



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 626.82

© 2020

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ОСУШУВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Г.В. Воропай¹, М.В. Яцик², Н.В. Мозоль³,
М.Г. Стецюк⁴, М.Д. Зосимчук⁵

^{1,2}кандидати технічних наук

⁵кандидат сільськогосподарських наук

¹⁻³Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

^{4,5}Сарненська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН
Дослідна станція, 32, м. Сарни Рівненської обл., 34501, Україна
e-mail: ¹voropaig@ukr.net, ²nikomage@ukr.net, ³mozna@ukr.net,
⁴nick.stetsiuk@gmail.com, ⁵zosimchukm@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-5004-0727, ²0000-0002-6674-5369, ³0000-0001-7495-4702,
⁴0000-0001-6773-2546, ⁵0000-0002-7162-8300

Надійшла 08.08.2019

Мета. Установити особливості формування водно-теплого режиму осушуваних ґрунтів і можливості комплексного регулювання водно-теплого режиму кореневого шару ґрунту для створення оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату. **Методи.** Аналіз та узагальнення знань щодо впливу теплового режиму ґрунту на вирощування сільськогосподарських культур на осушуваних землях, емпіричні – експеримент і спостереження на дослідних ділянках меліоративних систем, математичне моделювання та обробка експериментальних даних. **Результати.** За результатами натурних досліджень визначено, що з глибиною температурний режим ґрунту тісно залежить від рівня ґрунтових вод. Найбільше ця залежність проявляється, починаючи з глибини 20 см, у верхньому шарі (до 5 см) – досить істотний вплив температури приземного шару повітря. Різниця в температурі ґрунту на глибині 5 та 20 см в окремі періоди сягає 3°C (за температури ґрунтових вод від 9,5 до 10,3°C), а найбільші коливання температури у верхньому шарі ґрунту спостерігаються на глибині 5 см. Для нижніх горизонтів ґрунту (30–50 см) вплив температури приземного шару повітря значно зменшується і тому існує його тісна залежність від температурного режиму та рівня ґрунтових вод. Установлено, що використання регульованого рівня ґрунтових вод є одним з методів регулювання теплового режиму, що дає змогу створити оптимальні умови вирощування сільськогосподарських культур способом комплексного

регулювання водно-теплого режиму в кореновому шарі ґрунту. Висновки. Проведені дослідження свідчать про можливість забезпечення сприятливих температурних умов ґрунту на період сівби, мінімізації шкідливої дії пізніх весняних приморозків і створення оптимальних умов для вирощування сільськогосподарських культур упродовж вегетації способом комплексного регулювання водно-теплого режиму в кореновому шарі ґрунту.

Ключові слова: кореневий шар ґрунту, рівень ґрунтових вод, сільськогосподарські культури, сівба, температурні умови.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-10>

Зміни клімату, які спостерігаються останніми десятиліттями, формують нові умови вирощування сільськогосподарських культур [1]. Тому для вирішення завдань, зазначених у «Стратегії зрошення та дренажу в Україні до 2030 року», розробленої в Інституті водних проблем і меліорації НААН, щодо ефективного використання меліорованих земель особливо актуальними є отримання знань про формування температурного режиму осушуваних ґрунтів Полісся (як торфових, так і дерново-підзолистих), зміну параметрів їх гідротермічного режиму в контексті кліматичних змін та можливостей комплексного регулювання водно-теплого режиму коренового шару ґрунту в умовах регульованих рівнів ґрунтових вод для створення оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур упродовж вегетаційного періоду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історія досліджень температури ґрунтів і перші спроби вивчення теплообміну між атмосферою і ґрунтом, поширення тепла в ґрунтах розпочалися в першій половині ХХ ст. До кінця минулого століття в науковій літературі розглядалися різні аспекти вивчення гідротермічного режиму ґрунтів з метою проведення його класифікації, характеристики сучасних ґрунтоутворних процесів, порівняльних характеристик гідротермічного режиму ґрунтів, аналізу закономірностей формування вологи в ґрунті [2–7].

Історія досліджень температури ґрунтів західних регіонів України та оцінки її впливу на кількісні параметри ґрунту, визначення їх теплофізичних показників розпочалася в середині 70-х років минулого століття [3, 4].

Питанням формування температурного режиму ґрунтів і впливу сільськогосподарського

освоєння на їх температурний режим у зоні Полісся присвячено роботи, де встановлено, що особливо значних змін зазнає температурний режим меліорованих ґрунтів [5, 8–11].

Вивчення гідротермічного режиму осушених слабопідзолистих ґрунтів Полісся за обігріву і його впливу на окисно-відновний режим ґрунту та активне регулювання теплового режиму ґрунту завдяки додатковим джерелам тепла почалося переважно в останній чверті минулого століття [12, 13].

Існують розробки, де оцінено вплив теплофізичних і водно-фізичних властивостей, гранулометричного складу і ступеня зволоження на температурний режим ґрунтів Волинського Полісся [14].

Наукові результати свідчать також про те, що температурний режим осушуваних ґрунтів тісно залежить від водного режиму [5, 15–18].

У ряді розробок вказано на те, що тривалість вегетаційного періоду, суми активних температур і абсолютні величини температури ґрунту визначають набір вирощуваних сільськогосподарських культур і сортів, умови мінерального живлення рослин, швидкість їх росту та розвитку, ймовірність досягання врожаю [6, 10].

Територія Полісся характеризується найнижчими показниками теплових ресурсів в Україні, при цьому торфові ґрунти (їх частка становить 18% від загальної площі осушуваних ґрунтів) є холодними або з несприятливими тепловими властивостями, тому потребують додаткових заходів при вирощуванні вимогливих до тепла сільськогосподарських культур. У багатьох випадках без осушення теплові ресурси боліт недостатні для вирощування більшості культур [6].

Водночас питання впливу температурного режиму ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур на осушуваних землях в умовах змін клімату майже зовсім не вивчені.

Оскільки теплові режими, тривалість періодів з фізіологічно активними температурами значною мірою зумовлюють видовий склад і продуктивність вирощуваних культур, то термічному чиннику та його оцінці потрібно приділяти достатню увагу, особливо в регіонах з обмеженими тепловими ресурсами. До того ж цей чинник вважається одним з найменш регульованих порівняно з іншими ґрунтовими режимами.

Тому основною ідеєю досліджень є твердження про те, що в умовах функціонування меліоративних систем можливе комплексне регулювання водно-теплого режиму в кореновому шарі ґрунту в умовах регульованого водного режиму для створення оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур на осушуваних землях.

Мета досліджень — установалення особливостей формування водно-теплого режиму осушуваних ґрунтів і можливостей комплексного регулювання водно-теплого режиму коренового шару ґрунту для створення оптимальних умов вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату.

Матеріали та методи досліджень. Виконано експериментальні визначення метеорологічних показників, динаміки рівня ґрунтових вод (РґВ), температури верхніх горизонтів коренового шару ґрунту (на глибині 5, 10, 15 і 20 см), температури ґрунтових вод.

Методи досліджень — системний аналіз та узагальнення знань щодо впливу теплового режиму ґрунту на вирощування сільськогосподарських культур на осушуваних землях, емпіричні — експеримент і спостереження на дослідних ділянках меліоративних систем, математичне моделювання та обробка експериментальних даних.

Результати досліджень. Комплекс натурних досліджень проведено на пілотному об'єкті торфоболотного масиву «Чемерне» Сарненської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН.

ґрунти на пілотному об'єкті — низинні, високозольні, потужні торфові з напірним живленням ґрунтовими водами. Основний склад

рослин-торфоутворювачів — гіпново-осоково-очеретяний, у нижніх шарах торфу часто трапляються залишки напіврозкладеної дерев'янистої рослинності. Щільність орного шару (потужністю 0–30 см) — 0,318 г/см³.

Обробіток ґрунту полягав у зяблевій оранці на глибину 22–24 см, передпосівній культивуванні та боронуванні, коткуванні до і після сівби.

Для характеристики погодних умов вегетаційного періоду 2018 р. використано дані метеопосту Сарненської дослідної станції, розміщеного безпосередньо на осушуваному торфоболотному масиві.

За результатами проведених досліджень визначено, що в 2018 р. кількість опадів за вегетаційний період становила 225 мм, що на 145 мм менше від багаторічної норми (63,7%). Оподи розподілені за місяцями вегетаційного періоду нерівномірно. Найбільша їх кількість припадає на серпень (98 мм, що становить 38% від загальної кількості за вегетаційний період). Найменш дощовими були квітень і вересень.

Показники середньої температури повітря у вегетаційний період перевищували середню багаторічну норму на 2,5°C. Найтеплішими місяцями є липень і серпень з середньомісячними значеннями температур відповідно 19,9 та 19,3°C. Найпрохолоднішими були квітень і вересень.

Згідно з методикою проведення досліджень заміри РґВ безпосередньо на дослідних ділянках здійснювали за пентадами, користуючись мірною стрічкою (рис. 1).

РґВ упродовж вегетаційного періоду 2018 р. був у межах 57–84 см, що забезпечило потрібну вологість та, відповідно, вологозапаси ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур (пайзи, амаранту, кормових бобів).

Заміри температури ґрунту та ґрунтових вод проводили впродовж вегетаційного періоду безпосередньо на дослідних ділянках щодоби. Для визначення динаміки температури верхніх горизонтів коренового шару ґрунту встановлено ґрунтові термометри на глибині 5, 10, 15 та 20 см.

Визначено динаміку температури в кореновому шарі ґрунту на різній глибині (рис. 2).

За результатами натурних досліджень установлено, що з глибиною температурний

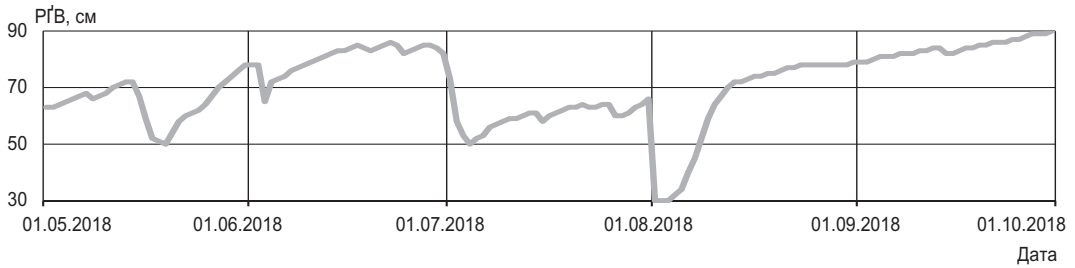


Рис. 1. Динаміка РГВ на пілотному об'єкті торфоболотного масиву «Чемерне» впродовж вегетаційного періоду 2018 р.

режим ґрунту тісно залежить від РГВ. Найбільше ця залежність проявляється, починаючи з глибини 20 см, а у верхньому шарі (до 5 см) — досить істотний вплив температури приземного шару повітря. Різниця в температурі ґрунту на глибині 5 та 20 см в окремі періоди сягає 3°C, а найбільші коливання температури у верхньому шарі ґрунту — на глибині 5 см (див. рис. 2).

Визначено, що впродовж вегетаційного періоду коливання температури ґрунтових вод відбувалося в межах від 9,5 до 10,3°C.

Для оцінки можливості регулювання водно-теплого режиму при регульованому РГВ було проведено системний аналіз результатів як аналітичних досліджень і їх узагальнення, так і даних натурних досліджень

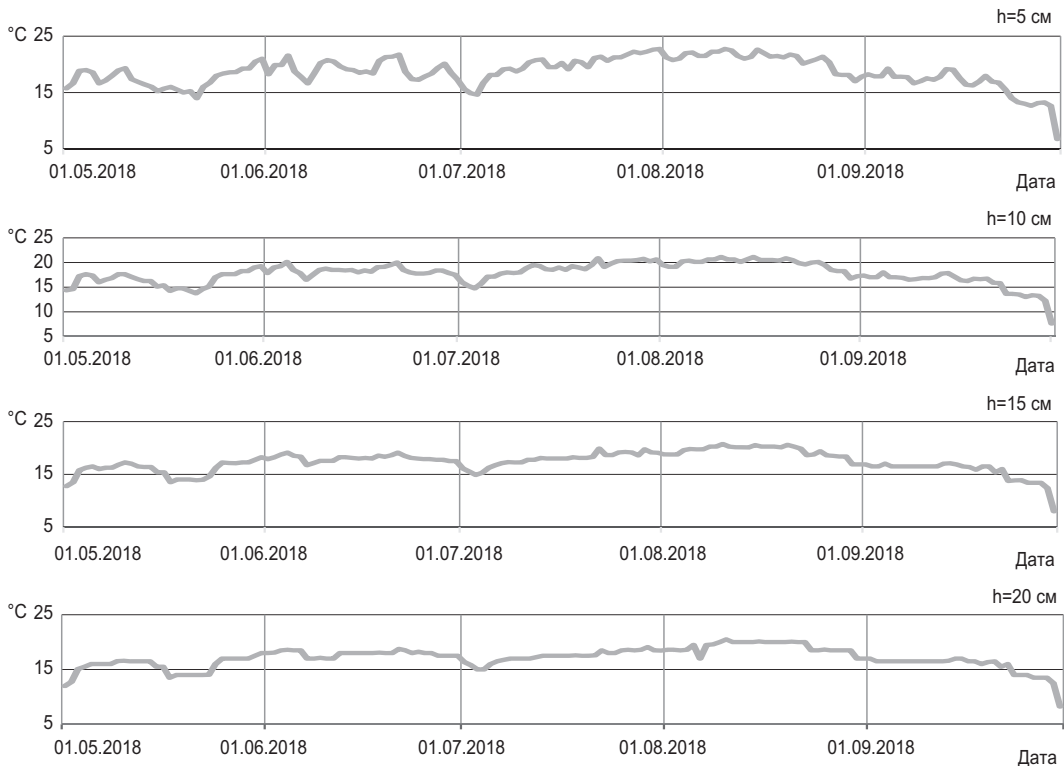


Рис. 2. Динаміка температури в кореновому шарі ґрунту на пілотному об'єкті торфоболотного масиву «Чемерне» впродовж вегетаційного періоду 2018 р., °C

динаміки температури верхніх горизонтів кореневого шару ґрунту (на глибині 5, 10, 15 та 20 см) на дослідних ділянках.

Результати досліджень впливу температурного режиму ґВ на тепловий режим верхніх шарів кореневого шару ґрунту свідчать про очевидне підвищення адекватності наведеної апроксимації: індекс кореляції на глибині 5 см становить усього 0,39, а вже на глибині 20 см — 0,66) (рис. 3). Для нижніх горизонтів кореневого шару ґрунту (30–50 см) вплив температурного режиму приземного шару повітря

значно зменшується, і проявляється його тісна залежність від температурного режиму та положення ґВ.

Проведені дослідження свідчать про можливість забезпечення сприятливих температурних умов ґрунту на період сівби, мінімізації шкідливої дії пізніх весняних приморозків і створення оптимальних умов для вирощування культур способом комплексного регулювання водно-теплого режиму в кореновому шарі ґрунту впродовж вегетації.

Останнє зумовлює потребу проведення подальших досліджень щодо встановлення

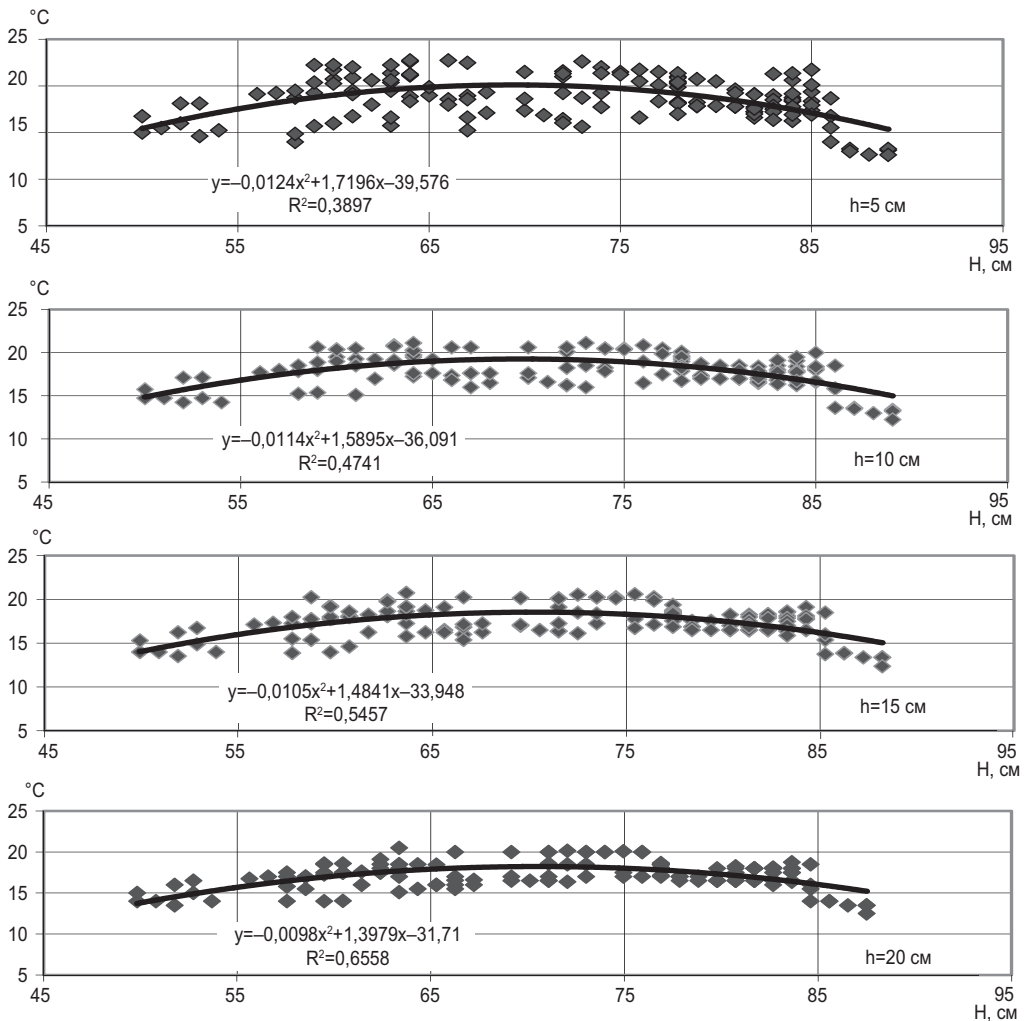


Рис. 3. Вплив температурного режиму ґрунтових вод на тепловий режим верхніх шарів кореневого шару ґрунту (на глибині 5, 10, 15 та 20 см)

закономірностей формування процесів теплопереносу на фоні регулювання водного режиму осушуваних ґрунтів з урахуванням їх водно-фізичних і теплофізичних характеристик, кліматичних умов, вимог сільськогосподар-

ських культур до теплового режиму впродовж вегетаційного періоду та розроблення технології комплексного регулювання водно-теплого режиму осушуваних ґрунтів у передпосівний період для прискорення строків сівби.

Висновки

За результатами проведеного аналізу вітчизняних і зарубіжних літературних джерел встановлено, що температурний режим ґрунту є одним з головних чинників, який визначає біологічну продуктивність осушуваних земель. Тому в умовах змін клімату важливим є визначення мінімальної температури проростання насіння та появи сходів при вирощуванні вимогливих до тепла сільськогосподарських культур, особливо в регіонах з обмеженими тепловими ресурсами.

Температурний режим осушуваних ґрунтів тісно залежить від водного режиму, тому регулювання водного режиму ґрунтів способом використання регульованого РГВ є одним з методів нормалізації теплового режиму. Водночас встановлено, що питанням регулювання температурного режиму приділено набагато менше уваги порівняно з іншими ґрунтовими режимами.

Визначено, що з глибиною температурний режим ґрунту тісно залежить від РГВ.

Найбільше ця залежність проявляється, починаючи з глибини 20 см, а у верхньому шарі (до 5 см) — досить істотний вплив температури приземного шару повітря. Для нижніх горизонтів ґрунту (30–50 см) вплив температури приземного шару повітря значно зменшується і тому існує його тісна залежність від температурного режиму та положення ГВ.

Проведені дослідження свідчать про можливість забезпечення сприятливих температурних умов ґрунту на період сівби, мінімізації шкідливого впливу пізніх весняних приморозків і створення оптимальних умов для вирощування сільськогосподарських культур упродовж вегетації способом комплексного регулювання водно-теплого режиму в кореновому шарі ґрунту. Напрямок подальших наукових досліджень є важливою частиною наукового забезпечення для реалізації завдань, визначених у «Стратегії зрошення та дренажу в Україні до 2030 року», щодо ефективного використання меліорованих земель.

Voropai G.¹, Yatsyk M.², Mozol N.³, Stetsiuk M.⁴, Zosymchuk M.⁵

^{1–3}*Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, 37 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine; e-mail: ¹voropaig@ukr.net, ²nikomage@ukr.net, ³moznaz@ukr.net, ⁴, ⁵Sarny experimental field of NAAS, Doslidna stantsiia, 32, Sarny, Rivne oblast, 34501, Ukraine; e-mail: ⁴nick.stetsiuk@gmail.com, ⁵zosimchykm@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-5004-0727, ²0000-0002-6674-5369, ³0000-0001-7495-4702, ⁴0000-0001-6773-2546, ⁵0000-0002-7162-8300*

Formation features of the water-thermal regime of drained soils under climate change

Goal. To reveal the peculiarities of the formation of the water-thermal regime of drained soils and the possibility of integrated management of water-thermal regime of the root layer of soil with

the aim to create optimal conditions for growing crops in changing climate. **Methods.** Analysis and synthesis of knowledge regarding the influence of the thermal regime of soil on crop production on drained lands, empirical — experiment and observation on experimental plots of irrigation and drainage systems, mathematical modeling and experimental data processing. **Results.** They suggest that the temperature regime of drained soils is closely dependent on the water regime. The results of field investigations showed that with depth the temperature regime of the soil is closely dependent on the groundwater level. Most of all, this dependence is shown since the depth of 20 cm. In the upper layer (up to 5 cm) quite significant impact is observed of the temperature of the surface layer of air. The difference in soil temperature at depths of 5 and 20 cm in some periods reaches 3°C (at the temperature of the groundwater from 9.5 to 10.3°C),

and the greatest temperature fluctuations in the upper soil layer are observed at the depth of 5 cm. For the lower soil horizons (30–50 cm) influence of temperature of the surface layer of air is greatly reduced and therefore there is a strong dependence on the temperature and groundwater level. It is established that the use of the adjustable level of groundwater is one of the methods of regulation of thermal regimen that allows creating optimal conditions for cultivation crops by way of integrated management of water-thermal regime in the root

layer of soil. **Conclusions.** Studies have shown the possibility of achieving favorable temperature conditions of the soil at the period of sowing, of minimizing the harmful effects of late spring frosts, and of creating optimal conditions for the cultivation of agricultural crops during the growing season by way of integrated management of water-thermal regime in the root layer of soil.

Key words: root layer of soil, groundwater level, crops, sowing, temperature conditions.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-10>

Бібліографія

1. Дацько Л.В. Сучасне сільськогосподарське використання земель гумідної зони України. *Меліорація і водне господарство*. 2016. Вип. 103. С. 41–47.
2. Тарасюк М. Розвиток і становлення вчення про клімат ґрунту. *Фізична географія*. 2012. № 2. С. 60–66.
3. Кім М.Г. Класифікація і районування ґрунтового клімату. *Гене́за, географія та екологія ґрунтів*. Львів, 2008. С. 15–33.
4. Кім М.Г. Клімат ґрунтів і процеси ґрунтоутворення. ґрунт — основа добробуту держави, турбота кожного: матеріали VII з'їзду УТГА. Кн. 2. Харків, 2006. С. 82–84.
5. Кардашов А.Т. Динамическая связь температуры и режима влажности осушаемых земель: сб. Актуальные проблемы водохозяйственного строительства. Львов, 1975. С. 9–12.
6. *Меліорація та облаштування Українського Полісся: колективна монографія; за ред. Я.М. Гадзала, В.А. Сташука, А.М. Рокочинського*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. Т. 2. 854 с.
7. Веремєєнко С.І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся: монографія. Луцьк: Надстир'я, 1997. 312 с.
8. Вознюк С.Т. Вплив піскування на теплові властивості і температурний режим торфового ґрунту. *Агрехімія і ґрунтознавство*. 1977. Вип. 34. С. 101–103.
9. Кузьмич Л.В., Коваль С.І. Аналіз природно-кліматичних та антропогенних чинників, що впливають на екологічну безпеку осушуваних торфових ґрунтів. *Науковий вісник*. 2009. Вип. 19. С. 214–218.
10. Афанасьев Н.И. Температура почв и почвообразование. Доклады АН БССР. Т. XIX. № 7. 1975. С. 633–635.
11. Веремєєнко С.І. До критеріїв оцінки температурного режиму. Матеріали 2-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу та аспірантів академії. Рівне, 1996. Ч.1. 18 с.
12. Кузьмич П. К. Гидротермический режим и диагностика окислительно-восстановительных процессов осушаемых почв Западного Полесья УССР. *Вестн. с.-х. науки*. 1978. № 3. С. 80–84.
13. Гурин В.А., Востриков В.П., Романюк И.В., Пинчук О.Л. Тепловая мелиорация локальных участков грунта сбросными теплыми водами промышленных и энергетических объектов. *Мелиорация и рекультивация*. 2009. № 2. С. 30–34.
14. Кім М.Г., Тарасюк М.Ф. Інтегральна оцінка впливу властивостей ґрунтів Волинського Полісся на їх температурний режим. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2009. С. 22–30.
15. Jin C.X., Sands G.R., Kandel H.J. et al. Influence of Subsurface Drainage on Soil Temperature in a Cold Climate. *J. of Irrigation and Drainage Engineering*. February. 2008. V. 134. P. 83–88.
16. Scotter D.R., Horne D.J. The effect of mole drainage on soil temperatures under pasture, 1985. V. 36. Is. 3. September. P. 319–327. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1985.tb00338x>
17. Steenhuis T.S., Walter M.F. Will Drainage Increase Spring Soil Temperatures in Cool and Humid Climates? *Transactions of the ASAE*. 1987. 29 (6). P. 1641–1645. doi: 10.13031/2013.30365
18. Клименко Н.А., Веремєєнко С.И. Регулирование температурного режима осушенных почв. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1988. № 12. С. 50–52.