ніші рослин цієї екологічної групи в екотоні.

Пояс прибережно-водної рослинності (рис. 5.5) формують шириною 2,5 м – з високотравних гелофітів (рогоз, очерет, куга) та 0,5 м – з низькотравних гелофітів чи гігрофітів шляхом посадки їх на глибинах відповідно до 2,5 м та 0,3 – 0,5 м (для низькотравних гелофітів та гігрофітів).



Коз – куга озерна;
Р – рогіз;
Оч – очерет;

а) пояс високотравних
гелофітів



А – лепеха звичайна; С – сусак зонтичний;
О1 – осока гостра із включенням стрілолиста
стрілолистого, півників болотних, їжачої
голівки; О2 – осока (волосиста,
несправжньосмикавцева) із включенням
плакуна верболистого

б) пояс низькотравних гелофітів та гідрофітів

Рис. 5.5. Схеми змішування і розміщення посадкових місць рослин прибережно-водного поясу

Основні завдання очеретового поясу – захист від ерозії та абразії берегів, природоохоронні функції тощо. Низькотравні гелофіти чи гідрофіти виконують, в основному, декоративні функції, надаючи естетичного вигляду береговій зоні, що особливо важливе при рекреаційному використанні озер.

Середньоберегові насадження конструюють залежно від умов місцезнаходження. У підсхильні насадження, що розташовані у лісовій зоні (рис. 5.6, а), вводять вільху з чагарниками, а в ті, що знаходяться на луках – вербу (рис. 5.6, б). Посадки дворядні.

Лісові підсхильні насадження сформовані по типу фітоценозів-аналогів найбільш стійких природних угруповань (див. гл. 3), що утворилися у прибережних зонах лісових озер, і складаються з вільхи чорної з крушиновим підліском.

При створенні насаджень у першому ряді від озера вільху чорну вирощують у формі високих густих чагарників. На ділянках, що межують із зонами відпочинку, для покращення естетичного вигляду насаджень у чагарниковий пояс рекомендується вводити скумпію, бузину тощо, на непридатних ґрунтах – акацію жовту.

Пояс верхніх берегових культур, що межує з умовно-корінними дубово-сосновими фітоценозами, формується наближено до їх складу і включає як головну породу сосну, другорядну – дуб звичайний (рис. 5.8). Чагарникові культури аналогічні до середньоберегових насаджень.

Введення чагарників збільшує щільність лісопосадки та її протиерозійний вплив. Верхні берегові посадки навколо озер, що оточені лучним фітоценозом (наприклад, ті, що знаходяться на заплавах луках), не створюються.

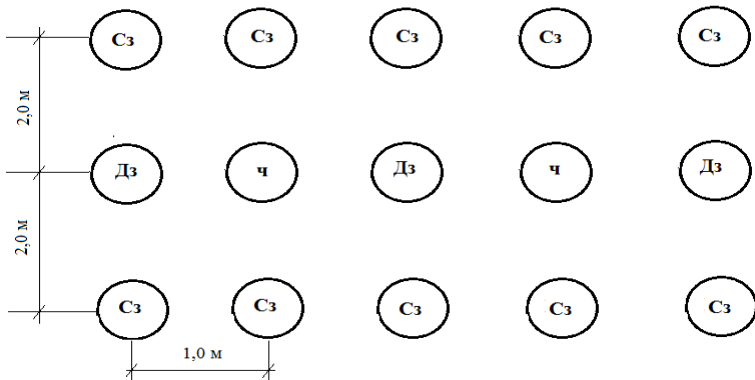


Рис. 5.8. Схема змішування і розміщення посадкових місць верхніх берегових насаджень

На цій території проводяться лучномеліоративні роботи із залуження з використанням трав: костриця лучна (12-15 кг/га); конюшина рожева (4-6 кг/га); тимофійка лучна (5-6 кг/га) мітлиця повзуча (5-10 кг/га) або готових травосумішей для лучних та зволжених ділянок.

Агротехніка вирощування та догляд за фітомеліоративними насадженнями в екотоні техногенних озер Малеого Полісся. Агротехнічні прийоми, що пов'язані з культивуванням водних рослин, враховуючи те, що більшість видів – це багаторічники, передбачають розсаджування частинами кореневищ або цілими дернинами. Також можлива культивування свіжозібраним насінням.

Культивування плаваючих та занурених рослин здійснюється обома способами, причому для плаваючих характерна більш висока ефективність культивування насінням, порівняно з повітряно-водними рослинами. Занурені рослини (кушир, водопериця, тілоріз) розмножують вегетативним шляхом усіма частинами, для чого у воду занурюють пучки рослин з грудкою землі і

грузом із каміння. Рдесники занурені розмножують насінням (40 кг/га) або частинами кореневища (1200 шт./га).

Розмноження плаваючих рослин можна проводити як живцями, так і менш працемістким способом – насінням, яке збирають в серпні-вересні, витримують у воді протягом двох тижнів і розсівають на мілководдях (норма висівання – 5-10 кг/га). Насіння рдесника плаваючого можна закачувати у грудки глини та розкидати по узбережжю.

Рослини повітряно-водної групи культивують посадкою кореневищ з невеликою грудкою землі. Для цього їх розрізають на частини розміром 10-20 см і закріплюють у ґрунті. Очерет культивується кореневищами з корінцями. Рогіз вузьколистий розмножується відрізками кореневища з верхівковою брунькою або молодими пагонами, які висаджують на глибину до 1 м в попередньо розпушений ґрунт. Рогіз широколистий менш перспективний для культивування, ніж вузьколистий, оскільки зростає на невеликих глибинах. Куга озерна розмножується вегетативно. Аїр розсаджують відрізками кореневища на глибину 20-30 см. Рослини швидко розмножуються, утворюючи монодомінантні зарості. Стрілолист стрілолистий розмножується бульбами і насінням, яке перед посадкою необхідно витримувати у воді до півтора місяця. Перед посівом (або посадкою) корисно розпушити ґрунт. Норма висіву насіння – 5-10 кг/га. Сусак зонтичний та їжачу голівку розмножують як відрізками кореневища, так і насінням на глибинах близько 0,5 м. Плакун верболистий висаджується групами поблизу берега на глибині не більше 0,25 м. Розмноження слід проводити поділом кореневища або насінням. Півники болотні розмножують діленням кореневища, частинки якого висаджують на глибину 0,5-0,6 м у піщаний ґрунт.

Процес посадки прибережних рослин можна механізувати. Для цього на ділянках заростання водойм повітряно-водною рослинністю екскаваторним способом знімають кореневищний ґрунт, доставляють його на місце посадки, де заздалегідь прокладають посадочні траншеї глибиною до 0,5 м. У них засипається посадковий матеріал і вирівнюється бульдозером. Такий спосіб посадки прибережно-водних рослин прийнятний для формування літорального комплексу на берегових ділянках, схильних до водної ерозії.

Догляд за очеретовим поясом передбачає скошування надлишкової біомаси, яке проводять як з води, так і з берега механізованим способом або вручну. Посадку верб на берегах проводять вегетативними частинами рослини – черенками, які зрізають переважно з молодих пагонів верби товщиною 2-3 см і довжиною близько 20 см. При посадці їх встромляють під невеликим кутом із нахилом до схилу по 25 шт. на 1 м², тобто при віддалі між

ними 20 см в довжину і в ширину. Вербу можна висаджувати кілками, тобто дуже великими черенками (довжиною 150-250) см відповідної товщини.

Посадка чорновільхових насаджень проводиться вручну – горбиками (2 x 2 м, на кожному горбику – по 2-3 сіянці) або у посадкові вали при механізованому обробітку ґрунту.

Посадки середньоберегових надсхилових та верхньоберегових насаджень здійснюють стрічковим способом та його модифікаціями, що забезпечує формування щільної конструкції. Проте при необхідності наступними рубками догляду їм можна легко надати ажурно-щільної чи ажурної конструкції.

Підготовка субстрату під фітомеліоративні посадки у прибережній частині екотону повинна забезпечити оптимальну структуру верхнього шару. Враховуючи небезпеку розвитку ерозії, для цього використовується система раннього пару або система зяблевої підготовки [141, 145, 252].

Підвищення стійкості, довговічності та меліоративної ефективності захисних лісових насаджень досягається шляхом їх правильного утримання, яке передбачає комплекс лісогосподарських робіт та агротехнічного догляду [244, 266]. Перший агротехнічний догляд лісових насаджень спрямований на винищення конкурентної до саджанців трав'янистої рослинності та покращення фізичної структури ґрунту; його проводять розпушуванням одразу після посадки, другий – після досягнення висоти травостою до 7 см. Враховуючи важливе значення трав'яного ярусу у зменшенні латералі ерозійних потоків шляхом кольматажу твердого стоку, після вкорінення саджанців, за умови їх нормального росту, знищення трав'яної рослинності припиняють. Лісогосподарський догляд за культурами включає освітлення, прочистку та проріджування.

Лучномеліоративні роботи включають підготовчий етап (зарівнювання та планування території, які проводять безпосередньо перед оранкою) та власне формування пратоценозу. Вирощування травостою повинно поєднуватись із внесенням добрив, для цього травосуміші висівають з одночасним внесенням добрив. При ранньовесняному посіві обов'язкові боронування й дрібна культивация; при літньому посіві всі операції виконують в єдиному технологічному циклі без значного розриву в часі. Легкі ґрунти накочують гладкими катками. При включенні до складу травосуміші бобових посів проводять не пізніше першої декади серпня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абакумов Е. В. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины / Е. В. Абакумов, Э. И. Гагарина. – СПб : Изд-во СПбГУ, 2006. – 208 с.
2. Агурова И. В. Экологические аспекты формирования популяций растений в техногенных экотопах / И. В. Агурова, С. И. Прохорова // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы : материалы Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.). – Санкт-Петербург : ООО «Бостон-спектр», 2011. – С 277–278.
3. Алекин О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
4. Александрова В. Д. Классификация растительности: обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах / В. Д. Александрова. – Л. : Наука, 1969. – 275 с.
5. Алехин В. В. Теоретические проблемы фитоценологии и степоведения / В. В. Алехин. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 213 с.
6. Андрущенко Г. О. Грунти західних областей УРСР / Г. О. Андрущенко. – Львів : Вид-во ЛСГІ, 1970. – 113 с.
7. Архипчук В. В. Применение комплексного подхода в биотестировании природных вод / В. В. Архипчук, М. В. Малиновская // Хімія і технологія води. – 2000. – № 4 (22). – С. 428–443.
8. Бабенко Л. О. Історія досліджень гідрофільної флори басейну р. Рось / Л. О. Бабенко // Укр. фітоцен. зб. – 1999. – Сер. А. – Вип. 1-2. – С. 89–91.
9. Багдасарян А. С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / А. С. Багдасарян. – Ставрополь, 2005. – 20 с.
10. Баланда О. В. Алкалоиды кубышки желтой (*Nuphar lutea* (L.) Smith.) и их влияние на жизнедеятельность цианобактерий и водорослей / О. В. Баланда, В. А. Медведь, А. И. Сакевич // Гидробиологический журнал. – 2004. – № 4. – С. 106–118.
11. Барановский Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища (на примере Запорожского водохранилища) / Б. А. Барановский. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетровского ун-та, 2000. – 169 с.
12. Барбарич А. І. До історії ботанічних досліджень на Українському Поліссі / А. І. Барбарич // Укр. ботан. журн. – 1961. – т.18. – № 5. – С. 99–106.
13. Башуцька У. Б. Флороценологічна структура флори породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району / У. Б. Башуцька //

Науковий вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – 2003. – Вип. 13.1. – С. 52–57.

14. Башуцька У. Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності девастованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового району : дис. кандидата с.-г. наук : 06.03.01 / Башуцька Уляна Богданівна. – Львів, 2004. – 308 с.

15. Беклемишев В. Н. Пространственная и функциональная структура популяций / В. Н. Беклемишев // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1960. – Т. 64. – Вып. 2. – С. 27–42.

16. Белавская А. П. К методике изучения водной растительности / А. П. Белавская // Бот. журн. – 1979. – Т. 64. – № 1. – С. 42–44.

17. Белавская А. П. Основные проблемы изучения водной растительности СССР / А. П. Белавская // Бот. журн. – 1982. – Т. 67. – № 10. – С. 1313–1320.

18. Бешлей С. В. Оцінка токсичності субстратів відвалів вугільних шахт методом біотестування / С. В. Бешлей, В. І. Баранов, С. П. Ващук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.12. – С. 98–102.

19. Билонога В.М. Экологические условия формирования растительного покрова отвалов серных месторождений Предкарпатья / В.М. Билонога // Вопросы рекультивации земель в западном регионе Украины.– Львов : Изд-во ЛСХИ, 1986. – С. 51–56.

20. Биогеоценотический покров Западного Донбасса, его техногенная динамика и оптимизация / [А. П. Травлев, В. А. Овчинников, В. Н. Зверковский и др.]. – Днепропетровск: ДГУ, 1988. – 72 с.

21. Білецький В. Історія гірництва як складова цивілізаційного поступу: актуальність, досягнення і перспективи / В. Білецький, Г. Гайко // Україна: культурна спадщина, національна свідомість, державність. – 2012. – Вип. 21. – С. 131–143.

22. Богословский Б. Б. Классификация водоемов по внешнему водообмену / Б. Б. Богословский, С. А. Филь // Географо-гидрологический метод исследования вод суши. - М. : изд-во АН СССР. Геогр. об-во СССР, 1984. – С. 54–60.

23. Богословский Б. Б. Схема гидрологической классификации озер СССР / Б. Б. Богословский // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1960. – № 2. – С. 44–51.

24. Бондаренко А. А. Выбор способа обработки обводненных месторождений песков / А. А. Бондаренко, В. И. Симоненко // Сборник научных трудов НГА Украины. – 2005. – № 19. – Том 5. – С.233–239.

25. Борсукевич Л. М. Структурно-порівняльний аналіз вищої водної флори Східної Галичини / Л. М. Борсукевич // Чорноморськ. бот. журнал. – 2009. – № 1. – С. 80–90.

26. Бортникова С. Б. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду / С. Б. Бортникова, О. Л. Гаськова, А. А. Айриянц. – Новосибирск : ГЕО, 2003. – 120 с.
27. Бреховских В. Ф. Гидрофизические факторы формирования кислородного режима водоемов / В. Ф. Бреховских. – М. : Наука, 1988. – 167 с.
28. Бяллович Ю. П. Биогеоценологические горизонты / Ю. П. Бяллович // Труды МОИП. – 1960. – Т. 3. – С. 43–60.
29. Бяллович Ю. П. Принципы социалистической фитомелиорации в приложении к некоторым задачам проектирования государственных защитных лесных полос / Ю. П. Бяллович // Вопросы географии. – 1949. – Сб. 16. – С. 87–105.
30. Бяллович Ю. П. Расчеты нормативов ширины защитных лесных полос по берегам рек в равнинных районах УССР / Ю. П. Бяллович // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во «Урожай». – 1972. – Вып. 29. – С. 35–44.
31. Бяллович Ю. П. Структура Всебители. Часть первая / Ю. П. Бяллович. – Харьков : Новое слово, 2012. – 400 с.
32. Бяллович Ю. П. Структура Всебители. Часть вторая / Ю. П. Бяллович. – Харьков : Новое слово, 2012. – 432 с.
33. Бяллович Ю. П. Метод фитомелиорации / Ю. П. Бяллович // Научн. отчет за 1945 г. Укр. ин-та агролесомелиорации. – Киев-Харьков, 1945. – С. 105–148.
34. Бяллович Ю. П. О некоторых биогеоценологических основах общей теории фитомелиорации / Ю. П. Бяллович // Теоретические проблемы фитоценологии и биогеоценологии. – М. : Наука, 1970. – С. 5–16.
35. Бяллович Ю. П. Волноломные насаждения / Ю. П. Бяллович // Труды УкрНИИЛХА. Выпуск XVII. – К. : Государственное изд-во сельскохозяйственной лит-ры УССР, 1955. – С. 100–117.
36. Бяллович Ю. П. Ефективність хвилеломних лісових насаджень на берегах великих водоймищ / Ю. П. Бяллович // Вісник сільськогосподарської науки. – 1958. – № 2. – С. 69–72.
37. Бяллович Ю. П. Залуживание смачиваемой части внутренних откосов крупных каналов / Ю. П. Бяллович // Ботанический журнал. – 1953. – т. XXXVIII. – № 1 – С. 128–131.
38. Бяллович Ю. П. Защитные насаждения по берегам крупных водохранилищ и судоходных рек / Ю. П. Бяллович // Лесные защитные насаждения. – М. : Сельхозизддат, 1963. – С. 409–451.
39. Бяллович Ю. П. Облесение Каховского водохранилища / Ю. П. Бяллович // Лес и степь. – 1953. – № 1 – С. 7–13.
40. Бяллович Ю. П. Система живой защиты водохранилищ / Ю. П. Бяллович // Сборник, посвященный работе Украинского отделения ВНИТОЛЕС.

Выпуск 4. – К. : Издательство Академии архитектуры УССР, 1952. – С. 117–126.

41. Вайс А. А. Структурная организация древостоя. Ч. 1. Таксационно-фитоценологический обзор / А. А. Вайс // Лесная таксация и лесоустройство: междуна. науч.-практ. журн. – Красноярск : СибГТУ. – 2006. – №1 (36). – С. 15–22.

42. Вайс А. А. Современные вопросы микроструктурного подхода к изучению горизонтальной структуры насаждений (Аналитический обзор) / А. А. Вайс // Лесная таксация и лесоустройство: междуна. науч.-практ. журн. – Красноярск : СибГТУ. – 2005. – №2. – С. 10–13.

43. Вайс А. А. Структурная организация древостоя. Ч.2. Структурные элементы древостоя / А. А. Вайс // Лесная таксация и лесоустройство: междуна. науч. - практ. журн. – Красноярск : СибГТУ. – 2006. – №1 (36). – С. 22–24.

44. Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии / В. И. Василевич. – Л. : Наука, 1983. – 247 с.

45. Васильева Н. П. Методы и направления лесовосстановления в техногенных ландшафтах / Н. П. Васильева, Э. В. Каар // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М. : Наука, 1978. – С. 159–165.

46. Вишняков В. Ю. Реалізації геоінформаційних технологій підтримки прийняття рішень для управління водокористуванням та екологічною безпекою озерних екосистем / В. Ю. Вишняков, В. О. Охарев, І. В. Радчук, В. О. Шумейко // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». – 2013. – Т. – 26 (65). – № 1. – С. 49–54.

47. Вовк О. Б. Динамічні тенденції розвитку техногенних ґрунтів / О. Б. Вовк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 36–46.

48. Волох П. В. Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони Степу України / П. В. Волох, І. Х. Узбек // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – № 1. – С. 39–47.

49. Вольська С. Ю. Геоінформаційна технологія: етапи розвитку, стан в Україні / С. Ю. Вольська, О. П. Марграф, Л. Г. Руденко // Український географічний журнал. – 1993. – № 4. – С. 6–13.

50. Воронков В. А. Роль лесов в охране вод / В. А. Воронков. – Л. : Гидрометиздат, 1988. – 287 с.

51. Воронов А. Г. Геоботаника / А. Г. Воронов. – М. : Высшая школа, 1973. – 383 с.

52. Гайко Г. Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії) / Г. Гайко, В. Білецький, Т. Мікось, Я. Хмура. – Донецьк : УКЦентр, Донецьке відділення НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», 2009. – 296 с.

53. Гайко Г. Історія гірництва / Г. Гайко, В. Білецький. – Київ : Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2013. – 542 с.
54. Галеєва А. И. Использование универсальной лимно-экологической классификации для региональной типизации и инвентаризации озерного фонда на примере г. Казани / А. И. Галеєва, М. Н. Мингазова // Известия Самарского НЦ РАН. – 2010. – т.12. – № 1(4). – С. 925–929.
55. Галицкая П. Ю. Контактный метод биотестирования для оценки качества почв / П. Ю. Галицкая, С. Ю. Селивановская, Б. Х. Шафигуллин // Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям. – М. : МАКС Пресс, 2008. – С. 177–180.
56. Гальянов А. В. Исторические вехи развития горного искусства [Электронный ресурс] / А. В. Гальянов // Маркшейдерия и недропользование. – 2011. – № 1. – Режим доступа до журн. : <http://www.vipstd.ru/mag/index.php/184-«Маркшейдерия-и-недропользование»/196-Выпуск-1-2011-MineSubsoil>.
57. Гапеева М. В. Локализация и распределение тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги / Гапеева М. В., Законнов В. В., Гапеев А. А. // Вод. ресурсы. 1997. – Т.24. – № 2. – С. 174–180.
58. Гаськевич В. Кислотно-основні властивості дерново-підзолистих ґрунтів Мало́го Полісся та їхня агрогенна трансформація / В. Гаськевич // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. – 2011. – № 15. – Режим доступу до журн. : elar.urfu.ru/bitstream/10995/1390/4/1331289_shoolbook.pdf.
59. Гаськевич В. Г. Ерозійна деградація ґрунтів Мало́го Полісся: географія, причини, наслідки, шляхи подолання / В. Г. Гаськевич // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Географія. – 2006. – Вип. 12. – С. 9–18.
60. Гаськевич В. Г. Осушені мінеральні ґрунти Мало́го Полісся / В. Г. Гаськевич, С. П. Позняк . – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І.Франка, 2004. – 255 с.
61. Гаськевич В. Особливості рослинності пірогенно деградованих торфових ґрунтів Мало́го Полісся / В. Гаськевич, М. Нецик // Вісник Львівського університету. Серія : Географія. – 2010. – № 38. – С. 69–76.
62. Генік Я. В. Критерії оцінювання ефективності фітомеліорації порушених екосистем / Я. В. Генік // Науковий вісник ЛНТУ України. – 2013. – Вип. 23.17 – С. 90–94.
63. Генік Я. В. Лісовідновлення складних техногенних екосистем Львівщини / Я. В. Генік // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – № 1. – С. 117–120.
64. Геоботанічне районування Української РСР / [Т. Л. Андрієнко, Г. І. Білик, С. М. Брадїс та ін.]; за ред. А.І. Барбарич. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.

65. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей / [С. С. Воскресенский, О. К. Леонтьев, А. И. Спиридонов и др.]. – М : Высшая школа, 1980. – 343 с.
66. Геренчук К. І. Природно-географічний поділ Львівського та Подільського економічних районів / К. І. Геренчук, М. М. Койнов, П. М. Цись. – Львів: Вид-во Львівського університету, 1964. – 223 с.
67. Гиляров А. М. Популяционная экология / А. М. Гиляров. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 191 с.
68. Гідротехнічні меліорації лісових земель : навч. посіб. / за ред. В. Ю. Юхновського. – К. : Арістей, 2007. – 314 с.
69. Гладкова Л. П. Результаты многолетних опытов по лесной рекультивации угольных отвалов США / Л. П. Гладкова // Сельскохозяйственная экспресс-информация. ВНИИТЭИСХ. – 1973. – № 12. – С. 30–31.
70. Гладун Г. Б. Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів / Г. Б. Гладун // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 15.7. – С. 113–118.
71. Гладун Г. Б. Лісомеліоративне забезпечення екологічної компоненти сталого розвитку рівнинних агроландшафтів України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація / Г. Б. Гладун. – Київ, 2012. – 70 с.
72. Гладун Ю. Г. Вплив лісових смуг на розподіл снігу в умовах Лівобережного Лісостепу / Ю. Г. Гладун // Лісівнича наука: витоки сучасність, перспективи : матеріали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня заснування УкрНДІЛГА (Харків, 12 – 14 жовтня 2010 р.). – Харків : УкрНДІЛГА, 2010. – С. 99–100.
73. Голуб В. М. Структурно-порівняльний аналіз флори водних макрофітів Правобережного Лісостепу України / В. М. Голуб // Укр. ботан. журн. – 1998. – Т. 55. – № 1. – С. 57–62.
74. Голуб Н. П. Структурно-порівняльний аналіз гідрофільної флори Придніпровської височини / Н. П. Голуб // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60. – № 4. – С. 414–419.
75. Голубев В. Н. Принципы построения и содержания линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений / В. Н. Голубев // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1972. – Т. 76. – Вып. 6. – С. 72–80.
76. Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів : «Поллі», 2000. – 316 с.
77. Голубнича С. М. Вплив умов водосховищ-охолоджувачів південного сходу України на вищу водну та прибережну рослинність : автореф. дис. на

- здобуття вчен. звання канд. біол. наук : спец. 03.00.16 – «Екологія» / С. М. Голубнича. – Дніпропетровськ, 2000. – 17 с.
78. Гончар М. Т. Облесение отвалов при открытой разработке серы / М. Т. Гончар, Б. О. Сабан // Лесное хозяйство. – 1979. – № 4. – С. 53-56.
79. Гончар М. Т. Подбор древесных и кустарниковых пород для облесения отвалов открытой разработки серы / М. Т. Гончар, Б. О. Сабан // Лесное хозяйство. – 1986. – № 8. – С. 47-49.
80. Гончаров И. А. Основы любительской GPS-навигации / И. А. Гончаров. – М. : Телеком, 2007. – 128 с.
81. Горбунова И. Ф. Высшая водная растительность Цимлянского водохранилища и её продукция / И. Ф. Горбунова // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе (к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ). – СПб. : Изд-во ГосНИОРХ, 2002. – С. 39-43.
82. Горелов А. М. Роль фитогенного поля в формировании пространственных структур древесного растения / А. М. Горелов // Современная фитоморфология. – 2012. – № 1. – С. 137 – 141. – Режим доступа до журн. : <http://phytomorphology.org/PDF/MP1/01137141.pdf>.
83. Горелов А. М. Ультрафиолетовый режим внутренней части фитогенного поля древесных растений / А. М. Горелов, А. А. Горелов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3(7). – С. 2116–2121.
84. Горелов А. М. Фитогенное поле и его структура / А. М. Горелов // Электронный журнал «Вестник МГОУ». – 2013. – № 1. – Режим доступа до журн. : <http://www.evestnik-mgou.ru/Articles/Doc/253>.
85. Горєв Л. М. Гідрохімія України / Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К. : Вища шк., 1995. – 307 с.
86. Горлов В. Д. Рекультивация земель в карьерах / В. Д. Горлов. – М. : Недра, 1981. – 260 с.
87. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии / С. П. Горшков. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1998. – 288 с.
88. Грешта Я. Динамика изменения химических свойств отвального материала под влиянием термических процессов / Я. Грешта, С. Венгерек // Симпозиум по вопросам рекультивации нарушенных промышленностью территорий. – Лейпциг : Изд-во акад. с.-х. наук ГДР, 1970. – С. 216–222.
89. Грешта Я. Рекультивация промышленных бросовых земель в Польской народной республике / Я. Грешта // Охрана природы на Урале. – Свердловск. – 1966. – Вып. 5. – С. 101–114.

90. Грицан Ю. И. Деструкция и воссоздание экоклимата поврежденных земель Западного Донбасса / Ю. И. Грицан // Биологическая рекультивация поврежденных земель. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – С. 79–83.
91. Грубрин Ю. Л. Геоморфологическое районирование / Ю. Л. Грубрин // Природные условия и естественные ресурсы СССР: Украина и Молдавия. – М. : Наука, 1972. – С. 62–68.
92. Гурский Б. Н. Геология / Б. Н. Гурский, Г. В. Гурский. – Минск : Вышэйшая школа, 1985. – 318 с.
93. Давыдов М. В. Оляха / М. В. Давыдов. – М. : Лесн. пром-сть, 1979. – 78 с.
94. Данько В. Н. Лесная рекультивация на Украине / В. Н. Данько // Лесная рекультивация поврежденных земель. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1991. – С. 34–43.
95. Дебринюк Ю. М. Лісокультурне районування Західного Лісостепу України / Ю. М. Дебринюк. – Львів : Вид-во «Камула», 2003. – 283 с.
96. Дексбах Н. К. Водная растительность и ее значение в борьбе с последствиями промышленных загрязнений / Н. К. Дексбах // Охрана природы на Урале. – Свердловск : СГУ, 1964. – С. 63–66.
97. Демчишин М. Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України / М. Г. Демчишин. – К. : Гнозис, 2004. – 156 с.
98. Демчишин М. Г. Техногенні впливи на процеси в геологічному середовищі України / М. Г. Демчишин // Геологія в XXI столітті. Шляхи розвитку та перспективи. – К. : Знання, 2001. – С. 91–102.
99. Демянчик В. Т. Роль карьерных водоемов в городских экосистемах / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик, В. П. Рабчук, И. А. Демчук // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. – 2009. – № 1. – С. 72–78.
100. Денисик Г. І. Лісополе України / Г. І. Денисик. – Вінниця : Тезис, – 2001. – 283 с.
101. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля / Г. І. Денисик. – Вінниця : ЕкоБізнесЦентр, 1998. – 184 с.
102. Денисик Г. І. Серединний ландшафтний пояс Східно-Європейської фізико-географічної країни / Г. І. Денисик // ВДПУ ім. М. Коцюбинського. Наукові записки. Серія : Географія. – Вінниця : Теза, 2007. – Вип. 13. – С. 5–11.
103. Денисова А. И. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А. И. Денисова, Е. П. Нахшина, Б. И. Новиков, А. К. Рябов. – К. : Наукова думка, 1987. – 164 с.
104. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша / П. Джиллер. – М. : Мир, 1988. – 182 с.
105. Дзержинская И. С. Микробиологический пейзаж высокоминерализованного техногенного озера на территории Баскунчакской котловины /

- И. С. Дзержинская, Ю. В. Батаева, Р. Г. Габитов // Вестник АГТУ. – 2006. – № 3(32). – С. 183–187.
106. Дідух О. І. Формування гідрохімічних показників у штучних озерах (на прикладі Яворівського озера) / О. І. Дідух, М. С. Мальований // Перший Всеукраїнський з'їзд екологів (ECOLOGY-2006) : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Вінниця, 4 – 7 жовтня 2006 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 347 с.
107. Дідух Я. П. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2003. – т. 60. – № 1. – С. 6–17.
108. Добровольский И. А. Эколого-биогеоценологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / И. А. Добровольский. – Днепропетровск, 1979. – 63 с.
109. Добровольський І. А. Характер і напрямки сингенезу в техногенних екотопах Кривбасу / І. А. Добровольський, В. І. Шанда, Н. В. Гаєва // Укр. ботан. журн. – 1979. – Т. XXXVI, № 6. – С. 524–527.
110. Довбня И. В. Сезонная динамика фитомассы *Butomus umbellatus* L. и зависимость её от глубины / И. В. Довбня // Водная растит. внутр. водоёмов и каче-ство их вод: матер. III конф. (Петрозаводск, сентябрь 1992 г.). Петрозаводск : КНЦ РАН, 1993. – С. 36–37.
111. Догановский А. М. Исследование возможностей использования метода расстановки приоритетов для классификации озер / А. М. Догановский, Г. М. Ингберг // Расчеты и прогнозы гидрологических характеристик: Сб. науч. трудов. – Л. : Изд-во ЛГМИ, 1989. – Вып. 103. – С. 88–94.
112. Долгова Л. Н. Ольха активный накопитель азота / Л. Н. Долгова, Н. В. Кречетова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : материалы V Международной научной конференции (Красноярск, октябрь 2002 г.) – Красноярск : СибГТУ, 2002. – С. 19–20.
113. Дружинина О. А. Динамика растительности в районах интенсивного освоения Крайнего Севера / О. А. Дружинина // Сообщества Крайнего Севера и человек. – М. : Наука, 1985. – С. 205–230.
114. Дубина Д. В. Географічна структура флори водойм України / Д. В. Дубина, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1984. – т. 41. – № 6. – С. 1–7.
115. Дубина Д. В. Рослинність придунайських озер та її охорона / Д. В. Дубина // Укр. ботан. журн. – 1987. – Т. 44. – № 6. – С. 77–81.
116. Дубина Д. В. Сучасний стан та основні завдання гідроботаніки в Україні / Д. В. Дубина // Чорноморський ботан. журн. – 2005. – Т. 1. – № 1. – С. 19–38.

117. Дубняк С. С. Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ / С. С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.10. – С. 20–35.
118. Дылис Н. В. О горизонтальной структуре лесных биогеоценозов / Н. В. Дылис, А. И. Уткин, И. М. Успенская // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1964. – Т.69. – № 4. – С. 65–72.
119. Дылис Н. В. Основы биогеоценологии / Н. В. Дылис. – М. : МГУ, 1978. – 151 с.
120. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза / Н. В. Дылис. – М. : Наука, 1969. – 56 с.
121. Дьяченко Т. Н. Макрофиты водоема-охладителя Хмельницкой АЭС / Т. Н. Дьяченко // Гидробиол. журн. – 2008. – Т. 44. – № 4. – С. 24–30.
122. Дьяченко Т. Н. Макрофиты водоема-охладителя Чернобыльской АЭС / Т. Н. Дьяченко, О. И. Насвит // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41. – № 3. – С. 9–30.
123. Егоров А. П. Способы модернизации базових классификаций антропогенных ландшафтов / А. П. Егоров, В. В. Козин // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия : География и геоэкология. – 2006. – № 2. – С. 25–30.
124. Елпатьевский П. В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах / П. В. Елпатьевский. – М. : Наука, 1993. – 252 с.
125. Ефремов А. Н. Экобиоморфа телореза обыкновенного *Stratiotes abides* L. (Hydrocharitaceae) в Западно-Сибирской части ареала / А. Н. Ефремов, Б. Ф. Свириденко // Биология внутренних вод. – 2008. – № 3. – С. 29–34.
126. Ємельянова С. М. Порівняльно-структурний аналіз вищої водної флори долини верхньої та середньої течії р. Південний Буг / С. М. Ємельянова // Чорноморський ботан. журн. – 2009. – № 3. – С. 376–383.
127. Жуков С. П. Состояние растительного покрова техногенных экотопов Донецкой области / С. П. Жуков / Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2007. – С. – 251–261.
128. Зайцев Г. А. Лесная рекультивация / Г. А. Зайцев, Л. В. Моторина, В. И. Данько. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 130 с.
129. Залетаев В. С. Экотоновые экосистемы как географическое явление и проблемы экотонизации биосферы / В. С. Залетаев // Современные проблемы географии экосистем. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – С.53–55.
130. Заморій П. К. Четвертинні відклади Української РСР / П. К. Заморій. – К. : Вид-во Київського ун-ту, 1961. – 550 с.
131. Заугольнова Л. Б. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки / Л. Б. Заугольнова,

- Т. Ю. Браславская (отв. ред.). – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 383 с.
132. Зверковский В. Н. Биоэкологическое обоснование лесной рекультивации нарушенных земель / В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – С. 112–124.
133. Зеров К. К. Некоторые особенности будущего Каневского водохранилища и возможное развитие в нем растительности / К. К. Зеров // Гидробиол. журн. – 1966. – № 6. – С. 16–21.
134. Зеров К. К. Формирование растительности и зарастание водохранилищ Днепровского каскада / К. К. Зеров. – К. : Наук. думка, 1976. – 140 с.
135. Зилов Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем) / Е. А. Зилов. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 147 с.
136. Иванова И. Ю. Высшая водная растительность Киевского и Каховского водохранилищ после аварии на ЧАЭС / И. Ю. Иванова, З. О. Широкая, И. В. Паньков // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33. – № 1. – С. 97–111.
137. Ипатов В. С. Метод анализа функциональной структуры растительного сообщества / В. С. Ипатов, В. Х. Лебедева, М. Ю. Тиходева, Е. Н. Журавлева // Ботан. журн. – 2010. – Т. 95. – № 1. – С. 117–128.
138. Ипатов В. С. Некоторые аспекты изучения функциональной структуры луговых фитоценозов / В. С. Ипатов, В. Х. Лебедева, М. Ю. Тиходева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14 – № 1(5). – 1252–1256 с.
139. Исаченко А. Г. О двух трактовках понятия «культурный ландшафт» / А. Г. Исаченко // Изв. Всесоюз. Геогр. общ-ва. – 1974. – Т. 106. – № 1. – С. 70–76.
140. Иванов Є. А. Ландшафти гірничопромислових територій / Є. А. Иванов. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 334 с.
141. Інструктивні вимоги з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень. Видання друге, уточнене і доповнене. – К. : НАУ, 2004. – 71 с.
142. Кабанов Н. М. Химическая и санитарно-биологическая роль макрофитов в Клязьминском водохранилище / Н. М. Кабанов // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. – 1961. – Т. 11. – С. 361–369.
143. Кабиров Р. Р. Альтестирование и альгоиндикация (методические аспекты, практическое использование) / Р. Р. Кабиров. – Уфа : Изд. Башк. пед. ун-та, 1995. – 125 с.
144. Калесник С. В. Основы общего земледения / С. В. Калесник. – М. : Учпедгиз, 1955. – 472 с.

145. Калинин М. И. Лесные мелиорации в условиях эрозионного рельефа / М. И. Калинин. – Львов : Изд-во при Львов. Ун-те, 1982. – 279 с.
146. Калининченко Н. П. Противоэрозионная лесомелиорация / Н. П. Калининченко, И. Г. Зыков. – М. : Агропромиздат, 1986. – 279 с.
147. Калінін М. І. Лісове коренезнавство / М. І. Калінін, М. М. Гузь, Ю. М. Дебринюк. – Львів : ТЗОВ Престиж Інформ, 1998. – 335 с.
148. Камзіст Ж. С. Гідроєкологія України / Ж. С. Камзіст, О. Л. Шевченко. – К. : Фірма «Інкос», 2009. – 614 с.
149. Капелькина Л. П. Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов / Л. П. Капелькина. – СПб. : Наука, 1993. – С. 29 – 42.
150. Карманова И. В. Пространственная структура сложных сосняков / И. В. Карманова, Т. Н. Судницына, Н. А. Ильина. – М : Наука, 1987. – 199 с.
151. Касьянов А. Е. Гидротехнические мелиорации лесных земель / А. Е. Касьянов. – М. : МГУЛ, 2000. – 83 с.
152. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР / В. М. Катанская. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
153. Катанская В. М. Растительность водохранилищ-охладителей тепловых электростанций Советского Союза / В. М. Катанская. – Л. : Наука, 1979. – 277 с.
154. Кашина В. А. Формирование гидрогеохимического состава техногенных озер на примере Кивдо-Райчихинского бурогоугольного месторождения Амурской области и их экологическое состояние : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. геол.-минерал. наук : спец. 04.00.02 «Геохимия», 03.00.16 – «Экология» / В. А. Кашина. – Благовещенск, 1999. – 27 с.
155. Квасов Д. Д. Возрастно-генетическая классификация котловин озер Северной и Центральной Евразии / Д. Д. Квасов // Изв. ВГО, 1986. – Т. 118. – Вып. 6. – С. 487–492.
156. Киреева Е. В. Влияние глубины произрастания на строение листа морской травы *Zostera marina L.* / Е. В. Киреева // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 33–38.
157. Кирильчук А. А. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся / А. А. Кирильчук, С. П. Позняк. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 180 с.
158. Климентов П. П. Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых ч. I / П. П. Климентов, А. А. Овчинников. – М. : Недра, 1966. – 200 с.
159. Климентов П. П. Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых ч. II / П. П. Климентов, А. А. Овчинников. – М. : Недра, 1966. – 380 с.
160. Клоков В. М. Растительность водоемов зоны влияния водохозяйственного комплекса Дунай-Днепр / В. М. Клоков // Гидробиология

Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья. – К. : Наукова думка, 1986. – С. 89–105.

161. Коваленко М. С. Роль донных отложений в формировании кислородного режима озер / М. С. Коваленко // История озер. Рациональное использование и охрана озерных водоёмов. – Минск : Изд-во Минского ун-та, 1989. – С. 382–383.

162. Козин В. В. Опорная классификация ландшафтов севера Западно-Сибирской низменности (на примере Уренгойского НГКМ) / В. В. Козин, Д. М. Марьянских // Проблемы географии и экологии Западной Сибири. – Тюмень : ТГУ, 1996. – С. 47–59.

163. Кокин К. А. О влиянии некоторых погруженных макрофитов на процессы самоочищения хозяйственной бытовой сточной жидкости в лабораторных условиях / К. А. Кокин, Д. И. Ананьева, Т. Н. Иванова // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1965. – Т. 70. – Вып. 2. – С. 140–141.

164. Кокин К. А. О роли погруженных макрофитов в самоочищении воды / К. А. Кокин // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. – 1964. – Т. 14. – С. 52–68.

165. Кокин К. А. О фильтрационной роли высшей водной растительности в процессах самоочищения реки Москвы / К. А. Кокин // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1962. – Т. 67. – Вып. 1. – С. 151–154.

166. Кокин К. А. Экология высших водных растений / К. А. Кокин. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 157 с.

167. Колесников Б. П. О научных основах биологической рекультивации техногенных ландшафтов / Б. П. Колесников // Проблемы рекультивации земель в СССР. – Новосибирск : Наука, 1974. – С. 12–25.

168. Колесников Б. П. Рекультивация техногенных ландшафтов / Б. П. Колесников // Человек и среда обитания. – Л. : Географиз, 1974. – С. 18–25.

169. Колтун О. В. Вступ до геоморфології : навч. посібн. / О. В. Колтун. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 80 с.

170. Комендар В. И. Водная и прибрежно-водная растительность водоемов Ужгородского и Береговского районов / В. И. Комендар // Об охране природы Карпат. – Ужгород : Карпати, 1973. – С. 31–40.

171. Кондратюк Е. Н. Исследования и практика рекультивации нарушенных земель в Донбассе / Е. Н. Кондратюк // Интродукция и акклиматизация растений. – 1985. – Вып. 3. – С. 3–6.

172. Константинов А. С. Общая гидробиология / А. С. Константинов. – М. : Высш. школа, 1079. – 480 с.

173. Коньсбаева Д. Т. Естественное зарастание отвалов предприятий железорудной промышленности в Северном Казахстане / Д. Т. Коньсбаева //

Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – С. 221–226.

174. Копій Л. І. Динаміка лісистості та роль лісів у послабленні ерозійних процесів земельних угідь західного регіону України / Л. І. Копій // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-воУкрНДІЛГА. – 2001. – Вип. 99. – С. 63–69.

175. Копій Л. І. Експрес-тестування та оптимізація фітомеліорантів девастованих ландшафтів Яворівського ГПП / Л. І. Копій, В. І. Мокрий, В. П. Оліферчук // Зб. матеріалів І Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – с.41–42.

176. Корелякова И. Л. Растительность Кременчугского водохранилища / И. Л. Корелякова. – К. : Наукова думка, 1977. – 197 с.

177. Корелякова И. Л. Растительный покров мелководий зоны Киевского водохранилища / И. Л. Корелякова // Киевское водохранилище. – К. : Наук. думка, 1972. – С. 135–155.

178. Коронатова Н. Г. Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в северной тайге Западной Сибири : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.27 «Почвоведение» / Н. Г. Коронатова. – Новосибирск, 2004. – 23 с.

179. Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф. В. Котлов. – М. : Недра, 1978. – 263 с.

180. Кочеткова А. И. О некоторых закономерностях накопления тяжёлых металлов высшей водной растительностью на Волгоградском водохранилище / А. И. Кочеткова // Вестник ВолГУ. Серия 3 «Экономика. Экология». – 2012. – № 1 (20). – С. 305–309.

181. Кочеткова А. И. Особенности накопления взвешенных веществ водными растениями *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L. Волгоградского водохранилища / А. И. Кочеткова // Вода: химия и экология. – 2012. – № 8. – С. 64–68.

182. Краснова А. Н. Структура гидрофильной флоры техногенно трансформированных водоемов Северо-Двинской водной системы / А. Н. Краснова. – Рыбинск : ОАО «Рыбинский дом печати», 1999. – 200 с.

183. Красовский Г. Я. Аэрокосмический мониторинг поверхностных вод / Г. Я. Красовский. – Л. : ВНИИКАМ, 1992. – 231с.

184. Красовский Г. Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г. Я. Красовский, В. А. Петросов. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 1999. – 205 с.

185. Красовський Г. Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем із застосуванням геоінформаційних технологій / Г. Я. Красовський. – К. :

Інтертехнологія, 2008. – 480 с.

186. Круть И. В. Очерки истории представлений о взаимоотношении природы и общества: (Общенаучные и геолого-географические аспекты) / И. В. Круть, И. М. Забелин. – М. : Наука, 1988. – 414 с.

187. Кузьмичев А. И. Гигрофильная флора юго-запада Русской равнины и ее генезис / А. И. Кузьмичев ; под ред. В. И. Парфенова. – СПб. : Гидрометеоздат, 1992. – 216 с.

188. Кукурудза С. І. Біогеографія / С. І. Кукурудза. – Львів : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 504 с.

189. Куприянов А. Н. Поселение растений на отвалах вскрыши / А. Н. Куприянов, Ю. А. Манаков // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 1995. – С. 222–228.

190. Курганевич Л. П. Структура транскордонної річкової системи Західного Бугу та її багаторічна динаміка / Л. П. Курганевич // Вісник Львівського ун-ту. Серія : Географія. – 1997. – Вип. 20. – С.41–45.

191. Кучерявий В. П. Витоки і шляхи розвитку урбоекології та фітомеліорації як нових екологічних дисциплін / В. П. Кучерявий // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.5 – С. 16–22.

192. Кучерявий В. П. Загальна екологія : підручник / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2010. – 520 с.

193. Кучерявий В. П. Рекультивация та фітомеліорація. Навчально-методичний посібник / В. П. Кучерявий, Я. В. Генік, А. П. Дида, М. М. Колодко. – Львів : Світ, 2006. – 116 с.

194. Кучерявий В. П. Фітомеліорація: навч. посібник / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2003. – 540 с.

195. Кучерявий В. П. Фітоценогічна структура сосняків Малого Полісся / В. П. Кучерявий, К. С. Брунець, Р. І. Мисяк, В. В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.14. – С. 18–21.

196. Лавний В. В. Історія лісівничих досліджень у Малому Поліссі / В. В. Лавний, Р. М. Кравчук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.3. – С. 58 – 62.

197. Лаптев А. А. Охрана и оптимизация окружающей среды методами ландшафтной архитектуры и фитомелиорации / А. А. Лаптев. – М. : ЦП НТО коммунального хозяйства 1985. – 50 с.

198. Левитес Я. М. Общая геология / Я. М. Левитес. – М. : Недра, 1986. – 270 с.

199. Линник П. М. Кисневий режим Канівського водосховища і можливі шляхи його поліпшення в критичних умовах / П. М. Линник, О. В. Тімченко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 251. – С. 112– 118.

200. Линник П. Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции / П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1999. – № 1. – С. 22–41.
201. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л. : Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.
202. Лисовицкая О. В. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения / О. В. Лисовицкая, В. А. Терехова // Доклады по экологическому почвоведению. – 2010. – № 1. – С. 1–18.
203. Литоральная зона Онежского озера / отв. ред. И. М. Распопов. Л. : Наука, 1975. – 244 с.
204. Мазинг В. В. Теоретические и методические проблемы изучения структуры растительности / В. В. Мазинг. – Тарту, 1969. – 69 с.
205. Мазур А. Е. Структура и рекультивация ландшафтов Криворожья / А. Е. Мазур, Н. Г. Сметана // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург : УрО РАН, 1996. – С 14–16.
206. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / [Д. В. Дубына, С. М. Стойко, К. М. Сытник и др.]. – К. : Наукова думка, 1993. – 334 с.
207. Малютин Ю. С. История недропользования в России с древних времен до эпохи Петра Первого [Электронный ресурс] / Ю. С. Малютин // Маркшейдерия и недропользование. – 2008. – № 4. – Режим доступа до журн. : <http://www.vipstd.ru/journal/content/view/47/39>.
208. Мануїлова Г. Агроекологічні умови кар'єрно-відвальних ландшафтів ДГХП "Сірка" та формування на них рослинного покриву / Г. Мануїлова // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Розточанський збір – 2000", т. 1. Львів: Меркатор, 2001. – С. 124–128.
209. Мануїлова Г. М. Фітомеліорація девастрованих ландшафтів в умовах Львівщини : дис. ... кандидата с.-г. наук : 06.03.01 / Мануїлова Галина Миколаївна. – Львів, 2004. – 304 с.
210. Марей А. Н. Санитарная охрана водоемов от загрязнения радиоактивными веществами / А. Н. Марей. – М. : Атомиздат, 1975. – 224 с.
211. Маринич А. М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А. М. Маринич, В. М. Пащенко, П. Г. Шищенко. – К. : Наукова думка, 1985. – 223 с.
212. Маринич О. М. Українське Полісся / О. М. Маринич. – К. : Рад. школа, 1962. – 164 с.
213. Маринич О. М. Фізична географія України: Підручник / О. М. Маринич, П. Т. Шищенко. – К. : Знання, 2005. – 511 с.
214. Масюк Н. Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах производственной

- добычи полезных ископаемых / Н. Т. Масюк // Рекультивация земель. – Днепропетровск : ДСХИ, 1974. – С. 62–105.
215. Махонина Г. И. Естественное восстановление и вопросы рекультивации отвалов месторождений огнеупорных глин Южного Урала / Г. И. Махонина, Т. С. Чибрик // Рекультивация земель. – Тарту : ЗО ВАСХНИЛ, 1975. – С. 158–163.
216. Махонина Г. И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала : автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра биол. наук : спец. 03.00.27 «Почвоведение» / Г. И. Махонина. – Екатеринбург, 2004. – 38 с.
217. Махонина Г. И. Процессы естественного восстановления почвенного и растительного покрова на отвалах Магнитогорского железорудного месторождения / Г. И. Махонина, Т. С. Чибрик, И. А. Ужегова // Освоение нарушенных земель. – М. : Наука, 1976. – С. 27–43.
218. Меньшиков Г. И. Итоги экспериментальных работ по рекультивации техногенных земель после разработки месторождений полезных ископаемых / Г. И. Меньшиков // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург : Изд. УрГУ, 2007. – 509–522.
219. Мережко А. И. Влияние высших водных растений на качество воды / А. И. Мережко // Гидробиол. журн. – 1980. – № 6. – С. 93–94.
220. Мережко А. И. Роль высших водных растений в самоочищении водоемов / А. И. Мережко // Гидробиол. журн. – 1973. – № 4. – С. 118–125.
221. Мережко А. И. Эколого-физиологические особенности высших водных растений и их роль в формировании качества воды / А. И. Мережко // Физиология растений. – 1991. – Т. 32. – № 2. – С. 282–287.
222. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. Л. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.] ; за ред. В. Д. Романенка. – К. : ЛОГОС, 2006. – 408 с.
223. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / За ред. А. В. Яцика. – К. : Оріяни, 2004. – 128 с.
224. Мильков Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли / Ф. Н. Мильков. – М. : Мысль, 1970. – 208 с.
225. Мильков Ф. Н. Общее землеведение: Учеб. для студ. географ. спец. вузов / Ф. Н. Мильков. – М. : Высш. шк., 1990. – 335 с.
226. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф. Н. Мильков. – М. : Мысль, 1973. – 224 с.
227. Мингазова Н. М. Подходы к созданию универсальной лимно-экологической классификации / Н. М. Мингазова, А. И. Галеева // Вода: химия и экология. – 2011. – № 1. – с. 71–75.
228. Миркин Б. М. Закономерности развития растительности речных пойм / Б. М. Миркин. – М. : Наука, 1974. – 174 с.

229. Миркин Б. М. О «нише» сравнительной флористики в современной науке о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова // Журнал общей биологии. – 1996. – Т. 57. – № 3. – с. 399–409.
230. Миркин Б. М. Современное состояние основных концепций науки о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова. – Уфа, АН РБ, Гилем, 2012. – 488 с.
231. Миркин Б. М. Теоретические основы современной фитоценологии / Б. М. Миркин. – М. : Наука, 1985. – 136 с.
232. Миркин Б. М. Толковый словарь современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг. – М. : Наука, 1983. – 133 с.
233. Миронова С. И. Динамика растительности техногенно нарушенных территорий Южной Якутии и возможности управления ею / С. И. Миронова // Наука и образование. – Якутск : АН РС (Я), 1996. – № 4. – С. 140–148.
234. Митропольський О. Ю. Техногенез і геодинаміка як фактори впливу на геологічне середовище території України / О. Ю. Митропольський, М. Г. Демчишин, Є. О. Яковлев // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 4. – С. 5–14.
235. Міхович А. Г. Водоохоронні лісонасадження / А. Г. Міхович. – К. : Урожай, 1986. – 142 с.
236. Моторина Л. В. О связях растительности с грунтами при естественном зарастании отвалов в Подмосковном угольном бассейне / Л. В. Моторина, Г. И. Ижевская // Восстановление земель после промышленных разработок. – М. : Колос, 1967. – С. 31–42.
237. Моторина Л. В. Опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов в СССР и зарубежных странах / Л. В. Моторина // Обзорная информация ВНИИТЭИСХ, 1975. – С. 18–46.
238. Моторина Л. В. Промышленность и рекультивация земель / Л. В. Моторина, В. А. Овчинников. – М. : Мысль, 1975. – 238 с.
239. Моторина Л. В. К вопросу о типологии и классификации техногенных ландшафтов / Л. В. Моторина // Научные основы охраны природы. – 1975. – Вып. III. – С. 5–30.
240. Муха Б. П. Подходы к районированию, генезис и структура ландшафтов Малого Полесья / Б. П. Муха // Физическая география и геоморфология. – 1981. – Вып. 26. – С. 15–20.
241. Мшанецька Н. В. Аналіз флори Малого Полісся (Україна) (з використанням комп'ютерних баз даних) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.01 «Ботаніка» / Н. В. Мшанецька. – К., 1995. – 24 с.
242. Мякишева Н. В. Многокритериальная классификация озер / Н. В. Мякишева. – СПб. : Изд. РГГМУ, 2009. – 160 с.

243. Мязметс А. А. Рдест – *Potamogeton L.* / А. А. Мязметс // Флора европейской части СССР. – Л. : Наука, 1979. – Т.4. – С.176–192.
244. Научные основы оптимизации лесистости на водозборах и рекомендации по ее формированию. Научно-техническая информация в лесном хозяйстве. – Минск, 2006. – № 9. – С. 19–38.
245. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році / Ю. І. Бистрякова, А. І. Стащук. – К. : Центр екологічної інформації, 2011. – 254 с.
246. Никаноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никаноров. – С-Пб. : Гидрометеоздат, 2001. – 447 с.
247. Овражная эрозия / под ред. проф. Р. С. Чалова. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 167 с.
248. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
249. Олійник Л. В. Історія досліджень водної рослинності Лівобережного Лісостепу: сучасний стан та завдання / Л. В. Олійник // Фітосоціологія. 100 років наукового напрямку. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – С. 97–100.
250. Определитель высших растений Украины / [Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин, А. И. Барбарич] ; отв. ред. Ю. Н. Прокудин. [2-е изд. стереот.]. – К. : Фитосоциоцентр, 1999. – 546 с.
251. Осадчий В. І. Кисневий режим поверхневих вод України / В. І. Осадчий, Н. М. Осадча // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 265–285.
252. Павловский Е. С. Лесоводственные меры ухода за защитными насаждениями / Е. С. Павловский // Справочник агролесомелиоратора. – М. : «Лесная промышленность», 1971. – С. 180–202.
253. Панас Р. М. Рациональне використання та охорона земель / Р. М. Панас. – Львів: Новий Світ-2000, 2008. – 352 с.
254. Панас Р. М. Рекультивация земель / Р. М. Панас. – Львів: Новий світ – 2000, 2007. – 224 с.
255. Панас Р. Н. Агроэкологические основы рекультивации земель. (На примере месторождений серы Предкарпатского бассейна) / Р. Н. Панас. – Львов : Изд-во при Львовском ун-те, 1989. – 160 с.
256. Папченков В. Г. Ветланды и их исследование в России / В. Г. Папченков // «Гидробиотаника-2000» : тезисы докладов V Всероссийской конференции по водным растениям (пос. Борок, 10 – 13 октября 2000 г.): Борок : ИБВВ, 2000. – С. 342–345.
257. Папченков В. Г. Динамика разнообразия растительного покрова волжских водохранилищ / В. Г. Папченков // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоёмах России. Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2002. – С. 59–78.
258. Папченков В. Г. О ветландах и их классификации / В. Г. Папченков // Четвертая Всероссийская конференция по водным растениям : тезисы

- докладов (пос. Борок, 27 – 30 сентября 1995 г.): Борок : ИБВВ, 1995. – С. 60–62.
259. Папченков В. Г. О переувлажненных землях и их классификации на примере Среднего Поволжья / В. Г. Папченков // Экология. – 1999. – № 2. – С. 126–129.
260. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья / В. Г. Папченков. – Ярославль : ЦМП МУБ и НТ, 2001. – 213 с.
261. Пармузин Ю. П. Генетическая классификация озерных котловин и схема районирования СССР по их родам / Ю. П. Пармузин // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. – Новосибирск : Наука, 1975. – С. 106–114.
262. Паулюквичус Г. Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов / Г. Б. Паулюквичус. – М. : Наука, 1989. – 215 с.
263. Петрова Л. М. Структурне різноманіття лісів Малого Полісся / Л. М. Петрова, С. В. Петров, І. М. Пацура // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.8. – С. 80–87.
264. Пианка Э. Эволюционная экология / Э. Пианка – М. : Мир, 1981. – 400 с.
265. Пилипенко О. І. Лісові меліорації / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський, С. М. Дударець, В. М. Малюга ; за ред. В. Ю. Юхновського. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 283 с.
266. Пилипенко О. І. Системи захисту ґрунтів від ерозії / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський, М. М. Ведмідь. – К. : «Златояр», 2004. – 435 с.
267. Плюснин А. М. Природные гидрогеологические системы, формирование химического состава и реакция на техногенное воздействие (на примере Забайкалья) / А. М. Плюснин, В. И. Гунин. – Улан-Удэ : изд-во БНЦ СО РАН, 2001. – 137 с.
268. Поздній Є. В. Особливості природно-техногенних водойм Криворіжжя / Є. В. Поздній // Географічні дослідження Кривбасу. Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоекологія, історична географія, інформаційна географія, туризм, викладання географії: Матеріали кафедральних науково-дослідних тем. Вип. 5. – Кривий Ріг: Видавничий центр, 2010 – С.140–143.
269. Поздній Є. В. Природно-техногенні озера у відпрацьованих кар'єрах Кривбасу / Є. В. Поздній, В. Л. Казаков // Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та геології : матеріали Третьої міжнародної наукової конференції. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2011. – С.95–102.
270. Поздній Є. В. Таксономічний аналіз вищої водної та прибережно-водної рослинності природно-техногенних водойм Криворіжжя / Є. В. Поздній // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – № 2. – С. 227–238.
271. Позняк С. П. Професор Гоголев І. М. та розвиток ґрунтознавчо-географічної науки / С. П. Позняк, Я. М. Біланчин // Генеза, географія та

- екологія ґрунтів. Збірник наукових праць. – Львів : Вид-во Львівського ун-ту, 1999. – С. 16–19.
272. Пойкер Х. Культурний ландшафт: формирование и уход / Х. Пойкер; [пер. с нем. В. В. Цветкова]. – М. : Агропромиздат, 1987. – 175 с.
273. Полевая геоботаника / под общ. ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. – Т. III. – М.-Л. : Наука, 1964. – 530 С.
274. Попадюк Р. В. Восточноевропейские широколиственные леса / Р. В. Попадюк. – М : Наука, 1994. – 364 с.
275. Попович В. В. Фітомеліорація затухаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.01 / Попович Василь Васильович. – Львів, 2011. – 233 с.
276. Посудін Ю. І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища / Ю. І. Посудін. – К. : Світ, 2003. – 288 с.
277. Потахин М. С. Обзор классификаций водоемов Карелии / М. С. Потахин // Водная среда Карелии: исследование, использование, охрана. – Петрозаводск : «Копистар», 2006. – С. 16–21.
278. Природа Львівської області / за ред. К. І. Геренчука. – Львів : Вид-во Львівського університету, 1972. – 151 с.
279. Природа Рівненської області / за ред. К.І. Геренчука. – Львів : Вища школа, 1976. – 156 с.
280. Природа Тернопільської області / за ред. К. І. Геренчука. – Львів: Вища школа, 1979. – 167 с.
281. Природа Украинской ССР. Климат / [В. Н. Бабиченко, М. Б. Барабаш, К. Т. Логвинов и др.] – К. : Наукова думка, 1984. – 232 с.
282. Природа Украинской ССР. Почвы / [Н. Б. Вернандер, И.Н. Гоголев, Д. И. Ковалишин и др.]; под. ред. Н. Б. Вернандер, Д. А. Тютюнник. – К. : Наукова думка, 1986. – 227 с.
283. Природа унікального краю – Малого Полісся / [Т. Л. Андрієнко, Л. С. Юглічек, О. І. Прядко та ін.]; під ред. Т. Л. Андрієнко. – Кам'янець-Подільський : Видавництво ПП Мошинського В.С., 2010. – 252 с.
284. Природа Хмельницької області / за ред. К. І. Геренчука. – Львів : Вища школа, 1980. – 152 с.
285. Пузырева Н. Р. Формирование фитоценозов высших водных растений в искусственных водоемах (прудах) Донбасса : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 – «Экология» / Н. Р. Пузырева. – Днепропетровск, 1988. – 17 с.
286. Пуртова Л. Н. Запасы растительного органического вещества и процессы гумусоаккумуляции в почвах техногенных ландшафтов на юге Приморья / Л. Н. Пуртова, Л. А. Сибирина, О. В. Полохин // Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2012. – № 3. – С. 535–538.

287. Работнов Т. А. История геоботаники / Т. А. Работнов. – М. : Аргус, 1995. – 158 с.
288. Работнов Т. А. Фитоценология. 3-е издание / Т. А. Работнов. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 350 с.
289. Разумовский С. М. Закономерности динамики биоценозов / С. М. Разумовский. – М. : «Наука», 1981. – 232 с.
290. Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР / И. М. Распопов. – Л. : Наука, 1985. – 199 с.
291. Распопов И. М. О некоторых понятиях гидробиологии / И. М. Распопов. – Гидробиол. журн. – 1978. – т. 14. – № 3. – С. 70–78.
292. Распопов И. М. Гидробиологические процессы в водоемах / И. М. Распопов, С. Гейны. – Л. : Наука, 1983. – 243 с.
293. Россолимо Л. Л. Основы типизации и лимнологического районирования / Л. Л. Россолимо // Накопление вещества в озерах. – М. : Наука, 1964. – С. 5–46.
294. Рубан С. А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України / С. А. Рубан, М. А. Шинкаревський. – К. : УкрДГРІ, 2005. – 572 с.
295. Рубель О. Е. Экология ветландов / О. Е. Рубель. – Кишинев : Есо-TIRAS, 2009. – 252 с.
296. Рудько Г. І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових та нафтогазових комплексів / Г. І. Рудько, Л. С. Шкіца. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2001. – 528 с.
297. Русанов В. В. Рекультивация техногенных водоемов на примере месторождения Межевая Утка / В. В. Русанов, Е. В. Зыкина, И. А. Гаранина // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – С. 405–409.
298. Русанов В. В. Состояние отдельных компонентов водных биогеоценозов при разработке россыпных месторождений дражным способом / В. В. Русанов, А. Я. Зюсько, Е. Н. Ольшванг – Свердловск : УрО АН СССР, 1990. – 122 с.
299. Садчиков А. П. Экология прибрежно-водной растительности / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – М. : Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.
300. Садчиков А. П. Гидробиология : прибрежно-водная растительность / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – М. : Academia, 2005. – 239.
301. Саламатова Н. А. Сравнительный анализ флористического состава сообществ на отвалах угольных разрезов ПО "Приморскуголь" / Н. А. Саламатова, Г. С. Плоско // Растительность и промышленная среда. – Свердловск : УГУ, 1992. – С. 78–94.
302. Салюк М. Чинники формування дерново-підзолистих ґрунтів, підстелених щільними карбонатними породами на території Малого Полісся

- / М. Салюк // Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. – 2007. – № 2. – с. 75–77.
303. Самойленко В. Н. Факторы, определяющие обмен кислородом между водоемами и атмосферой (на примере устьевой области Днепра) / В. Н. Самойленко // Гидробиологич. журн. – 1988. – № 4. – С.101–104.
304. Самойлова Е. М. Почвообразующие породы / Е. М. Самойлова. – М. : Изд-во Моск. Ун-та, 1983. – 173 с.
305. Сахаров М. И. Элементы лесных биогеоценозов / М. И. Сахаров // ДАН СССР. – 1950. – Т.71. – № 3. – С. 507–560.
306. Свидницький Б. Осушувальні меліорації та їхній вплив на трансформацію ґрунтів Малого Полісся / Б. Свидницький // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 377–381.
307. Свинко Й. М. Про роль неотектонічних рухів у формуванні рельєфу Малого Полісся / Й. М. Свинко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Географія. – 1988. – С.17–20.
308. Семеніхіна К. А. Прибережно-водна і водна флора р. Десни і водойм її заплави в межах УРСР / К. А. Семеніхіна // Укр. ботан. журн. – 1982. – Т. 39, № 1. – С. 34–36.
309. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А. Д. Семенов. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
310. Словарь ботанических терминов / под. ред. И. А. Дудки. – К. : Наукова думка, 1984. – 307 с.
311. Сметана О. М. Антропогенна трансформація біогеоценозів Кривбасу (біоіндикація, відновлення, управління) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / О. М. Сметана. – Дніпропетровськ, 2003. – 21 с.
312. Смирнова Н. Н. Аккумулирующая способность высших водных растений устьевых областей рек северо-западного Причерноморья / Н. Н. Смирнова. – К. : Наукова думка, 1986. – 151 с.
313. Смирнова Н. Н. Макрофиты и их роль в процессах седиментации и транзита веществ из воды в донные отложения / Н. Н. Смирнова // Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. – Л. : Наука, 1984. – С.133–139.
314. Соболев С. С. Эрозия почв СССР и борьба с нею / С. С. Соболев. – М. : Изд-во МЛТИ, 1973. – 98 с.
315. Соловей В. Б. Почвенно-климатические особенности Полесья и Лесостепи Украины / В. Б. Соловей, В. А. Величко // Аграрная наука. – 1998. – № 4. – С. 29 – 30.
316. Соловьева В. В. Современное представление об экотонах или теория экотонів / В. В. Соловьева, Г. С. Розенберг // Успехи современной биологии. – 2006. – Т.126. – № 6. – С.531–549.

317. Сочава В. Б. Растительные сообщества и динамика природных систем / В. Б. Сочава // Доклады Ин-та геогр. Сиб. и Дальнего Востока. – 1968. Вып. 20. – С. 12–22.
318. Стецюк К. В. Ретроспективний погляд на історію взаємин у системі «людина – природа» / К. В. Стецюк // Електронне наукове видання «Науковий вісник Донбасу». – 2010. – № 4 (12). – Режим доступу до журн. : <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN12/10skvslp.pdf>.
319. Стифеев А. И. Биологическая рекультивация нарушенных земель Центрального Черноземья – основной путь создания устойчиво техногенных ландшафтов Курской магнитной аномалии / А. И. Стифеев, Е. А. Бессонова // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург : Изд. УрГУ, 2007. – С. 588–596.
320. Структурная организация растительности техногенно-измененных ландшафтов южного Криворожского бассейна / [Ю. В. Ярошук, Н. Г. Сметана, А. Н. Сметана та ін.] // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2007. – С. – 812–826.
321. Струтинський О. В. Динаміка видового різноманіття та формування лісорослинних умов на рекультивованих землях Житомирського Полісся / О. В. Струтинський, І. Т. Гулик // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2012. – Вип. 121. – С. 122–128.
322. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней / Г. П. Сурмач. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.
323. Тарчевский В. В. Естественная растительность отвалов при открытой добыче каменного угля в Кузбассе / В. В. Тарчевский, Т. С. Чибрик // Растения и промышленная среда. – Свердловск : УГУ, 1970. – С. 65–77.
324. Тарчевский В. В. К вопросу о выделении новой отрасли знаний промышленной ботаники / В. В. Тарчевский // Охрана природы на Урале. – 1969. – Вып. 7. – С. 14–29.
325. Тарчевский В. В. Классификация промышленных отвалов / В. В. Тарчевский // Охрана природы на Урале. – 1970. – Вып. 7. – С. 84–89.
326. Теоретические вопросы классификации озер / под ред. Н. П. Смирнова. – Спб.: Наука, 1993. – 185 с.
327. Тихомиров В. Н. Геоботаника / В. Н. Тихомиров. – Минск : БГУ, 2006. – 188 с.
328. Ткач В. П. Заплавні ліси Лівобережної України та наукові основи господарювання в них : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.03.03 – «Лісівництво і лісівництво» / В. П. Ткач. – Львів, 1999. – 36 с.

329. Ткач В. П. Оптимальна водоохоронна лісистість водозборів середньої течії річки Сіверський Донець / В. П. Ткач, В. В. Горошко, Н. П. Купріна // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2008. – Вип. 114. – С. 21–27.
330. Токарь О. Е. Фитомасса и продуктивность макрофитов реки Ишим на тюменском участке / О. Е. Токарь // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения». [Электронный ресурс] – Электр. журн. – Тюмень : Изд-во ИПОС СО РАН. – 2005. – № 5. – Режим доступа до журн. : <http://www.ipdn.ru/rics/ve2/index.htm>.
331. Томилина И. И. Донные отложения как объект токсикологических исследований (обзор) / И. И. Томилина, В. Т. Комов // Биология внутренних вод. – 2002. – № 2. – С. 20–26.
332. Травлев А. П. Научные основы техногенной биогеоценологии / А. П. Травлев // Биогеоценологические исследования техногенных ландшафтов степной Украины. – Днепропетровск : ДГУ, 1989. – С. 4–9.
333. Трасс Х. Х. Геоботаника: история и современные тенденции развития / Х. Х. Трасс. – Л. : Наука, 1976. – 257 с.
334. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, О. М. Петренко, П. Г. Шищенко // Укр. географ. журн. – 2003. – № 1. – С 16–20.
335. Узбек І. Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.16 „Екологія” / І. Х. Узбек. – Дніпропетровськ, 2001. – 36 с.
336. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М. : Прогресс, 1980. – 326 с.
337. Уиттекер Р. Эволюция и измерение видового разнообразия / Р. Уиттекер // Антология экологии : состав. и коммент. чл.-корр. РАН Г. С. Розенберга. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2004. – 394 с.
338. Уранов А. А. Фитогенное поле / А. А. Уранов // Проблемы современной ботаники. – 1965. – Т. 1. – С.251–254.
339. Федотов В. И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика / В. И. Федоров. – Воронеж : Изд. ВГУ, 1985. – 192 с.
340. Федотов В. И. Естественные фитоценозы техногенных ландшафтов Курской магнитной аномалии / В. И. Федотов // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. – Свердловск : УрГУ, 1984. – С. 22–29.
341. Федотов В. И. Техногенез и техногенный рельеф центра Русской равнины / В. И. Федотов, С. В. Федотов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. – 2004. – № 1. С. 99–105.
342. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под. ред. В. П. Попова, А. М. Маринича, А. И. Ланько. – К. : Київ. ун-т, 1968. – 683 с.

343. Филиппова К. А. Формы нахождения тяжелых металлов в донных осадках рек на бакальском железорудном поле (Южный Урал) / К. А. Филиппова // Минералогия техногенеза. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. – С. 250–253.
344. Фисенко Г. П. Дренаж карьерных полей / Г. П. Фисенко, В. А. Мироненко. – М. : Недра, 1972. – 184 с.
345. Франчук Г. М. Моніторинг стану атмосферного повітря зони аеропорту на підставі результатів досліджень атмосферних опадів / Г. М. Франчук, А. М. Антонов, С. М. Маджд, Н. В. Рахімбердіна // Вісник НАУ. – 2005. – № 3. – С. 164–167.
346. Хаецкий Г. С. Водні антропогенні ландшафти / Г. С. Хаецкий // Середнє Побужжя : за ред. Г. І. Денисика. – Вінниця : Гіпаніс, 2002. – С. 187–199.
347. Хрик В. М. Протиерозійні властивості соснових насаджень на яружно-балкових системах центральної частини Придніпровського правобережного лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.03 – «Лісознавство і лісівництво» / В. М. Хрик – К., 2011. – 24 с.
348. Царегородцева А. Г. Геоэкологические особенности экотонных геокомплексов озерно-речной системы / А. Г. Царегородцева, И.В. Сидорова – Павлодар : Кереку, 2012. – 67 с.
349. Чибрик Т. С. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель / Т. С. Чибрик, М. А. Глазырина. – Екатеринбург : УГУ, 2008. – 196 с.
350. Чибрик Т. С. Некоторые закономерности формирования фитоценозов техногенных ландшафтов Урала / Т. С. Чибрик, М. А. Шмелева // Растительность и промышленная среда. – Свердловск : УГУ, 1992. – С. 157–197.
351. Чиж О. Природа Малого Полісся: своєрідність та проблеми охорони / О. Чиж // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.– 2010. – № 1. – С. 144–148.
352. Чорна Г. А. Систематичний і екологічний аналіз вищої водної флори басейну р. Сіверський Донець / Г. А. Чорна // Укр. ботан. журн. – 1982. – Т. 39, № 5 – С. 12–17.
353. Чорна Г. А. Рослини наших водойм (Атлас-довідник) / Г. А. Чорна. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 134 с.
354. Шанда В. И. Теоретические аспекты структуры культурфитоценозов степной зоны / В. И. Шанда // Антропогенные воздействия на лесные экосистемы степной зоны. – Днепропетровск: изд-во ДГУ, 1990. – С. 10–21.
355. Шанда В. І. Адаптивна фіторекультивация та експериментальні сукцесії / В. І. Шанда, Н. В. Ворошилова // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – № 2. – С. 35–44.

356. Шанда В. І. Техногенна біогеоценологія та типологічна періодична система техногенних екотопів / В. І. Шанда // Грунтознавство. – 2011. – Т. 12. – № 1–2. – С. 42–45.
357. Швабенланд И. С. Структура и запасы лабильного органического вещества на отвалах вскрышных пород Изыхского каменноугольного месторождения республики Хакасия / И. С. Швабенланд // Технические науки в России и за рубежом : материалы II междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2012 г.). – М. : Буки-Веди, 2012. – С. 158–161.
358. Шевчук І. О. Приуроченість вищої водної рослинності до озер різної трофності Шацького національного природного парку / І. О. Шевчук, Л. М. Борсукевич, І. С. Хамар // Біологічні Студії. – 2013. – Т. 7 – №1. – С. 149–158.
359. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Стан та перспективи вивчення вищої водної флори і рослинності України / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Д. В. Дубына // Укр. ботан. журн. – 1984. – Т. 41. – № 2. – С. 1–11.
360. Шенников А. П. Введение в геоботанику / А. П. Шенников. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
361. Шестопалов В. М. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях / В. М. Шестопалов, Н. С. Огняник, Н. И. Дробноход. – К. : Наукова думка, 1991. – 528 с.
362. Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П. Г. Шищенко. – К. : Фитосоцицентр, 1999. – 284 с.
363. Шубин В. И. Опыт рекультивации отвалов на карьерах Камыш–Бурунского железнорудного комбината / В. И. Шубин, И. П. Ершин // Горный журнал. – 1969. – № 7. – С. 22–23.
364. Щербаков А. В. Классификации жизненных форм и анализ информации по региональным флорам водоемов / А. В. Щербаков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1994. – Т. 99. – Вып. 2. – С. 70–75.
365. Эйно́р Л. О. Макрофиты в экологии водоема / Л. О. Эйно́р. – М. : Ин-т водных проблем РАН, 1992. – 255 с.
366. Юглічек Л. С. Історія ботанічних досліджень у східній частині Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Науковий вісник НЛТУ України. – 2004. – Вип. 14.8. – С. 62–68.
367. Юркевич Н. В. Геохимия вод и осадков техногенных карьерных озер Салаирского рудного поля : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. геол.-минерал. наук : спец. 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» / Н. В. Юркевич. – Новосибирск, 2009. – 18 с.
368. Якубовский К. Б. Значение высших водных растений в формировании качества воды / К. Б. Якубовский, А. И. Мережка // Формирование и

- контроль качества поверхностных вод. – К. : «Наукова думка», 1976. – С. 136–142.
369. Якутин М. В. Запасы углерода в подземной фитомассе, микроббиомассе и гумусе сухих степей Убсунурской котловины / М. В. Якутин, И. П. Романова // Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина. – М. : Интеллект, 1996. – С. 30–33.
370. Abakumov Evgeniy. Humus accumulation, humification, and humic acid composition in soils of two post-mining chronosequences after coal mining / Evgeniy Abakumov, Tomas Cajthaml, Jiri Brus // *Journal of Soils and Sediments*. – 2013. – № 3. – P. 491–500.
371. Adams W. J. Aquatic safety assessment of chemical sorbed to sediments / W. J. Adams, R. A. Kimerle, R. G. Mosher // *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment*. – Philadelphia : American Society for Testing and Materials. 1985. – P. 429–453.
372. Baltsch H. Wo neue Walder wachsen. / H. Baltsch, G. Winterwerb, L. Dilla, K. Kegel // *Forstl. Rekultiv. der Rheinische Braunkohlenwerke AG*. – Koln, 1969. – S. 32–43.
373. Bastien Y. La theorie des groupes : Application aux eclaircies de futaie reguliere / Y. Bastien, H-J. Otto // *Rev. forest. Fr.* – 1998. – № 3. – P. 251–262.
374. Blair R. D. Groundwater monitoring and contaminant occurrence at an abandoned tailings area, Eliot Lake, Ontario / R. D. Blair, J. A. Cherry, T. P. Lim, A. J. Vivyurka // *Proc. 1st Intern. Conf. Uranium Mine waste disposal*. – 1980. – P. 911–944.
375. Borman R. S. Chemical processes in abounded sulfide tailings dumps and environmental implications for Northeastern NewBrunswick / R. S. Borman, D. M. Watson // *Can. Inst. Mining Metall. Bull.* – 1976. – V. 69. – P. 86–96.
376. Bowell R. Pit lake systematics: a special issue / R. Bowell // *Mine Water and the Environment*. – 2003. – V. 22. – P. 167–169.
377. Bowell R. J. Control of pit-lake water chemistry by secondary minerals, Summer Camp pit, Getchell mine, Nevada / R. J. Bowell, J. V. Parshley // *Chemical Geology*. – 2005. – V. 215. – P. 373–385.
378. Brixel B. Thirty Years of Tailings Seepage from Tailings and Mine Waste. / B. Brixel, J. Caldwell // *Tailings & Mine Waste: proceedings of the 15th International Conference (Vancouver, British Columbia, Canada, November 6 to 9, 2011): Vancouver, 2011*. – P. 911–944.
379. Castro J. M. Pit lakes: their characteristics and the potential for their remediation / J. M. Castro, J. N. Moore // *Environmental Geology*. – 2000. – V. 39. – P. 1254–1260.
380. Curtis W. R. Terraces reduce runoff and erosion on surface – mine banches / W. R. Curtis // *J. Soil. And Water Conserv.* 1971. – v. 26. – № 5. – P. 198–199.

381. Darmer G. Landschaft und Tagebau. Grundlagen und Leistsätze für die landschaftspflegerische Neugestaltung einer ökologisch ausgewogenen rekultivierten Kulturlandschaft im Rheinischen Braunkohlenrevier / G. Darmer, H. Bauer // *Neue Landsch.* – 1969. – Bd. 14. – № 12. – S. 569–582.
382. Demeritt D. Ecology, objectivity and critique in writings on nature and human societies / D. Demeritt // *Journal of Historical Geography.* – 1994. – 20. – P. 22–37.
383. Dyatlov S. Comparison of Ukrainian standard methods and new microbiotests for water toxicity assessment / S. Dyatlov // *New microbiotesrts for routine toxicity screening and Biomonitoring* ; edited by Guido Persoone, Colin Janssen and Wim De Coen. – Amsterdam : Kluwer Academic Publishers, 2000. – P. 229–232.
384. Gammons C. H. Geochemistry of the rare-earth elements and uranium in the acidic Berkeley Pit lake, Butte, Montana / C. H. Gammons, A. W. Scott, P. J. James, P. M. James // *Chemical Geology.* 2003. – V. 198. – P. 269–288.
385. Gray H. Plant dispersal and colonization / H. Gray // *In Ecology of Quarries.* – ed. B.N.K. Davis. – 1982. – P. 27–31.
386. Holland M. M. Ecotones. The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environmental / M. M. Holland, P. G. Risser, R. J. Naiman. – New York : London, 1991. – 142 p.
387. Kuchler A. W. Mapping the humid tropics: vegetation criteria / A. W. Kuchler // *The Geographical Review.* – 1961. – № 3. – P. 244–269.
388. McGrath D. G. The Role of Biomass in Shifting Cultivation / D. G. McGrath // *Human Ecology.* – 1987. – № 15. – P. 221–242.
389. Peters T. N. Using vegetation to stabilize mine tailings / T. N. Peters // *J. Soil and Water Conservation.* – 1970. – v. 25. – N 2. – P. 75–76.
390. Pommerening A. Neue Methoden zur Analyse und Charakterisierung von Bestandesstrukturen / A. Pommerening, P. Biber, D. Stoyan, H. Pretzch // *Forstwissenschaftliches Centralblatt.* – 2000. – 119. – № 1 – 2. – P. 62–78.
391. Pyne S. J. Forged in Fire: History, Land, and Anthropogenic Fire / S. J. Pyne // *Advances in Historical Ecology.* – New York : Columbia University Press, 1998. – P. 64–103.
392. Rogério Ribeiro de Oliveira. Environmental History, Traditional Populations and Paleo-territories in the Brazilian Atlantic Coastal Forest / Rogério Ribeiro de Oliveira // *Global Environment.* – 2012. – № 10. – P. 177–191.
393. Schoener T. W. Field experiments on interspecific competition / T. W. Schoener // *American Naturalist.* – 1983. – V. 122. – P. 240–285.
394. Schoener T. W. Presence and absence of habitat shift in some widespread lizard species / T. W. Schoener // *Ecological Monographs.* – 1975. – V. 45. – P. 232–258.
395. Schroder R. Forstliche Rekultivierung von Sand und Tongruben am linken Niederhein / R. Schroder // *Forsch. Und Berat.* – 1972. – № 22. – P. 77–84.

396. Seidel K. Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen / K. Seidel // *Naturwissenschaften*. – 1966. – Bd. 53. – №. 12. S. 289–297.
397. Shevenell L. A. Water quality in pit lakes in disseminated gold deposits compared to two natural, terminal lakes in Nevada / L. A. Shevenell // *Environmental Geology*. – 2000. – V. 39. – P. 807–815.
398. Skawina T. Rezultaty badan nad modelem rekultywacji terenow pogornicznych w Polsce / T. Skawina // *Zesz. nauk. Akad. gorn.-hutn.* – 1969. – № 212. – S. 115–136.
399. Sopper W. E. Municipal Wastewater Aids Revegetation of Strip-Mined spoil Banks / W. E. Sopper, L. T. Kardes // *Journal of Foresstry*. – 1972. – v. 70. – № 10. – P. 612–615.
400. Stanislaw Kowalik. Symptomy rozwoju procesu glebotwyrczego pod miodymi zalesieniami rekultywacyjnymi na spłogu wyrobiska Kopalni Piasku „Szczakowa” / Stanislaw Kowalik, Jerzy Wycjik // *Inzynieria srodowiska*. Tom 10. – Zeszyt 2. – 2005. – 185–194.
401. Tempel R. Geochemical modeling approach to predicting arsenic oncentrations in a mine pit lake / R. Tempel, L. Shevenel, P. Lechler, J. Price // *Applied Geochemistry*. – 2000. – V. 15. – P. 475–492.

ДОДАТОК

Флора та рослинність техногенних озер Малеого Полісся

Таблиця 1

Список флори екотону техногенних водойм Малеого Полісся

Таксони	Латинська назва відділу, класу, родини, роду та виду
1	2
Відділ Папоротеподібні	Polypodiophyta
Клас Папоротевидні	Polypodiopsida
I. Родина Теліптерисові	Thelypteridaceae Pichi Sermolli
1. Рід Теліптеріс	Thelypteris Schmidel
1.1. Вид Т. болотний	Thelypteris palustris Schott
II. Родина Щитникові	Aspidiaceae
1. Рід Щитник	Dryopteris Adans.
1.1 Вид Щ. шартський	Dryopteris carthusiana Vill.
Відділ Хвощеподібні	Equisetophyta
Клас Хвощевидні	Equisetopsida
I. Родина Хвощові	Equisetaceae Rich. ex DC.
1. Рід Хвощ	Equisetum L.
1.1. Вид Х. річковий	E. fluviatile L.
1.2. Вид Х. болотний	E. palustre L.
Відділ Голонасінні	Pinophyta
Клас Хвойні	Pinopsida
I. Родина Соснові	Pinaceae
1. Рід Сосна	Pinus
1.1. Вид С. звичайна	Pinus sylvestris L.
Відділ Покритонасінні	Magnoliophyta
Клас Дводольні	Magnoliopsida
I. Родина Онагрові	Onagraceae Juss.
1. Рід Зніт	Epilobium L.
1.1. Вид З. шорсткий	E. hirsutum L.
1.2. Вид З. болотний	E. palustre L.
II. Родина Столисникові	Haloragaceae R. Br.
1. Рід Водопериця	Myriophyllum L.
1.1. Вид В. колосиста	M. spicatum L.
III. Родина Жовтецеві	Ranunculaceae Juss.
1. Рід Водяний жовтець	Batrachium (DC.) S.F. Gray
1.1. Вид В. ж. закручений	B. circinatum (Sibth.) Spach
2. Рід Анемона	Ranunculaceae

1	2
2.1. Вид Анемона лісова	<i>Anemone sylvestris</i> L.
3. Рід Жовтець	<i>Ranunculus</i>
3.1 Вид Ж. язиколістий	<i>R.lingua</i> L.
4. Рід Калюжниця	<i>Caltha</i>
4.1 Вид К.болотна	<i>Caltha palustris</i> L.
IV. Родина Лататтеві	<i>Nymphaeaceae</i> Salisb.
1. Рід Латаття	<i>Nymphaea</i> L.
1.1. Вид Л. сніжно-біле	<i>Nymphaea candida</i> C. Presl.
2. Рід Глечики	<i>Nuphar</i> L.
2.1. Вид Г. жовті	<i>N. lutea</i> (L.) Smith.
V. Родина Гречкові	<i>Polygonaceae</i> R. Br.
1. Рід Гірчак	<i>Persicaria</i> Hill.
1.1. Вид Г. перцевий (водяний перець)	<i>P. hydropiper</i> (L.) Spach
2. Рід Щавель	<i>Rumex</i> L.
2.1. Вид Щ. прибережний	<i>R. hydrolapathum</i> Huds.
VI. Родина куширові	<i>Ceratophyllaceae</i> S. F. Gray
1. Рід кушир	<i>Ceratophyllum</i> L.
1.1. Вид К. занурений	<i>C. demersum</i> L.
VII. Родина Айстрові	<i>Asteraceae</i> Dumort.
1. Рід Черета	<i>Bidens</i> L.
1.1. Вид Ч. трироздільна	<i>B. tripartita</i> L.
2. Рід Сідач	<i>Eupatorium</i> L.
2.1. Вид С. конопляний	<i>E. cannabinum</i> L.
3. Рід Кульбаба	<i>Taraxacum</i>
3.1. Вид К. лікарська	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.
4. Рід Золотарник	<i>Solidaco</i>
4.1. Вид З. звичайний	<i>Solidaco vircaurea</i> L.
4.2. Вид З. канадський	<i>Solidago canadensis</i> L.
5. Рід Жовтозілля	<i>Senecio</i>
5.1. Вид Жовтозілля татарське	<i>Senecio tataricus</i> Less.
VIII. Родина Плакунові	<i>Lythraceae</i> Jaume
1. Рід Плакун	<i>Lythrum</i> L.
1.1. Вид П. верболистий	<i>Lythrum salicaria</i> L.
IX. Родина Губоцвіті	<i>Lamiaceae</i> Lindl. (<i>Labiatae</i> Juss.)
1. Рід М'ята	<i>Mentha</i> L.
1.1. Вид М. водяна	<i>M. aquatica</i> L.

1	2
2. Рід Розхідник	Glechoma
2.1. Вид Розхідник звичайний	Glechoma hederacea L.
3. Рід Суховершеи	Prunella L.
3.1. Вид Суховершки звичайні	Prunella vulgaris L.
4. Рід Вовконіг	Lycopus
4.1. Вид Вовконіг європейський	Lycopus europaeus L.
5. Рід Зеленчук	Galeobdolon
5.1. Вид Зеленчук жовтий	Galeobdolon luteum Huds.
X. Родина Гвоздичні	Caryophyllaceae Juss.
1. Рід Зірочник	Stellaria
1.1 Вид З. середній	Stellaria media (L.) VILL)
XI. Родина Розові	(Rosaceae)
1. Рід Ожинові	Rubus L.
1.1 Вид Ожина шорстка	Rubus hirtus Weldst et Kit
2. Рід Горобина	Sorbus L.
2.1. Вид Горобина звичайна	Sorbus aucuparia L.
3. Рід Суниця	Fragaria
3.1. Вид С. лісова	Fragaria vesca L.
XII. Родина Маренові	Rubiaceae Juss
1. Рід Підмареник	Galium
1.1. Вид П. чіпкий	Galium aparine L.
XIII. Родина Геранієві	Geraniaceae
1. Рід Герань	Geranium L.
1.2. Вид Герань Робертова	Geranium robertianum L.
XIV. Родина Крушинові	Rhamnaceae
1. Рід Крушина	Frangula Mill.
1.2. Вид Крушина ламка	Rhamnus frangula L
XV. Родина Подорожникові	Plantaginaceae
1. Рід Вероніка	Veronica
1.1. Вид В. лікарська	Veronica officinalis L.
XVI. Родина Молочайні	Euphorbiaceae
1. Рід Молочай	Euphorbia
1.2. Вид М. кипарисоподібний	Euphorbia cyparissias L.
XVII. Родина Адоксові	Adoxaceae
1. Рід Бузина	Sambucus
1.1. Вид Б. чорна	Sambucus nigra L.

1	2
XVIII. Родина Букові	Fagaceae
1. Рід Дуб	Quercus
1.1. Вид Дуб звичайний	Quercus robur L.
XIX. Родина Березові	Betulaceae
1. Рід Береза	Betula
1.1. Вид Б. повисла	Betula pendula Roth
2. Рід Вільха	Alnus
2.1. Вид Вільха Чорна	Alnus glutinosa (L.) Gaerth.
3. Рід Ліщина	Corylus L.
3.1. Вид Ліщина звичайна	Corylus avellana L.
XX. Родина Пасльоноцвіті	Solanaceae
1. Рід Пасльонові	Solanum
1.1. Вид Чорний паслін	Solanum nigrum L.
1.2 Вид П. солодко-гіркий	Solanum dulcamara L.
XXI. Родина Макові	Papaveraceae
1. Рід Чистотіл	Chelidonium
1.1. Вид Чистотіл звичайний	Chelidonium majus L.
XXII. Родина Тимелієві	Thymelaeaceae
1. Рід Вовчі ягоди	Daphne
1.1. Вид В. я. Звичайні	Daphne mezereum L.
XXIII. Родина Зонтичні	Apiaceae
1. Рід Смодь	Peucedanum L.
1.1 Вид Смодь болотна	Peucedanum palustre L.
2. Рід Вех	Sium
2.1. Вид В. Широколистий	Sium latifolium L.
3. Рід Цикута	Cicuta L.
3.1. Вид Ц. отруйна	C. virosa L.
XXIV. Родина Фіалкові	Violaceae Batsch.
1. Рід Фіалка	Viola
1.1 Вид Фіалка різнолиста	Viola epipsila Ledeb.
XXV. Родина Мирсінові	Myrsinaceae
1. Рід Вербозілля	Lysimachia
1.1 Вид Вербозілля звичайне	Lysimachia vulgaris L.
XXVI. Родина Капустяні	Brassicaceae
1. Рід Водяний хрін	Rorippa
1.1. Вид Водяний хрін болотний	Rorippa palustris (L.) Bess.

1	2
1.2. Вид В. х. земноводний	Rorippa amphibia (L.) Bess.
XXVII. Родина Кропиви	Urticaceae
1. Рід Кропива	Urtica
1.1. Вид К. дводомна	Urtica dioica L.
XXVIII. Родина Вербові	Salicaceae
1. Рід Верба	Salix L.
1.1 Вид В. прутівидна	Salix viminalis L.
XXIX. Родина Кизилові	Cornaceae
1. Рід Свидина	Swida
1.1. Вид Свидина кров'яна	Swida sanguinea (L.) Opiz
Клас Однодольні	Liliopsida
I. Родина Рдесникові	Potamogetonaceae Dumort.
1. Рід Рдесник	Potamogeton L.
1.1. Вид Р. блискучий	P. lucens L.
1.2. Вид Р. кучерявий	P. crispus L.
1.3. Вид Р. плаваючий	P. natans L.
1.4. Вид Р. пронизанолистий	P. perfoliatus L.
II. Родина Рогозові	Typhaceae Juss.
1. Рід Рогіз	Typha L.
1.1. Вид Р. широколистий	T. latifolia L.
1.2. Вид Р. вузьколистий	T. angustifolia L.
III. Родина Їжачоголівкові	Sparganiaceae Rudolphi
1. Рід Їжача голівка	Sparganium L.
1.1. Вид Ї. г. пряма	S. erectum L.
1.2. Вид Ї. г. зринувша	S. emersum Rehmman
IV. Родина Ароїдні	Araceae Juss.
1. Рід Аїр	Acorus L.
1.1. Вид А. тростиновий (лепеха звичайна)	A. calamus L.
V. Родина Осокові	Cyperaceae Juss.
1. Рід Осока	Carex L.
1.1. Вид О. гостра	C. acuta L.
1.2. Вид О. лисяча	C. vulpine L.
1.3. Вид О. побережна	C. riparia L.
1.4. Вид О. волосиста	C. pilosa Scop.
1.5. Вид Осока несправжньо- смикавцева	C. pseudocyperus L.

1	2
2. Рід Ситняг	Eleocharis R.Br.
2.1. Вид С. болотний	E. palustris (L.) Roem. et Shult.
2.2. Вид С. голчастий	E. acicularis (L.) Roem. et Shult.
3. Рід Комишівник	Cyperus L.
3.1. Вид К. звичайний	C. glaber L.
4. Рід Комиш	Scirpus L.
4.1. Вид Куга озерна (комиш озерний)	S. lacustris L.
4.2. Вид Комиш лісовий	S. sylvaticus L.
VI. Родина Ситникові	Juncaceae Juss.
1. Рід Ситник	Juncus L.
1.1. Вид С. розлогий	Juncus effusus P.
1.2. Вид С. стиснутий	Juncus compressus Jacq.
1.3. Вид С. членистий	Juncus articulatus L.
VII. Родина Частухові	Alismataceae Vent.
1. Рід Стрілолист	Sagittaria L.
1.1. Вид С. стрілолистий	S. sagittifolia L.
2. Рід Частуха	Alisma L.
2.1. Вид Ч. подорожникова	A. plantago-aquatica L.
VIII. Родина Злакові	Poaceae Barnhart
1. Рід Очерет	Phragmites Trin.
1.1. Вид О. звичайний	Ph. australis (Cav.) Trin. ex Steud.
2. Рід Лепешняк	Glyceria R. Br.
2.1. Вид Л. великий	G. maxima (Hartm.) Holmb.
3. Рід Костриця	Festuca
3.1. Вид Костриця лучна	Festuca pratensis Huds.
4. Рід Щучник	Deschampsia
4.1. Вид Щучник дернистий	Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.
5. Рід Очеретянка	Phalaroides Wolf.
5.1. Вид О. звичайна	Phalaroides arundinacea (L.) Rauschert.
6. Рід Тонконіг	Poa L.
6.1. Вид Т. болотний	Poa palustris L.
6.2. Вид Т. болотний	Poa palustris L.
7. Рід Польовиця	Agrostis
7.1. Вид П. повзуча	Agrostis stolonifera L.
8. Рід Тростяниця	Scolochloa
8.1. Вид Т. кострицевидна	Scolochloa festucacea (Willd.) Link

Кінець табл. 1

1	2
9. Рід Пирій	Elytrigia
9.1. Вид пирій повзучий	Elytrigia repens (L.)Nevsky
IX. Родина Суसाкові	Butomaceae Rich.
1. Рід Сусяк	Butomus L.
1.1. Вид С. зонтичний	B. umbellatus L.
X. Родина Півникові	Iridaceae Juss.
1. Рід Півники	Iris L.
1.1. Вид П. болотні	I. pseudoacorus L.
XI. Родина Жабурникові	Hydrocharitaceae Juss.
1.Рід Водяний різак	Stratiotes L.
1.1. Вид В. р. алоєвидний	S. aloides L.
2. Рід Елодея	Elodea Michx.
2.1. Вид Е. канадська	E. canadensis Michx.
3. Рід Жабурник	Hydrocharis L.
3.1. Вид Ж. звичайний	H. morsus-ranae L.

Таблиця 2

Зустрічність видів рослин в екотонах поширених типів
техногенних озер Малого Полісся

№ з/п	Назва виду	Тип озера				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1	Аір тростиновий (лепеха звичайна) (<i>Acorus calamus</i> L.)	-	-	1	2	2
2	Анемона жовтецева (<i>Anemone ranunculoides</i> L.)	-	-	-	4	-
3	Анемона лісова (<i>Anemone sylvestris</i> L.)	-	-	-	4	-
4	Береза повисла (<i>Betula pendula</i> Roth)	2	3	3	-	-
5	Бузина чорна (<i>Sambucus nigra</i> L.)	1	-	2	2	-
6	Верба прутовидна (<i>Salix viminalis</i> L.)	-	-	1	-	-
7	Вербозілля звичайне (<i>Lysimachia vulgaris</i> L.)	-	-	1	-	-
8	Вероніка лікарська (<i>Veronica officinalis</i> L.)	1	1	1	-	-
9	Вех широколистяний (<i>Sium latifolium</i> L.)	-	-	1	1	-
10	Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth.)	-	-	3	5	-
11	Вовконіг європейський (<i>Lycopus europaeus</i> L.)	2	-	2	2	-
12	Вовчі ягоди звичайні (<i>Daphne mezereum</i> L.)	-	1	2	-	-
13	Водопериця колосиста (<i>Myriophyllum spicatum</i> L.)	-	3	3	3	2

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
14	Водяний жовтець закручений (<i>Batrachium circinatum</i> (SiBTh.) Spach)	-	-	-	2	2
15	Водяний різак алоєвидний (<i>Stratiotes aloides</i> L.)	-	-	4	-	-
16	Водяний хрін болотний (<i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess.)	-	-	-	-	2
17	Водяний хрін земноводний (<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.)	-	-	-	-	1
18	Герань Робертова (<i>Geranium robertianum</i> L.)	2	-	2	1	-
19	Гірчак перцевий (<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach)	-	1	1	1	-
20	Глечики жовті (<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.)	-	-	2	2	2
21	Горобина звичайна (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	2	2	2	-	-
22	Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i> L.)	-	-	2	-	-
23	Елодея канадська (<i>Elodea Canadensis</i> Michx.)	-	1	-	1	-
24	Жабурник звичайний (<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.)	2	1	2	2	1
25	Жовтець повзучий (<i>Ranunculus repens</i> L.)	-	-	-	-	3
26	Жовтозілля татарське (<i>Senecio tataricus</i> Less.)	-	1	2	1	-
27	Зеленчук жовтий (<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.)	-	1	2	-	-
28	Зірочник середній (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	-	2	3	-	-
29	Зніт болотний (<i>Epilobium palustre</i> L.)	-	-	1	1	-
30	Зніт шорсткий (<i>Epilobium hirsutum</i> L.)	-	1	1	2	-
31	Золотарник канадський (<i>Solidago canadensis</i> L.)	1	-	-	1	-
32	Їжача голівка зринува (<i>Sparganium emersum</i> Rehm L.)	-	1	1	1	-
33	Їжача голівка пряма (<i>Sparganium erectum</i> L.)	-	1	2	2	3
34	Калюжниця болотна (<i>Caltha palustris</i> L.)	-	1	-	-	2
35	Комиш лісовий (<i>Scirpus sylvaticus</i> L.)	1	-	1	2	-
36	Костриця лучна (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	-	-	-	-	5
37	Кропива дводомна (<i>Urtica dioica</i> L.)	2	2	1	2	-
38	Крушина ламка (<i>Rhamnus frangula</i> L.)	2	2	3	4	-
39	Куга озерна (<i>Scirpus lacustris</i> L.)	-	4	3	3	2
40	Кульбаба лікарська (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	-	2	1	-	-
41	Кушир занурений (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)	4	5	5	5	3
42	Латаття сніжно-біле (<i>Nymphaea candida</i> C. Presl.)	1	1	-	1	-

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
43	Лепешняк великий (<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.)	-	-	1	2	3
44	Лисохвіст лучний (<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.)	-	-	-	-	4
43	Лепешняк великий (<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.)	-	-	1	2	3
45	Ліщина звичайна (<i>Corylus avellana</i> L.)	-	1	2	3	-
46	Мітлиця повзуча (<i>Agrostis stolonifera</i> L.)	-	-	-	-	4
47	Молочай кипарисоподібний (<i>Euphorbia cyparissias</i> L.)	-	-	2	-	-
48	Мята водяна (<i>Mentha aquatica</i> L.)	-	1	-	1	-
49	Ожина шорстка (<i>Rubus hirtus</i> Weldst et Kit)	-	-	1	4	-
50	Осока гостра (<i>Carex acuta</i> L.)	1	3	3	4	3
51	Осока лисяча (<i>Carex vulpine</i> L.)	-	-	1	2	-
52	Осока несправжньосмикавцева (<i>Carex pseudocyperus</i> L.)	-	-	1	2	-
53	Осока побережна (<i>Carex riparia</i> L.)	-	-	1	1	-
54	Осока трясуцковидна (<i>Carex brizoides</i> L.)	-	-	1	-	-
55	Очерет звичайний (<i>Ph. australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	5	5	5	5	3
56	Очеретянка звичайна (<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert.)	-	-	-	-	2
57	Паслін солодко-гіркий (<i>Solanum dulcamara</i> L.)	-	2	1	1	-
58	Паслін чорний (<i>Solanum nigrum</i> L.)	-	2	1	2	-
59	Пирій повзучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevsky)	3	2	3	-	-
60	Півники болотні (<i>Iris pseudoacorus</i> L.)	-	-	-	3	-
61	Підмареник чіпкий (<i>Galium aparine</i> L.)	3	3	3	3	-
62	Плакун верболистий (<i>Lythrum salicaria</i> L.)	-	2	2	1	1
63	Рдесник блискучий (<i>Potamogeton lucens</i> L.)	-	-	2	-	-
64	Рдесник кучерявий (<i>Potamogeton crispus</i> L.)	-	-	-	-	3
65	Рдесник плаваючий (<i>Potamogeton natans</i> L.)	3	5	5	5	-
66	Рдесник пронизанолистий (<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.)	-	-	2	-	4
67	Рогіз вузьколистий (<i>Typha angustifolia</i> L.)	-	1	5	4	4
68	Рогіз широколистий (<i>Typha latifolia</i> L.)	-	-	2	1	3
69	Розхідник звичайний (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	3	2	-	-	-
70	Свидина кров'яна (<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz)	1	-	2	-	-
71	Ситник розлогий (<i>Juncus effusus</i> P.)	1	1	-	-	-

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
72	Ситник стиснутий (<i>Juncus compressus</i> Jacq.)	-	1	-	-	1
73	Ситник членистий (<i>Juncus articulatus</i> L.)	-	-	-	-	2
74	Ситнягболотий (<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Shult.)	-	1	2	1	-
75	Сідач коноплевий (<i>Eupatorium cannabinum</i> L.)	-	-	1	3	-
76	Смикавець голий (<i>Cyperus glaber</i> L.)	-	-	-	-	1
77	Смовдь болотна (<i>Peucedanum palustre</i> L.)	-	1	-	1	-
78	Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	5	5	5	5	-
79	Стрілолист стрілолистий (<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.)	1	1	2	1	1
80	Суниця лісова (<i>Fragaria vesca</i> L.)	2	1	3	-	-
81	Сусак зонтичний (<i>Butomus umbellatus</i> L.)	-	-	-	1	2
82	Суховершки звичайні (<i>Prunella vulgaris</i> L.)	2	2	2	-	3
83	Теліптеріс болотний (<i>Thelypteris palustris</i> Schott)	-	-	2	2	-
84	Тонконіг болотний (<i>Poa palustris</i> L.)	-	-	-	-	3
85	Фіалка різнолиста (<i>Viola epipsila</i> Ledeb.)	2	-	1	-	-
86	Хвощ болотний (<i>Equisetum palustre</i> L.)	2	1	-	1	1
87	Хвощ річковий (<i>Equisetum fluviatile</i> L.)	-	-	-	1	-
88	Цикута отруйна (<i>Cicuta virosa</i> L.)	-	-	1	1	-
89	Частуха подорожникова (<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.)	1	1	2	-	-
90	Черета трироздільна (<i>Bidens tripartita</i> L.)	-	1	1	1	-
91	Чистотіл звичайний (<i>Chelidonium majus</i> L.)	3	1	2	1	-
92	Щавель прибережний (<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.)	-	-	-	-	2
93	Щитник шартський (<i>Dryopteris carthusiana</i> Vill.)	-	2	-	2	-
94	Щучник дернистий (<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.)	2	-	-	-	2

Примітка: 1 – зустрічається рідко, 2 – нечасто, 3 – помірно, 4 – часто, 5 – дуже часто; - - не зустрічається.

Таблиця 3

Зустрічність рослинних асоціацій в екотоні поширених типів
техногенних озер Малого Полісся

№ з/п	Назва синтаксону	Типи озер				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Pineta sylvestris – Rhamnus frangula – Heteroherbosa</i>	5	-	-	3	-
2	<i>Pineta sylvestris – Rhamnus frangula – Dryopteris carthusiana</i>	-	4	4	1	-
3	<i>Pineta sylvestris – Rubus hirtus</i>	-	-		3	-
4	<i>Pineta sylvestris + Betula pendula – Rhamnus frangula – Heteroherbosa</i>	-	2	3	3	-
5	<i>Alnus glutinosa – Rhamnus frangula – Carex brizoides</i>	-	-	1	2	-
6	<i>Festuca pratensis</i>	-	-	-	-	2
7	<i>Festuca pratensis – heteroherbosa</i>	-	-	-	-	5
8	<i>Agrostideta stoloniferi</i>	-	-	-	-	3
9	<i>Ceratophyllum demersum</i>	4	5	3	-	3
10	<i>Myriophyllum spicatum + Ceratophyllum demersum</i>	-	3	1	-	2
11	<i>Potamogeton lucens</i>	-	-	2	-	-
12	<i>Potamogeton lucens + Myriophyllum spicatum</i>	-	-	1	-	-
13	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	-	1	-	4
14	<i>Potamogeton perfoliatus + Myriophyllum spicatum</i>	-	-	3	-	2
15	<i>Potamogeton crispus</i>	-	-	-	-	3
16	<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	2	3	2	2
17	<i>Batrachium circinatum</i>	-	-	-	2	2
18	<i>Stratiotes aloides</i>	-	-	4	-	-
19	<i>Potamogeton natans</i>	-	5	2	3	-
20	<i>Potamogeton natans – Ceratophyllum demersum</i>	2	4	5	5	-
21	<i>Nuphar lutea</i>	-	-	2	-	2
22	<i>Nuphar lutea + Potamogeton natans</i>	-	-	1	2	-
23	<i>Nymphaea candida</i>	-	1	-	1	-
24	<i>Nymphaea candida – Ceratophyllum demersum</i>	-	1	-	-	-
25	<i>Butomus umbellatus</i>	-	-	-	-	2
26	<i>Sparganium erectum</i>	-	-	-	-	3
27	<i>Equisetum palustre</i>	2	1	-	1	1
28	<i>Typha angustifolia</i>	-	1	5	4	2
29	<i>Typha angustifolia + T. latifolia</i>	-	-	-		3
30	<i>Phragmites australis</i>	5	5	5	5	3

Кінець табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
31	<i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i>	-	-	1	-	3
32	<i>Phragmites australis</i> – <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	-	-	1	-	-
33	<i>Scirpus lacustris</i>	-	4	2	3	2
34	<i>Scirpus lacustris</i> – <i>Ceratophyllum demersum</i>	-	-	-	-	2
35	<i>Glyceria maxima</i>	-	-	1	-	3
36	<i>Typha angustifolia</i> + <i>Glyceria maxima</i>	-	-	-	-	3
37	<i>Carex acuta</i>	1	3	3	4	3
38	<i>Eleocharis palustris</i>	-	1	2	-	-
39	<i>Thelypteris palustris</i>	-	-	2	-	-

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Н. Г. МІРОНОВА

ТЕХНОГЕННІ ОЗЕРА МАЛОГО ПОЛІССЯ

М о н о г р а ф і я

Редактор-коректор

Міронова Н. Г.

Верстка та дизайн обкладинки

Стрихар А. М.

Підписано до друку 2. 02. 2015р.

Формат 60×84 1/16. Ум. др. арк. 17,5.

Наклад 300 прим. Зам № xxx.

Віддруковано у Хмельницькому університеті управління та права.

29013, м. Хмельницький, вул. Героїв Майдану, буд. 8.

Тел.: (0382) 71-75-91

www.univer.km.ua

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи

до державного реєстру видавців, виготівників

і розповсюджувачів видавничої продукції

Серія ДК № 2105 від 21.02.2005 р.