

**Список використаних джерел**

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2018 рік. Волинська обласна державна адміністрація. Управління екології та природних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://voladm.gov.ua/category/upravlinnyu-ekologiyi-ta-prirodnih-resursiv/1/>
2. Ковальчук І. П. Геоекологія Розточчя. Монографія / І. П. Ковальчук, М. Р. Петровська. – Львів. – ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 192 с.
3. Пелех М. Регіональні особливості суспільного здоров'я в Україні // Вісник Львів, ун-ту. Серія географ. - Львів, 1999. - Вип. 24. - С. 56-59.
4. Паспорт м. Нововолинська. Виконавчий комітет Нововолинської міської ради. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ivaadm.gov.ua/vidomosti-pro-raion/pasport>.
5. Іваничівська районна державна адміністрація. Паспорт Іваничівського району. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ivaadm.gov.ua/vidomosti-pro-raion/pasport-raionu>.
6. Волинь 2018. Статистичний щорічник. / За ред. В. Науменка. - Головне управління статистики у Волинській області. – 2019. - 443 с.

УДК 911.9; 502.5

***M.M. Melniichuk,****PhD (Geography), Associate Professor,  
Lesya Ukrainka Volyn National University****S.D. Uevich,****postgraduate student (getter) of the Faculty of Geography  
Lesya Ukrainka Volyn National University****O.V. Melnik,****postgraduate student (getter) of the Faculty of Geography  
Lesya Ukrainka Volyn National University****V.O. Zeiko,****PhD (Geography), entrepreneur***GEOGRAPHICAL ASPECTS OF SOIL TRANSFORMATION AND GREENHOUSE GASES EMISSIONS*****Мельничук Михайло Михайлович,****кандидат географічних наук,**доцент кафедри фізичної географії**Волинського національного університету ім. Лесі Українки****Уєвич Сергій Дмитрович,****здобувач географічного факультету**Волинського національного університету ім. Лесі Українки****Мельник Олег Володимирович****здобувач географічного факультету**Волинського національного університету ім. Лесі Українки****Зейко Віталій Олегович,****кандидат географічних наук, підприємець***ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ҐРУНТІВ ТА ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ**

**Summary.** The purpose of this study is a structural-geographical analysis of transformation processes in soils due to drainage reclamation, because understanding the state of transformation makes it possible to understand the effects of a complex of factors on the land fund and the needs of agriculture and leads to the scientific study of different components of the environment and the natural environment of the natural environment and fauna, water regime, atmosphere. The tasks of the work are: to clarify existing ideas about soil transformation; analysis of peculiarities of methodological approaches; assessment of problems and outlining of perspective ways of management of transformed soils.

It has been investigated that during the drainage reclamation intensive mineralization of the organic part of the soil occurs with a significant increase of greenhouse gas emissions and processes of peat mineralization are actively developing. It is also shown that in general the study of problems of soil transformation under the influence of drainage reclamation for the Volyn region is extremely relevant. It is analyzed that a number of works of leading scientists are devoted to the problems of estimation of the degree of transformation of the agricultural landscape under the influence of reclamation works (V. E. Alekseyevsky, S. T. Voznyuk, S. G. Skoropanyov, M. N. Shevchenko, P. G. Shishchenko, F. V. Zuzuk, etc.)

It has been shown that in wetlands and peatlands that have been farmed or peat-drained, greenhouse gas emissions are much higher than those of natural or dried and afforested areas. It is revealed that drainage reclamation of soils intensifies the process of greenhouse gas emission, which was used to develop a point estimate

of the level of anthropogenic transformation of the atmosphere. The method of P. G. Shishchenko was used to take into account the influence of qualitative indicators on the process of transformation of landscapes of Volyn region under the influence of drainage reclamation. The choice of magnitude of the degree of anthropogenic transformation of the atmosphere is considered taking into account the levels of greenhouse gas emissions from different sources by carbon dioxide equivalent and dividing them into six groups. Degrees of anthropogenic transformation of components of the natural environment for different types of territories are substantiated.

**Анотація.** Метою даного дослідження є конструктивно-географічний аналіз трансформаційних процесів у ґрунтах внаслідок осушувальної меліорації, адже розуміння стану перебігу перетворення дає можливість для усвідомлення наслідків впливу комплексу чинників на земельний фонд і потреби сільського господарства та спонукає до наукового вивчення різних складових навколишнього природного середовища: рельєфу, рослинного та тваринного світу, водного режиму, атмосфери. Завданнями роботи є: з'ясування існуючих уявлень про трансформацію ґрунтів; аналіз особливостей методологічних підходів; оцінка проблем та окреслення перспективних шляхів поводження з трансформованими ґрунтами. Досліджено, що при осушувальній меліорації відбувається інтенсивна мінералізація органічної частини ґрунту із суттєвим збільшенням емісії парникових газів та активно розвиваються процеси мінералізації торфу. Показано, також, що загалом дослідження проблем трансформації ґрунтів під дією осушувальної меліорації для Волинської області, є надзвичайно актуальним.

Проаналізовано, що проблематиці оцінки ступеня трансформації агроландшафту під впливом меліоративних робіт присвячено низку праць провідних учених (В. Є. Алексієвський, С. Т. Вознюк, С. Г. Скоропанов, М. Н. Шевченко, П. Г. Шищенко, О. О. Бейдик, О. О. Ничая, Т. А. Тарасюк, Ф. В. Зузук, І. Б. Койнова, С. Р. Полянський, М. М. Приходько та ін.).

Показано, що на заболочених землях і торфовищах, осушених під сільськогосподарські угіддя чи для видобування торфу, емісія парникових газів є значно вищою, ніж із територій, збережених у природному стані чи осушених і заліснених. Висвітлено, що осушувальна меліорація ґрунтів інтенсифікує процес емісії парникових газів, що було використано для розробки бальної оцінки рівня антропогенної трансформації атмосфери. Для врахування впливу якісних показників на процес трансформації ландшафтів Волинської області під впливом осушувальної меліорації була використана методика П. Г. Шищенко. Описано вибір величини ступеня антропогенної трансформації атмосфери із врахуванням рівнів викидів парникових газів із різних джерел за еквівалентом діоксиду вуглецю та поділ їх на шість груп. Обґрунтовані ступені антропогенної трансформації складових природного середовища для різних типів територій.

*Key words: reclamation, drainage, transformation, soil, environment, greenhouse gases.*

*Ключові слова: меліорація, осушення, трансформація, ґрунти, довкілля, парникові гази.*

**Актуальність теми дослідження.** Осушувальна меліорація активний антропогенний чинник, який викликає доволі радикальні зміни геокомплексів. Характер цих змін є складним і багатоплановим процесом. Стан осушених земель відображає наслідки впливу комплексу чинників, що характеризують специфіку земельного фонду і дає змогу оцінити ступінь придатності осушуваних земель для задоволення потреб сільського господарства [1, 2].

Розвиток сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях в Україні традиційно, протягом майже всього попереднього століття, відбувався за рахунок розширення посівних площ [3]. Інтенсивне землеробство в гумідній зоні на осушуваних землях, до того ж на органогенних та піщаних ґрунтах, що піддаються дефляції та ерозії, а також на забруднених радіонуклідами ґрунтах, робить його екологічно нестабільним.

Крім того, наразі ООН значна увага приділяється питанню глобальних змін клімату, які виникають через накопичення в атмосфері парникових газів ( $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $NO_2$ ) [4, 5]. Ці гази, через їх теплоємність, утримують тепло в атмосфері Землі чим спричиняють поступове підвищення температури повітря. Це, за прогнозами, може призвести до катастрофічних наслідків (часте виникнення ураганів, танення льодовиків, підвищення рівня води у Світовому океані та ін.). Тому дослідження процесів трансформації ґрунтів під впливом осушувальної

меліорації, що, цілком імовірно, може супроводитися викидом в атмосферу парникових газів, є надзвичайно актуальним.

**Аналіз останніх публікацій та досліджень з обраної проблеми.** Над можливістю ефективного використання осушених земель працювала низка провідних вчених (В. Є. Алексієвський, С. Т. Вознюк, С. Г. Скоропанов, М. Н. Шевченко, П. Г. Шищенко, Ф. В. Зузук та ін.). Відомі ряд методик визначення рівня антропогенної трансформації ландшафтів, запропонованих вченими. Найпоширенішою є бальна оцінка П. Г. Шищенко, яка є зручною для швидкої кількісної оцінки антропогенної трансформації ландшафтів, що враховує ранг та індекс глибини трансформації певного виду ландшафту [6]. Однак індекс глибини антропогенної трансформації, що використовується у цій методиці є величиною узагальненою і не може бути використаний для аналізу трансформації кожної складової навколишнього природного середовища.

**Мета та завдання дослідження.** Метою даного дослідження є конструктивно-географічний аналіз трансформаційних процесів в ґрунтах внаслідок осушувальної меліорації. Завданнями є: з'ясування існуючих уявлень про трансформацію ґрунтів; аналіз особливостей методологічних підходів; оцінка проблем та окреслення перспективних шляхів поводження з трансформованими ґрунтами.

**Результати дослідження та їх обґрунтування.** Болотні ґрунти поширені на території Волинської області, особливо в межах Поліської низовини, в долинах Прип'яті, Турії, Циру, Стоходу [7]. Їх загальна площа становить 374 тис. га. Значному розвитку болотного процесу сприяє велика кількість опадів, рівнинність території, слабка дренажна роль річок.

Після осушення і проведення агрономічних заходів болотні ґрунти в перші десятиліття перетворюються у високопродуктивні сільськогосподарські угіддя. Вони придатні для вирощування високих врожаїв овочів, картоплі, багаторічних трав, конопель та інших культур [1].

Через деякий час на осушених торфових ґрунтах активно починають протікати процеси мінералізації торфу. Важливим при освоєнні цих масивів під сільськогосподарські культури є регулювання запасів органічної речовини і темпів її мінералізації. Це здійснюється шляхом двостороннього регулювання водно-повітряного режиму і вибором оптимальної структури посівних площ. Якщо процес інтенсивної мінералізації торфу не зупинити, то торфовища середньої потужності (1 м) мінералізуються через 50-60 років [8].

Крім того, рівень викидів парникових газів для різних країн з 1998 року визначався Кіотським протоколом ООН [9], а з 2015 року – Паризькою угодою [10]. Україна також входить до групи країн, які підписали, як Кіотський протокол так і Паризьку угоду. Тому на всіх виробництвах ведеться облік викидів парникових газів і подається до регіональних екологічних установ у вигляді звітів. За підсумками року держави, які

перевищили свої квоти купують залишок квот у держав, які не досягли встановленого для них рівня викидів [4, 5].

Викиди парникових газів перераховуються на еквівалент діоксиду вуглецю  $CO_{2екв.}$ , який визначається за формулою

$$CO_{2екв.} = CO_2 + 21CH_4 + 310NO_2, \text{ тон/рік} \quad (1)$$

де  $CO_2$  – емісія діоксиду карбону, т/рік;  $CH_4$  – емісія метану, т/рік;  $NO_2$  – емісія діоксиду нітрогену, т/рік.

У світовому балансі парникових газів заболочені землі і торфовища розглядаються як природні акумулятори карбону, що зменшують вміст  $CO_2$  в атмосфері, так і джерела емісії парникових газів [11, 12]. Вилучення  $CO_2$  з атмосфери відбувається в процесі фотосинтезу рослин. Накопичення і збереження карбону відбувається при торфоутворенні і торфонакопиченні. Саме органічна речовина торфу сприяє утворенню карбоновмісних газів в умовах високої обводненості торфовища і за нестачі кисню.

На заболочених землях і торфовищах, осушених під сільськогосподарські угіддя чи для видобування торфу, емісія парникових газів є значно вищою, ніж із територій, збережених у природному стані чи осушених і заліснених. Значення емісії парникових газів ( $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$ ) залежно від напрямку використання заболочених земель і торфовищ наведено в табл. 1 (від'ємні значення означають що газ не виділяється з території, а поглинається її рослинністю) [5].

Таблиця 1

Емісія парникових газів із торфових родовищ

№, з/п	Напрямок використання торфового родовища	Одиниці вимірювання	$CO_2$	$CH_4$	$N_2O$
1	Болота і торфовища, збережені у природному стані	кг/га·рік	-856,0	7,0	1,4
2	Болота і торфовища осушені та заліснені	кг/га·рік	-515,0	0,00	8,2
3	Болота і торфовища, осушені під с/г угіддя	кг/га·рік	13000 – 31000	-1,0 – +1,0	11,0 – 18,0
4	Видобування торфу	кг/га·рік	10600,0	67,0	1,0
5	Спалювання торфу	кг/ГДж	106	0,005	0,002

Процес акумуляції карбону на надмірно зволжених територіях, збережених у природному стані, відбувається за рахунок неповного біохімічного розкладу рослин. На заболочених землях і торфовищах, збережених у природному стані, акумулюється від 100 до 500 кг/га·рік карбону, що відповідає емісії  $CO_2$  367,0-1835,0 кг/га·рік [5]. Значення акумуляції карбону залежить від віку торфовища і може бути визначене за формулою:

$$C = C_0 \cdot e^{-at}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{рік}, \quad (2)$$

де  $C_0$  – початкова норма акумуляції карбону, кг/га·рік;  $a$  – коефіцієнт, рік<sup>-1</sup>;  $t$  – вік торфового родовища, років [12].

Отже, продуктивність торфового родовища по акумуляції карбону знижується з часом у два-три

рази. Вік торфовища наближено визначають за потужністю шару торфу з умови його накопичення, в середньому, 0,5–1,0 мм/рік.

Хоча збережені у природному стані болота і торфовища є акумуляторами карбону, з їх поверхні відбувається емісія метану, яка значно зростає з віком, та є шкідливою, за емісію  $CO_2$  [12]. Західними фахівцями пропонується розробка старих торфових родовищ та їх повторне заболочення [13]. Такі дії дозволяють знизити емісію еквіваленту  $CO_2$  до 50% [13]. Протягом року емісія парникових газів є неоднорідною. У холодну пору року знижується, а в теплу – підвищується.

Для оцінки загального рівня перетвореності атмосфери потрібно додатково порівняти рівні емісії парникових газів за інших напрямків землекористування, які використовуються при

оцінці антропогенної перетвореності ландшафтів, таких як: заповідні території, ліси, луки та пасовища, багаторічні насадження, орні землі, землі забудови, водосховища, землі промислового використання і землі порушені видобуванням корисних копалин. Кругообіг карбону у природі зображено на рис. 1.

Усі ґрунти, які містять органічну частину є джерелами емісії парникових газів, переважно  $CO_2$ .

Чим більше ґрунт містить органічної частини тим ця емісія є інтенсивнішою. Метан може виділятися з ґрунтів при їх надмірному зволоженні, діоксид нітрогену – при використанні технологій землеробства зі внесенням нітратних добрив, а також вирощуванні рослин, які акумулюють нітроген (переважно бобові культури).

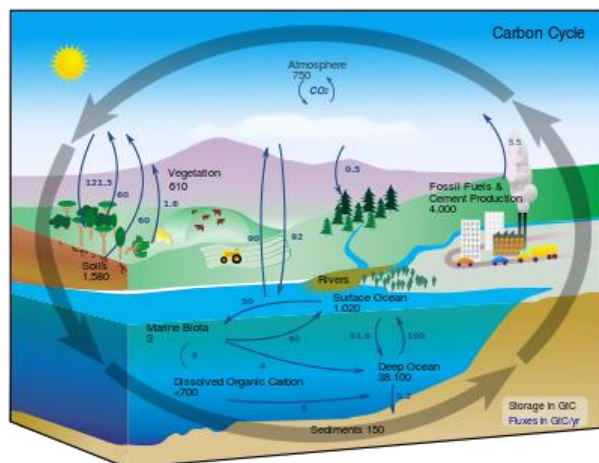


Рис. 1. Кругообіг карбону у природі [14]

На заповідних територіях, зазвичай, зберігається природна рослинність, яка акумулює карбон, перетворюючи при цьому  $CO_2$  у процесі фотосинтезу. Тому рівень акумуляції  $CO_2$  на цих територіях, в основному, значно перевищує рівень емісії парникових газів у перерахунку на еквівалент  $CO_2$ . Винятком можуть бути старі торфовища з шаром торфу більше 2 м, збережені у природному стані, які починають інтенсивно виділяти метан. Цей процес підтримується життєдіяльністю анаеробних метангенних бактерій.

Ліси є найбільшими природними акумуляторами карбону, тому на заліснених територіях рівень акумуляції  $CO_2$  значно перевищує рівень емісії парникових газів. Навіть на осушених заболочених землях і потім заліснених ця тенденція зберігається.

На луках та пасовищах, де є достатня кількість зеленої рослинності рівень поглинання  $CO_2$  перевищує рівень його емісії. На осушених територіях, що використовуються під сінокоси та пасовища, де не виконують робіт з обробітку ґрунту, рівень емісії та поглинання  $CO_2$  є приблизно однаковими.

На орних землях емісія парникових газів інтенсифікується обробітком ґрунту, процесами розкладу залишків рослин та внесенням мінеральних добрив. Емісія парникових газів у перерахунку на еквівалент  $CO_2$  перевищує їх поглинання та акумуляцію рослинністю.

На землях під забудовою, землях промислового призначення та транспортної інфраструктури відбувається інтенсивне виділення парникових газів внаслідок спалювання палива, розкладу сміття, життєдіяльності тварин та інших процесів.

При спалюванні палива у перерахунку на одну тону карбону утворюється 3,67 т  $CO_2$ . Залежно від умов спалювання і присадок до палив можуть виділятися й інші парникові гази, такі як метан, оксиди карбону, нітрогену та інші. Основними джерелами викидів є котельні, електростанції, технологічні процеси виробництва, двигуни внутрішнього згорання транспорту та інші.

Основними корисними копалинами, які видобувають у Волинській області є вугілля (об'єднання «Волиньвугілля») та торф (об'єднання «Волиньторф»). У процесі видобування вугілля виділяється метан, що знаходиться у порожнинах та порах вугільних пластів. Системою вентиляції з шахт цей метан подається на поверхню. Насьогодні відомі технології для знешкодження цих викидів шляхом спалювання метану і вугільного пилу з вентиляційних систем шахт. Після цього утворюється  $CO_2$ , який є менш шкідливим парниковим газом.

Емісія парникових газів при видобуванні торфу, також, є суттєвою (табл. 1). При цьому виділяється, в основному,  $CO_2$  через мінералізацію органічної речовини торфу.

Отже, рівні емісії парникових газів на територіях з різним використанням є неоднаковими. Осушувальна меліорація ґрунтів інтенсифікує процес емісії парникових газів, що було використано для розробки бальної оцінки рівня антропогенної трансформації атмосфери (табл. 2).

Для врахування впливу якісних показників на процес трансформації ґрунтів складових природного середовища Волинської області під впливом осушувальної меліорації була використана методика П. Г. Шищенка [6] з такими доповненнями: коефіцієнт антропогенної

трансформації розраховувався окремо для таких складових: рельєфу та ґрунтів, рослинності та тваринного світу, водного режиму та атмосфери; сумарний коефіцієнт антропогенної трансформації визначався як середнє значення між цими коефіцієнтами.

Враховуючи ці доповнення було проведено такі розрахунки.

1. Коефіцієнт антропогенної трансформації рельєфу та ґрунтів, рослинності та тваринного світу, водного режиму та атмосфери

розраховувався за формулою П. Г. Шищенка, перетвореною до такого виду:

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n p_i s_i}{100}, \quad (3)$$

де  $s_i$  – ступінь антропогенної трансформації території, зайнятої певним видом природокористування;  $p_i$  – площа території певного виду природокористування (у %);  $n$  – кількість видів природокористування в межах контуру регіону.

Таблиця 2

### Індекси глибини антропогенної трансформації атмосфери

№, з/п	Характеристика водного режиму поверхневих та підземних вод	Значення ступеня трансформації атмосфери
1	Території на яких рівень поглинання еквіваленту діоксиду вуглецю значно перевищує рівень його емісії (природні заповідні території, ліси)	1
2	Території на яких рівень поглинання еквіваленту діоксиду вуглецю перевищує рівень його емісії (пасовища, сінокоси, багаторічні насадження, ліси на осушених територіях, болота і заболочені території)	4
3	Території на яких рівень емісії еквіваленту діоксиду вуглецю і рівень його поглинання приблизно однакові (сінокоси та пасовища на осушених територіях)	8
4	Території на яких рівень емісії еквіваленту діоксиду вуглецю перевищує рівень його поглинання (орні землі, сінокоси та пасовища на осушених землях, еродовані землі, штучні водоймища та канали)	12
5	Території на яких рівень емісії еквіваленту діоксиду вуглецю високий (сільська забудова, орні землі на осушених територіях, видобування торфу)	16
6	Території на яких рівень емісії еквіваленту діоксиду вуглецю дуже високий (міська забудова, транспортні магістралі, землі промислового використання)	20

Ступінь антропогенної трансформації території зайнятої певним видом природокористування, що добре корелює з методикою П. Г. Шищенка, визначався за формулою:

$$s_i = \sum_{i=1}^n r_i q_i, \quad (4)$$

де  $r_i$  – ранг антропогенної трансформації території, зайнятої певним видом природокористування;  $q_i$  – індекс глибини

трансформації ландшафтів;  $n$  – кількість видів природокористування в межах контуру регіону.

Індекси глибини трансформації приймалися за методикою П. Г. Шищенка для розрахунку коефіцієнту трансформації. В окремі групи були виділені: ліси, луки та пасовища і орні землі на осушених територіях з індексом глибини антропогенної трансформації 1,40; еродовані землі з індексом глибини антропогенної трансформації 1,55 (табл. 3).

Таблиця 3

### Ступені трансформації ландшафтів за різними видами землекористування

№ п/п	Види землекористування	Ступінь трансформації рельєфу та ґрунтів	Ступінь трансформації рослинного та тваринного світу	Ступінь трансформації водного режиму	Ступінь трансформації атмосфери
1	природні заповідні території	1	1	1	1
2	ліси	2,15	2,15	4	1
3	болота та заболочені території	3,40	3,40	4	4
4.1	луки та пасовища	4,76	4,76	4	4
4.2	луки та пасовища на осушених територіях	5,80	5,80	20	12
5	багаторічні насадження	6,22	6,22	8	4
6.1	орні землі	7,79	7,79	8	12
6.2	орні землі на осушених територіях	8,73	8,73	20	16
6.3	еродовані землі	9,66	9,66	8	12
7	сільська забудова	9,46	9,46	12	16
8	міська забудова	11,23	11,23	16	20
9	водосховища, канали	13,11	13,11	20	12

10	транспортні магістралі	15,62	15,62	12	20
11	землі промислового використання	17,76	17,76	16	20
12	землі порушені видобуванням корисних копалин (торфу)	20,00	20,00	16	16

Тобто для осушених земель приймався індекс глибини антропогенної трансформації, такий же як для штучних водоймищ і каналів, а для еродованих земель – такий же як і для земель промислового використання. Значення ступеня антропогенної трансформації території розраховані за (4) становили від 1 до 19,2. Для зручності шкалу було змінено пропорційно значенням розрахованих ступенів від 1 до 20 (табл. 3).

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** При врахуванні антропогенної трансформації атмосфери для вибору величини ступеня антропогенної трансформації атмосфери були враховані рівні викидів парникових газів з різних джерел за еквівалентом  $CO_2$ . Зокрема, при осушувальній меліорації відбувається інтенсивна мінералізація органічної частини ґрунту, що супроводжується суттєвим збільшенням емісії парникових газів і, відповідно, еквіваленту  $CO_2$ , які регламентуються Паризькою угодою Рамкової конвенції ООН про зміни клімату 2015 року.

Для розрахунку коефіцієнту трансформації атмосфери ступені антропогенної трансформації атмосфери були поділені на шість груп зі значеннями від 1 до 20, залежно від рівня викидів  $CO_2$  (табл. 2).

Розраховані та обґрунтовані ступені антропогенної трансформації складових природного середовища для різних типів територій.

#### Список використаних джерел

1. Геренчук К. І. Природа Волинської області // К. І. Геренчук. - Львів: Вища школа. Вид-во при Львів. ун-ті, 1981. - 147 с.
2. Уєвич С. Д. Особливості проведення меліоративних робіт на теренах Ратнівщини // С. Д. Уєвич. - Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції студентів і аспірантів «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи дослідження» (14-15 травня 2013 року): у 2 т. - Т. 1. - Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. - С. 121 – 122.
3. Рижук С. М. Агроекологічні особливості високоефективного використання осушуваних торфових ґрунтів поліся і лісостепу : монографія /

С. М. Рижук, І. Т. Слюсар, В. А. Вергунов. – К.: Аграрна наука, 2002. – 137 с.

4. Стадник О. С. Використання торфових ресурсів України з урахуванням їх балансу у природі / О. С. Стадник, В. О. Гнеушев. - Зб. наук. праць. – Вип. XVI № 4. – Київ: СЕУ/Рівне 2010.

5. Гнеушев В. А. Торфяные месторождения и «тепличный эффект» / В. А. Гнеушев, Р. Сопо // Уголь Украины. – К. – 2001. – № 2-3. – С. 70–72.

6. Шищенко П. Г. Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко. - К.: Вища школа, 1988. – 192 с.

7. Головне управління Держземагентства у Волинській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zem.voladm.gov.ua>

8. Шевчук М. Й. Ґрунти Волинської області / М. Й. Шевчук, П. Й. Зінчук, Л. К. Колошко та ін. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВДУ ім. Лесі Українки, 1999. – 160 с.

9. В. Ю. Константинов. Кіотський протокол // Українська дипломатична енциклопедія: У 2-х т. / Редкол.: Л. В. Губерський (голова) та ін. — К: Знання України, 2004. — Т.1 — 760 с.

10. Паризька кліматична угода вступила в силу. Україна молода. 04.11.2016.

11. Chimner R.A. Long-term carbon accumulation in two tropical mountain peatlands, Andes Mountains, Ecuador / R.A. Chimner, J.M. Karberg. // Mires and Peat. – 2008. – Vol. 3 – Pp. 1–10.

12. Технический кодекс установившейся практики ТПК 17.09-02-2011 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов : Правила расчета выбросов и поглощения от естественных болотных экосистем, осушенных торфяных почв, выработанных и разрабатываемых торфяных месторождений. – Минск, 2011. – 17 с.

13. Hnyeushev V. About the Transformation of Peat into a Renewed Resource // Peatlands international. – Finland. – 2004. – №2/2004. – Pp. 54–55.

14. Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Kolcykeln>