

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрний університет

Херсонський державний аграрний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Безніцька Наталія Валеріївна

УДК 631.6: 631.8: 452.633

ДИСЕРТАЦІЯ

“ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ
МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ
(НА ПРИКЛАДІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)”

06.01.02 - сільськогосподарські меліорації

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Н.В. Безніцька

Науковий керівник Морозов Олексій Володимирович,

доктор сільськогосподарських наук, професор.

Херсон – 2017

АНОТАЦІЯ

Безніцька Н.В. Формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату (на прикладі Херсонської області).- Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 “Сільськогосподарські меліорації. – ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2017.

У дисертації наведено методичні підходи і результати оцінки комплексного просторово-часового моделювання неоднорідності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів сухостепової зони України (на прикладі Херсонської області) в умовах регіональних змін клімату. Здійснено оцінку змін ґрунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов та запропоновано їх бонітування, визначено сумарний агрохімічний потенціал ґрунтів сухостепової зони та розроблено їх градацію за здатністю формування стабільних рівнів урожайності зернових культур.

За результатом ретроспективного аналізу змін клімату сухостепової зони України за останні 70 років (1945-2015 рр.) визначено багаторічні особливості формування основних кліматичних показників (середньорічної температури повітря, суми річних опадів). Виділені 2 основних періоди формування температури атмосферного повітря (I період–1945-1988 рр. ($T_{cp}=9,7^{\circ}C$), II період–1989-2015 рр. ($T_{cp}=10,7^{\circ}C$) та три періоди формування атмосферних опадів (I період–1945-1970 рр. ($Q=352,7mm$), II період–1971-1995 рр. ($Q=438,4mm$), III період–1996-2015 рр. ($Q=441,1mm$), якими характеризуються індивідуальні циклічні особливості визначених часових процесів.

При узагальненні закономірностей змін вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-40см за період 40-45 років визначений безперервний поступовий процес дегуміфікації орних ґрунтів. Застосування інтенсивного зрошення в період

1970-1989 рр. призвело до зменшення вмісту гумусу, в середньому на 0,36 в.п. (з 2,56 до 2,20%). Виявлено зменшення варіабельності і висхідну поліноміальну залежність збільшення вмісту гумусу в напрямку із заходу на схід і логарифмічну - з півдня на північ.

На основі узагальнення показників родючості визначено сумарний агрохімічний потенціал ґрунтів області для отримання стабільних урожаїв зернових культур. Встановлено, що 75% земель, які розміщені в північно-західній і південно східній частинах області, мають задовільні і сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур на 25% території земель, переважно в південно-західній частині та прибережній зоні річки Дніпро, ґрунти характеризуються незадовільними (20,6%) і дуже незадовільними (4,4%) агрохімічними властивостями для вирощування зернових культур.

Визначено потенційну врожайність зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області, як типової для сухостепової зони за ґрунтово-кліматичними, ландшафтними та сільськогосподарськими умовами. За результатами просторового моделювання встановлено, що 56,5% земель області можуть забезпечити формування потенційної врожайності зернових культур в межах 1,8-2,6 т/га; 29,77% в межах 1,3-1,8 т/га і 13,74%—2,6-3,6 т/га. За агрохімічними властивостями сільськогосподарські землі області досить сприятливі для вирощування та отримання стабільних проектних рівнів урожайності зернових культур.

Здійснено оцінку ґрунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов, агрохімічного стану, бонітування і зональності ґрунтів Херсонської області. Створено просторову модель бонітету кліматичного потенціалу на основі просторово-розподілених значень суми активних температур, коефіцієнту зволоження, показника континентальності клімату. Встановлено, що бал бонітету земель для вирощування зернових культур знаходиться в межах 5,5-34,2. Найвищим потенціалом характеризуються ґрунти, що розташовані в центральній, центральньо-східній та північно-західній

частинах області із балом бонітету 20,1-34,2, які займають близько 66% території.

Визначено зміни енергетичних витрат на ґрунтоутворення в період розвитку зрошувальних меліорацій у сухостеповій зоні; сумарна величина витрат енергії на ґрунтоутворення за вегетацію диференційована: на зрошуваних землях—790-910 МДж/м², незрошуваних—265-765 МДж/м². Це призводить до значної варіації граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів, у середньому на незрошуваних землях 390 мм (350-430 мм), зрошуваних—605 мм (410-750 мм). Найбільш сприятливі умови для формування ґрунотворного процесу створюються в зоні чорноземів південних.

Для забезпечення нормованого природоохоронного землеводокористування, планування структури посівних площ, рівнів урожайності та валового збору сільськогосподарських культур; розробки і впровадження меліоративних заходів щодо підвищення родючості ґрунтів сухостепової зони України в умовах регіональних змін клімату запропоновано використовувати розроблену нами класифікацію років та районування території за основними кліматичними показниками.

Для районів зрошуваного землеробства запропоновано спосіб оцінки природно-антропогенного ґрунотворного процесу з урахуванням впливу зрошувальних меліорацій на зміну гідротермічного режиму і прогнозування спрямованості ґрунотворення під впливом зміни кліматичних умов.

Результати просторово-часового аналізу, моделювання, прогнозування зональних закономірностей багаторічних змін ґрунтово-кліматичних показників та бонітування ґрунтів рекомендується використовувати при обґрунтуванні системи управління зрошуваними землями та впровадженні організаційних, агро меліоративних, агротехнічних та інженерно-меліоративних заходів.

Ключові слова: клімат, ґрунти, родючість, продуктивність, зрошення, урожай.

ANOTATION

Beznitska N.V. **Formation of fertility and productivity indices of reclaimed soils under conditions of regional climate change (on the example of Kherson region).** – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for the degree of a Candidate of Agricultural Sciences (Doctor of Philosophy) in the field of study 06.01.02 “Agricultural reclamation”. – State Higher Educational Institution “Kherson State Agricultural University”. – Kherson, 2017.

The dissertation represents the methodological approaches and the results of the evaluation of integrated space-time modeling of the heterogeneity of changes in agrochemical properties of soils in the steppe zone (on the example of Kherson region) under conditions of regional climate change. The paper evaluates the changes of soil-climatic potential of farmlands depending on the climatic conditions and suggests their comparative estimation by fertility; it determines the total agrochemical potential of dry-steppe soils and develops the gradation according to their ability to maintain steady yields of grain crops.

The peculiarities of the formation of main climatic indices (average annual air temperature, the amount of annual precipitation) have been determined using the results of retrospective analysis of climate changes of the dry steppe zone of Ukraine for the past 70 years (1945-2015). The paper has distinguished 2 basic periods of the formation of air temperature (Period 1–1945-1988 ($T_{\text{average}}=9,7^{\circ}\text{C}$), Period 2 –1989-2015 ($T_{\text{average}}=10,7^{\circ}\text{C}$) and three periods of the formation of precipitation (Period 1 – 1945-1970 ($Q=352,7\text{mm}$), Period 2 –1971-1995 ($Q=438,4\text{ mm}$), Period 3 –1996-2015 ($Q=441,1\text{mm}$) characteristic of individual cyclic peculiarities of the determined time processes.

A continuous gradual process of dehumification of arable soils has been determined while summarizing the regularities of changes in humus content in the soil layer of 0-40cm for the period of 40-45 years. The application of intensive

irrigation during the period of 1970-1989 caused the reduction of humus content by 0,36% on average (from 2,56 to 2,20%). There was a reduction in variability and ascending polynomial dependence of the increase in humus content from the west to the east and logarithmic dependence – from the south to the north.

The total agrochemical potential of the region's soils for maintaining steady yields of grain crops has been determined on the basis of the generalized fertility indices. It has been established that 75% of the lands located in the north-western and the south-eastern parts of the region have satisfactory and favorable conditions for growing crops on 25% of the lands, mainly in the south-western parts and the river-side zone of the Dnipro, the soils are characterized by unsatisfactory (20,6%) and very unsatisfactory (4,4%) agrochemical properties for growing grain crops.

The paper determines potential yields of grain crops on the farmlands of Kherson region as typical for the dry steppe zone by soil-climatic, landscape and agricultural conditions. Using the results of space modeling it has been established that 56,5% of the region's lands can support the formation of potential yields of grain crops at the level of 1,8-2,6 t/ha; 29,77% within 1,3-1,8 t/ha and 13,74% – 2,6-3,6 t/ha. The region's farmlands are quite favorable for growing grain crops and maintaining steady planned yield rates by agrochemical properties.

The study evaluates the soil-climatic potential of lands depending on the climatic conditions, agrochemical properties and zoning of Kherson region's soils. It represents a spatial model of evaluating climatic potential on the basis of spatially distributed figures of the sum of active temperatures, the moisture coefficient, the index of climate continentality. It has been determined that the evaluation rate of lands for growing grain crops is within 5,5-34,2. The highest potential is characteristic of the soils located in the central, central-eastern and north-western parts of the region with the evaluation rate of 20,1-34,2 which occupy about 66% of the territory.

The paper determines the changes of energy expenditure on soil-formation during the period of the development of irrigational reclamation in the dry steppe zone; the total amount of energy expenditure on soil-formation for vegetation is

differential: on the irrigated lands – 790-910 MJ/m², on the non-irrigated lands – 265-765 MJ/m². It leads to considerable variation of the marginal capacity of the humus soil horizon, on the non-irrigated lands – 390 mm (350-430 mm) on average, on the irrigated lands – 605 mm (410-750 mm). The most favorable conditions for soil-formation processes are created in the zone of the southern chernozem.

In order to provide the regulation of sustainable land and water use, plan the structure of areas under crops, yield rates and gross crop yields; to develop and implement reclamation measures aimed at increasing soil fertility of the dry steppe zone of Ukraine under conditions of regional climate change it is recommended that our classification of years and zoning by the main climatic indices should be used.

The paper suggests the evaluation of natural and anthropogenic soil-formation processes considering the impact of irrigational reclamation instead of hydrothermal mode and forecasting of soil-formation direction under the influence of climate changes for the areas of irrigated agriculture. It is recommended that the results of space-time analysis, modeling, forecasting of regional regularities of the changes of soil-climatic indices for many years and the evaluation of soils should be used while substantiating the system of managing irrigated lands and implementing organizational, agro-reclamation, agro-technical, engineering and reclamation measures.

Key words: climate, soils, fertility, productivity, irrigation, yield.

Список публікацій здобувача

Монографії

1. Родючість, продуктивність та ефективність використання ґрунтів рисових зрошувальних систем України. / [Морозов О.В., Ушкаренко В.О., Безніцька Н.В. та ін.]// колективна монографія – Херсон: Грінь Д.С., 2012. - 221с. *(аналіз кліматичних та показників родючості ґрунту, висновки, 3,4 розділи).*

2. Раціональне використання зрошуваних та вилучених зі зрошення земель півдня України / [Вожегова Р.А., Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін.] // За ред. д.с.-г.н., професора Р.А. Вожегової, д.с.-г.н., професора О.В. Морозова. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 184 с. *(узагальнення кліматичних даних, висновки, аналіз літературних джерел).*

Статті у наукових фахових виданнях

3. Морозов В.В., Морозов О.В., Безніцька Н.В. Дослідження показників родючості ґрунтів Південного Степу України на фоні регіональних змін клімату *Таврійський науковий вісник. Науковий журнал 2013. Вип. 85. С. 196-200. (моніторинг показників родючості, аналіз літературних джерел, висновки, написання статті).*

4. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Нестеренко В.П., Пічура В.І. Формування урожайності пшениці озимої залежно від кліматичних змін (на прикладі Херсонської області)/*Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2014. Вип. 88. С. 146-152. (аналіз кліматичних змін, побудова моделей).*

5. Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Оцінка придатності земель сільськогосподарського призначення за агрокліматичними показниками(на прикладі Херсонської області). *Вісник аграрної науки, науково-теоретичний журнал, 2014. спец випуск, вересень. С.16-21. (оцінка придатності земель за агрокліматичними показниками, районування території, створення картографічного матеріалу).*

6. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів в зоні Сухого Степу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 3 (67). (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ Index Copernicus, AGRIS, SIS, BASE, ResearchBib, Ulrichsweb, РИНЦ, USJ, MIAR, Google Scholar). (аналіз літературних джерел, аналіз агрохімічного стану ґрунтів, математичну обробку, висновки).

7. Безніцька Н.В. Моделювання ґрунтово-кліматичного потенціалу сільськогосподарських земель Херсонської області із застосування ГІС-технології. *Вісник Національного університету водного господарства і природокористування. Рівне*. 2017. – № 4 (76). С. 31-43.

Статті у наукових іноземних виданнях

8. Морозов В.В., Безницкая Н.В., Морозов О.В. Влияние изменения климата на формирование показателей плодородия почв юга Украины. / *Экология и водное хозяйство: Научно – технический и производственный журнал*. Вып.3. Азербайджан. Баку., 2013. С. 22-25. (аналіз літературних джерел, кліматичних умов, узагальнення та систематизація показників родючості).

9. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Моделювання урожайності соняшнику залежно від агрокліматичних умов сухостепової зони України. *Сборник научных трудов в S World*. 2015. Вып.1(38). том 24.- Иваново: МАРКОВА АД., С. 70-79. (аналіз літературних джерел, агрокліматичних умов, побудова моделей, висновки).

Матеріали і тези доповідей на конференціях

10. Безніцька Н.В. Вплив змін клімату на еколого - агро меліоративний режим зрошуваних ґрунтів сухостепової зони України (на прикладі Херсонської області). *Проблеми водогосподарського і будівельного комплексу та шляхи їх вирішення: зб. наук.-практ. конф. молодих вчених, 17 лютого 2011 р, м. Херсон*, Херсон: Колос, 2011. С.25-28.

11. Morozov V.V., Morozov O.V., Beznitskaya N.V., Nesterenko V.P Influence of climate factors on rice yield in the south of Ukraine// *International Scientific and Specialist Conference “Ecology in Service of Sustainable Development”* Країна:

Сербія. 26-28 september, 2013. P.23-28. (аналіз літературних джерел, кліматичних умов, висновки).

12. Безніцька Н.В. Зміни клімату в Україні як відображення глобальних кліматичних процесів. *Інтегроване управління меліорованими ландшафтами: зб: міжнар. наук.-практ. конф, 24-27 серпня 2011р. м. Херсон, Херсон: Колос, 2011. С. 96-97.*

13. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Дослідження клімату в системі еколого-агромеліоративного моніторингу. *Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: зб. міжнар. наук.-практ. конф присвяченої дню води, 21-23 березня 2012р. м. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 161-163. (аналіз літературних джерел, кліматичних чинників, висновки).*

14. Морозов В.В., Безніцька Н.В., Нестеренко В.П. Теоретико – методологічні основи моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем в сільськогосподарських гідротехнічних меліораціях. *Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: зб. міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої дню води, 21-23 березня 2012р. м. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 42-45. (аналіз літературних джерел, моделювання, висновки).*

15. Морозов В.В., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. та ін. Вплив змін клімату на умови вирощування сільськогосподарських культур в Південному Степу України. *Інтегроване управління водним режимом ґрунту в зоні сухого степу: зб. регіон. наук.-практ. конф, 04 квітня. 2012р. м. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 18-21. (узагальнення одержаних даних і побудовано моделі, проаналізовано літературні джерела).*

16. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Аналіз циклічності та прогноз змін температури повітря в Херсонській області. *Технології вирощування сільськогосподарських культур у Південному регіоні України: наук.-практ. конф. молодих вчених присвячена дню науки, 11-12 квітня 2012. м. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 15-16. (математично- статистична обробка даних, висновки).*

17. Безніцька Н.В., Мельничук С.І. Класифікація забезпеченості років атмосферними опадами в Сухостеповій зоні України. *Еколого-орієнтоване управління водними та земельними ресурсами: зб. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 16-18 травня 2012р. м. Херсон.* Херсон: Колос С. 53-56. (аналіз літературних джерел, написання тез, висновки).

18. Морозов В.В. Безніцька Н.В., Нестеренко В.П. Дослідження показників родючості ґрунтів півдня України з урахуванням кліматичних змін. *Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: зб. міжнар. наук – прак. конф. 7-9 червня 2013 р., Мелітополь, С. 209-211.* (аналіз і узагальнення показників родючості, висновки).

19. Морозов В.В., Безніцька Н.В. Формування показників родючості ґрунтів під впливом змін клімату на півдні України. */Водні ресурси України та меліорація земель: зб. матер. міжнар. наук. практ. конф. 22 березня 2013р. Київ. ІВПіМ. С.129-131.* (аналіз і обробка даних, написання статті).

20. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. та ін. Вплив погодних умов на формування урожаю озимої пшениці в Херсонській області / *збір. наук. праць «Перспектива» випуск 18. – м. Херсон, Херсон: Колос, 2016., С.14-16.* (математичний аналіз основних показників, висновки).

21. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. та ін. Дослідження агрометеорологічних умов 2011-2012 сільськогосподарського року у Херсонській області. *збір. наук. праць «Перспектива» випуск 18.* Херсон: Колос, 2014. С. 17-19. (аналіз літературних джерел, написання статті).

22. Безніцька Н.В. Дослідження впливу змін клімату на продуктивність і родючість ґрунтів (на прикладі Херсонської області) / *Проблеми використання земельних і водних ресурсів та шляхи їх вирішення: зб. наук.-практ. конф. молодих вчених присвяченої 50-ти річчя факультету водного господарства, будівництва та землепорядкування., 20-21 лютого 2014. м. Херсон: Херсон: Колос, С. 17-19.*

23. Безніцька Н.В. Морозов О.В., та ін. Підвищення ефективності зрошувального землеробства на Інгулецькому масиві в умовах зміни клімату.

Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах змін клімату: зб. матер. Всеукр. наук.–практ. інтернет конф. 9 грудня 2016р. м.Херсон: Херсон: С.110-113. (аналіз літературних джерел, узагальнення даних, висновки).

24. Морозов О.В., Безніцька Н.В Морозов В.В. та ін. Особливості регіональних змін клімату в Сухостеповій зоні України. *Управління водними ресурсами в умовах змін клімату матер. всеукр. наук. – практ. інтер. конф 21 березня 2017р.м.Херсон. Херсон: Колос С. 191-193. (проаналізовані літературні джерела, написання тез).*

25. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Вплив змін клімату на відновлення та розвиток зрошення в сухостеповій зоні України. *Еколого – економічні проблеми та перспективи розвитку водогосподарського комплексу України: зб. матер. Всеукр. наук – практ. конф молодих вчених. 2017р. м.Херсон. Херсон: С.56-59. (аналіз просторових даних, створення картографічного матеріалу та узагальнення даних).*

26. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Продуктивність зрошуваних ландшафтів в умовах змін клімату. *Перспективи інноваційно - інвестиційного розвитку водного господарства : зб міжнар. наук – прак. конф 18-19 травня 2017р. м. Херсон.Херсон: 2017. Колос, С. 65-69. (аналіз літературних джерел,написання висновків тез).*

27. Ушкаренко В.О., Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Оцінка ґрунтів Херсонської області за їх придатністю для сільськогосподарського виробництва. *Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій: зб. матер. міжнар. наук – прак. конф 25-26 травня 2017 р.,м.Херсон.Херсон: ЧП «ЛТ-офіс». 2017. С.43-48. (аналіз і оцінка показників родючості,висновки).*

28. Безніцька Н.В.Дослідження динаміки вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарськихземель Херсонської області// *Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій: зб. матер. міжнар. наук – прак. конф 25-26 травня 2017 р.,м. Херсон. Херсон: ЧП «ЛТ-офіс».2017.*

С. 238-242..

Методичні рекомендації

29. Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Атлас забезпеченості мікроелементами ґрунтів Херсонської області /*методичні рекомендації. за редакцією Фатєєва А.І., Морозова О.В.* Херсон: Айлант, 2012. 45с. (*обробка даних, побудування карт, висновки*).

30. Ушкаренко В.О. Картосхеми забезпеченості мікроелементами ґрунтів Херсонської області. / В.О Ушкаренко, Л.М.Грановська, О.В Морозов.,Н.В Безніцька та ін /Методичні рекомендації. Херсон: 2012. С. 48- 49. (*аналіз і узагальнення даних, висновки*).

31. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Інформаційно-аналітичні матеріали щодо стану ґрунтів Херсонської області. Серія: Охорона ґрунтів. Матеріали до обласної програми «Забезпечення агропромислового комплексу мінеральними добривами на період до 2015 р». за ред. д.с.-г.н. Морозова О.В. у співав. Ушкаренко В.О., Морозов В.В., та ін. Херсон, 2013. С.17. (*математична обробка результатів, узагальнення та систематизація, аналіз літературних джерел*).

32. Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Вміст мікроелементів в ґрунтах Херсонської області./ Методичні рекомендації /За редакцією Фатєєва А.І., Морозова О.В. Харків:, 2015. 16с. (*статистично – математична обробка, створення картографічного матеріалу*).

33. Балюк С.А., Морозов О.В, Вожегова Р.А., Безніцька Н.В та ін. Рекомендації щодо обґрунтування критеріїв якості поливної води і покращення стану ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи. Серія: Ефективне використання зрошуваних земель./ Науково - методичні рекомендації (за наук. ред. Морозова В.В.). Херсон, 2017. 74с. (*аналіз і оцінка меліоративного стану зрошуваних земель*).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ЗАСАДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ.....	25
ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)	25
1.1. Сучасні зміни клімату у глобальному масштабі.....	25
1.2. Клімат в Україні і тенденції його зміни.....	33
1.3 Клімат як важливий ґрунтоутворний фактор.....	36
Висновки до розділу 1	45
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	46
2.1. Природно кліматичні умови Херсонської області.....	46
2.1.1. Аналіз ґрунтово-кліматичних умов Херсонської області.....	46
2.1.2. Кліматичні умови	52
2.2. Методика досліджень	54
2.2.1. Схема досліджень.....	54
2.2.2. Методика вимірювання кліматичних показників	56
2.2.3. Нормування параметрів агрокліматичних умов до вирощування сільськогосподарських культур за методикою академіка В.В. Медведєва.....	56
2.2.4 Нормування параметрів показників ґрунту до вирощування сільськогосподарських культур за методикою І.І. Карманова.....	58
2.2.5 Методика статистичного аналізу та застосування ГІС-технологій при оцінці агрокліматичних показників та показників родючості ґрунтів.....	61
Висновки до розділу 2.	65
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗМІН КЛІМАТУ В СУХОСТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ (на прикладі Херсонської області)	66
3.1. Аналіз динаміки кліматичних показників (1945 - 2015 рр.).....	66
3.2. Класифікація років за кліматичними показниками	82
3.2.1. Класифікація років за атмосферними опадами.....	82

3.2.2. Класифікація років за температурою повітря	85
3.3 Районування придатності земель Херсонської області для вирощування сільськогосподарських культур за середньобагаторічними запасами продуктивної вологи	88
3.3.1 Вміст вологи у шарі ґрунту 0-20 см	88
3.3.2 Вміст продуктивної вологи в шарі 0-100 см.....	93
3.3.3 Оцінка придатності земель Херсонської області для вирощування сільськогосподарських культур за сумою активних температур.....	97
3.3.4 Оцінка придатності земель Херсонської області за гідротермічним коефіцієнтом для вирощування сільськогосподарських культур	99
Висновки до розділу 3	101
РОЗДІЛ 4	103
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КЛАСИФІКАЦІЇ РОКІВ ЗА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ.....	103
4.1. Формування врожайності пшениці озимої залежно від агрокліматичних умов.....	103
4.2. Формування врожайності пшениці озимої в умовах зрошення	113
Висновки до розділу 4.	119
РОЗДІЛ 5ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ РОДЮЧОСТІ ЗРОШУВАНИХ І НЕЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ.....	121
5.1. Дослідження агрохімічного стану ґрунтів.....	121
5.1.1. Забезпеченість ґрунтів за вмістом гумусу.....	121
5.1.2. Забезпеченість ґрунтів рухомими формами азоту.....	127
5.1.3. Забезпеченість ґрунтів рухомих фосфором	129
5.1.4. Забезпеченість ґрунтів обмінним калієм	135
5.2. Комплексна агрохімічна оцінка потенціалу сільськогосподарських земель для вирощування і проектування врожаю зернових культур.....	142
Висновки до розділу 5	152

РОЗДІЛ 6 ВИЗНАЧЕННЯ БАЛУ БОНІТЕТУ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СПРЯМОВАНOSTI ГРУНТОТВОРНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ	155
6.1. Грунтово-кліматичне бонітування потенціалу сільськогоспо-дарських земель Херсонської області.....	155
6.2. Енергетична оцінка і прогноз кліматично-антропогенної спрямованості грунтотворного процесу в умовах зрошення.....	170
Висновки до розділу 6	181
ВИСНОВКИ.....	183
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	186
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	187
ДОДАТКИ.....	209

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

- ООН – Організація об'єднаних націй;
- МГЗК - Міжурядова група експертів з питань змін клімату;
- ГТК - гідротермічний коефіцієнт;
- КЗ - коефіцієнт зволоження;
- НВ - найменша вологоємність;
- ЗС - зрошувальна система;
- ФГ – фізична глина;
- ВМО - Всесвітня метеорологічна організація;
- МЗЦАО - моделі загальної циркуляції атмосфери і океану;
- ФАР - фотосинтетично активна радіація;
- НААНУ – Національна академія аграрних наук України;
- ГІС (GIS) – геоінформаційна система;
- КК – коефіцієнт континентальності.

ВСТУП

Актуальність теми. За адаптації сільськогосподарської діяльності до умов глобальних і регіональних змін клімату в сухостеповій зоні для характеристики потенціалу ґрунтів та проектування врожаїв сільськогосподарських культур актуальним питанням є визначення просторово-часових закономірностей формування процесу ґрунтоутворення, родючості та продуктивності меліорованих ґрунтів.

Еволюція ґрунтів являє собою спрямовану багаторічну зміну процесів ґрунтоутворення, вона тісно пов'язана із глобальними змінами навколишнього природного середовища і має незворотний характер, який підсилюється змінами клімату та екстенсивним напрямом господарювання.

У вітчизняній і світовій практиці розробленню та науковому обґрунтуванню змін показників родючості і продуктивності ґрунтів, у т.ч. зрошуваних, в умовах регіональних змін клімату присвячено роботи багатьох учених. Найбільш відомими є праці В.В. Медведєва, С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, В.О. Ушкаренка, В.В. Гамаюнової, А.О. Лимаря, Ф.М. Лисецького, В.В. Морозова, Р.А. Акбірова, Ц.Ц. Цибікдоржієва, В.І. Пічури, В. Saquan, А.М. Mouazen, В.Е. Butler, J. Popp, L.E. Jackson та ін. Проте актуальності набуває розробка системи управління землями сільськогосподарського призначення з урахуванням змін основних показників родючості ґрунтів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи є складовою основних напрямів досліджень ДВНЗ «Херсонський ДАУ». Роботу виконано у рамках програм комплексних науково - дослідних проектів ПНД НААН 01 «Родючість, охорона і раціональне використання ґрунтів» завдання 01/18-05 «Встановити закономірності сучасного розвитку та ландшафтної адаптації зрошуваних, солонцевих та вилучених зі зрошення земель та розробити інтегровані системи управління та гармонізації їх продуктивних і екологічних функцій» (2011-2013 рр.); ПНД

НААН 1 «Ґрунтові ресурси: прогноз розвитку, збалансоване використання та управління» Завдання 01.03.01.02.Ф «Розробити науково-методичні основи управління живленням та адаптації сільськогосподарських рослин до екстремальних змін погодних умов протягом вегетаційного періоду» (2016-2020 рр.); ПНД НААН 1 «Ґрунтові ресурси: прогноз розвитку, збалансоване використання та управління»; «Принципи і методи нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, прогнозування та сталого управління ґрунтовими ресурсами зрошуваних ландшафтів сухостепової зони України»; Завдання 01.01.03.01.Ф «Наукові засади нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, прогнозування та сталого управління ґрунтовими ресурсами зрошуваних, вилучених зі зрошення та солонцевих земель для забезпечення гармонізації продуктивних та екологічних функцій» (2016 р.). Дослідно – виробнича перевірка результатів досліджень була проведена 2014-2016рр.

Мета дослідження. Метою дисертаційної роботи є визначення просторово-часових закономірностей формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів сухостепової зони України в умовах регіональних змін клімату (на прикладі Херсонської області).

Завдання роботи:

- здійснити ретроспективний аналіз змін клімату за останні 70 років та розробити класифікацію років за кліматичними показниками для сухостепової зони;
- провести районування придатності земель Херсонської області для вирощування сільськогосподарських культур за середньобагаторічним вмістом продуктивної вологи;
- дослідити формування рівнів врожайності сільськогосподарських культур (пшениці озимої) за кліматичними характеристиками років;
- визначити просторово-часові закономірності трансформації агрохімічного стану меліорованих ґрунтів в умовах змін клімату;
- розробити просторові моделі сучасного стану придатності та потенціалу

земель за агрохімічними властивостями ґрунтів для вирощування та проектування рівня врожаю сільськогосподарських культур;

- дослідити кліматично-антропогенну спрямованість ґрунтоутворного процесу на меліорованих ґрунтах;

- здійснити ґрунтово-кліматичне бонітування сільськогосподарських земель.

Об'єкт дослідження - процеси просторово-часового формування родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів сухостепової зони в умовах регіональних змін клімату

Предмет дослідження –ґрунтово-кліматичні показники родючості і продуктивності сільськогосподарських земель.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових та спеціальних, емпіричних і теоретичних методів дослідження: *історичний*-для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних та іноземних вчених щодо вивчення формування родючості та продуктивності зрошуваних ґрунтів; *методи дедукції та індукції*, систематизації, математичної статистики та методи багатомірної статистики і класифікації (метод аналізу часових рядів, Вейвлет-аналізу для детального ретроспективного дослідження і нелінійного прогнозування зміни кліматичних умов, *аналітичний* – для аналізу умов та процесів зміни показників родючості та продуктивності в умовах змін клімату (результати агрохімічних обстежень, статистичні дані щодо зміни клімату); *картографічний* – для побудови картографічних моделей з застосуванням ГІС-технологій (програмного продукту ArcGIS) та математичної обробки вимірів і візуалізації результатів; *системний аналіз і підхід* для комплексного аналізу стану і вивчення закономірностей зв'язку клімату та формування природних властивостей ґрунту; *математичне моделювання* – для встановлення щільності зв'язків між досліджуваними факторами.

Інформаційну базу дослідження складають дані статистичних звітностей, ретроспективних матеріалів восьми гідрометеорологічних станцій, Херсонській

філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», матеріали періодичних видань, літературних джерел та особисті дослідження автора. Опрацювання і візуалізацію статистичної, картографічної інформації і результатів дослідження здійснювались за допомогою пакетів програм Microsoft Excel, Statistica, ArcGIS.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у забезпеченні розв'язання актуальної наукової задачі – визначити тенденції змін показників родючості та продуктивності зрошуваних ґрунтів в умовах регіональних змін клімату.

вперше:

- на основі аналізу багаторічної динаміки основних кліматичних показників розроблено класифікацію років за кліматичними показниками з урахуванням регіональних змін клімату;

- створено просторово-часові моделі змін показників родючості і продуктивності зрошуваних ґрунтів та їх придатності для вирощування сільськогосподарських культур в умовах регіональних змін клімату з використанням методів системного аналізу та ГІС-технологій (ArcGIS);

- на основі аналізу якісної оцінки родючості зрошуваних ґрунтів проведено районування земель за балом бонітету;

- виконано прогноз змін показників родючості та моделювання формування енергетичних витрат на ґрунтоутворення у зоні зрошення в умовах регіональних змін клімату.

удосконалено:

- науково-методичний підхід до системного просторово-часового дослідження ґрунтово-кліматичного потенціалу земель у сухостеповій зоні зрошення із застосуванням геостатистичних методів та багатомірної статистики для визначення змін потенціалу меліорованих ґрунтів, підвищення інформативності та об'єктивності прийняття управлінських рішень, щодо розробки меліоративних заходів та оптимізації використання сільськогосподарських земель в умовах регіональних змін клімату.

набули подальшого розвитку:

- дослідження змін кліматичних умов в сухостеповій зоні зрошення та їх вплив на ґрунтові процеси і урожайність сільськогосподарських культур;
- процес моделювання і визначення просторово-часових закономірностей ґрунтово-кліматичних змін та бонітування потенціалу сільськогосподарських земель із застосуванням методики оцінки зональних ґрунтів за І.І. Кармановим.

Практичне значення одержаних результатів полягає в оцінці впливу регіональних змін клімату на умови формування основних показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів; розробці рекомендацій щодо врахування результатів досліджень при проектуванні еколого-агромеліоративних заходів збереження родючості ґрунтів, підвищення їх продуктивності, та використання при розбудові Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2020 року для забезпечення сталого та ефективного сільськогосподарського виробництва.

Матеріали досліджень використовуються в процесі підготовки та підвищення кваліфікації фахівців сільського і водного господарства; при викладанні навчальних дисциплін: «Основи гідромеліорації», «Меліоративне ґрунтознавство» для підготовки фахівців ОКР «бакалавр» напряму 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»; «Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля», для підготовки фахівців ОКР «магістр» зі спеціальності 8.092602 «Гідромеліорація» у ВНЗ III-IV рівнів акредитації Міністерства науки і освіти України та при підготовці науково – методичних рекомендацій і монографій.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною, новою науковою працею, яка містить одержані автором результати щодо постановки та розв'язання актуальної проблеми зміни показників родючості та продуктивності зрошуваних земель в умовах регіональних змін клімату. Автором безпосередньо сформовано завдання досліджень, обрано методи для отримання практичних результатів, проаналізовано літературні джерела, зібрано дані та виконано їх геостатистичний аналіз, а також сформульовано основні наукові положення та висновки; розроблено методичні засади щодо

оцінки показників родючості і продуктивності зрошуваних ґрунтів та їх придатності для вирощування сільськогосподарських культур в умовах регіональних змін клімату.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та результати досліджень викладено, обговорено і схвалено на міжнародних, Всеукраїнських і регіональних конференціях, нарадах і семінарах: міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Еколого–збалансоване управління меліорованими ландшафтами» (м. Херсон, 2010р.); міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами» (м. Херсон, 2011 р.); науково–практичній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України» (м. Київ, 2012 р.); міжнародній науковій конференції «Онтогенез–стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (м. Херсон, 2012 р.); міжнародній науково-практичній конференції (м. Мелітополь, 2013 р.); Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Комплексна меліорація земель як складова раціонального природокористування» (м. Херсон, 21-22 лютого 2013 р.), науковій конференції молодих вчених, присвяченій 50-ти річчю факультету водного господарства, будівництва та землевпорядкування «Проблеми використання земельних і водних ресурсів та шляхи їх вирішення» (м. Херсон, 2014 р.); на ІХ з'їзді Українського товариства ґрунтознавців і агрохіміків; міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених "Актуальні питання ведення землеробства в умовах зміни клімату" (м. Херсон, 2015 р.); міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інноваційні розробки молоді–сучасному землеробству (с. Наддніпрянське, 2016 р.); міжнародній науково–практичній конференції «Перспективні напрями розвитку водного господарства, будівництва та землеустрою» (м. Херсон, 2016 р.); Всеукраїнській науково - практичній Інтернет конференції «Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах змінах

клімату» (м. Херсон, 2016 р.), міжнародній науково–практичній конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату» (м. Київ, 2017р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 33 наукові праці: 7 статей у наукових фахових виданнях, у т.ч. 3 статті у виданнях іноземних держав та у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз, 18–у матеріалах науково-практичних конференцій, в 2 монографіях і 5 методичних рекомендаціях.

Структурата обсяг роботи. Основний зміст дисертаційної роботи викладено на 183 сторінках комп'ютерного тексту, що включає 24 таблиць і 73 рисунків. Робота містить вступ, 6 розділів, висновки, рекомендації виробництву, 11 додатків і список використаних джерел, який налічує 216 найменувань, з них 52 латиницею.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ЗАСАДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1. Сучасні зміни клімату у глобальному масштабі

Не тільки науковці, в майже кожному людині сьогодні цікавить погода і клімат і його зміни, особливо це спостерігається наприкінці ХХ і на початку ХХІ століття це призвело до загострення уваги до клімату вчених усього Світу. Безумовно клімат змінювався протягом історії людства, але такі зміни відбувалися дуже повільно. Палеокліматичні палеогеографічні та дані свідчать, що глобальні похолодання, відомі як льодовикові періоди, відбувалися так само регулярно як і глобальні потепління. Часовий масштаб їх коливань складав біля 100 тис.років. Структура клімату останнього тисячоліття вивчена досить добре, яка за температурним режимом була неоднорідною. Періоди коливань складали від декількох десятиріч до сотень років. Вони відбивались на довкіллі і приносили як користь, так і завдавали збитки людству [46, 51].

Ситуація, що склалася, вимагала від вчених – кліматологів Світу більш точних оцінок, тому у 1988 році Програмою ООН з навколишнього середовища та Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО) була створена Міжурядова група експертів зі змін клімату, яка займається оцінкою змін глобального та регіонального клімату у минулому, в теперішній час та у майбутньому, впливом кліматичних змін та можливостями адаптації до них [51, 69].

У 2000 році була опублікована Третя доповідь експертної групи, згідно якої протягом ХХ століття глобальна температура повітря зросла на 0,2-0,6 градусів. У минулому столітті 90-ті роки були найбільш теплими. Клімат характеризується самою високою річною температурою у північній півкулі,

кількість атмосферних опадів у ХХ столітті зростала на 0,5–1,0% за десятиріччя в більшості районів високих і середніх широт Північної кулі, при цьому у другій половині століття дещо зросла повторюваність значних опадів.

Думка про те, що сучасне потепління клімату обумовлене посиленням природного парникового ефекту внаслідок антропогенних викидів парникових газів (перш за все CO₂) поділяють і ряд закордонних вчених, перш за все ті, які входять до складу експертів зі змін клімату.

Сучасне потепління клімату характеризується кількома особливостями, а саме:

- різко вираженим сезонним ходом температурного режиму планети, який характеризується сильним потеплінням в холодний період року і незначним – в теплий;
- різко вираженим широтним розподілом потепління (зокрема, в Північній кулі).

Дослідженнями сучасних змін кліматичних умов на території Росії та суміжних країн присвячена значна кількість робіт вчених Інституту глобального клімату і екології Росгідромету і Російської академії наук – Є.С. Гельвера, С.М. Семенова, М.Ю. Бардіна та інших [149-150]. Ними відмічені дві особливості сучасного потепління, які відносять початок зростання температури до початку 80-х років. Наприкінці 1990-х спостерігається чіткий мінімум; по – друге, впродовж кількох останніх років зростання температури уповільнилось, що, на думку авторів, пов'язується з міждесятирічними коливаннями температури на даній території [51].

Стрімке глобальне потепління клімату за останні 100 – 150 років можна вважати надійно встановленим емпіричним фактом. Вважається, що сучасний лінійний тренд приземної температури нашої планети (з коефіцієнтом близько 0,5°C за 100 років) – результат антропогенного підсилення глобального атмосферного парникового ефекту, спричиненого, головним чином, викидами вуглекислого газу при спалюванні викопного палива (кам'яного вугілля, нафти,

газу) та, в меншій мірі, змінами в господарському використанні земельних ресурсів [46, 51].

Потепління внаслідок накопичення в атмосфері вуглекислого газу, що утворюється при спалюванні органічного палива, були оприлюднені ще у першій половині ХХ століття, однак тоді вони не були підтверджені емпіричними даними і не привертали уваги наукової громадськості. Ситуація змінилася на початку 70-х років минулого століття, коли був представлений кількісний прогноз майбутнього антропогенного потепління [31], який в подальшому видався досить реалістичним. В монографіях М.І. Будико [32,33], а також у сумісних монографіях цього автора та Ю.А. Ізраеля [8], що вийшла наприкінці 80-х років минулого століття, було детально розглянуто механізми впливу сучасної господарської діяльності на клімат [51].

Вже у 70-ї роках ХХ століття радянські вчені – кліматологи визначили величину підвищення середньої глобальної температури нижнього шару атмосфери (ΔT) за емпіричними даними з досить високою точністю. Особливо надійними виявились оцінки цього параметру, отримані за палеокліматичними матеріалами з урахуванням результатів досліджень змін хімічного складу атмосфери у геологічному минулому [35, 30]. У колективній монографії М.І. Будико та Ю.А. Ізраеля [8] вперше виконано порівняння аномалій температури для трьох теплих епох минулого – оптимуму голоцену, оптимуму останньої міжльодовикової епохи (125 тис. років тому, підвищення середньої глобальної температури на $2,0^{\circ}\text{C}$) та оптимуму пліоцену (3-4 млн. років тому, підвищення середньої глобальної температури на $3,0 - 4,0^{\circ}\text{C}$) [51].

У жовтні 1985 року на міжнародній конференції у м. Феллах (Австрія) вперше була визначена на офіційному рівні загроза глобального потепління, що пов'язана з парниковим ефектом антропогенного походження. Тоді було рекомендовано урядом всіх країн враховувати цю загрозу при розробці та реалізації проектів у галузі використання земельних та водних ресурсів в сільському господарстві, енергетиці та інших сферах [5, 80].

Ситуація, що склалася, вимагала від вчених – кліматологів світу більш

точних оцінок. Перед (ВМО) була поставлена задача регулярно оцінювати прогрес, досягнутий у вивченні клімату і його змін, давати об'єктивну картину змін кліматичної системи та фізичних процесів, що викликають ці зміни. Доповіді експертів міждержавної групи публікуються кожні 5-6 років. Розробляються також рекомендації щодо використання існуючих моделей кліматичної системи для оцінки її змін в майбутньому під впливом природних та антропогенних факторів [69].

Міждержавна група експертів зі змін клімату забезпечила узагальнення накопичених наукових даних щодо впливу антропогенної емісії парникових газів на кліматичну систему, про наслідки змін клімату для біосфери, економіки та здоров'я людини. Це створило наукову базу для розробки та прийняття в 1992 році Рамкової конвенції ООН зі змін клімату [210]. Сполучені Штати Америки є одним з головних ініціаторів розробки Кіотського протоколу. На думку авторів, для зростання реального значення Кіотського протоколу та прискорення вступу його в силу, в якості першого кроку слід було б надати реалістичні оцінки мінімально достатніх дій людства щодо зменшення швидкості зростання концентрації парникових газів в атмосфері, показати можливості їх ефективного поєднання із заходами з адаптації до змін клімату [51,127]. В даний час діяльність вчених багатьох країнах, зокрема російського Інституту глобального клімату та екології, спрямована на створення системи критеріїв небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему Землі [70]. Думку про те, що сучасне потепління клімату обумовлено посиленням природного парникового ефекту внаслідок антропогенних викидів парникових газів (перш за все CO_2), поділяє і ряд закордонних вчених, перш за все ті, що входять до складу Міждержавної групи експертів зі змін клімату [51].

У Четвертій доповіді експертів, яка була опублікована в лютому 2007 року, відмічено що зростання глобальної температури приземного шару повітря може продовжуватися десятки і сотні років, оскільки вуглекислий газ та деякі інші гази, що потрапили в атмосферу, можуть знаходитись в ній тривалий час. В доповіді відмічено, що одинадцять з двадцяти років (за період 1995–2006 рр.)

були найтеплішими за всю історію інструментальних спостережень за температурою поверхні Землі.

Найбільші зміни клімату проявляються в регіонах з найбільшою міжрічною мінливістю температури повітря, а також від десятиріччя до десятиріччя в ті сезони, в які ця мінливість також максимальна [51,80].

Згідно доповіді МГЕЗК, протягом наступних 100 років викиди парникових газів будуть причиною подальших змін клімату. Якщо викиди парникових газів протягом XXI століття залишаться на теперішньому рівні, або перевищують його, це призведе до подальшого потепління і спричинить численні зміни у глобальній кліматичній системі, які дуже ймовірно будуть серйознішими і глибшими, ніж відповідні зміни клімату, що відбулися протягом XX століття. На основі комплексного аналізу даних за основними компонентами кліматологічної системи експерти МГЕЗК зробили висновки, що реакція клімату на вплив антропогенних факторів відбувається на фоні природних коливань клімату, часові масштаби яких тривають від декількох тижнів до декількох століть. Важливим є те, що глобальна кліматична система буде продовжувати змінюватися із зростанням температури на $0,1^{\circ}\text{C}$ кожні 10 років.

Останні оцінки вчених Головної геофізичної обсерваторії імені Воєйкова (Російська федерація) під керівництвом В.П. Мелешка свідчать про наступне: хоча половина CO_2 , що накопичений у атмосфері, буде акумульована протягом століття океаном та біосферою, близько 20% його буде залишатись в атмосфері ще кілька тисяч років. Саме через це зміст CO_2 буде зростати в атмосфері ще досить тривалий час, навіть за умови скорочення його емісії у найближчі десятиліття. Через те, що антропогенні зміни клімату є результатом кумулятивного (за кілька десятиліть) радіаційного впливу, то потепління буде продовжуватись впродовж кількох наступних десятиліть, незважаючи на те, які сценарії антропогенного впливу будуть реалізовані в дійсності [107]. Можна відмітити роботи [51,173,174,], що є науковими звітами експертів, де наводяться дані про сучасний клімат та його варіації, моделі клімату та ступені

відповідності результатів моделювання даним спостережень. Групою експертів розроблені довгострокові сценарії емісії парникових газів та аерозолі в атмосферу в ХХІ столітті, які опубліковані у доповідях. Еволюція концентрацій різних парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O та ін.) в атмосфері протягом ХХІ століття визначалась за допомогою сучасних фотохімічних та карбонатних моделей [104]. В якості інструмента оцінки змін клімату використовуються моделі загальної циркуляції атмосфери і океану (МЗЦАО). Тому для оцінок можливих (в майбутньому) змін клімату вчені Головної геофізичної обсерваторії імені Воейкова рекомендують використовувати ансамбль з кількох моделей [106]. Для аналізу клімату та його змін зазвичай використовують водозбори великих річок, оскільки: по – перше, вони характеризуються субконтинентальним масштабом (найменшим просторовим масштабом, для якого достовірність розрахунків за допомогою МЗЦАО не викликає сумнівів); по – друге, за відсутністю надійних даних про випаровування, спостереження за річковим стоком дозволяють отримати інтегральні середньорічні оцінки різниці опадів і випаровування для водозбору в цілому. На відміну від середньорічних, моделі значно гірше дозволяють відтворювати середньомісячні температури повітря біля поверхні Землі, місячні суми опадів та величину снігового покриву [50, 51, 105, 108].

Використання палеоаналогів широко вживається вченими Російської Федерації [39-65,75] та інших держав [164-193] для обґрунтування сучасного глобального потепління та прогнозування його подальшого розвитку. При цьому точки зору окремих вчених діаметрично протилежні. Якщо в роботах [7, 65, 164-204] першопричиною різних коливань клімату в минулому називають зміну концентрацій в атмосфері парникових газів (CO_2 та CH_4), то інші вчені обґрунтовують точку зору про вторинність змін концентрації парникових газів відносно змін температури повітря [40-193, 51].

Серед факторів, що викликають зміни клімату, частина вітчизняних та закордонних вчених називають вплив Світового океану на великомасштабний перерозподіл потоків тепла в кліматичній системі океан – атмосфера – суша

[37-142]. Встановлено, що протягом ХХ століття віковий тренд приземної температури повітря на материках та над океанами був різноспрямованим. За дослідженнями вчених Інституту океанології РАН, прискорення росту температури повітря над сушею супроводжується уповільненням росту температури поверхні океану. Це може свідчити про внутрішні перерозподіл тепла у глобальній кліматичній системі, механізм якого є досить складним [37, 38, 51].

Висновки вчених Морського гідрофізичного інституту (м. Севастополь) свідчать про значну роль Північно – Атлантичного коливання (прояву низькочастотної природної мінливості системи океан – атмосфера) для Євро – Азійського регіону. Ними ж виділений період низькочастотної мінливості системи, що становить приблизно 65 років [143-145]. Деякі російські вчені, зокрема А.Н. Монін та З.М. Гудкович, визначаючи пріоритетність у динаміці клімату 60-ти річних коливань (походження яких не пов'язане з антропогенним впливом на клімат), навіть свідчать про настання фази відносного похолодання клімату (після 1988 р), подібної до попередньої фази 1940 - 1960 – х років [53, 55]. Більш поміркованими у своїх висновках є вчені Санкт – Петербурзького університету О.А. Дроздов та П.П. Арапов [62], які визначають найсуттєвішими факторами, що впливають на клімат, прозорість атмосфери та вплив парникових газів. Проте, на їх думку, при дослідженнях особливостей сучасного потепління слід враховувати вплив інших факторів, з якими відбувається взаємодія. Різні точки зору щодо можливості поділу глобального потепління на природну та антропогенну складові представлені у роботах багатьох вчених світу. Досить поширеною є точка зору стосовно впливу змін сонячної активності на клімат Землі [51,199-214], щодо можливостей поділу антропогенної та природної складових у надходженні газів до атмосфери. Наприклад, вчені Інституту динаміки геосфер РАН [6] оцінюють загальний внесок антропогенних джерел для газів (CO_2 , CH_4 , N_2O та ін.) лише у 8%, а з урахуванням внеску фреонів – у 20% глобального потепління. На думку деяких інших вчених [177-203], цей показник становить 50-60%.

Вчені Гідрометеорологічного Центру Російської федерації Н.С. Сидоренков і І.А. Орлов [151] та Інституту водних проблем Російської академії наук – А.В. Дзюба та Г.Н. Панін [57]- розглядають збуджуючий вплив міжрічної нерівномірності кутової швидкості обертання Землі на поле, атмосферну циркуляцію і радіаційний баланс кліматичної системи. Ними описаний фізичний механізм формування тенденцій глобальних кліматичних змін як відгук на композицію парникового і ротаційного ефектів [51].

Представники гідрологічної теорії глобального потепління клімату земної кулі – В.І. Найденов та В.І. Швейкіна [128] стверджують, що зростання кількості опадів над сушею призвело до її більшого зволоження, зменшення амплітуди температурних коливань, зниження втрат тепла на випаровування. Це обумовлено виникнення додаткових трендів вологозапасів і температури.

Таким чином, одним з найбільш поширених припущень щодо причин сучасного глобального потепління є накопичення в атмосфері внаслідок техногенних викидів різними галузями промисловості таких газів як CO_2 , NH_4 , CO , N_2O та ін., молекули яких затримують довгохвильову частину радіації, що випромінюється земною поверхнею, і створюють парниковий ефект, сприяючи потеплінню атмосфери. Одночасно накопичується все нові і нові дані, що переконують вчених у відсутності зараз достатньо надійних доказів щодо визначального впливу діяльності людини на глобальне потепління клімату [51,53, 152].

Аналіз сезонно – широтного розподілу потепління приводить до висновку, що рівень потепління для окремих сезонів у різних фізико – географічних регіонах планети при фіксованому підвищенні глобальної температури певним чином залежить від сучасної метеорологічної норми середньомісячних приземних температур повітря в цих районах. Основна риса цього ефекту – можливе посилення рівня потепління для тих сезонів і географічних регіонів, для яких метеорологічна норма середньомісячних температур приземного повітря нижча порівняно з іншими сезонами і сусідніми регіонами [29]. Саме тому регіональні аспекти змін основних кліматичних

факторів – температури повітря в приземному шарі атмосфери та опадів опинилися у центрі уваги досліджень вчених багатьох країн Світу [51].

Дослідженням сучасних змін кліматичних умов на території Росії та суміжних країн присвячена значна кількість робіт вчених Інституту глобального клімату і екології Росгідромета і Російської академії наук – Є.С. Гельвера, С.М. Семенова, М.Ю. Бардіна та інших [51,149-150]. Ними відмічені дві особливості сучасного потепління. По – перше, в західній частині колишнього СРСР початок росту температури вони відносять до початку 1980-х років – наприкінці 1970-х спостерігався чіткий мінімум; по – друге, протягом кількох останніх років зростання температури уповільнилося, що пов'язується авторами з міждесятирічними коливаннями температурами на даній території.

Сучасні регіональні зміни клімату Росії досліджуються також вченими лабораторії кліматології інституту географії Російської академії наук під керівництвом А.Б. Шмакіна [162]. Аналізуючи хід середньої річної температури повітря (осередненої по території країни) з 1951 по 2005 роки, вони виділяють два характерні періоди: базовий (1951–1980рр.) та період сучасного потепління (з 1989р по теперішній час) [51].

1.2. Клімат в Україні і тенденції його зміни

Актуальною проблема зміни клімату є і для України, тому що зміни клімату на території нашої країни проявляються досить інтенсивно, охоплюють всю територію, а з початку XXI ст. випереджають ті прогнози, які давалися раніше (у 80-х роках минулого століття) вченими Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту та фахівцями Гідрометцентру України. Серед вітчизняних учених дана тематика представлена в наукових працях М.І. Кульбіді, М.Б. Барабаш [8], В.І. Осадчого, В.Ф. Мартазінової, Т.І. Адаменко, В.М. Бабіченко, О.О. Косовця, С.Г. Бойченко, В.М. Волощука [79] та інших.

Першим дослідником був К.Т. Логвінов, який висунув наукову гіпотезу, про те, що клімат України впливає не тільки природний, але й антропогенний фактор регіонального й глобального масштабів. Усі ці фактори накладаються і підсилюються один одним. К.Т. Логвінов сформував методичні підходи прогнозування змін клімату. Роботи щодо антропогенних змін клімату у 80-ті роки були поодинокі не тільки в Україні, але й у всьому Світі. Ще менше робіт, які пояснюють причини зміни глобального і регіонального клімату. Практично відсутні роботи, які об'єктивно характеризують можливі наслідки і проблему адаптації сільськогосподарського виробництва до нових кліматичних умов [80, 90-93].

Сучасні риси змін атмосферної циркуляції в Атлантико-Європейському регіоні, в тому числі і в Україні, висвітлено в роботах представників школи В.Ф. Мартазінової [96-98]. Природний фактор формування зміни клімату в Україні покладено переважно в основу їх досліджень. У цих роботах показано, що сучасна циркуляція відрізняється від тієї, яка панувала над територією України 30 років тому. Дослідження В.Ф. Мартазінової останнього часу присвячені додатковому – геофізичному фактору потепління клімату в Україні. Результати емпірико-статистичних досліджень з даної проблеми висвітлено в роботах М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенюк, О.Г. Татарчук, Т.В. Корж, Л.О. Єлістратової (Л.О. Ткач), якими протягом 20 років, послідовно кожні 5 років, давалася діагностична оцінка зміни клімату України під впливом природних і антропогенних факторів [18-21]. Основи агрометеорологічних стратегій адаптацій меліоративного землеробства України до погоди і клімату розглядаються в роботах В.П. Дмитренко, Сайко В.Ф, Лимаря А.О та інших вчених [60-81].

У дослідженнях В.М. Волощука і С.Г. Бойченко встановлена трансформація полів температури та опадів в Україні під впливом глобального потепління, але розглядається період до середини 90-х років. Визначені сценарії клімату за допомогою кліматичних палеоконструкцій наведено в роботі [45]. Являє науковий інтерес робота С.Г. Бойченко [28], яка присвячена

напівемпіричному моделюванню. Поряд з теоретичними моделями доцільно використовувати найбільш реалістичні сценарії зміни клімату майбутнього, які базуються на існуючих довідникових матеріалах та емпірико-статистичних розрахунках і є адаптованими для конкретних регіонів з урахуванням приросту температури у глобальному і регіональному масштабах, а також інші характеристики.

Слід зазначити, що погляд на причини змін клімату, а також дані, які отримані різними авторами, цих змін, не завжди узгоджуються між собою. Це зумовлено розглядом неоднакових періодів спостережень, використанням неоднаковими методичними підходами та стандартної інформаційної бази спостережень.

В Україні в останні десятиліття почастишали жорстокі посухи й істотно підвищилися літні температури, клімат набуває ознак континентальності. Темпи наростання температури в нашій країні істотно випереджають середні планетарні показники, особливо рельєфно проявляється така тенденція на півдні в зоні Степу, де на поля і посіву в ряді років фактично не випадали опади протягом чотирьох-п'яти місяців». В Україні клімат поступово змінюється. Завдяки початку глобального потепління в Україну вже найближчим часом очікується субтропічний клімат [80].

«З початку 1980-х років і до нинішнього часу ми маємо досить стрімку тенденцію до зростання середньорічної температури повітря. Найбільш виражено потепління в Україні проявляється в холодний період року. Кожен наступний градус буде викликати збільшення кількості днів з температурою 35 і більше градусів, що призведе до все більш посушливого характеру погодних умов» - каже головний синоптик країни М.І. Кульбіда.

«Навіть тенденція до збільшення кількості опадів в Україні тут не допоможе, адже вони, переважно, зливового характеру і швидко випаровуються. По кліматичних зонах України, особливо степова частина, поступово наближається до сухих субтропіків» [80].

Загальна тенденція розвитку землеробства у Світі в умовах змін клімату передбачає створення умов для стабільного управління режимами ґрунтів – гідрологічним, термічним, біологічним та іншими. Визначальна роль у вирішенні цього питання належить зрошенню земель, завдяки якому істотно знижується залежність сільськогосподарського виробництва від умов природного вологозабезпечення, що, у свою чергу, дає можливість ряду країн успішно розв'язати проблему власного продовольчого забезпечення [16]. Вченими Інституту водних проблем і меліорацій, Інституту зрошуваного землеробства, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Херсонського державного аграрного університету розроблена науково–обґрунтована система ефективного використання поливних земель в умовах регіональних змін клімату, що включає:

- режими зрошення сільськогосподарських культур і техніку поливу (В.А. Писаренко [133, 156], О.І. Жовтоног [110, 148], П.В. Писаренко [110, 156, 160]);
- структуру посівних площ, сівозмін і обробки ґрунтів (А.М. Коваленко [13,82]);
- системи удобрення (І.Д. Філіп'єв [13,82], В.В. Гамаюнова [43]);
- інформаційне забезпечення зрошення (Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін [84], В.В. Морозов [48], С.А. Балюк [64]);
- меліоративні заходи щодо підвищення родючості ґрунтів (С.А. Балюк, А.Я. Ладних [13,14], В.В. Морозов [156,160] та ін.).

1.3 Клімат як важливий ґрунтоутворюючий фактор

Засновник генетичного ґрунтознавства В.В. Докучаєв поклав початок вченню про фактори ґрунтоутворення. Під факторами ґрунтоутворення розуміються зовнішні по відношенню до ґрунту компоненти природного середовища, під впливом і за участю яких формується ґрунтовий покрив земної поверхні [103]. Функціональний взаємозв'язок між ґрунтовим покривом і

найголовнішими факторами ґрунтотворення В.В. Докучаєв висловив формулою:

$$\Pi = f(K, O, \Gamma, P) * \quad (1.1)$$

де Π - ґрунт; K - клімат; O - організм; Γ - гірські породи; P - рельєф; f - час.

Перераховані фактори в їх різноманітному поєднанні у земній кулі створюють безліч типів ґрунтів, їх комбінацій, поєднань і комплексів, неповторну мозаїку ґрунтового покриву.

В.В. Докучаєв вважав всі фактори рівнозначними і незамінними. Оцінюючи роль факторів на процесах формування ґрунтів, він писав: «Усі ці агенти ґрунтоутворювачі - рівнозначні величини й беруть рівноправну участь в утворенні ґрунтів» («До вчення про зони природи», 1899) [61].

Після В.В. Докучаєва, у міру накопичення фактичного матеріалу про генезис ґрунтів, про різноманітність ґрунтових типів та шляхів їх формування у вченні про фактори ґрунтоутворення намітилася тенденція до різної оцінки їх ролі в процесах ґрунтотворення.

К.Д. Глінка підкреслював серед факторів ґрунтотворення роль клімату і рослинності. У підручнику «Ґрунтознавство» (1931) він писав: «Для нас в даний час до очевидності зрозуміло, що найбільш надійним керівником у справі характеристики і класифікації ґрунтів є спосіб їх походження, що матеріал, з якого утворилися ґрунти, в більшості випадків має набагато менше значення, а в деяких випадках його значення може бути зведене навіть до нуля, в порівнянні з тим потужним впливом, який мають у процесах ґрунтотворення чинники клімату і рослинна формація» [49].

С.А. Захаров (1927) запропонував розділити всі фактори на активні і пасивні. До активних їм були віднесені біосфера, атмосфера і гідросфера, до пасивних - материнські породи, які, на його думку, служать тільки джерелом мінеральної маси, але не є джерелом енергії, а також рельєф місцевості [67].

А.А. Роде (1947) вважав, що таке протиставлення факторів навряд чи є правильним, але разом з тим, поза сумнівом, їх роль неоднакова. Розвиваючи

вчення В.В. Докучаєва, А.А. Роде запропонував доповнювати перелік факторів ще двома - земним тяжінням і впливом ґрунтових поверхневих вод. Найбільш гостра дискусія з приводу ролі окремих факторів у процесах ґрунтоутворення і виділення провідного чинника виникла в 30-х і кінці 40-х років 20 століття. Загальне визнання отримала думка про провідну роль у процесах ґрунтоутворення біологічного фактора (вищих зелених рослин, тварин і мікроорганізмів).

Найбільш повна наукова концепція щодо провідного значення біологічного фактора в процесах ґрунтоутворення була розроблена В. Р. Вільямсом. Єдність процесів взаємодії між організмами і середовищем, вся сутність ґрунтоутворного процесу розглядається ним як діалектична. Розвиток і напрямок ґрунтоутворного процесу В. Р. Вільямс ставить у залежність від типу і характеру співтовариств зелених рослин.

Докучаєвське вчення про фактори ґрунтоутворення, як основоположне у вченні про генезис ґрунтів, отримало свій подальший розвиток у працях його учнів і послідовників - К.Д. Глінки, С.А. Захарова, Б.Б. Полинова, А.А. Роде, І.П. Герасімова, В.А. Ковди, В.Р. Волобуєва та багатьох інших російських учених.

Серед іноземних вчених необхідно назвати американського ґрунтознавця Ганса Йенні (1948 р). Він опублікував роботу, присвячену спеціальному дослідженню факторів ґрунтоутворення, в якій спробував вперше кількісно оцінити внесок тих чи інших факторів у сукупності їх впливу на результуюче ґрунтоутворення. У цій книзі надано великий фактичний матеріал щодо залежності різних властивостей ґрунтів і ґрунтоутворення в цілому від кількісних характеристик як окремих факторів, так і їх різноманітних сполучень. У процесі формування ґрунту всі фактори є рівнозначними і незамінними, відсутність одного з них виключає можливість ґрунтоутворного процесу. На певних стадіях або в специфічних умовах розвитку ґрунту у ролі визначального може виступати будь-який один з факторів [78].

Різнобічна роль клімату як фактора ґрунтоутворення полягає в

наступному: по-перше, клімат - важливий фактор розвитку біологічних біохімічних процесів. Певне поєднання температурних умов і зволоження обумовлює тип рослинності, темпи створення і руйнування органічної речовини, склад та інтенсивність діяльності ґрунтової мікрофлори і фауни. По-друге, атмосферний клімат, заломлюючись через властивості і склад ґрунту, має великий вплив на водно-повітряний, температурний і окислювально-відновний режими ґрунту. По-третє, з кліматичними умовами тісно пов'язані процеси перетворення мінеральних сполук у ґрунті (напрямок і темп вивітрювання, акумуляція продуктів ґрунтоутворення). По-четверте, клімат дуже впливає на процеси водної та вітрової ерозії ґрунтів [77].

Для пізнання природи ґрунтових процесів найважливіше значення мають кліматичні показники, що характеризують температурні умови та зволоження, оскільки з ними тісно пов'язаний водно-температурний режим ґрунтів і біологічні процеси. До таких показників в першу чергу повинні бути віднесені агрокліматичні показники вегетаційного періоду, коли в ґрунті відбуваються найбільш активні процеси. Оскільки ґрунтові процеси не припиняються повністю після вегетації, певне значення мають середньорічні кліматичні показники і показники межвегетаційного періоду.

Головне джерело енергії для біологічних і ґрунтових процесів - сонячна радіація, а основне джерело зволоження - атмосферні опади. Вода, потрапляючи в ґрунт, поглинається рослинами і повертається в атмосферу через транспірацію або в результаті фізичного випаровування. Таким чином, встановлюється постійний тепло - і вологообмін між ґрунтом і атмосферою. У процесі цього обміну формується гідротермічний режим ґрунту, який є найважливішою її властивістю. Основою для виділення головних термічних груп кліматів є сума середньодобових температур вище 10 °C за вегетаційний період.

Оточуючи земну кулю клімати названих термічних груп розташовуються у вигляді широтних поясів. Пояси характеризуються не тільки сумою середньодобових температур, але і певними типами рослинності і ґрунтів, що

варіюють у широких межах залежно від зволоження. Вони отримали назву ґрунтово-біотермічних поясів.

З головними термічними групами кліматів у ґрунтоутворенні пов'язані тепловий режим ґрунтів, швидкість хімічних і біохімічних процесів, біологічна продуктивність при оптимальному зволоженні. За умовами зволоження і опадами при ґрунтових дослідженнях розрізняють 6 головних груп кліматів. Критерієм для такого поділу служить відношення кількості опадів до випаровуваності, що отримало назву коефіцієнт зволоження (КЗ). Він вперше був встановлений Г. М. Висоцьким і пізніше застосований в класифікації кліматів земної кулі Н. М. Івановим. [77].

З градаціями клімату за атмосферним зволоженням пов'язані: водний режим ґрунтів при однаковому положенні їх в рельєфі; окислювально-відновний потенціал, ступінь вивітрення і вилуження за однакових термічних умов. Велику роль у формуванні ґрунтів відіграє розподіл опадів за сезонами року, інтенсивність випадання опадів, що визначає їх розмиваючу силу, відносна вологість повітря і сила вітру також по сезонах. Всі ці явища впливають на особливості біологічних і ґрунтових процесів та обумовлюють розвиток водної і вітрової ерозії ґрунтів. Клімат має прямий і непрямий вплив на ґрунтоутворення. Прямий проявляється у безпосередньому впливі елементів клімату (зволоження ґрунту опадами і його промочування, нагрівання, охолодження), непряме – через вплив клімату на рослинний і тваринний світ [77].

При якісній оцінці сільськогосподарських ландшафтів просторово-тимчасові закономірності впливу агрокліматичних умов і культури землеробства на стан та зміни ресурсів ґрунтової родючості в значній мірі відображається на агрохімічному стані орних ґрунтів. Аналіз динаміки агрохімічних параметрів у просторі і часі можна розглядати як одну з найважливіших і об'єктивних процедур визначення ефективності систем землеробства, особливо в його ґрунтозахисному аспекті і програмуванні врожаю сільськогосподарських культур [134].

Агрохімічні принципи якісної оцінки земель набувають особливої актуальності, якщо не застосовуються або недостатньо ефективні ресурсозберігаючі принципи господарської діяльності землекористувачів. Основними агрохімічними показниками, які характеризують родючість і енергетичний потенціал ґрунтів, є вміст гумусу і рухомих форм елементів живлення. Агрофізичні параметри орних ґрунтів багато в чому обумовлені вмістом і темпами оновлення органічної речовини ґрунтів [63].

Запаси поживних речовин та їх доступність рослинам, а також запаси продуктивної вологи знаходяться в тісній залежності від природно-кліматичних умов агроландшафтів (особливостей рельєфу, ґрунтоутворних порід, клімату, гідрогеологічних умов і т.д.) і застосовуваної системи землеробства, що в підсумку визначає величину і якість урожаю сільськогосподарських культур [36-155]. Агрохімічні показники мають високу просторову неоднорідність розподілу навіть в межах однакових ґрунтових різниць, що є наслідком як природних особливостей, так і досягнутого рівня культури землеробства [196].

Спрямованість, періодичність і швидкість перетворень ґрунтів під впливом зрошення визначаються не тільки природно – кліматичними умовами, а якістю поливних вод, початковим станом ґрунтів, ступенем природної дренажності територій, технологією зрошення, культурою землеробства тощо [17]. В Україні зрошенням охоплено різні типи ґрунтів, але основні площі зрошення припадають на чорноземи (понад 60 % від загальної площі), темно-каштанові (18 %) [17].

При цьому у великій різноманітності шляхів еволюції ґрунтів при зрошенні чітко вирізняються три головних:

1. При застосуванні для зрошення вод I класу (придатних для зрошення) за високої культури землеробства, у сівозмінах з багаторічними бобовими травами, застосуванні науково-обґрунтованої системи удобрення має місце окультурення ґрунтів, підвищення їх природної та ефективної родючості за рахунок кращої зволоженості, збільшення вмісту поживних елементів (N, P, K), додатного балансу гумусу, підвищення загальної біогенності. По суті, мова

іде про формування завдяки зрошенню високопродуктивних агроценозів з визначеними параметрами властивостей ґрунтів. Продуктивність зрошуваних земель у цих випадках вища, ніж незрошуваних, від 2-4 до 7-8 разів залежно від вирощуваних. Навіть за умов припинення зрошення продуктивність цих земель вища за аналогічні незрошувані на 10-20% [17].

2. При використанні вод I класу в сівозміні без багаторічних бобових трав (овочева сівозміна), за низької культури землеробства та недостатнього ресурсного забезпечення має місце дегуміфікація, ущільнення, знеструктурення ґрунтів, але їхня продуктивність зберігається вищою за незрошувані ґрунти [17].

3. При використанні для зрошення вод II (обмежено придатні для зрошення) і, особливо, III класу (непридатні для зрошення), розвиваються деградаційні процеси – засолення, осолонцювання, ущільнення, кіркоутворення, забруднення. За таких умов навіть застосування комплексу агро меліоративних заходів дає можливість лише обмежити, стримати, послабити прояв цих процесів, але не може усунути їх цілком [17].

Агрохімічні питання і різні підходи до ефективного ведення еколого-агро меліоративного моніторингу, принципи і особливості бонітування ґрунтів, якісна оцінка незрошуваних і зрошуваних земель, їх раціональне використання представлені в наукових працях Н.Ф. Тюменцева, С.Н. Тайчінова, В.В. Медведєва, С.А. Балюка, В.О. Ушкаренко, С.Ю. Булигіна, М.І. Ромашенка, Ф.Н. Лисецького, В.В. Морозова, Р.А. Акбірова, Ц.Ц. Цибікдоржієва, В. Caguan, А.М. Mouazen, Т. Talsma, В.Е. Butler, J. Popp, L.E. Jackson, Н.А. Torbert, J. Letey і інших вчених [63-187].

Бонітування ґрунтів, як один із напрямів ґрунтової науки виникло одночасно з генетичним ґрунтознавством у 1883 році. Першу методику оцінки ґрунтів розробив В.В. Докучаєв в 1886 році [61]. Першим етапом оцінки земель і складовою її частиною є бонітування ґрунтів. Бонітування ґрунтів – це оцінка ґрунтів за їх важливішими агрономічними властивостями. На сьогоднішній

день методика якісної оцінки землі ще недостатньо теоретично і практично розроблена, хоча в цьому напрямку і проведена велика робота.

Бонітування ґрунтів являє собою універсальну оцінку їх родючості при порівнянні агрокліматичних умов і інтенсивності землеробства, що характеризує зональні особливості ґрунтів як середовище для сприятливості життя рослин, виражену в кількісних показниках родючості - балах, обчислених за властивостями ґрунтів та кліматичними умовами. За вченням і думкою Медведєва В.В. [103] головною основою бонітування ґрунтів повинні слугувати їх природні якості як найбільш об'єктивні і надійні показники, які можливо визначити мірою і вагою властивостей, що закладені в самому ґрунті. По суті, першоосновою наукового бонітування ґрунтів служать вірно вибрані критерії бальної оцінки ґрунтів.

Бонітування ґрунтів – порівняльна оцінка якості ґрунтів, їх потенційної родючості та ефективності виробництва. Бонітування кількісно виражає властивості ґрунту, цінність для росту і розвитку рослин. Результати бонітування використовують при плануванні господарської діяльності, щоб визначити та максимально ефективно використати потенціал ґрунту і зменшити антропогенне навантаження на нього. Бонітування ґрунтів є логічним продовженням комплексних обстежень земель.

Основними факторами, що визначають вартість і потенціал земельної ділянки сільськогосподарського призначення, є клімат і ґрунтова родючість, яка в більшій мірі визначається їх агрохімічними властивостями. Аналіз динаміки агрохімічних параметрів в просторі і часі можливо розглядати як одну з найважливіших і об'єктивних процедур визначення ефективності систем землеробства, особливо в його ґрунтозахисному аспекті [23]. Запаси поживних речовин і їх доступність рослинам, а також запаси продуктивної вологи знаходяться в тісній залежності від природно-кліматичних умов агроландшафтів (особливостей рельєфу, ґрунтоутворних порід, клімату, гідрогеологічних умов і т.д.) і застосовуваної системи землеробства, що в підсумку визначає величину і якість врожаю сільськогосподарських культур

[120,141]. Для підвищення ефективності ведення сільськогосподарської діяльності та здійснення об'єктивної оцінки потенціалу сільськогосподарських земель, необхідним є створення тематичних карт ґрунтово-кліматичного бонітету земель, здійснення аналізу просторово-часової трансформації угідь для обґрунтування раціональних заходів щодо проведення меліоративних та культурно-технічних заходів [26].

Медведев В.В. [103] відзначав, що бонітування потрібно розглядати, як єдину систему «ґрунт-клімат-поле». В рамках запропонованої концепції оцінюється не тільки ґрунт, але і нерозривно пов'язані з нею компоненти, принаймні клімат і поле, що, на думку автора, робить оцінку ґрунтів більш об'єктивною і розширює її прикладні аспекти. Медведев В.В. також відзначив необхідність врахування у розрахунку бонітету характеристик рельєфу, адже ухил є важливою характеристикою поля і міг би використовуватися в розрахунках бонітету безпосередньо, не звертаючись до поправочних коефіцієнтів. Експозицію схилу автор розглядає як важливий фактор родючості і врожайності, але на жаль, систематичних спостережень за ґрунтовими режимами і врожайністю культур на схилах різної експозиції виконано небагато. Тому, по суті, в методиці Медведева В.В. експозиція ніяк не враховується. У Каліфорнійській методиці бонітування, яка розроблена Сторі Р.І. [206] і діє уже більше 50 років, також особливу увагу приділяється рельєфу, як регулюючому фактору можливості використання землі та визначення її продуктивності. Перевага методики Р.І. Сторі полягає в тому, що на основі ухилу рельєфу враховується можливий розвиток ерозії схилів, при цьому запобігає отриманню завищених результатів бонітування і в більш об'єктивній мірі враховує внесок кожного фактора в загальний бал бонітету. І.І. Карманов [73] розглядав бонітування як кількісну оцінку родючості земель для вирощування тих чи інших сільськогосподарських культур. Критеріями оцінки родючості земель обрані фактори, що об'єднані в три основні групи: природні, економічні та науково-організаційні. Бонітування проводиться з урахуванням загальних зв'язків між ґрунтово-кліматичними умовами і врожайністю культур

за різних умов інтенсивності землеробства. Методика Карманова І.І. є адаптованою на практиці для створення єдиних, порівнянних шкал оцінки родючості ґрунтів на міждержавному рівні.

Висновки до розділу 1

1. В умовах регіональних змін клімату в сухостеповій зоні виникає необхідність уточнення існуючих наукових підходів до організації земле – водокористування, оцінки придатності земель для вирощування сільськогосподарських культур та розвитку зрошення.

2. Клімат змінюється впродовж всієї історії існування планети Земля. Однак від початку «промислової революції» кліматичні зміни відбуваються прискореними темпами і багато в чому в результаті антропогенної діяльності людини, що спричинило появу «парникового ефекту».

3. За останні 50 - 60 років глобальна середня приземна температура повітря підвищилася, сніговий покрив зменшується, істотно зростає кількість атмосферних опадів, темпи потепління за останні 50 років складають $0,13^{\circ}\text{C} \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ за десятиліття, що майже вдвічі вище, ніж за останні 100 років. Клімат України переважно помірно-континентальний, з чітко вираженими 4-ма порами року (зима, літо, весна і осінь), але він поступово змінюється. Завдяки початку глобального потепління в Україні наближається клімат з усіма ознаками субтропічного.

4. Зважаючи на стрімку зміну кліматичної ситуації у Світі, питання дослідження клімату і визначення його впливу на умови формування ґрунтів зони Степу є особливо актуальним, адже температурний та водний режими істотно впливають на формування показників продуктивності і родючості ґрунтів, у першу чергу на врожайність сільськогосподарських культур, еволюцію ґрунтово-меліоративних процесів.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [25,120,125,141].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Природно кліматичні умови Херсонської області

2.1.1. Аналіз ґрунтово-кліматичних умов Херсонської області

Територія Херсонської області розташована в межах двох зон: степової посушливої і сухостепової. Клімат області континентальний, жаркий, посушливий. Річна сумарна радіація складає 115-116 ккал/см², з яких 94-95 ккал надходить впродовж м вегетаційного періоду. Фотосинтетично активна радіація за вегетаційний період становить 45-50 ккал/см². Середньорічна температура повітря +9,0-10,5°. Середня температура липня +22,8-23,8°C, січня-від-2,2 до-4,3°C. Абсолютний максимум температури становить-37-40°C; абсолютний мінімум-29-33°C [10].

Тривалість вегетаційного періоду 210-245 днів, а безморозного, від останнього заморозку весною до першого восени, від 165 до 220 днів. Період із середньодобовими температурами вище +10°C за кількістю днів близький до безморозного, зазвичай накопичується 3200-3500°C позитивних (активних) температур.

Річна сума опадів коливається в межах 350-470 мм зі зміною по роках від 140-160 до 600-660 мм. Найбільша кількість опадів випадає в липні (35-60 мм), найбільш сухий місяць-березень (20-29 мм). Основна кількість опадів (60-70%) припадає на теплий період року переважно у вигляді злив. Добовий максимум опадів досягає 50-60 мм, а в деяких випадках-150-180 мм і більше. Характерний період без опадів триває 50-60 днів і більше. Сніговий покрив невисокий і нестійкий [10].

Суховії спостерігаються щорічно. В Україні виділені два райони з підвищеною повторюваністю суховіїв, центр одного з них розташований у районі Нижні Сірогози-Асканія-Нова. На основній частині території області

відносна вологість повітря протягом 40-60 днів, частіше всього в денні години понижається до 30% і менше. При сильних суховіях вологість повітря понижається до 10-15%, а в деяких випадках і нижче. Ймовірність інтенсивних суховіїв в травні-серпні - 80-100%.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) - відношення кількості опадів, що випали, до випаровування за вегетаційний період - дорівнює 0,6-0,7, тоді як в зоні достатнього зволоження - 1,0, а в зоні напівпустелі - 0,5.

Висока температура і низька вологість повітря обумовлюють інтенсивне випаровування з поверхні ґрунту і транспірацію. Випаровування з добре обробленого чорного пару (квітень-вересень) становить 200-220 мм. Випаровуваність за теплий період року (квітень-жовтень) становить 900-1100 мм, що в 3-3,5 рази перевищує річну суму опадів. Добові величини випаровуваності нерідко досягають 8-10 мм або 80-100 м³/га, а максимум випаровуваності за добу-14-15 мм [10].

За рік буває 15-20 днів з сильним вітром, швидкість якого 14 м/с, в приморських районах таких днів значно більше від 20 до 40. Максимальна швидкість вітру може досягати 35-40 м/с. Сильні вітри завдають шкоди сільськогосподарському виробництву і викликають вітрову ерозію ґрунту.

Херсонська область розташована в зоні неповного весняного зволоження. Максимальні запаси продуктивної вологи в поверхневому шарі ґрунту спостерігаються навесні і зазвичай у 0-100см становлять 90-110 мм. У посушливі роки запаси складають всього 50-70 мм., а глибина зволоження становить 40-60 см. У роки з високою зволоженістю ця глибина перевищує 150-170 см., а вологість ґрунту в 0-100см сягає найменшої вологоємності (НВ).

Залежно від природно-кліматичних і ґрунтових особливостей територія області поділена на 7 природно-сільськогосподарських районів (додаток А.1).

1. Бериславський природно-сільськогосподарський район об'єднує Бериславський, Великоолександрівський, Високопільський, Нововоронцовський та ряд господарств Білозерського адміністративного району загальною площею 447,8 тис. га, в тому числі сільськогосподарських

угідь 415,2 тис. гектарів.

Поверхня основної частини території рівнинна з невеликою кількістю подів, а прилегла до Дніпра та Інгульця - хвиляста з пологими місцями, великими схилами. Ярово-балочна система розвинена особливо сильно на території, що прилягає до Каховського водосховища.

Ґрунтовий покрив району представлений, в основному, чорноземами південними, що займають 73,4% орних земель. Вони характеризуються гумусовим профілем потужністю 53-54 см, вмістом гумусу (3,4-4,2%), важко-і середньосуглинковим механічним складом переважно з крупнопиловою фракцією.

Фізичні та хімічні властивості ґрунтів задовільні. Змиті різновиди чорноземів південних залягають на схилах балок і ярів. Вони займають 16,6% ріллі і характеризуються загальним зменшенням гумусового профілю, низьким вмістом гумусу, безструктурністю орного шару і несприятливим для розвитку сільськогосподарських культур водним режимом. Ґрунти подів займають 9,8% площі ріллі. Відрізняються розвиненим гумусовим профілем потужністю 60-70см. з вмістом гумусу 3,7-4,5% і оглеєні переважно з глибини 57-70 см. Глейові горизонти подових ґрунтів характеризуються слабкою водопроникністю, значною вологоємністю за невеликих запасів доступної для рослин вологи. Ґрунтам притаманне короткочасне сезонне перезволоження, вони потребують регулювання водноповітряного режиму.

В останні роки спостерігається підтоплення окремих ділянок сільськогосподарських угідь ґрунтовими водами. Ґрунти району схильні до дефляції.

2. Нижньосірогозький природно-сільськогосподарський район об'єднує Великолепетиський, Верхньорогачицький, Горностаївський, Нижньосірогозький, частину господарств Каховського та Іванівського адміністративних районів.

Площа сільськогосподарських угідь району-490,3 тис. гектарів. Поверхня району рівнинна з великою кількістю подів і лише територія, прилегла до

Каховського водосховища, відрізняється розвитком ярово-балкової системи.

Близько 81,3% орних земель району зайняті чорноземами південними солонцюватими, які характеризуються досить високою родючістю. У зв'язку з тим, що ці ґрунти схильні до дефляції, вміст гумусу в них невисокий-2,7-3,4%. Фізичні властивості сприятливі для розвитку сільськогосподарських культур. Ґрунти потребують протидефляційних заходів.

Ґрунти подів займають 5,5% орних земель району, які добре гумусовані (3,5-3,7%), і за своїми водними та фізичними властивостями не відрізняються від ґрунтів Бериславського природно-сільськогосподарського району.

Змиті ґрунти займають 11% ріллі, відрізняються низькою природною родючістю і потребують протиерозійного захисту [10].

3. Білозерський природно-сільськогосподарський район. До його складу входять господарства Білозерського району та міста Херсона.

Загальна площа сільськогосподарських угідь складає 104,8 тис. гектарів. Значна частина району рівнинна з великою кількістю подів. Територія, прилегла до Дніпра та Інгульця, характеризується хвилястим рельєфом з досить розвиненою системою балок.

Ґрунтовий покрив району представлений темно-каштановими ґрунтами та їх комплексами з солонцями. Вони займають 69,7% ріллі. Ґрунти характеризуються добре розвиненим гумусовим профілем потужністю 52-58 см, невисоким вмістом гумусу (1,9-2,7%), середньо-і важкосуглинковим механічним складом, дефляційно-небезпечні. Хімічні та фізичні їх властивості задовільні.

На землях, зрошуваних водою з Дніпровського лиману та Інгульця, відбувається вторинне осолонцювання, місцями засолення, підтоплення ґрунтів. Вони потребують здійснення меліоративних заходів щодо попередження негативних явищ.

На схилах балок розташовані змиті різновиди ґрунтів, що займають 18,8% ріллі. Природна родючість їх низька, потребують протиерозійних агротехнічних, лісомеліоративних та гідротехнічних заходів.

Подові землі займають 11,5% ріллі. Водно-фізичними властивостями не відрізняються від аналогічних ґрунтів Бериславського та Нижньосірогозького природно-сільськогосподарських районів [10].

4. Олешківській природно-сільськогосподарський район знаходиться на піщаних аренах борової тераси Дніпра з міжаренними просторами і об'єднує ряд господарств Голопристанського, Олешківського, Каховського районів та м. Нової Каховки. Площа сільськогосподарських угідь складає 47,3 тис. гектарів.

У ґрунтовому покриві переважають чорноземи осолоділі переважно супіщаного механічного складу, що займають 75,1%, орних земель. Вони характеризуються слабкою гумусованістю (0,96%), потужним ґрунтовим профілем, низькою поглинаючою здатністю, слабкою оструктуреністю, високою водопроникністю, малою вологоємністю, а також низькою забезпеченістю поживними речовинами. Ґрунти в значній мірі схильні до дефляції і потребують протидефляційних заходів.

Дерново-піщанисті та глинисто-піщанисті ґрунти займають 10,4% орних земель району, які відрізняються дуже низькою природною родючістю, складаються на 90-93% з кварцового піску, безструктурні, містять 0,17-0,57% гумусу і відрізняються від провального типу водопроникністю і малою вологоємністю, низькою забезпеченістю поживними речовинами. [10].

Тепловий режим сприятливий. Овочі, фрукти і зернові культури на них дозрівають на 2-3 тижні раніше, ніж на суглинкових ґрунтах. Ґрунти району в сильній мірі схильні до дефляції і потребують протидефляційного захисту.

5. Скадовський природно-сільськогосподарський район об'єднує Скадовський район, частину господарств Голопристанського, Олешківського, Каховського районів і приурочений до тераси - дельти Дніпра. Площа сільськогосподарських угідь-272,2 тис.га. У ґрунтовому покриві переважають темно-каштанові ґрунти і їхні комплекси з солонцями (89,4% ріллі).

Ґрунти характеризуються легким механічним складом, слабкою гумусованістю (0,83-1,7%), добре розвиненим гумусовим профілем, слабкою його оструктуреністю, значною водопроникністю на слабосолонцюватих

грунтах і дуже низькою - на сильносолонцюватих грунтах і солонцях, що створює технологічні труднощі при поливі.

В умовах зрошення відзначається вторинне осолонцювання ґрунтів, місцями засолення, підтоплення, інтенсивний винос поживних речовин, погіршення їх фізичних властивостей. Застосування важких оброблювальних знарядь, збільшення кількості технологічних операцій при обробітку ґрунту, обумовлювали зростання механічного тиску на ґрунти, зумовлювали створення в підорному і орному горизонтах щільних прошарків, що погіршують водопроникність ґрунтів [10].

Ґрунти подів займають 7,4% ріллі і характеризуються легким механічним складом, невисоким вмістом гумусу (2,0-2,5%), слабкою оструктуреністю. Фізичні властивості їх подібні аналогічним ґрунтам попередніх природно-сільськогосподарських районів.

6. Чаплинський природно-сільськогосподарський район. До його складу входять Чаплинський, Каланчацький і 2 господарства Новотроїцького району. Загальна площа сільськогосподарських угідь - 236,7 тис. гектарів.

Поверхня рівнинна з сильно розвиненим мезо- та мікро - рельєфом. Рівнинна поверхня покрита численними подами. Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами і їх комплексами з солонцями (92,6% ріллі), які характеризуються гумусовим профілем потужністю 40-48 см, значною солонцюватістю, невисоким вмістом гумусу (2,8-3,0%), слабкою оструктуреністю орного шару [10].

Ґрунти подів займають 7,4% ріллі. Характерна їх особливість-розвинутий гумусний профіль (55-64 см) з досить високим вмістом гумусу (2,75-3,35%).

За своїми фізичними властивостям вони не відрізняються від аналогічних ґрунтів Нижньосірогозького природно-сільськогосподарського району [10].

7. Генічеський природно-сільськогосподарський район. До його складу входять Генічеський, Новотроїцький і частина господарств Іванівського адміністративного району. Площа сільськогосподарських угідь - 349,5 тис. га.

У ґрунтовому відношенні район не відрізняється від Чаплинського

природно-сільськогосподарського району. Землі, зрошені протягом багатьох років мінералізованими артезіанськими водами, вторинно осолонцьовані, засолені і потребують меліоративного покращення.

Таким чином, загальна площа дефляційно-небезпечних земель Херсонської області складає 1786,8 тис.га, у т.ч. сільськогосподарських угідь 1681,7 тис.га. Близько 188,8 тис. га земельних угідь підвержені водній ерозії, з них сільськогосподарських угідь 177,5 тис.га. Площа засолених угідь області становить 233,4 тис. гектарів, у тому числі засолених сільськогосподарських угідь 201,4 тис. га. З них вторинне засолення на землях сільськогосподарських угідь відзначається на площі 63,0 тис. га.

Загальна площа солонцевих земель Херсонської області становить 1446,8 тис. га, з них солонців в комплексі - 252,3 тис. га, солонцюватих ґрунтів - 758,8 тис. га і залишково солонцюватих - 435,7 тис. гектарів.

Площа короткочасно і тимчасово перезволожених орних земель становить 136,2 тис. га, з них заплавних-4,1 тис. га, внезаплавних-132,1 тис. га. Заболочених земель в Херсонській області 6,7 тис.га, в тому числі сільськогосподарських угідь - 1,3 тис. га [10].

2.1.2. Кліматичні умови

Весна - період, обмежений стійкими переходами середньодобової температури повітря через 0° і 15°C , коротка, не більше 2-х місяців, з різким наростанням тепла. Перехід через 0° відмічається на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура повітря сягає $+5^{\circ}\text{C}$.

В кінці 2 - початку 3 декади квітня середньодобова температура повітря переходить через $+10^{\circ}\text{C}$, вдень вона перевищує $+20-24^{\circ}\text{C}$, а ґрунт на глибині 10 см прогрівається до $8-10^{\circ}\text{C}$. Останні заморозки в повітрі в 30% років закінчуються в кінці першої декади травня. В окремі роки, в пониззях, заморозки можуть спостерігатися до 20-25 травня.

Літо продовжується в межах середньодобових температур вище $+15^{\circ}\text{C}$,

звичайно його початок настає в кінці першої - середині другої декад травня. Літо звичайно жарке, посушливе. Тривалість його приблизно 5 місяців. Добра забезпеченість теплом дає змогу вирощувати ряд таких теплолюбивих культур як рис, рицина, бавовник та ін. Після жнив озимих зернових і ранніх ярих культур до перших осінніх заморозків накопичується 1500-2000^oC позитивних температур, що дозволяє в зоні зрошення широко впроваджувати повторні посіви зернових, технічних та кормових культур. Вдень літнього періоду, на протязі 25-35 днів, температура повітря підвищується до +30^oC і більше [3].

Опади випадають, в основному, у вигляді злив. Бездошові періоди в окремих випадках сягають 100-110 днів. Вдень, як правило, вологість повітря різко знижується. В третій декаді вересня, коли середньодобова температура повітря переходить через 15^oC, літо закінчується.

Осінь - період, обмежений стійкими переходами середньодобової температури повітря через 15^oC та 0^oC. Тривалість осені—2,5 місяця. В середині жовтня починаються перші осінні заморозки, котрі, як правило, відмічаються 2-3 ночі підряд. У 10-20% років вони настають в кінці вересня. Перші заморозки звичайно закінчують вегетацію пізніх теплолюбивих культур. Після перших заморозків звичайні довготривалі повернення тепла при ясній і сонячній погоді.

Зима - період з середньодобовою температурою повітря нижче 0^oC. Тривалість зими біля 3-х місяців. У південних районах області в 5-10% років не спостерігається стабільного переходу температури повітря через 0^oC, а стійкий перехід температур через -5^o не відмічається на всій території області [3].

Очевидною характерною властивістю зими є крайня нестійкість температурного режиму. Типові глибокі довготривалі відлиги, під час яких температура повітря може зростати до +10-15^oC, і різні непередбачувані похолодання до-25-33^oC, що спричиняє пошкодження або загибель озимих, бруньок плодових і виноградної лози. Вірогідність зниження температури повітря до-25^oC складає 70-75%, а 25^oC і нижче і 30-40 % років.

Основні запаси вологи в ґрунті закладаються в осінньо - зимовий період.

Промерзання перешкоджає проникненню вологи в глибину ґрунту. Середня глибина промерзання 40-50 см. Однак в 20-30% років ґрунт промерзає на глибину 100-120 см, а максимальна глибина промерзання досягає 150-170 см. Ґрунт повністю відмерзає звичайно в третій декаді березня [3].

Особливі умови складаються в прибережних районах Чорного і Азовського морів (додаток А.1) [3, 101].

2.2. Методика досліджень

2.2.1. Схема досліджень

Метеорологічні спостереження представляють собою визначення характеристик стану і розвитку фізичних процесів в атмосфері при взаємодії її з підстилаючою поверхнею, і включають вимірювання метеорологічних величин, які характеризують ці процеси, та визначення основних характеристик найбільш важливих атмосферних явищ (початок, кінець, інтенсивність та небезпека для сільського господарства).

Мережа спостережень та їх прив'язка до ґрунтових умов на території Херсонської області представлена на рис. 2.1, 2.2, додаток А.2.

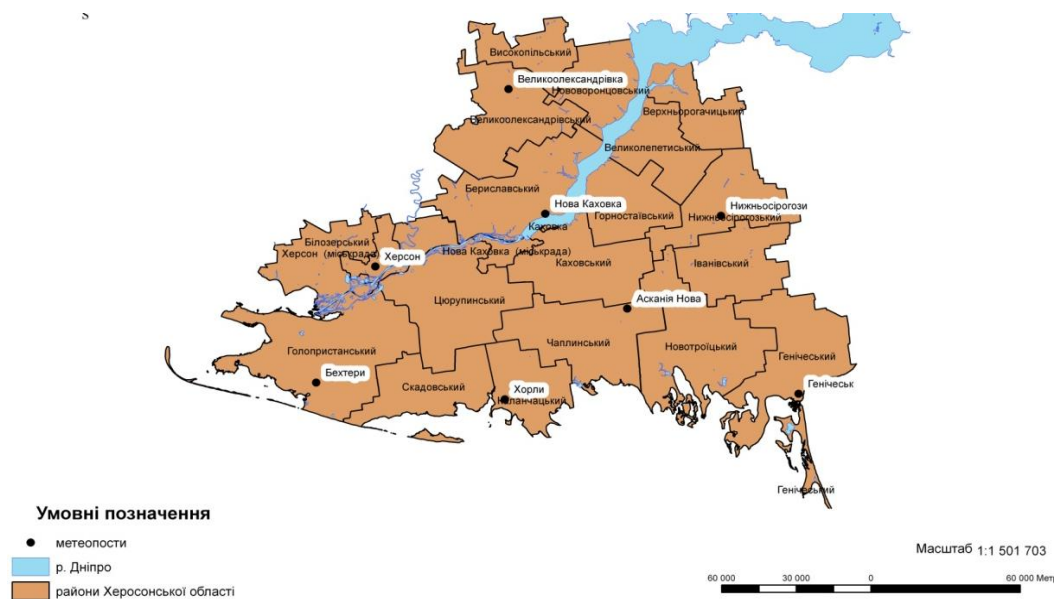
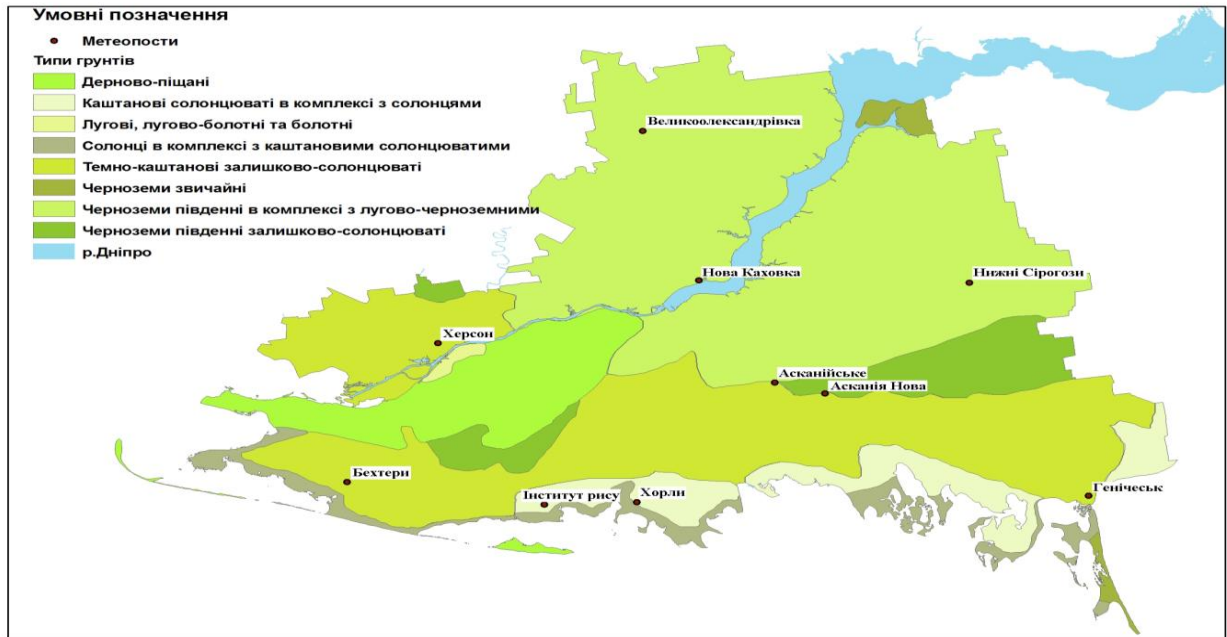


Рис. 2.1. Мережа спостережень за кліматичними показниками в Херсонській області



Метеопост	Адміністративні райони	Тип ґрунту
Інститут рису НААН	Скадовський	Каштанові солонцюваті в комплексі з солонцями
Хорли	Скадовський	Каштанові солонцюваті в комплексі з солонцями
Генічеськ	Генічеський	Темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів
Бехтери	Голопристанський, Олешківський	Темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів
Асканія Нова	Новотроїцький, Чаплинський	Темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів
Асканійське	Каховський	Темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів
Херсон	Білозерський, Бериславський	Темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів
Нижньосірогози	Іванівський, Великолепетиський	Чорноземи південні в комплексі з лугово-чорноземними
Нова Каховка	Каховський	Чорноземи південні в комплексі з лугово-чорноземними
Велика Олександрівка	Нововоронцовський	Чорноземи південні в комплексі з лугово-чорноземними

Рис. 2.2. Прив'язка гідрометеорологічної мережі спостережень до типів ґрунтів Херсонської області

2.2.2. Методика вимірювання кліматичних показників

Основні кліматичні показники та методи їх визначення представлені в табл.2.1.

Таблиця 2.2.1.

Методи визначення кліматичних показників

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Методи визначення
1	Температура повітря:	°С	[129]
	- середня за рік;		
	- за вегетаційний період;		
	- сума активних температур вище 10 ⁰ С.		
2	Атмосферні опади:	мм	[129]
	- сума атмосферних опадів за рік;		
	- сума атмосферних опадів за вегетаційний період.		
3	Вміст продуктивної вологи:	мм	термостатно-ваговий [129]
	- у шарі 0-20 см		
	- шар 0-100 см		
4	Коефіцієнт зволоження (КЗ) розрахований за методикою М.М. Іванова характеризує відношення річної кількості опадів до річної величини випаровуваності для відповідного ландшафту, є показником співвідношення суми атмосферних опадів за вегетаційний період ($\sum P$), вологозапасів у метровому шарі ґрунту (W_0) до випаровування ($\sum E_0$)	-	$K_3 = \frac{(\sum P + W_0)}{\sum E_0}$
5	Гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) є показником співвідношення – кількість опадів за період із середньою добовою температурою повітря вище 10 ⁰ С ($\sum R$) до суми температур вище 10 ⁰ С ($\sum t$)	-	$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \sum t_{\geq 10}}$

2.2.3. Нормування параметрів агрокліматичних умов до вирощування сільськогосподарських культур за методикою академіка В.В. Медведєва

Для порівняльного оцінювання придатності території для ведення сільськогосподарської діяльності є обов'язковим врахування агрокліматичних показників, адже волога й тепло-найважливіші фактори продуктивності рослин.

Використання кліматичних критеріїв в оцінках території полегшується тим, що вимоги всіх без винятку вирощуваних в Україні культур до вологи й температури досліджено задовільно. Взявши оптимальні параметри за еталон,

можна оцінити міру екологічної відповідальності (або невідповідальності) клімату вирощуванним культурам і одержати об'єктивну оцінку території як інвестиційного об'єкта. При нормуванні ґрунтово-кліматичних факторів керувалися принципом виділення трьох рівнів відповідності екологічних умов вимогам основних сільськогосподарських культур: 1-оптимальні умови; 2-допустимі (задовільні), 3 - неприпустимі (гірші) (табл. 2.2.2).

1-й рівень означає такі умови, при яких виявляється можливим максимальна реалізація адаптаційного потенціалу культури, 2 - й рівень зниження врожаю на 20-30%, 3 - й рівень - зниження врожаю в межах 30-50 %. Інформацію про вимоги сільськогосподарських культур взято з довідників, монографій, окремих статей, опублікованих картографічних матеріалів [100].

Таблиця 2.2.2.

Нормування параметрів агрокліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур

№ п/п	Критерії	Одиниці виміру	Клас придатності	Для вимогливих культур*	Для мало-вимогливих культур**
1.	Середньобагаторічний вміст продуктивної вологи в шарі 0-20 см	мм	Оптимальні умови *	≥40	≥30
			Допустимі (задовільні) *	40-30	30-20
			Недопустимі (гірші) *	<30	<20
2.	Середньобагаторічний вміст продуктивної вологи в шарі 0-100 см	мм	Оптимальні умови	≥160	≥130
			Допустимі (задовільні)	160-100	130-70
			Недопустимі (гірші)	<100	<70
3.	Сума активних температур для культур короткого вегетаційного періоду	°C	Оптимальні умови	2200-2600	1200-2000
			Допустимі (задовільні)	1200-2200	900-1200
			Недопустимі (гірші)	<1200	<900
4.	Сума активних температур для культур довгого вегетаційного періоду	°C	Оптимальні умови	2600-3200	1600-2000
			Допустимі (задовільні)	2200-2600	1300-1600
			Недопустимі (гірші)	<2200	<1300

* - до вимогливих культур щодо вмісту продуктивної вологи відносяться: кукурудза на зерно, соняшник, картопля;

** - до маловимогливих культур щодо вмісту продуктивної вологи відносяться: озима пшениця, жито озиме, ячмінь яровий;

*** - оптимальні умови забезпечують реалізацію адаптаційного потенціалу сільськогосподарських культур до вмісту продуктивної вологи

**** - допустимі (задовільні) умови – зниження потенційної врожайності сільськогосподарських культур на 20-30 %

***** - недопустимі умови – зниження потенційної врожайності сільськогосподарських культур на 30-50 % (за класифікацією академіка НААН Медведєва В.В., 2014) [100].

2.2.4 Нормування параметрів показників ґрунту до вирощування сільськогосподарських культур за методикою І.І. Карманова

Узагальнюючи матеріали багаторічних досліджень науковців Інституту ґрунтознавства імені В.В. Докучаєва розроблені єдині загальні бонітувальні шкали зональних ґрунтів. Ця робота була розпочата під керівництвом С.С. Соболева та М.Н. Малишкіна в 60-х роках минулого століття і продовжена М.М. Рожевим, С.А. Шуваловим, І.І. Кармановим, Д.Н. Дурманових, Л.Л. Шишовим, Д.С. Булгаковим та ін [103].

І.І. Кармановим були розроблені загальносоюзні бонітувальні шкали для ряду провідних сільськогосподарських культур (табл. 2.2.3). Бали бонітету розраховані відносно кращого типу ґрунту для зернових культур - типовому чорнозему, оціненого в 100 балів; урожайність на якому прийнята за 1.

При проведенні бонітування враховували не тільки властивості ґрунтів, а й кліматичні показники: сума температур за вегетаційний період, коефіцієнт зволоження за Висоцьким-Івановим і коефіцієнт континентальності клімату.

На основі аналізу зв'язків між ґрунтово-кліматичними умовами і врожайністю сільськогосподарських культур І.І. Кишень розробив формули для розрахунку балів бонітету зональних ґрунтів, використовуваних без зрошення і при зрошенні, для зернових культур, цукрових буряків, кукурудзи на зерно, багаторічних трав, однорічних трав:

- для зернових культур без зрошення

$$B_3 = 8,2 \times V \times \frac{\sum t > 10^\circ \times K3}{KK + 70} \quad (2.1)$$

- для багаторічних трав без зрошення

$$B_m = 5,9 \times V \times \frac{(\sum t > 10^\circ + 2000^\circ) \times (K3 - 0,1)}{KK + 100} \quad (2.2)$$

де Б - бал бонітету; V - сумарний показник властивостей ґрунтів (табл. 2.2.4.); $\sum t > 10^\circ$ - сума температур вище 10° С; КЗ - коефіцієнт зволоження; КК - коефіцієнт континентальності.

Таблиця 2.2.3

Бали бонітетів зернових (чисельник), показник відносної врожайності (знаменник) приріст урожаю (у скільки разів) [73]

Ґрунти	низький рівень	високий рівень	приріст врожаю
Дерново - підзолисті	$\frac{35}{0,35}$	$\frac{55}{1,32}$	3,8
Чорноземи вилуговані	$\frac{52}{0,52}$	$\frac{63}{1,51}$	2,9
Чорноземи типові	$\frac{54}{0,54}$	$\frac{60}{1,44}$	2,7
Чорноземи звичайні	$\frac{50}{0,50}$	$\frac{51}{1,22}$	2,4
Чорноземи південні	$\frac{45}{0,45}$	$\frac{40}{0,96}$	2,1
Темно - каштанові	$\frac{36}{0,35}$	$\frac{29}{0,70}$	2,0

Формули розрахунків балів бонітету дозволяють визначити ці бали для зональних типів ґрунтів. Для оцінки внутрізональних ґрунтів окремих землекористувань вводять коефіцієнти за гранулометричним складом, ступенем еродованості, гідроморфізмом, вмістом гумусу, солонцюватих, засолення, щебнистого та ін. У табл. 2.2.5. наведено приклад поправочних коефіцієнтів на змитість, солонцюватість та ступінь гідроморфізму.

Таблиця 2.2.4.

Розрахункові величини сумарного показника властивостей ґрунтів [103]

Ґрунти	V	Ґрунти	V
Чорноземи:		Лучно – чорноземні:	
-опідзолені	0,92	Степова зона	0,96
-вилуговані	0,96	Тено-каштанові	0,86
-типові	1,0	Каштанові	0,81
-звичайні	0,96	Світло – каштанові	0,78
-південні	0,92	Лучно – каштанові	0,90

Величину коефіцієнта континентальності клімату розраховують за формулою 2.3:

$$KK = \frac{360 \times (t_{\max}^0 - t_{\min}^0)}{\varphi + 10} \quad (2.3)$$

де KK - коефіцієнт континентальності клімату; $t^{\circ}\max$ - середньомісячна температура самого теплого місяця; $t^{\circ}\min$ - середньомісячна температура найхолоднішого місяця; φ - широта місцевості.

Бонітування ґрунтів на основі ґрунтово-екологічних індексів. І.І. Кишень розробив систему загальної оцінки ґрунтово-екологічних умов для будь-яких культур. У цій системі оцінку проводять за допомогою ґрунтово-екологічних індексів, які розраховуються за формулою (2.4):

$$PE_i = 12,5 \times (2 - p) \times \frac{\sum t \cdot 10^0 (K3 - 0,05)}{KK + 100} \quad (2.4)$$

де PE_i - ґрунтово-екологічний індекс; p - середньозважена щільність 0-100см шару ґрунту; n - корисний (безбаластний) об'єм ґрунту.

Таблиця 2.2.5.

Поправочні коефіцієнти при розрахунку балу бонітету ґрунтів за методом І.І. Карманова

Ґрунти	Чорноземи		Каштанові
	опідзолені, вищелочені та типові	звичайні та південні	
На ступень змитості			
Незмиті	1,00	1,00	1,00
Слабкозмиті	0,85	0,82	0,80
Середньозмиті	0,70	0,67	0,62
Сильнозмиті	0,48	0,45	0,42
На ступень гідроморфізму			
Слабка	0,9-1,0	1,1-1,2	1,3-1,4
Середня	-	-	-
На ступень солонцюватості			
Слабко солонцюваті	0,87	0,85	0,82
Середньо солонцюваті	0,72	0,70	0,68
Сильносолонцюваті	0,57	0,55	0,52

Інші показники ті ж, що і в формулах для розрахунків балів бонітету для окремих сільськогосподарських культур. При розрахунку за цією формулою за 100 прийнятий ґрунтово-екологічний індекс для чорноземів типових ($p=1,2$; $n=1,00$; $\Sigma t > 10^\circ = 3500$; $KY=0,8$; $KK=162$).

Додатково вводяться поправки на вміст гумусу, поживних речовин, ступінь кислотності, солонцюватості, засоленості. Враховуються також крутизна і експозиція схилу. Сукупність кліматичних показників в цій формулі дозволяє розрахувати бал продуктивності клімату. Зіставлення ґрунтово-екологічних індексів з урожайністю окремих культур дозволяють оцінити ефективність їх вирощування і загальну культуру землеробства. За результатами бонітування ґрунтів складається картограма бонітування, на якій відображені бали бонітету ґрунтових різниць. Матеріали бонітування можуть бути використані для регулювання податкових зборів і економічної оцінки земель сільськогосподарського призначення.

2.2.5 Методика статистичного аналізу та застосування ГІС-технологій при оцінці агрокліматичних показників та показників родючості ґрунтів

Методика статистичного аналізу. В роботі наведені багаторічні агрокліматичні дані (1945–2015) рр. Розрахунок агрокліматичних показників та оцінку їх точності здійснено на основі методів математичної статистики. Зміст таблиць складають середні значення агрометеорологічних величин і фенологічних характеристик, їх екстремальні значення (з наведенням року), розмах варіації, середньоквадратичне відхилення, ймовірнісні характеристики (повторюваність, імовірність) та комплексні агрокліматичні показники (ГТК, коефіцієнти продуктивності) [47, 76].

Геоінформаційні методи просторового моделювання. Для комплексного аналізу стану показників родючості меліорованих ґрунтів доцільно використовувати сучасній науковий інструментарій геоінформаційних систем

та технологій, які включають: створення баз даних і баз знань, використання сучасних методів аналізу, просторового моделювання та картографування розміщення показників родючості і меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів.

Географічні інформаційні системи (геоінформаційні системи, ГІС) це інструментарій для обробки просторово-координованої інформації, що дозволяють сьогодні вирішувати різні задачі у всіх сферах діяльності людини, прогнозувати наслідки впливу антропогенної діяльності на природу, забезпечують прийняття оптимальних управлінських рішень на основі моделювання і картографування, можуть працювати в якості інтегруючого елемента корпоративних інформаційних систем.

Важливим питанням при проектуванні ГІС є моделювання і прогнозування явищ і процесів, які охоплені геоінформаційною системою [118].

В геоінформаційних дослідженнях ключову роль відіграє картографічний метод, який дає змогу просторово змодельовати і проаналізувати досліджуваний об'єкт. Картографічний метод - метод наукового дослідження, в якому карта виступає як модель об'єкта, що вивчається, і проміжна ланка між об'єктом та дослідником. Об'єктом досліджень ГІС в гідромеліорації завжди є складна, відкрита система з вільним входом і виходом.

Для побудови карт використовували програму ArcGis 9.3, яка містить в собі багато інструментів для аналізу просторових моделей. На основі даних дистанційного зондування Землі супутникового знімку Landsat 8 нами було здійснено дешифрування космічного знімку та встановлені межі сільськогосподарських земель (рис. 2.3). Загальна площа Херсонської області складає 2846,1 тис. га, сільськогосподарського призначення землі становлять 1971,0 (69,25%) тис. га, в т.ч. ріллі—1777,6 тис. га (90,2%). В останні 36 років (1980-2016 рр.) спостерігали стабільне використання земель сільськогосподарського призначення з незначною тенденцією їх збільшення на 0,3%. На території області зосереджено 20% зрошуваних земель України, їх площа

становить близько 426,8 (21,65%) тис. га, тобто п'яту частину від усіх сільгоспугідь області. За останніми даними Державного агентства водних ресурсів України (2016 р.) зрошувані землі, які використовуються в поливному режимі складають 287,4 тис.га (67%), не використовуються 139,4 тис. га (33%).

Дослідження просторової неоднорідності агрохімічних показників і динаміки їх змін в ґрунтах Херсонської області проведено для періоду тривалістю 42 роки. Моделювання проводили, використовуючи в якості інформаційної основи результати дев'яти п'ятирічних турів обстеження: з II (1970 - 1974 рр.) до X туру (2008 - 2012 рр.). Для оцінки агрохімічного стану сільськогосподарських земель використані дані за 296 стаціонарами X туру обстежень, які розташовані в межах семи природно-сільськогосподарських районів (селищних рад).

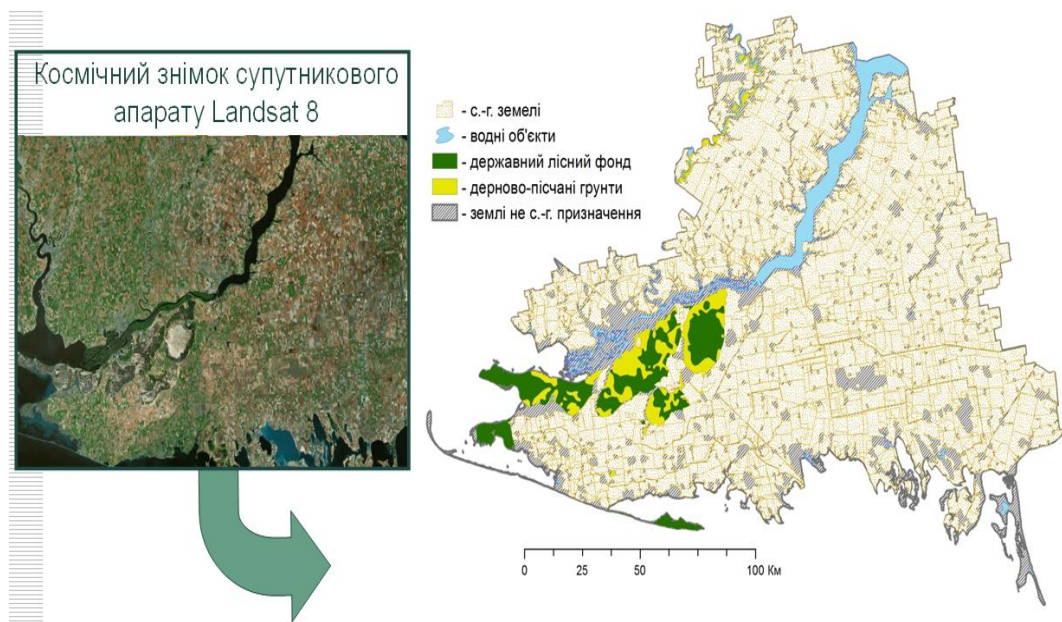


Рис. 2.3. Дешифрування розподілу сільськогосподарських земель на території Херсонської області

Оцінка агрохімічного стану ґрунтів проведена для шару 0-40 і включає такі показники: вміст гумусу (%), нітрифікаційного азоту (мг/кг), рухомого фосфору (мг/кг), обмінного калію (мг/кг), вміст (%) гранулометричної фракції фізичної глини (<0,01 мм). У ґрунтових зразках визначено склад водної витяжки, загальний вміст гумусу (за методом Тюріна), вміст рухомих форм фосфору і калію (за методом Мачигіна).

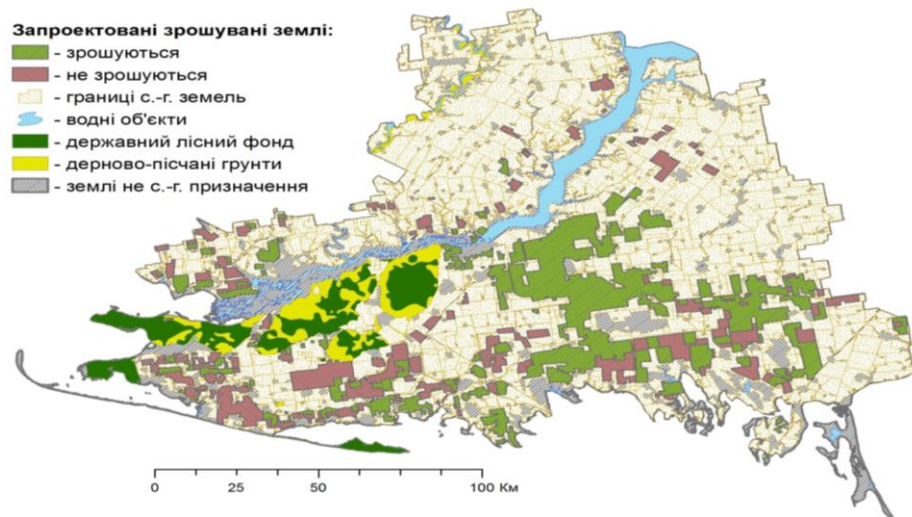


Рис. 2.4. Просторовий розподіл зрошуваних земель на території Херсонської області

Достовірність просторового моделювання склала: вмісту гумусу—92,0%, нітрифікаційного азоту—85,8%, рухомого фосфору—87,8%, обмінного калію—91,4%, вмісту (%) гранулометричної фракції фізичної глини (<0,01 мм) - 84,1%.

Кусково-лінійна регресія є розширенням простої лінійної регресії і використовується для ситуаційного моделювання. На відміну від лінійної регресії, призначеної для проведення прямої лінії за всіма доступними точками даних, кусково-лінійна регресія служить для проведення відрізків прямих ліній в різних областях набору даних. У плануванні та консолідації кожен набір даних вимірювань може відобразитися у вигляді ряду даних уздовж осі X (незалежна змінна). Сегментація виконується по всьому набору даних з рекурсивним поділом ряду до тих пір, поки не буде досягнута оптимальна відповідність, тобто кусково-лінійні моделі регресії характеризуються тим, що вид залежності між результативною змінною і факторними змінними може бути неоднаковий в різних областях значень факторних змінних. Цю функцію зазвичай задають на кожному з інтервалів окремою формулою 2.11:

$$Y = \begin{cases} k_0 + b_0, & X < X_1 \\ k_1 X + b_1, & X_1 < X < X_2, \\ \dots \\ k_n X + b_n, & X_n < X \end{cases} \quad (2.11)$$

де b_i —загальний вільний член; k_i —кутовий коефіцієнт; X_i —фактори моделі.

Використовуючи досліджені дані в опорних точках за допомогою

Geostatistical Analyst можна інтерполювати значення в інших точках в межах даної території, для яких виміри не проводили.

Інструменти досліджуваного аналізу просторових даних, що включені до модуля Geostatistical Analyst, використовуються для оцінки статистичних

Висновки до розділу 2

1. В роботі проведений аналіз ґрунтово-кліматичних умов Херсонської області залежно від природно-кліматичних і ґрунтових особливостей територія Херсонської області є типовою для сухостепової зони України і поділена на сім природно-сільськогосподарських районів, які в системі Держгеокадастру використовується для оцінки придатності земель сільськогосподарського призначення та розрахунку балу бонітету ґрунту.

2. Вперше розроблено комплексний методологічний підхід до оцінки показників родючості, продуктивності ґрунтів та придатності земель для вирощування сільськогосподарських культур за агрокліматичними та ґрунтовими показниками в умовах регіональних змін клімату із застосуванням сучасних методів ГІС - технологій і просторово – часового моделювання.

3. Запропоновано нормування параметрів показників родючості та продуктивності ґрунтів до вирощування сільськогосподарських культур за методами академіка НААН В.В. Медведєва, І.І. Карманова та класифікацією академіка НААН В.О. Ушкаренка.

4. На основі даних дистанційного зондування Землі супутникового знімку Landsat 8 здійснено дешифрування космічного знімку та встановлені межі сільськогосподарських земель. Загальна площа Херсонської області складає 2846,1 тис. га, сільськогосподарські землі становлять 1971,0 (69,25%) тис. га, в т.ч. ріллі – 1777,6 тис. га (90,2%).

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [26, 42, 114].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗМІН КЛІМАТУ В СУХОСТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ (на прикладі Херсонської області)

3.1. Аналіз динаміки кліматичних показників (1945 - 2015 рр.)

В сучасному зрошуваному землеробстві важливим є ретроспективний аналіз і перспективна оцінка впливу змін клімату з метою розробки меліоративних заходів з раціонального використання та охорони водних і земельних ресурсів.

Методологія оцінки агрокліматичних показників та їх впливу на ефективність сільськогосподарського виробництва базується на статистичній обробці даних спостережень за попередній багаторічний період.

Для сільськогосподарських меліорацій та зрошуваного землеробства важливим етапом є визначення просторово-часових закономірностей глобального прояву кліматичних змін з метою оцінки, моделювання та прогнозування його наслідків на різних рівнях досліджень, впливу на зональний перерозподіл вологозабезпечення та сумарне випаровування, зміну агрохімічних властивостей родючості ґрунтів тощо.

Данні глобальних гідрометеорологічних спостережень свідчать про підвищення середньої по планеті Земля температури в порівнянні з кінцем ХІХ століття більш ніж на 0,5 С, причому основне зростання прийшлося на останні десятиліття минулого століття [80,116].

Очікується, що потепління на планеті не буде рівномірним. Найбільше потепління можливе на полюсах (у 2-3 рази більше середнього) і найменше у тропіках (50-75% від середнього рівня). На сьогоднішній день прогнози зміни температури на регіональному рівні мають високу ступінь невизначеності [79,116].

За даними інформаційних матеріалів ЮНЕП/ОИК (Женева 1997р.) можна спостерігати тенденцію зміни температури приземного шару повітря відносно

середнього планетарного її значення за дуже великий період часу і його прогноз на майбутнє, що також підтверджує поступове зростання температури повітря та відповідно підтвердження теорії глобального потепління [68].

Наслідки потепління в найближчому майбутньому можуть викликати значну зміну еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів, суттєво вплинути на ефективність гідромеліорації та технології вирощування сільськогосподарських культур. Тому однією із основних задач ландшафтно-меліоративного моніторингу є збір і аналіз даних кліматичних показників (атмосферні опади, температура і відносна вологість повітря, дефіцит вологості повітря).

Вхідними даними досліджень є попередні наукові результати вчених, відкриті ресурси різних метеорологічних джерел Світу та дані регіональних метеопостів (середньорічна та середньовегетаційна температура повітря, сума річних та вегетаційних опадів) півдня України (Херсонської області, період 1945-2015 рр.), особливо за період інтенсивного зрошення (1960–2017 рр.). Зрошення впродовж 55-60 років на території Херсонської області здійснюється на Інгулецькій і Краснознам'янській зрошувальних системах (ЗС), а 40 років - на Каховській ЗС та в зоні Північно - Кримського каналу.[80].

Динаміка і ритміка клімату на регіональних рівнях, значною мірою відображають особливості її прояву на глобальному рівні і навпаки. Постійні спостереження за температурою повітря і атмосферними опадами із року в рік дають можливість виявити статистично обґрунтований зв'язок з річними глобальними і регіональними температурою повітря і опадами. Тому, актуальним є питання інтеграції в регіон Сухого Степу України циклу наукових досліджень, спрямованих на обґрунтування комплексу заходів, щодо забезпечення адаптації аграрного сектору економіки України до змін клімату.

В ХХ столітті на території України зафіксовано 43 посушливих роки, в тому числі 7 із них в останні 15 років минулого століття, почастишали прояви інших природних стихій – суховіїв, злив, обледенінь, повеней, затоплень та підтоплення тощо, які в тій чи іншій мірі пов'язуються зі змінами клімату.

Досить нагадати надзвичайне підтоплення зрошуваних безстічних і слабодренованих ландшафтів півдня України починаючи з 1998 р., катастрофічні повені на Закарпатті в 1998, 2001 та 2008-2010 рр., Миколаївщині в 2007р., Запоріжжі в 2008р., значне обледеніння в центральних та південних регіонах України в 1999–2001, 2010 рр. тощо [117].

За численними гідрометеорологічними даними вітчизняні фахівці-кліматологи приходять до висновку, що в Україні за останні 10–25 років формуються ознаки нового клімату. Зими в середньому стали менш холодними і малосніжними, а літо більш прохолодним.

Але на цю позицію є різні і досить суперечливі дані і висновки, адже в 2007-2008рр. спостерігалися прояви відносно теплої зими і жаркого літа, взимку 2010 році спостерігалось різке зниження температури повітря і збільшення атмосферних опадів у вигляді снігу та влітку різке збільшення температури повітря і опадів. Мають місце різкі перепади температури повітря – до 10–12 градусів за добу. У такі періоди, як правило, виникають збурення атмосфери та стихійні явища погоди, зливи, грози, град, сильний вітер, ураган тощо.

Нині в Україні від наслідків проявів глобального потепління найбільше потерпають райони західної і південної її частини. Із року-в-рік спостерігаються ще більші аномальні явища, які призводять до явних змін параметрів еколого-агроекологічного режиму зрошуваних ландшафтів Сухого Степу України (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька області).

Фахівці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту М. Барабаш, Н. Гребенюк, О. Татарчук, які здійснили оцінку змін температури повітря та атмосферних опадів за період 1900 - 1995 рр. за даними 26 метеорологічних станцій України, дійшли висновку про наявність на території України у ХХ ст. загальної тенденції до підвищення температури повітря та збільшення атмосферних опадів. При цьому зміни клімату мають свої особливості у різні пори року [18].

Зміна клімату та збільшення антропогенного навантаження призводить до поступового зниження рівня забезпеченості водними ресурсами (зменшення стоку річок), особливо в південних регіонах України і погіршення їх якості [88]. Тому на глобальному і на регіональному рівнях зміни клімату стали незаперечним фактом, що поставив перед нами проблему розв'язання ряду важливих, складних завдань, пов'язаних з розробкою, коригуванням та реалізацією стратегії в землеводокористуванні в Південному регіоні України.

Багаторічна оцінка кліматичних змін в сухостеповій зоні півдня Східно-Європейської рівнини за 112 років показала, що при існуючих умовах формування клімату відбувається стабільне динамічне збільшення середньорічної температури повітря та суми річних опадів. Циклічні складові багаторічного формування кліматичних показників склали: температури повітря – 8 років, сума опадів – 11 років [135, 138]. У загальній сукупності аномальних проявів за столітній період досліджень в останні 20 років визначено 11 років із сильними і 2 роки з дуже сильними позитивними температурними аномаліями, що призвело до збільшення середньорічної температури повітря на $1,0^{\circ}\text{C}$. У період 1991-2011рр. середньорічна кількість загальних температурних аномалій зросла порівняно з 1900-1990рр. майже в 2 рази. Абсолютна величина аномалій річних опадів за період 1900-2011рр. склала 33% (37 років), за останні 20 років визначено років з сильними і 3 роки з дуже сильними переважно позитивними аномаліями. В результаті в середині річного аналізу спостерігається прояви потепління протягом 10 перших місяців в середньому на 2°C , а також для періоду з травня по жовтень відзначено збільшення середнього значення суми річних опадів на 90 мм. Представлені попередні дослідження підтверджують позитивну тенденцію прояву глобальних змін клімату, зокрема на регіональному рівні, в сухостеповій зоні півдня Східно-Європейської рівнини [138].

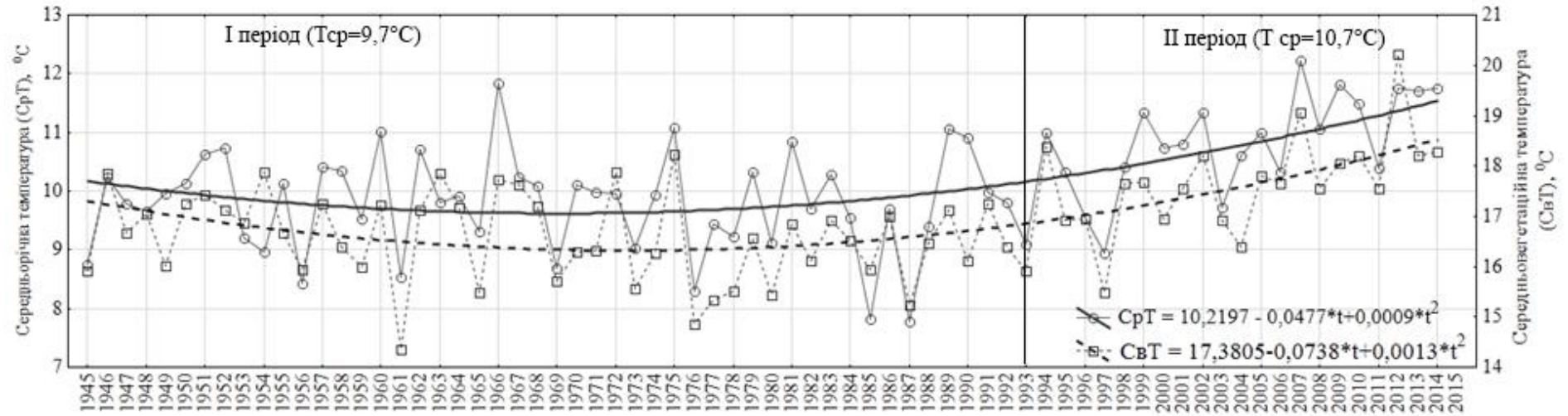
В результаті аналізу кліматичних показників (температура повітря, суми опадів) за даними гідрометеорологічної станції м. Херсон, починаючи з 1989 року на півдні Україні спостерігається самий тривалий за сторіччя циклічний

період потепління (рис. 3.1-а). В результаті перетворення даних із заснуванням методу різнісних інтегральних кривих модульних коефіцієнтів можна виділити 2 основних періоди багаторічного динамічного формування температури повітря ($T, ^\circ\text{C}$): I період (1945-1988 рр.) - стабільне циклічне формування ($\bar{T}=9,7 ^\circ\text{C}$); II період (1989-2014 рр.) - позитивне трендоциклічне формування середньорічної температури повітря ($\bar{T}=10,7 ^\circ\text{C}$) (рис. 3.1-б). Багаторічна норма температури повітря за період 1945-2014 рр. склала – $10,1 ^\circ\text{C}$. В період 1945-1988 рр. в 70,5% випадках (років) температура повітря була нижче за норму, а в період 1989 - 2014 рр. - 23,1% випадках. Тобто за останні 23 роки (1989-2014 рр.), в порівнянні з періодом 1945-1988 рр. жарких років, збільшилося в 3 рази. Значне збільшення середньорічної температури повітря спостерігається з 1998 року. Максимальне значення було в 2007 р. ($12,2 ^\circ\text{C}$), мінімальне – в 1986 р. ($7,8 ^\circ\text{C}$). За період 1998-2014 рр. у порівнянні до норми температура повітря підвищилась на $1 ^\circ\text{C}$.

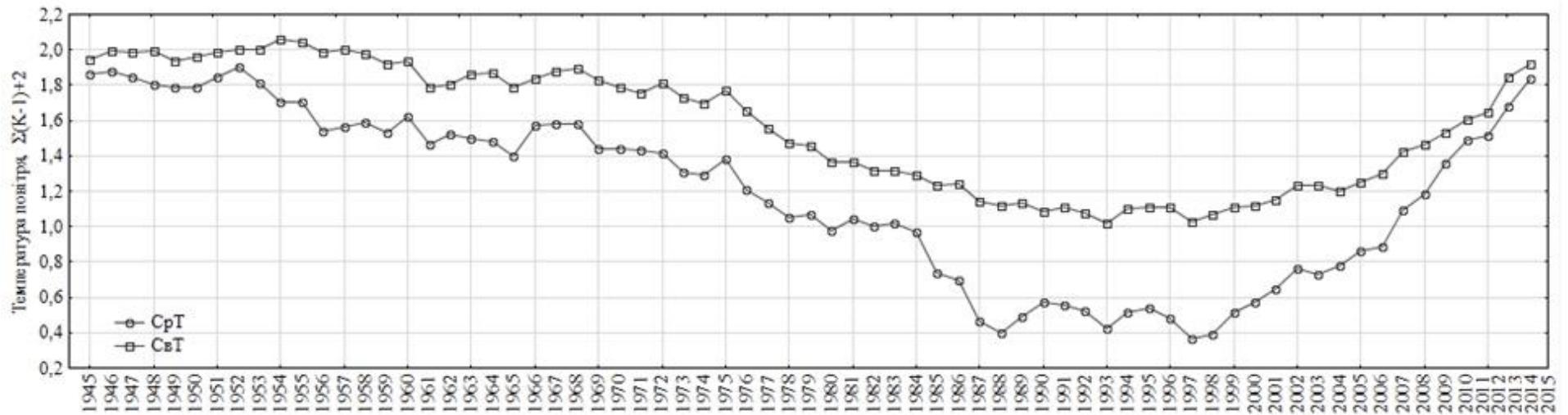
Середня температура січня за 50 літній період зросла з $-4,4 ^\circ\text{C}$ в 1945-1955 рр. до $-2,6 ^\circ\text{C}$. в 1995-2004 рр., а середня температура липня, відповідно з $22,8$ до $24,2 ^\circ\text{C}$. Збільшення температури повітря призводить до посилення випаровування вологи з водойм, як наслідок збільшення хмарності, що є причиною збільшення кількості зливових опадів (додаток А.3).

Для оцінки циклічності і прогнозування середньорічної динаміки температури повітря застосовані методи спектрального аналізу Фур'є і Вінтерса (метод потрійного експоненціального згладжування). Визначена циклічна складова середньорічної температури повітря - 8 років (рис. 3.2) [135].

Метод Вінтерса (рис. 3.3-б) використовується для прогнозування емпіричних даних з урахуванням періодичної (сезонної) складової. Перше рівняння описує згладжування ряду загального рівня. За допомогою другого рівняння здійснюється оцінка трендової складової. Третє рівняння оцінює періодичну (сезонну) складову. Четверте рівняння - прогноз. Середня достовірність розрахункових (змодельованих) даних складає - 94%.



а)



б)

Рис. 3.1. Багаторічна динаміка температури повітря (1945 - 2015 рр.): а) фактичні дані; б) різницеві інтегральні криві модульних коефіцієнтів

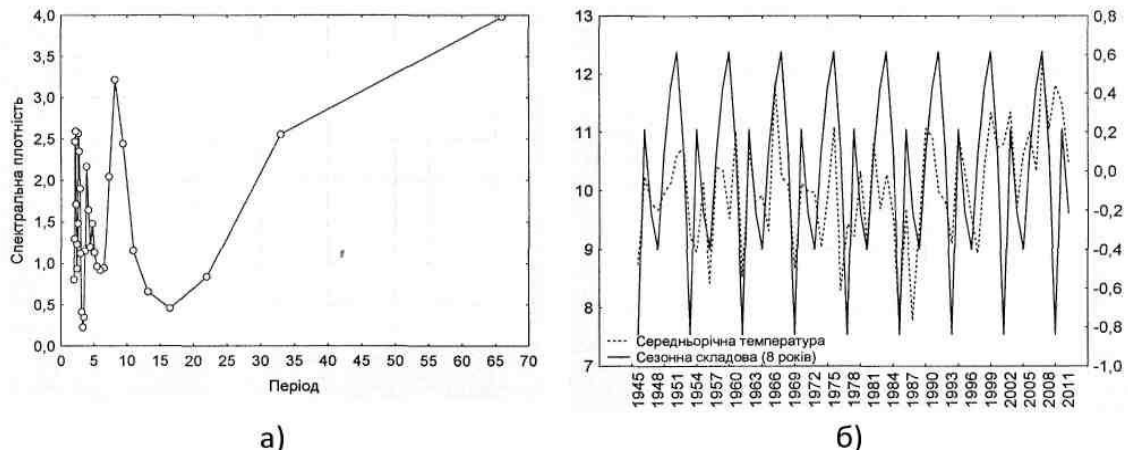


Рис. 3.2. Оцінка циклічності складової середньорічної температури повітря: а) спектральна щільність ; б) циклічна складова

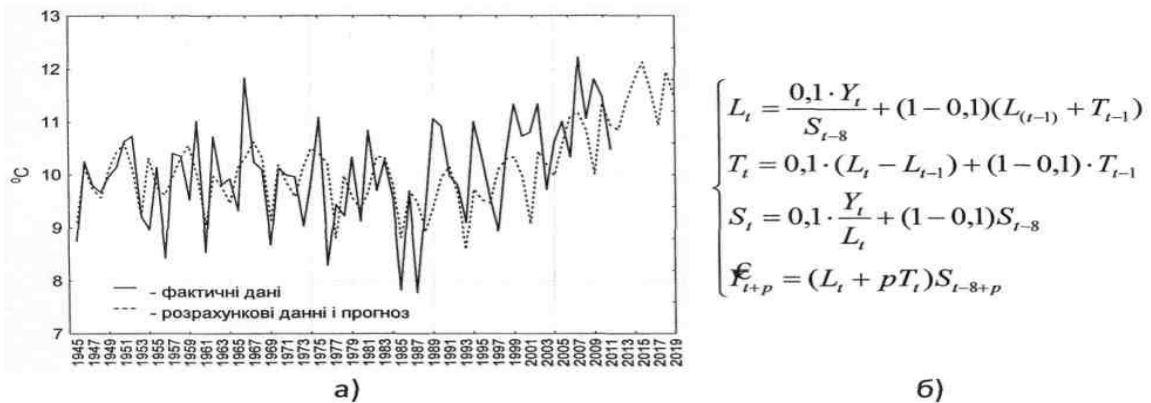


Рис. 3.3. Результати моделювання: а) динаміка (1945-2011 рр.) і прогноз середньорічної температури повітря до 2019 року; б) прогнозна модель

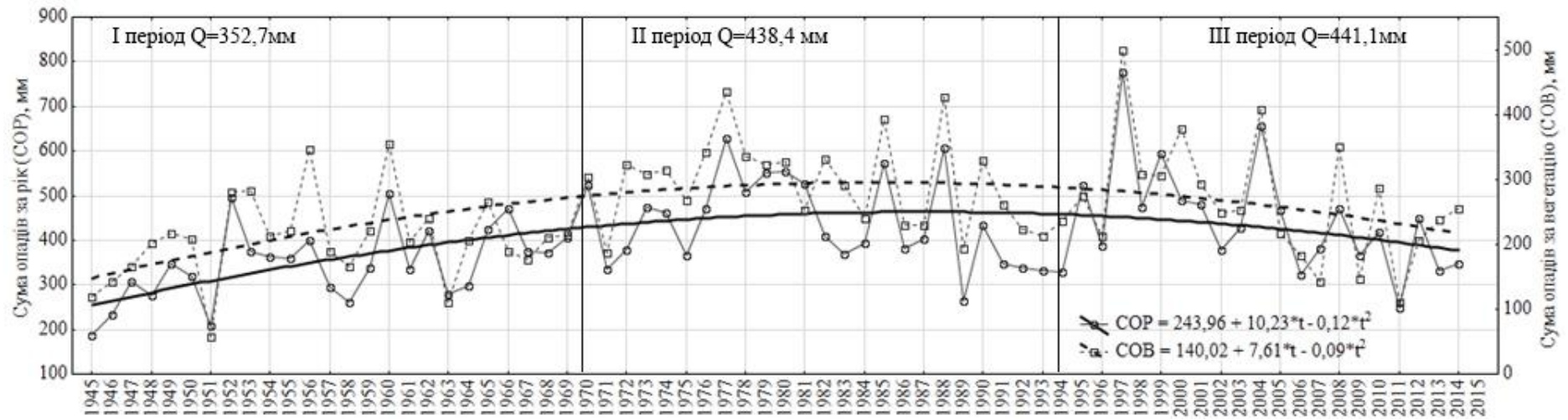
Результати прогнозування свідчать, що в період 2012-2019 рр. очікується поступове циклічне підвищення середньорічної температури повітря з середньою інтенсивністю $0,08^\circ\text{C}$ на рік. В період багаторічних спостережень за сумою річних опадів (O), норма склала – 409 мм, (рис. 3.4–а) можна виділити 3 основні циклічні часові періоди формування (рис. 3.4–б): I період (1945-1970 рр.) - стабільного формування опадів в більшості випадків (80 %) значень менших за норму з позитивною трендовою складовою ($\bar{O}=352,7$ мм, $O_{\max}=522,7$ мм, $O_{\min}=186$ мм); II період (1971-1995 рр.)—незначної стабілізації опадів в більшості значеннях (52%) вищих за норму ($\bar{O}=438,4$ мм, $O_{\max}=628,6$ мм, $O_{\min}=265,6$ мм); III період (1996-2014 рр.) – значних максимальних варіаційних

відхилень на початку періоду та від'ємною трендовою складовою на кінець періоду, в 56% випадках значення більші за норму ($\bar{O}=444,1$ мм, $O_{\max}=778,1$ мм, $O_{\min}=247,3$ мм). По основним періодам формування суми річних опадів в останні 2 періоди (II період- $\Delta\bar{O}=+29,4$ мм, III період- $\Delta\bar{O}=+35,1$ мм) спостерігається стабільна тенденція збільшення середньоперіодичного значення у відповідності до багаторічної норми із незначними циклосенергетичними процесами зменшення суми опадів на кінець кожного періоду.

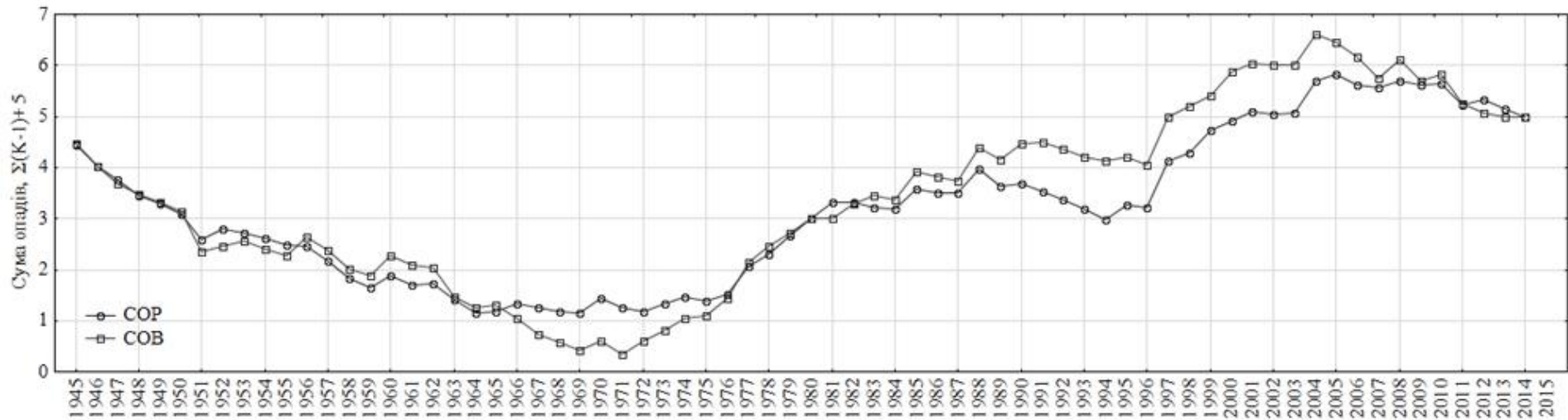
Збільшення кількості опадів дає можливість зменшити кількість поливів, тим самим заощадити кошти на зрошення. Але більшість опадів є непродуктивними, тому що мають зливовий характер, що спричиняє процеси затоплення земель. Середньобагаторічна сума атмосферних опадів за вегетаційний період складає 210 мм. Найбільша кількість атмосферних опадів випаде в липні, найменша - в серпні. Тим не менше, чим більше випадає природних опадів, тим менше потрібно штучного зволоження. У цьому сенсі, тенденція збільшення кількості атмосферних опадів, відіграє позитивну роль.

За період досліджень, спостерігаються значні варіаційні зміни ($V=6-10\%$) середньорічних та вегетаційних показників температури повітря та сумарної атмосферних опадів в межах 27-32%. Ретроспективний аналіз багаторічної динаміки температури і атмосферних опадів вказує на стабільне циклічне підвищення середньорічної температури повітря і збільшення опадів в Південному регіоні України.

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у березні. За період охоплений дослідженнями (1961-2015 рр.), норма середньомісячної температури повітря у березні по гідрометеостанції м. Херсон складає 2,3°C тепла. Найбільш високі температури відмічені у роки: 2014 (7,4°C), 1990 (6,9°C), 2008 (6,5°C). Найбільш низькі температури у березні відмічені у роки: 1987 (-5,2°C), 1985 (-3,5 °C) та 1967 (-2,5°C) (рис. 3.5, 3.6). Максимальна кількість атмосферних опадів за березень становила 58-88мм (1980, 2001, 2006 рр.), що значно перевищувало середньомісячну норму 26 мм.



а)



б)

Рис. 3.4. Багаторічна динаміка атмосферних опадів (1945 - 2015 рр.): а) фактичні дані; б) різницеві інтегральні криві модульних коефіцієнтів

Найменша кількість опадів 2-4 мм, що нижча від кліматичної норми на 22-24 мм, спостерігалась у 1972, 1986, 1990, 2011 рр.

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у квітні. За період, охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.), норма середньомісячної температури повітря у квітні по гідрометеостанції м. Херсон складає 10°C тепла. Найбільш високі температури у березні відмічені у роки: 1966 (12,8°C), 1972 (13,3°C), 2012 (13,2°C). Найбільш низькі температури у квітні відмічені у роки: 1965 (-6°C), 1987(-5,8°C) роках (рис. 3.7, 3.8). Максимальна кількість атмосферних опадів за квітень становила від 62-93мм (1977, 1994, 2008 рр.), що значно перевищувало середньомісячну норму 33 мм. Найменша кількість опадів 2-4 мм, що нижча від кліматичної норми на 30 мм, спостерігалась у 1968, 1970, 2006, 2013 рр. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у травні. За період, охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.), норма середньомісячної температури повітря у травні по гідрометеостанції м. Херсон складає 16°C тепла. Найбільш високі температури у травні відмічені у роки: 1979 (19,4°C), 2003 (19,5°C), 2007 (19,3°C), 2013 (21°C) рр. Найбільш низькі температури у травні відмічені у роки: 1964 (13,8°C), 1980 (13,9°C), 1987 (13,8°C), 1999 (13,4°C) (рис. 3.9, 3.10). Максимальна кількість атмосферних опадів за травень становила у 1979 (104 мм), 1998 (143 мм), 2004 (97 мм), що значно перевищувало середньомісячну норму 42 мм. Найменша кількість опадів 0,3 мм, що нижча від кліматичної норми на 39 мм, спостерігалась у 2013 рр. (рис. 3.9).

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у червні. За період, охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.), норма середньомісячної температури повітря у червні по гідрометеостанції м. Херсон складає 19,9°C тепла. Найбільш високі температури відмічені у роки: 2012 (23,4°C), 2007 (23,6°C), Найбільш низькі температури відмічені у роки: 1966, 1978 2001, 2004 (18,3-18,7°C) (рис. 3.11, 3.12). Максимальна кількість атмосферних опадів за червень становила у 1997 (101 мм), 1991 (81 мм), 2013 (80 мм) рр., що значно перевищувало середньомісячну норму, що складає 45 мм. Найменша кількість опадів 4-5 мм, що нижча від кліматичної норми на 40-41 мм, спостерігалась у 1979, 1981, 2012 рр.

норма середньорічної температури повітря 2,3 °С, суми опадів – 26 мм

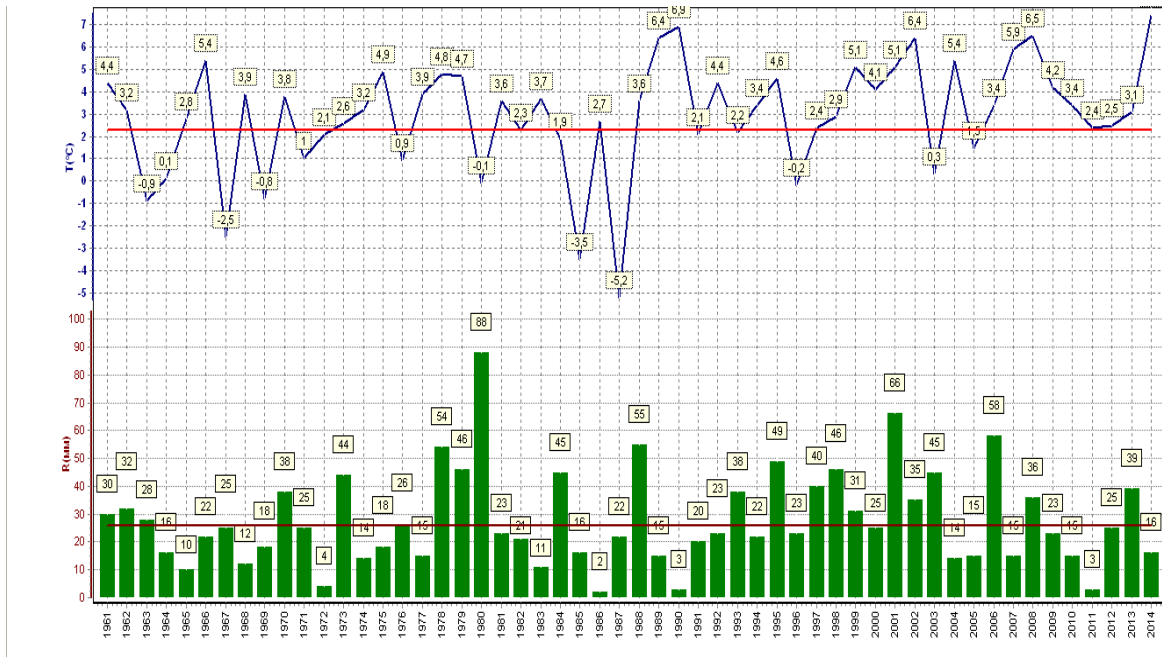
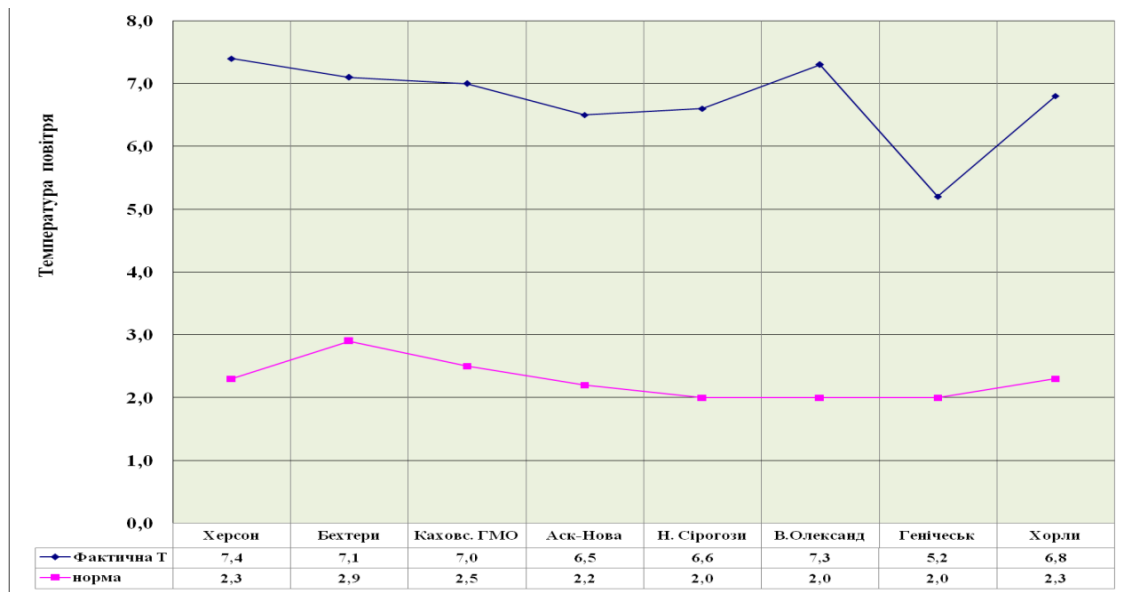


Рис. 3.5.Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у березні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)



норма середньорічної температури повітря 2,3 °С, суми опадів – 26 мм

Рис. 3.6. Середньорічна температура повітря у березні по Херсонській області [9]

норма середньорічної температури повітря 10 °С, суми опадів – 33мм

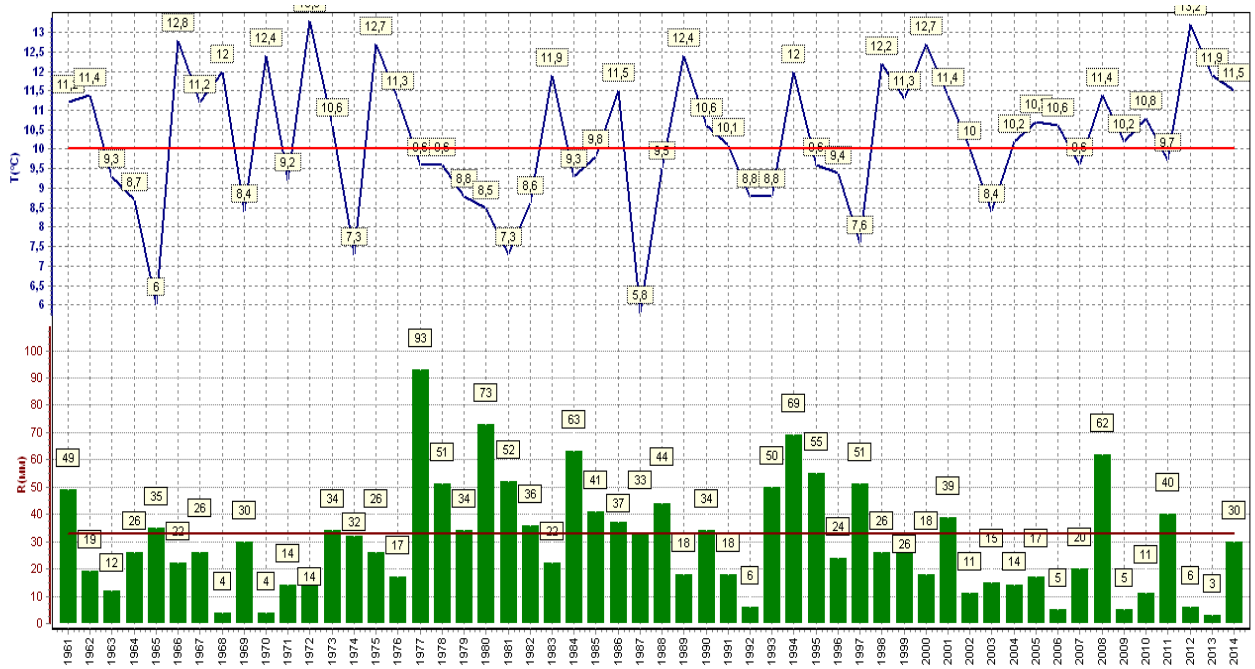


Рис. 3.7. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у квітні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)

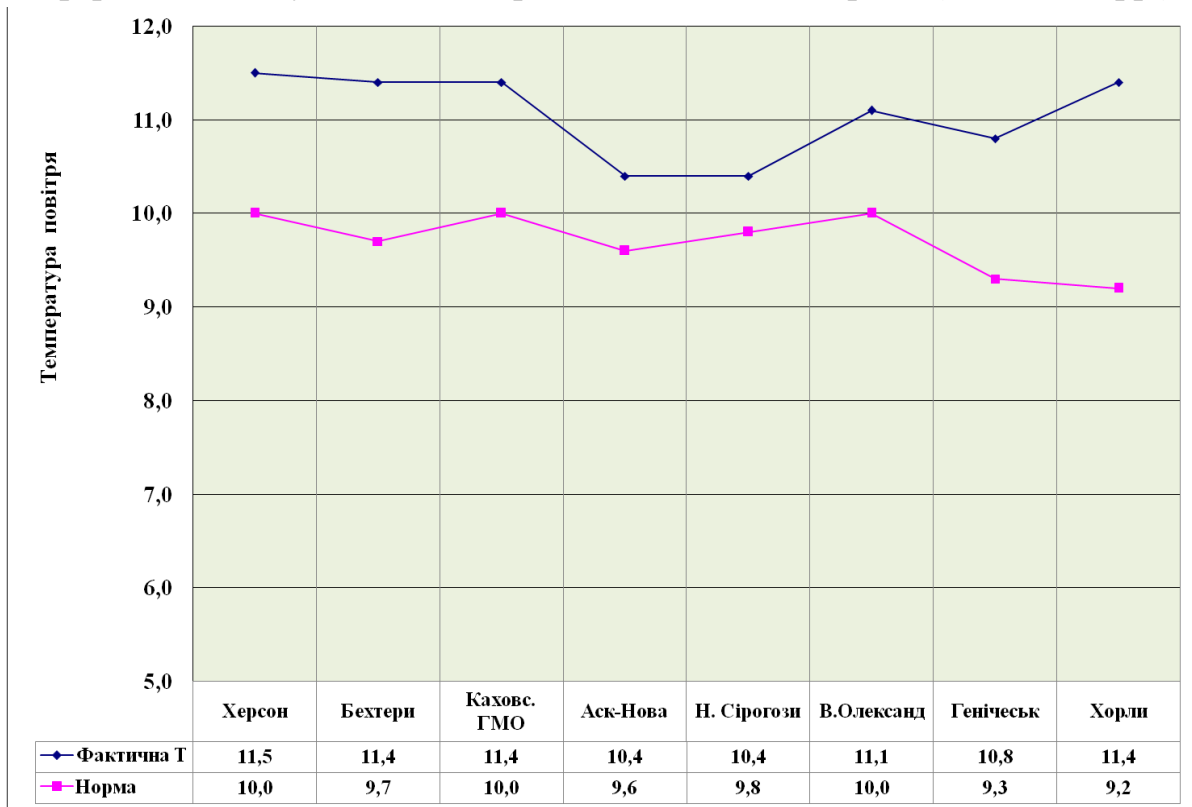


Рис. 3.8. Середньорічна температура повітря у квітні по Херсонській області [42]

норма середньорічної температури повітря 16 °С, суми опадів – 42 мм

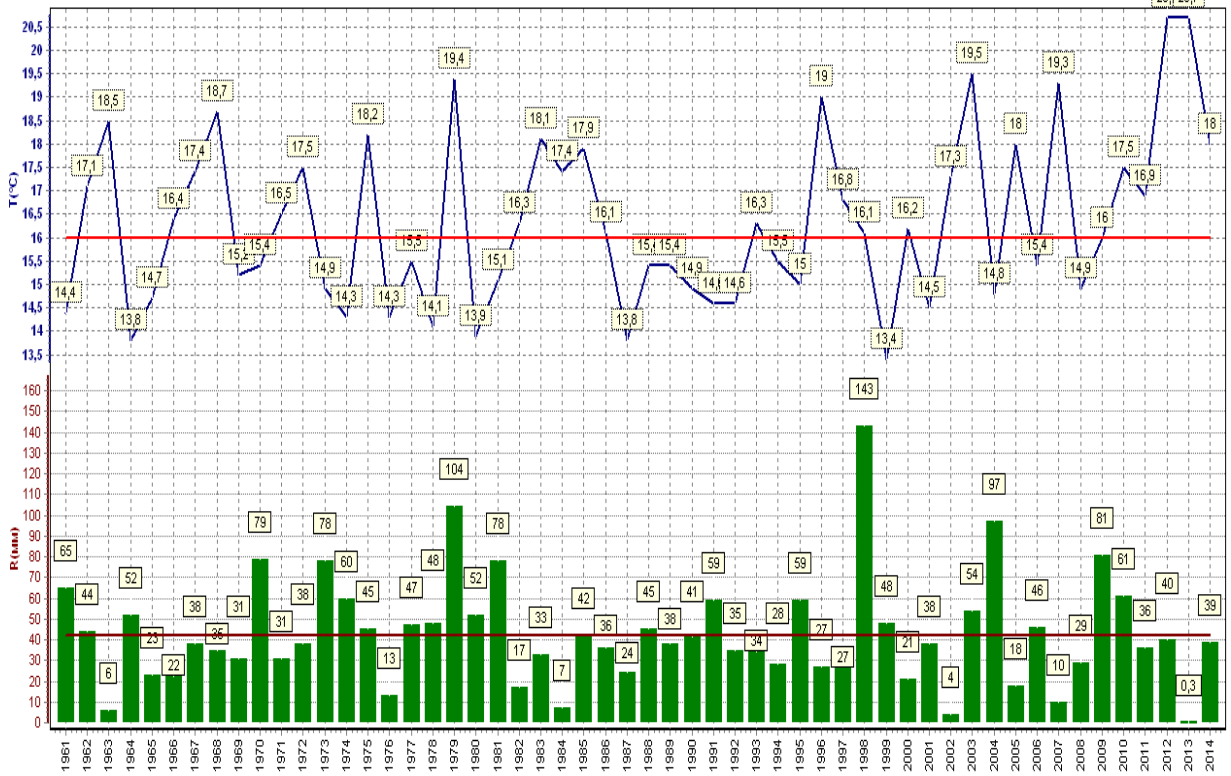


Рис. 3.9. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у травні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)

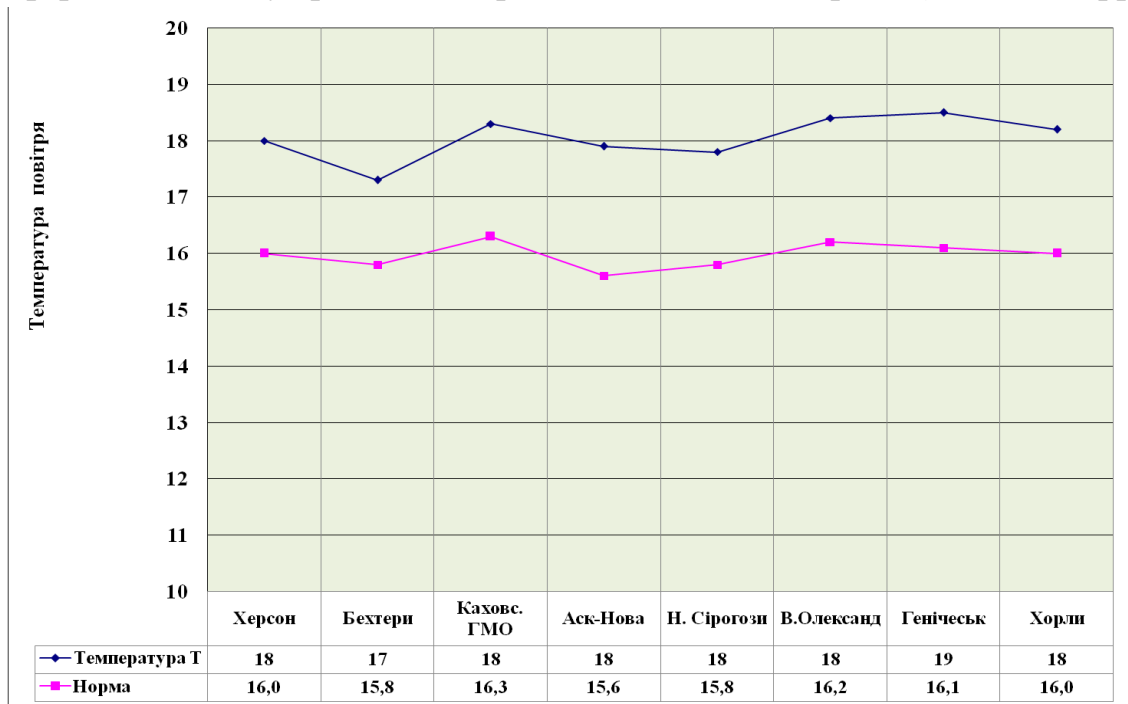


Рис. 3.10. Середньорічна температура повітря у травні по Херсонській області [42]

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у липні. За період охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.) норма середньомісячної температури повітря у липні по гідрометеостанції м. Херсон складає 21,9°C тепла. Найбільш високі температури у липні відмічені у роки: 2001 (26,4 °C), 2002 (26,5°C), 2012 (26,6°C) рр. Найбільш низькі температури у липні відмічені у роки: 1969 (20,8°C), 1982 (19,9°C) та 1993 (20,5°C) (рис. 3.13).

Максимальна кількість атмосферних опадів за липень становила від 102 до 125 мм (1982, 1997, 2004 рр.), що значно перевищувало середньомісячну норму 49 мм. Найменша кількість опадів 1-2 мм, що нижча від кліматичної норми на 48-49 мм, спостерігалась у 1963, 1989, 1994, 1995, 2011 рр.

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у серпні. За період охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.) норма середньомісячної температури повітря у серпні по гідрометеостанції м. Херсон складає 21,3°C тепла. Найбільш високі температури у серпні відмічені у роки: 2007 (25,4°C), 2010 (26,1°C). Найбільш низькі температури у серпні відмічені у роки: 1976 (18,4°C), 1987 (19,7°C) та 1973 (19,3°C) (рис. 3.14). Максимальна кількість атмосферних опадів за серпні становила 1976 (105 мм), 1997 (116 мм), 2004 (123 мм), що значно перевищувало середньомісячну норму 38 мм. Найменша кількість опадів 0,6 мм, що нижча від кліматичної норми на 37 мм, спостерігалась у 2008, 2009 рр., а 1992 році атмосферних опадів взагалі не спостерігалось.

Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у вересні. За період охоплений дослідженнями (1961-2014 рр.) норма середньомісячної температури повітря у вересні по гідрометеостанції м. Херсон складає 16,4°C. Найбільш високі температури у вересні відмічені у роки: 1994 (20,8°C), 2005 (19,1°C), 2012(19,1°C). Найбільш низькі температури відмічені у роки: 1997 (13,5°C), 1987 (14°C) та 1995 (14,4°C) (рис. 3.15). Максимальна кількість атмосферних опадів становила від 114-118 мм (1998, 2000 рр.), що значно перевищувало середньомісячну норму 40 мм. Найменша кількість опадів 2 мм, що нижча від кліматичної норми на 38 мм, спостерігалась у 1973, 1983, 2012 рр.

норма середньорічної температури повітря 19,9 °С, суми опадів – 45 мм

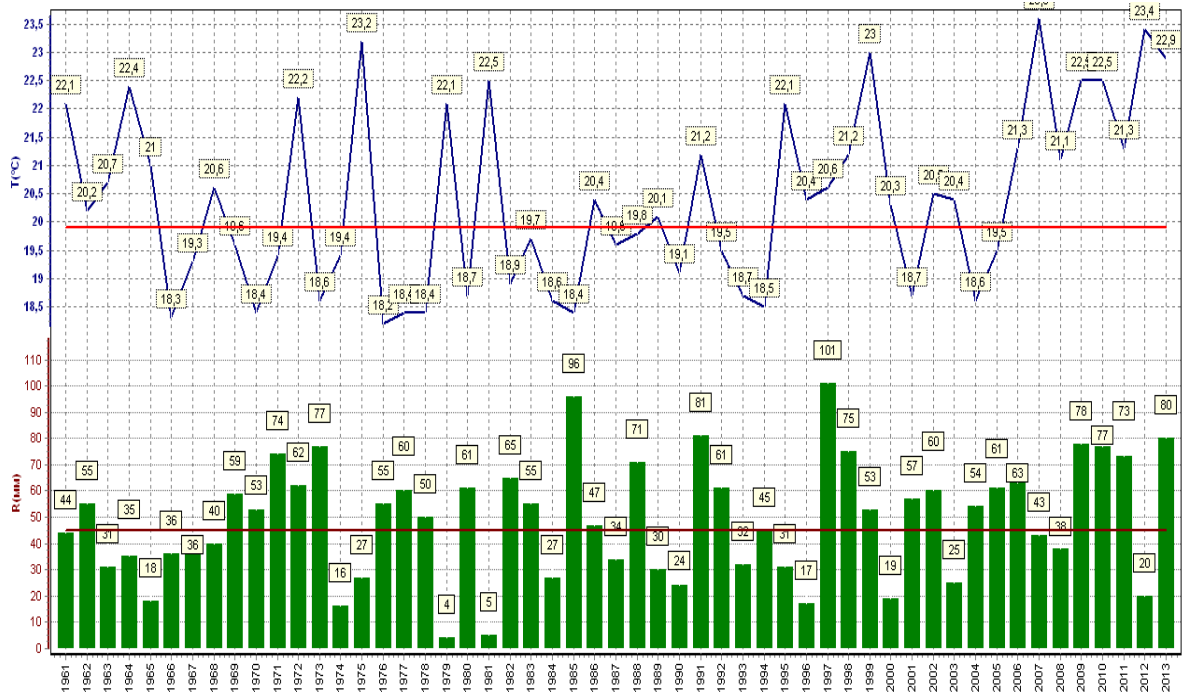


Рис. 3.11. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у червні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)

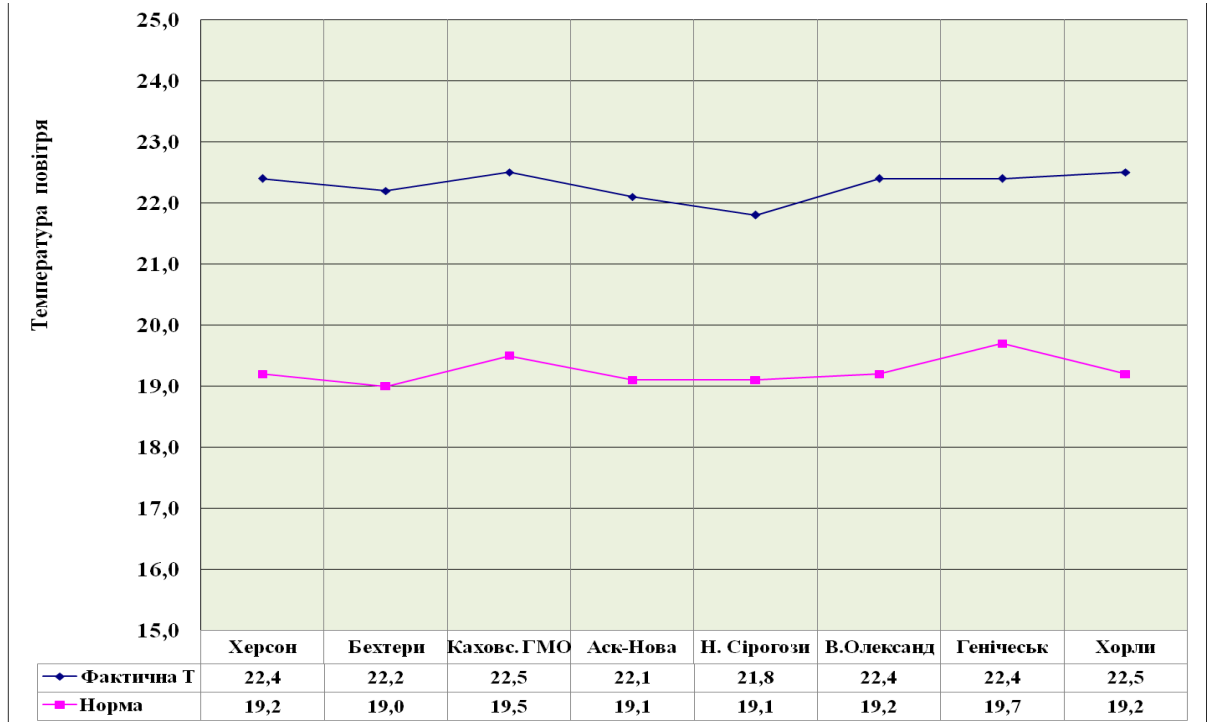


Рис. 3.12. Середньорічна температура повітря у червні по Херсонській області [42]

норма середньорічної температури повітря 21,9 °С, суми опадів – 49 мм

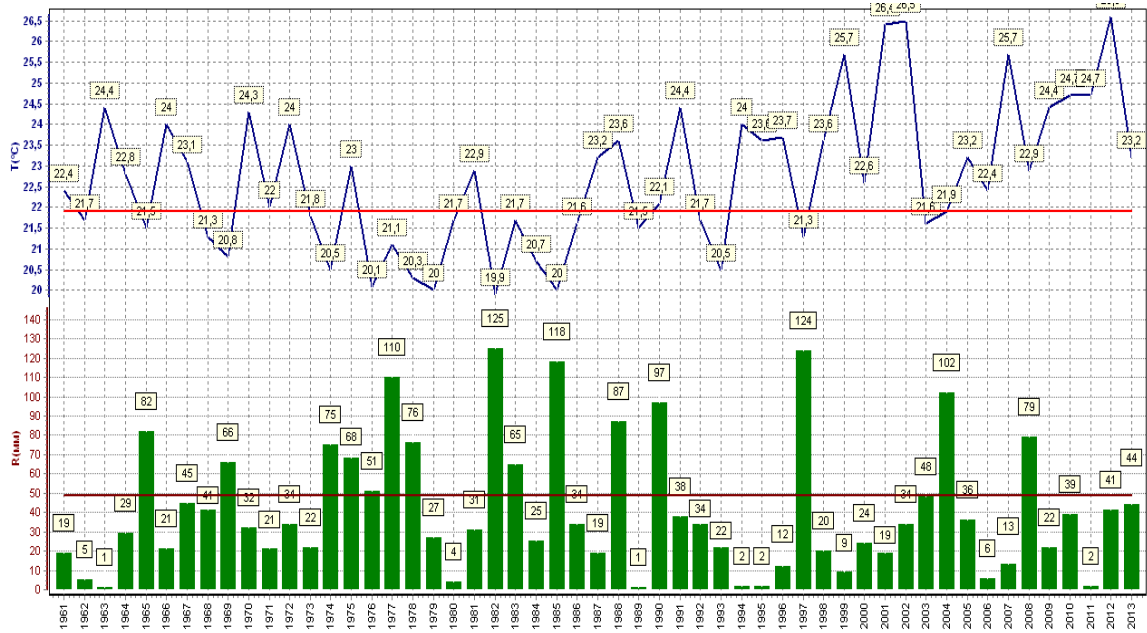


Рис. 3.13. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у липні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)

норма середньорічної температури повітря 21,3 °С, суми опадів – 38 мм

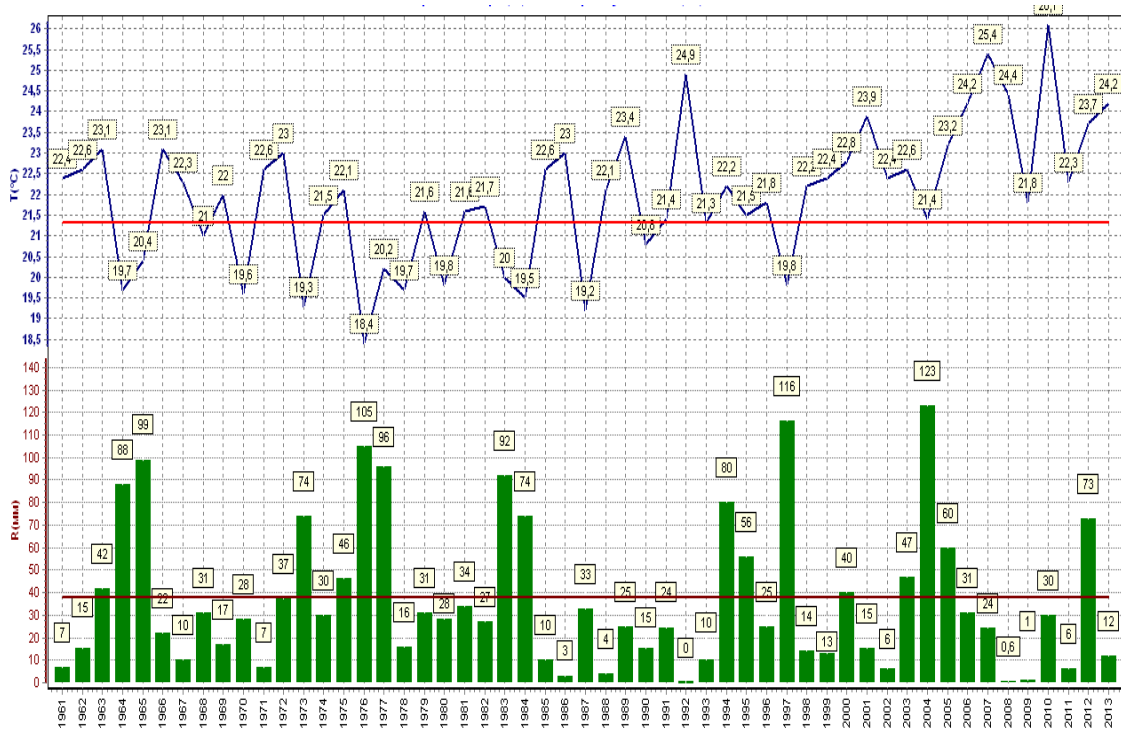


Рис. 3.14. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у серпні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.)

норма середньорічної температури повітря 16,4 °С, суми опадів – 40 мм

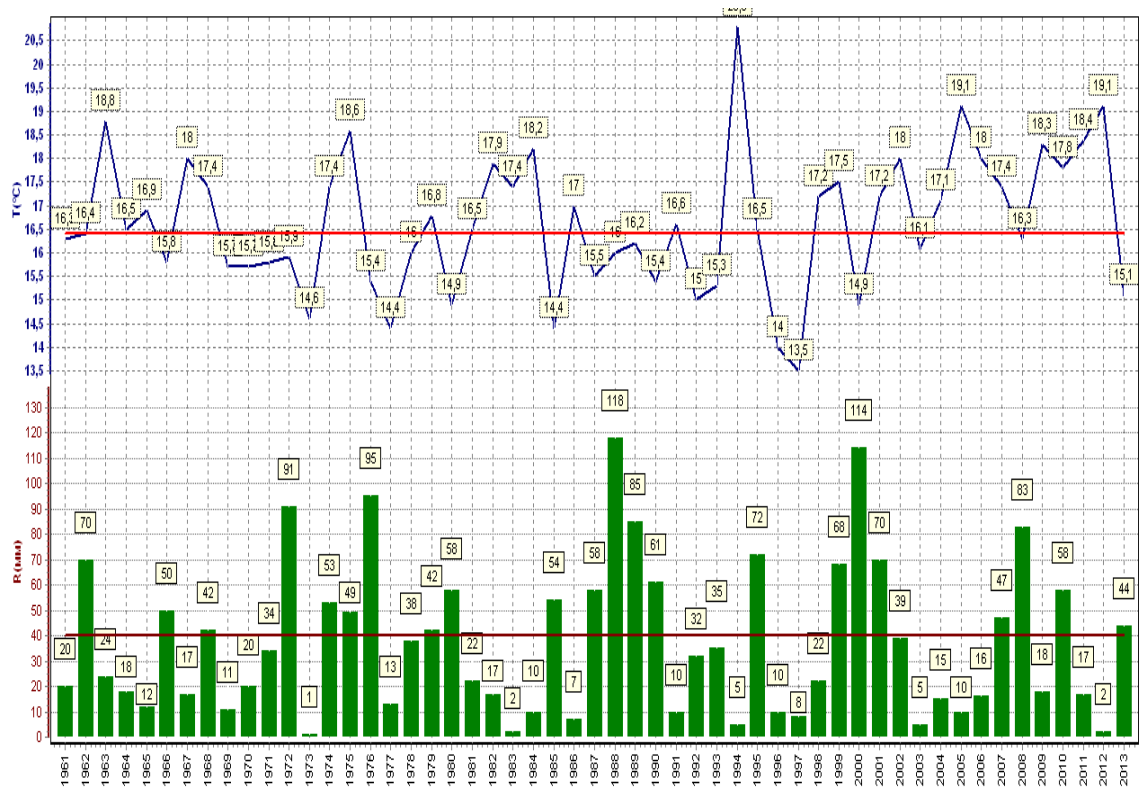


Рис. 3.15. Динаміка змін середньомісячної температури повітря та атмосферних опадів у вересні по гідрометеостанції м. Херсон (1961-2014 рр.) [42]

3.2. Класифікація років за кліматичними показниками

3.2.1. Класифікація років за атмосферними опадами

Найважливішими природними ресурсами в регіоні Сухого Степу України є показники клімату - атмосферні опади, температура повітря, відносна вологість, дефіцит вологості тощо. За даними багатьох вчених і фахівців Світу та Європи в останні 40-50 років в природі відбуваються суттєві зміни клімату, які впливають на ефективність сільськогосподарського виробництва, еколого - меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів, режиму зрошення сільськогосподарських культур та їх урожайність, структури сівозмін,

родючості ґрунтів.

В цьому зв'язку, актуальними для кожного регіону є дані щодо фактичного визначення водності років, їх забезпеченості атмосферними опадами. Важливо відмітити, що дослідники, при вивченні кліматичних факторів, іноді по - різному дають оцінку водності одних і тих же років [111, 116, 138]. На нашу думку, це пов'язано з територіально-географічними особливостями розміщення гідрометеорологічних станцій і постів, з часовим періодом аналізу.

Для прийняття оперативних рішень в зрошуваному землеробстві і гідромеліорації (проектуванні і експлуатації гідромеліоративних систем), сухостепового регіону України на прикладі узагальнених кліматичних даних по Херсонській області за період 1966-2011 рр. розроблена класифікація забезпеченості років атмосферними опадами (дані Херсонського центру з гідрометеорології).

Згідно карти агрокліматичних зон України, яка підготовлена за кліматичними даними до 1970 р. [158], Херсонська область розташована в зоні дуже посушливій, помірно жаркій, з м'якою зимою; ГТК=0,7-0,5; сума активних температур повітря 3300–3400°C.

Характеристика років за забезпеченістю атмосферними опадами наведена в табл. 3.1 (рис. 3.19). Середньобогаторічна норма атмосферних опадів (1966-2011 рр.) – 450 мм, сереньовегетаційна (з 1 квітня–по 30 вересня) норма - 280 мм. Деталізований аналіз водності років приведений в табл. 3.1 і на рис. 3.18. Аналіз структури водності років наведено в табл. 3.2. Забезпечення атмосферними опадами за період 1945-2011 рр. представлений на рис. 3.20.

Наведені результати аналізу кліматичних даних, які є типовими для зони Сухого Степу України дозволяють оперативно визначати водність років як за відповідний рік, так і за вегетаційний період. Наприклад, 2011 рік (за рік випало 346 мм опадів, за вегетаційний період 195,4 мм), в цілому характеризується як сухий.

Таблиця 3.1

**Характеристика років за забезпеченістю атмосферними опадами
в сухостеповій зоні України (на прикладі Херсонської області)
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.) [113]**

Характеристика років за вологістю	Атмосферні опади, мм	
	за рік (багаторічна норма 450 мм)	за вегетаційний період (багаторічна норма 280 мм)
сухі	до 400	до 250
середні	401-499	251-309
вологі	понад 500	понад 310

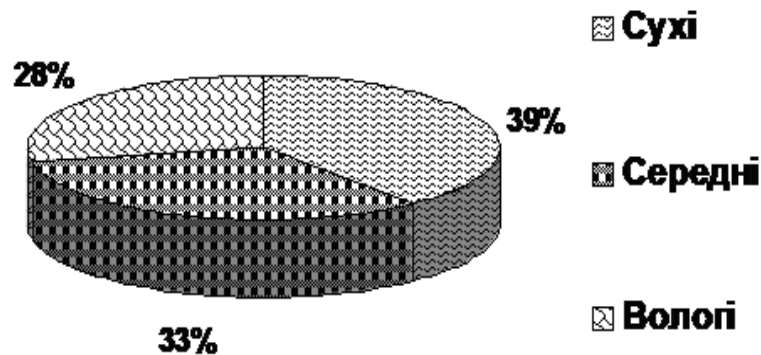


Рис. 3.19. Структура водності років забезпеченістю атмосферними опадами період 1966-2011рр. (середньорічні)

Таблиця 3.2

**Структура розподілу років за водністю в період 1966-2011 рр.
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.) [113]**

Характеристика	Аналіз даних по атмосферним опадам					
	за рік			за вегетаційний період		
	інтервал даних	кількість	%	інтервал даних	кількість	%
дуже сухі	до 300	2	4,4	до 150	2	4,4
середньосухі	301-350	6	13,04	151-200	6	13,04
помірно сухі	351-400	10	21,74	201-250	11	23,9
помірно середньовологі	401-450	6	13,04	251-280	5	10,8
наднормативно середньовологі	451-500	9	19,6	281-310	6	13,04
недостатньо вологі	501-550	4	8,69	311-350	9	19,6
помірно вологі	551-600	4	8,69	351-400	2	4,4
надмірно вологі	601-650	3	6,5	401-450	3	6,5
дуже вологі	понад 651	2	4,4	понад 451	2	4,4
Всього		46	100		46	100

Таблиця 3.3

Структура водності років за період 1966-2011 рр. (46 років)
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.)

Характеристика років за вологістю	Аналіз даних по атмосферним опадам			
	за рік		за вегетаційний період	
	кількість років	%	кількість років	%
сухі	18	39,1	19	41,3
середні	15	32,6	11	23,91
вологі	13	28,3	16	34,8
всього	46	100	46	100

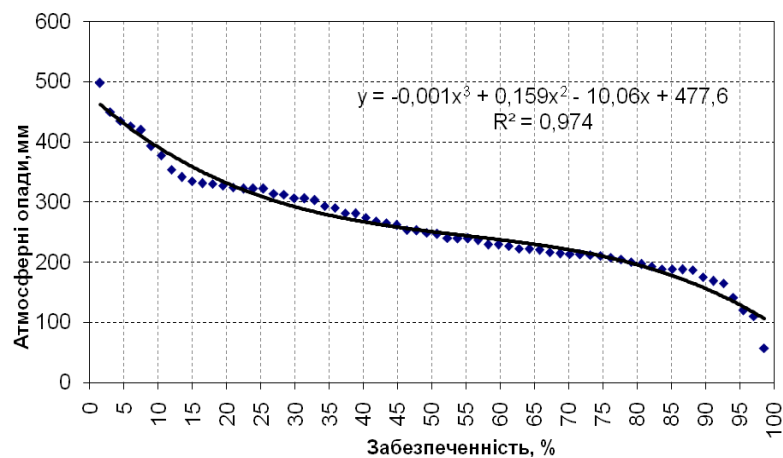


Рис. 3.20. Забезпечення атмосферними опадами за період 1945-2011 рр.

3.2.2. Класифікація років за температурою повітря

Для більш детального вивчення середньобагаторічної температури повітря в Південному регіоні України, була розроблена класифікація «Характеристика років за температурою повітря в сухостеповій зоні України (на прикладі Херсонської області) за період 1966–2011 рр. (табл. 3.4), в результаті якої визначено холодні (24,24%), помірні (52,5%), теплі (24,24%). Деталізований аналіз по температурі повітря приведений в табл. 3.4-3.7 і на рис. 3.21-3.22.

Таблиця 3.4

**Характеристика років за температурою повітря в сухостеповій зоні
Україні (на прикладі Херсонської області)
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.)**

Характеристика років за температурою повітря	Температура повітря, °С	
	за рік (багаторічна норма)	за вегетаційний період (багаторічна норма)
холодні	< 8,5-9,5	< 15-16,0
помірні	9,5-11,0	16,0-17,5
теплі	11,0-12,0 >	17,5-18,0 >

Таблиця 3.5

**Деталізований аналіз за температурою повітря років за період 1966 - 2011
рр. (Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.)**

Характеристика років за температурою повітря	Температура повітря, °С			
	за рік		за вегетаційний період	
	класифікація	інтервал даних	класифікація	інтервал даних
холодні	дуже холодні	< 8,5	дуже холодні	< 15,0
	холодні	8,5-9,0	холодні	15,0-15,5
	прохолодні	9,0-9,5	прохолодні	15,5-16,0
помірні	помірно прохолодні	9,5-10,0	помірно прохолодні	16,0-16,5
	середні	10,0-10,5	середні	16,5-17,0
	помірно теплі	10,5-11,0	помірно теплі	17,0-17,5
теплі	значно теплі	11,0-11,5	значно теплі	17,5-18,0
	жаркі	11,5-12,0	жаркі	18,0-18,5
	дуже жаркі	> 12,0	дуже жаркі	> 18,0

Таблиця 3.6

**Структура років за період 1966-2011 рр.
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.)**

Характеристика років за вологістю	Аналіз даних по температурі повітря			
	за рік		за вегетаційний період	
	кількість років	%	кількість років	%
холодні	11	24	10	22
середньо помірні	24	52	19	41
теплі	11	24	17	37
Всього	46	100	46	100

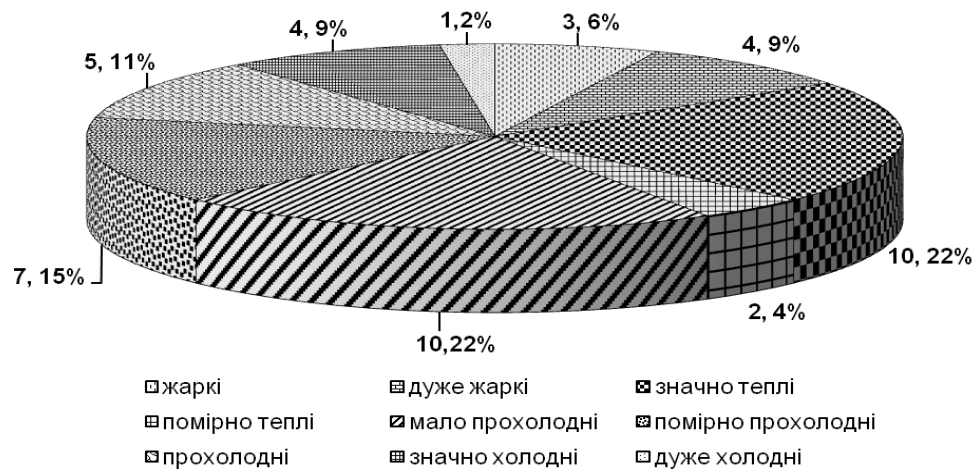


Рис. 3.21. Структура середньовегетативної температури повітря 1966-2011 рр.

Таблиця 3.7

Структура розподілу по температурі повітря за період 1966 - 2011 рр.
(Морозов В.В., Мельничук С.І., Безніцька Н.В., Морозов О.В.)

Характеристика за температурою повітря	Аналіз даних по температурі повітря, °С					
	за рік			за вегетаційний період		
	інтервал даних	кількість	%	інтервал даних	кількість	%
дуже холодні	< 8,5	3	6,5	< 15,0	1	2,2
значно холодні	8,5-9,0	2	4,3	15,0-15,5	4	8,7
прохолодні	9,0-9,5	6	13,0	15,5-16,0	5	10,9
помірно прохолодні	9,5-10,0	8	17,4	16,0-16,5	7	15,2
мало прохолодні	10,0-10,5	10	21,7	16,5-17,0	10	21,7
помірно теплі	10,5-11,0	6	13,0	17,0-17,5	2	4,3
значно теплі	11,0-11,5	7	15,2	17,5-18,0	10	21,7
жаркі	11,5-12,0	3	6,5	18,0-18,5	3	6,5
дуже жаркі	> 12,0	1	2,2	> 18,0	4	8,7
Всього:		46	100,0		46	100,0

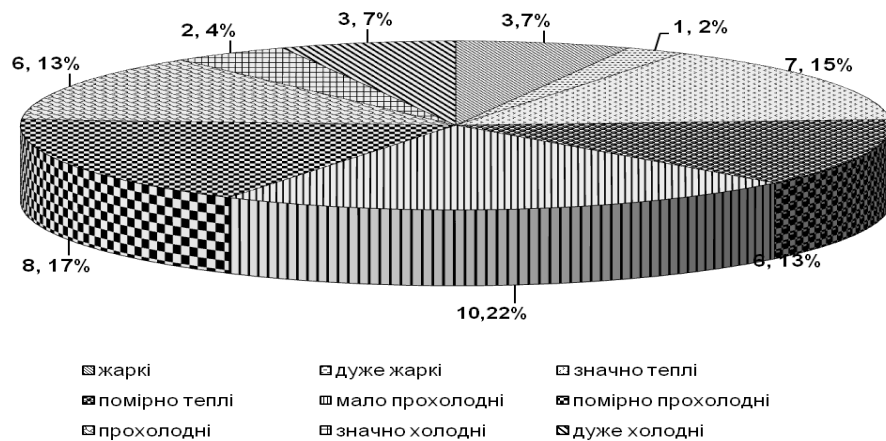


Рис. 3.22. Структура середньорічної температури повітря за період 1966-2011 рр.

3.3 Районування придатності земель Херсонської області для вирощування сільськогосподарських культур за середньобагаторічними запасами продуктивної вологи

3.3.1 Вміст вологи у шарі ґрунту 0-20 см

Вологозабезпеченість під час сівби й появи сходів – один з найбільш важливих критеріїв для росту й розвитку рослин. Навесні після танення снігу у верхньому шарі практично всіх ґрунтів відзначається найбільш високий рівень зволоження (в інтервалі ПВ–НВ), однак скористатися цією сприятливою обставиною не вдається, тому що обробіток ґрунту й сівба стають можливими тільки тоді, коли вологість знизиться до фізично стиглого стану (приблизно 0,7 НВ). Чим ґрунт легший за гранулометричним складом, тим коротший період його дозрівання. У піщано – супіщаному ґрунті він може скласти всього кілька годин, у той час як у суглинково – глинистому ґрунті – кілька днів.

Нажаль, через відсутність відповідних даних (середній час дозрівання ґрунту) ми не можемо скористатися таким критерієм в інвестиційних цілях. Це

був би важливий і об'єктивний критерій агрономічних переваг ґрунту [100].

Запас вологи навесні є простою і доступною мірою вологозабезпеченості рослин у цей один із критичних періодів у їхньому онтогенезі. Для порівняльного оцінювання запасу вологи були використані нормативні параметрами агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських культур за академіком НААН Медведєвим В.В. [1,100]. Ці параметри отримані з узагальнення масивів даних стану сходів ранніх зернових культур залежно від запасу продуктивної вологи в шарі 0-20 см. Було використано багаторічні дані мережі гідрометеорологічних станцій Херсонської області. Виявлено, що своєчасні й одночасні сходи цих культур з'являються, коли шарі 0-20 см міститься 40 мм вологи. За вмісту вологи менше 30 мм сходи з'являються пізніше, а за вмісту вологи менше 10 мм, можуть не з'явитися взагалі. На ґрунтах середнього й важкого гранулометричного складу звичайно потрібно вологи на 5-10 мм більше, ніж на піщаних і глинисто – піщаних ґрунтах.

Районування придатності земель Херсонської області для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур за критерієм середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-20 см представлено на рис. 3.23.

Навесні, перед сівбою, у західній і північно–західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський і частина Білозерського та Нововоронцовського районів) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий (задовільний) та охоплює площу 0,25 млн. га (15 % від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимі (гірші) за площею поширення 1,45 млн. га (85 % від загальної площі). Площі з оптимальними умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см – відсутні (табл. 3.8, рис. 3.25).

Восени, перед сівбою озимих культур, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський та частина Білозерського та Нововоронцовського районів) рівень

середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий (задовільний) та охоплює площу 0,21 млн. га (12,5% від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимі (гірші) за площею поширення 1,49 млн. га (87,5% від загальної площі). Площі з оптимальними для вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см – відсутні. Розподіл площ за кількістю доступної вологи у шарі 0-20 см навесні представлений в табл. 3.8, рис. 3.23. Для реалізації потенціалу вирощування сільськогосподарських культур в Херсонській області необхідно збільшити рівень зволоження ґрунту за рахунок зрошення та дотримання інших елементів високої культури землеробства–дотримання сівозмін, своєчасне виконання агротехнічних операцій і, насамперед, боронування й сівба в найкоротші строки, інші вологозатримуючі заходи.

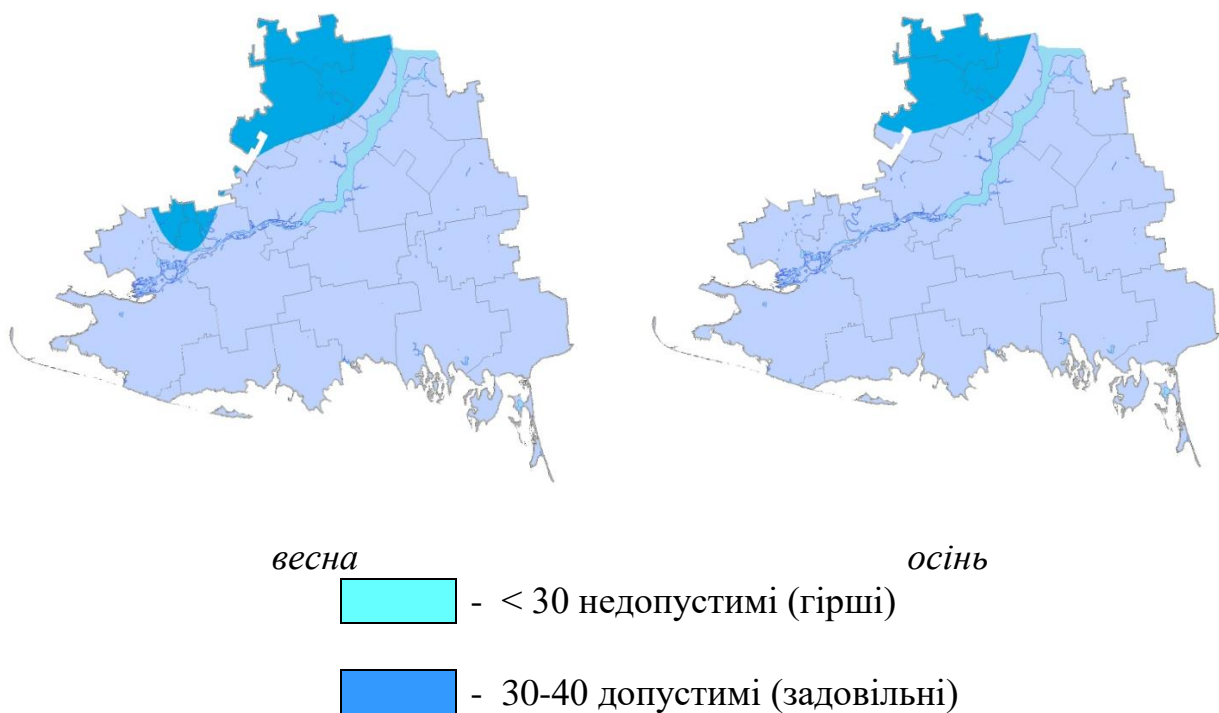


Рис. 3.23. Районування придатності земель Херсонської області для вирощування вимогливих* сільськогосподарських культур за критерієм середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-20 см перед сівбою, мм

Площі ріллі відповідно до класів придатності для вирощування вимогливих* сільськогосподарських культур за критерієм середньо багаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-20 см навесні і восени

Клас придатності земельної ділянки	Площа ріллі	
	%	млн. га
Весна		
оптимальні умови**	0	0
допустимі (задовільні) ***	14,7	0,25
недопустимі (гірші) ****	85,3	1,45
Всього	100	1,7
Осінь		
оптимальні умови	0	0
допустимі (задовільні)	12,5	0,21
недопустимі (гірші)	87,5	1,49
Всього	100	1,7

* - до вимогливих культур щодо вмісту продуктивної вологи відносяться: Кукурудза на зерно, соняшник, картопля;

** - оптимальні умови забезпечують реалізацію адаптаційного потенціалу сільськогосподарських культур до вмісту продуктивної вологи

*** - допустимі (задовільні) умови – зниження потенційної врожайності сільськогосподарських культур на 20-30 %

**** - недопустимі умови – зниження потенційної врожайності сільськогосподарських культур на 30-50 %.

Районування придатності земель Херсонської області для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур за критерієм середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-20 см представлено на рис. 3.26. До маловимогливих культур, відносяться: пшениця озима, соняшник, ячмінь ярий [100].

Навесні, перед сівбою, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський та частина Білозерського та Нововоронцовського районів) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних параметрах та охоплює площу 0,25 млн. га (14,7 % від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий (задовільний) за площею поширення 1,45 млн. га (85,3 % від загальної площі).

Площі з недопустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см – відсутні (табл. 3.9, рис. 3.24.).

Восени, перед сівбою озимих маловимогливих культур, у західній і північно–західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський та Нововоронцовського районів) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних параметрах та охоплює площу 0,21 млн. га (12,5 % від загальної площі).

До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий (задовільний) за площею поширення 1,49 млн. га (87,5% від загальної площі). Площі з недопустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см – відсутні. Розподіл площ за кількістю доступної вологи у шарі 0-20 см навесні представлений в табл. 3.9, рис. 3.24.

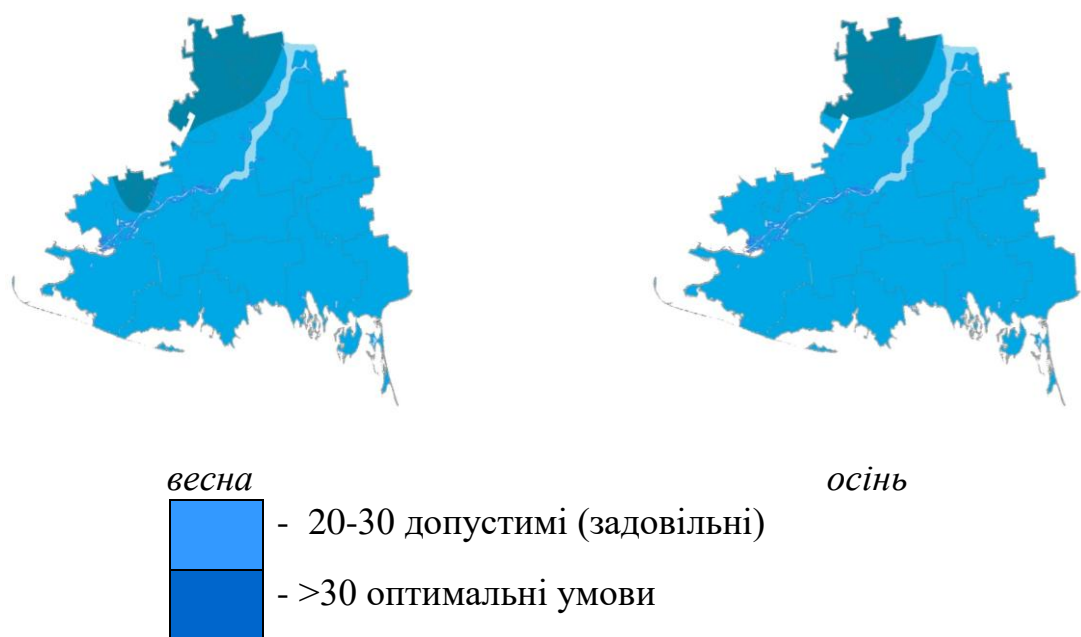


Рис. 3.24. Районування придатності земель Херсонської області для вирощування маловимогливих культур за середньобагаторічним вмістом продуктивної вологи в шарі 0-20 см перед сівбою, мм

Таблиця 3.9

**Площі ріллі відповідно до класів придатності для вирощування
маловимогливих* культур за середньобагаторічним вмістом продуктивної
вологи в шарі 0-20 см**

Клас придатності земельної ділянки	Площа ріллі	
	%	млн. га
весна		
оптимальні умови**	14,7	0,25
допустимі (задовільні) ***	85,3	1,45
недопустимі (гірші) ****	0	0
Всього	100	1,7
осінь		
оптимальні умови**	12,5	0,21
допустимі (задовільні) ***	87,5	1,49
недопустимі (гірші) ****	0	0
Всього	100	1,7

3.3.2 Вміст продуктивної вологи в шарі 0-100 см

Нестача вологи в період цвітіння й формування генеративних органів у шарі 0-100 см – найбільше впливає на формування врожайності сільськогосподарських культур. Саме він не дозволяє реалізувати значний потенціал ґрунтів і сортів [100].

Районування придатності земель Херсонської області для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур за критерієм середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-100 см представлено на рис. 3.25. Навесні, перед сівбою, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Нижньосірогозькому, Іванівському районах) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи

характеризується як допустимий (задовільний) та охоплює площу 0,13 млн. га (7,8% від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимий (гірший) за площею поширення 1,57 млн. га (92,2% від загальної площі). Площі з оптимальними умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-100 см – відсутні (табл. 3.10, рис. 3.25.).

Восени, перед сівбою озимих сільськогосподарських культур, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський, частина Білозерського та Нововоронцовського районів) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий (задовільний) та охоплює площу 0,16 млн. га (9,3% від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимі (гірші) за площею поширення 1,64 млн. га (90,7% від загальної площі). Площі з оптимальними умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-100 см – відсутні. Розподіл площ за кількістю доступної вологи у шарі 0-100 см навесні представлено в табл. 3.10, рис. 3.25.

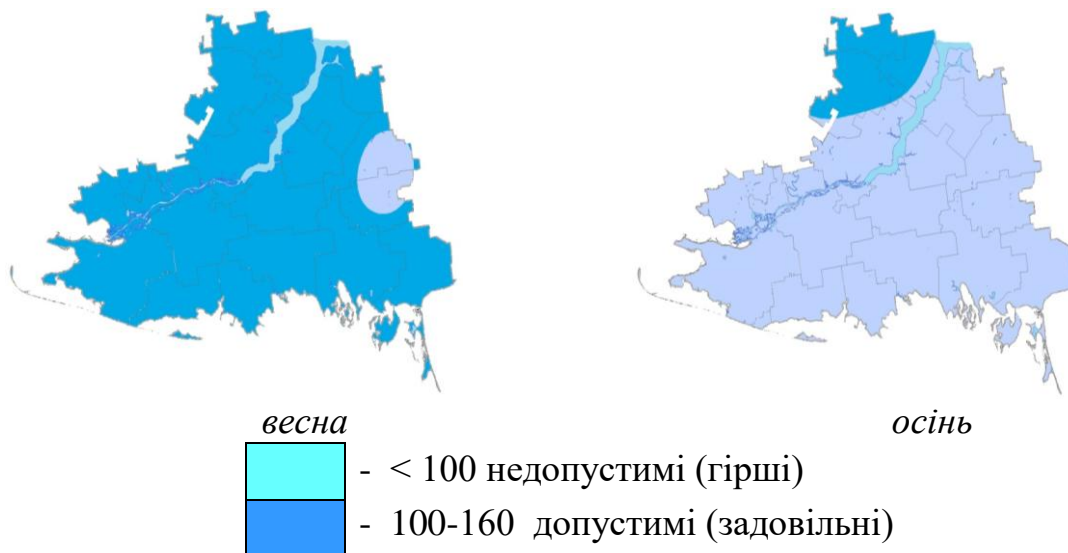


Рис. 3.25. Районування придатності земель Херсонської області для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур за середньобагаторічним вмістом продуктивної вологи в шарі 0-100 см перед сівбою, мм

Таблиця 3.10

**Площі ріллі відповідно до класів придатності для вирощування
вимогливих* сільськогосподарських культур за середньобагаторічним
вмістом продуктивної вологи в шарі 0-100 см**

Клас придатності земельної ділянки	Площа ріллі	
	%	млн. га
весна		
оптимальні умови**	0	0
допустимі (задовільні) ***	7,8	0,13
недопустимі (гірші) ****	92,2	1,57
Всього	100	1,7
осінь		
оптимальні умови**	0	0
допустимі (задовільні) ***	9,3	0,16
недопустимі (гірші) ****	90,7	1,64
Всього	100	1,7

Районування придатності земель Херсонської області для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур за критерієм середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в шарі 0-100 см представлено на рис. 3.26. Навесні, перед сівбою, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних параметрах та охоплює площу 0,09 млн. га (5,3 % від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий (задовільний) за площею поширення 1,61 млн. га (94,7 % від загальної площі). Площі з недопустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-100 см – відсутні (табл. 3.11, рис. 3.26.).

Восени, перед сівбою озимих маловимогливих культур, у західній і північно – західній частинах Херсонської області (Високопільський, Великоолександрівський районів) рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних параметрах та охоплює площу 0,09 млн. га (5,3% від загальної площі). До південного сходу області запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимий (гірший) за площею поширення 0,17 млн. га (8,2% від загальної площі). Інші площі з

допустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-100 см – за площею поширення 1,47 млн. га (86,5% від загальної площі). Розподіл площ за кількістю доступної вологи у шарі 0-100 см навесні представлено в табл. 3.11, рис. 3.26.

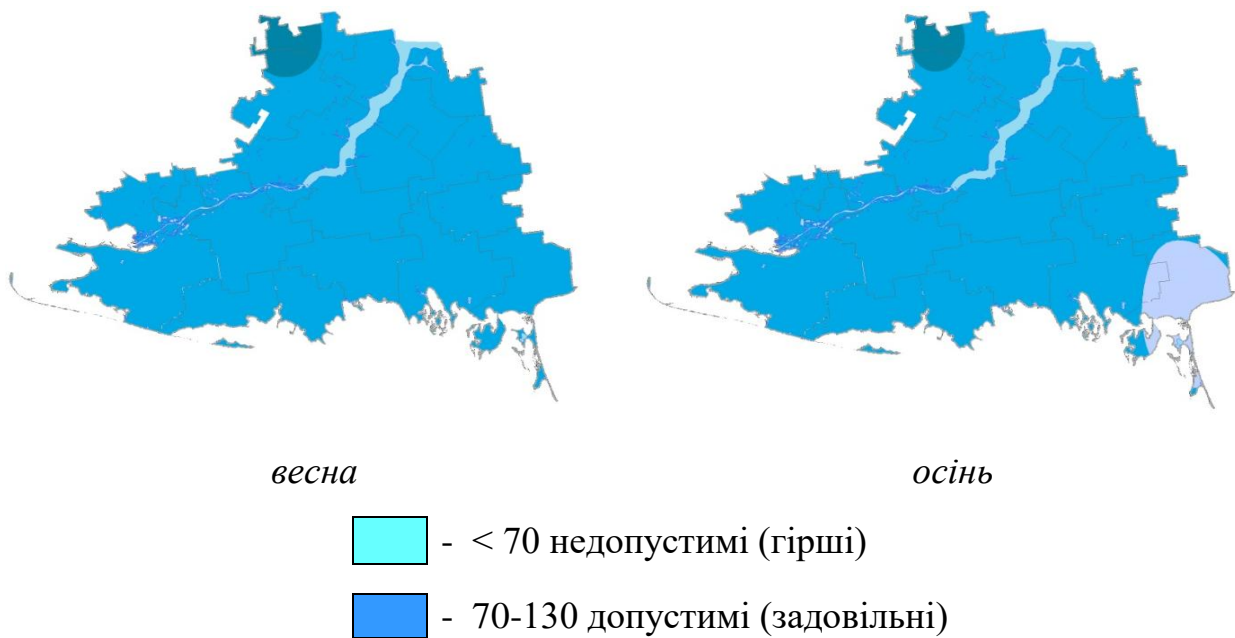


Рис. 3.26. Районування придатності земель Херсонської області для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур за середньобогаторічним вмістом продуктивної вологи в шарі 0-100 см перед сівбою, мм

Таблиця 3.11

Площі ріллі відповідно до класів придатності для вирощування маловимогливих* сільськогосподарських культур за середньобогаторічним вмістом продуктивної вологи в шарі 0-100 см

Клас придатності земельної ділянки	Площа ріллі	
	%	млн. га
весна		
оптимальні умови**	5,3	0,09
допустимі (задовільні) ***	94,7	1,61
недопустимі (гірші) ****	0	0
Всього	100	1,7
осінь		
оптимальні умови**	5,3	0,09
допустимі (задовільні) ***	86,5	1,47
недопустимі (гірші) ****	8,2	0,17
Всього	100	1,7

3.3.3 Оцінка придатності земель Херсонської області для вирощування сільськогосподарських культур за сумою активних температур

В агрометеорології температуру повітря прийнято розглядати як метеорологічний чинник [100]. Рослина здатна реалізувати свій продуктивний потенціал тільки за умови, коли температура повітря збігається з його потребами під час появи сходів, росту, цвітіння й дозрівання.

Сума активних температур більше 10^0C для сільськогосподарських культур короткого вегетаційного періоду. Вимоги рослин до суми активних температур суттєво різняться – від 500^0C для скоростиглих овочів до $1500\text{-}1800^0\text{C}$ –для проса і пшениці. Прийнято вважати, що теплозабезпеченість порядку $80\text{-}90\%$ є гарною, виробничий ризик у цьому випадку невеликий, а при досягненні ймовірності 50% вирощування культур втрачає сенс [100]. На відміну від середньої температури повітря в критичні фази розвитку рослин вимоги рослин до суми температур досить добре вивчено і представлено в різноманітних агрокліматичних районуваннях і атласах [1,100]. Залежність урожаїв від теплозабезпеченості є прямолінійною [1], тому можна вважати, чим вище сума активних температур, тим вище врожай. Для озимої пшениці $800\text{-}3200^0\text{C}$, кукурудзи- $800\text{-}3700^0\text{C}$, соняшника - $800\text{-}3600^0\text{C}$.

Попередньо складена карта сум активних температур для періоду квітень - червень [116], показала, що діапазон зміни цього показника знаходиться в межах – від менше 1200 до більше 1800^0C . Така температура практично не обмежує сприятливий ріст ранніх зернових культур. Переважна частина ріллі (55%) оцінюється як сприятлива й лише близько 8% віднесена до несприятливого класу. Однак, і в останньому випадку можуть бути отримані високі врожаї зернових культур.

Сума активних температур вище 10^0C для культур довгого вегетаційного періоду. Культури, вегетаційний період яких на $45\text{-}60$ днів довший, ніж у культур короткого періоду, потребують більш високі вимоги до

суми температур. З цієї причини якісна характеристика ріллі в Україні відносно цього критерію набагато гірша. Обмежень для вирощування соняшнику, цукрових буряків, кукурудзи на зерно в порівнянні з ранніми зерновими культурами явно більше. Попередньо складена карта сум активних температур для культур з тривалим вегетаційним періодом [116] показала, що тільки в Степу формуються сприятливі умови вирощування для таких культур, як кукурудза пізньостигла, цукрові буряки. На північ й захід умови погіршуються.

В результаті аналізу показника суми середньодобових температур повітря більше 10°C визначено, що всі ґрунти Херсонської області відносяться до категорії «найкращий» (більше 3200°C). Тому на картосхемі (рис. 3.27) відображені чотири класи категорії «найкращий», що відповідають сумах температур: від 3200 до 3300; 3300-3350; 3350-3400; 3400-3450; 3450-3500; більше 3500°C .

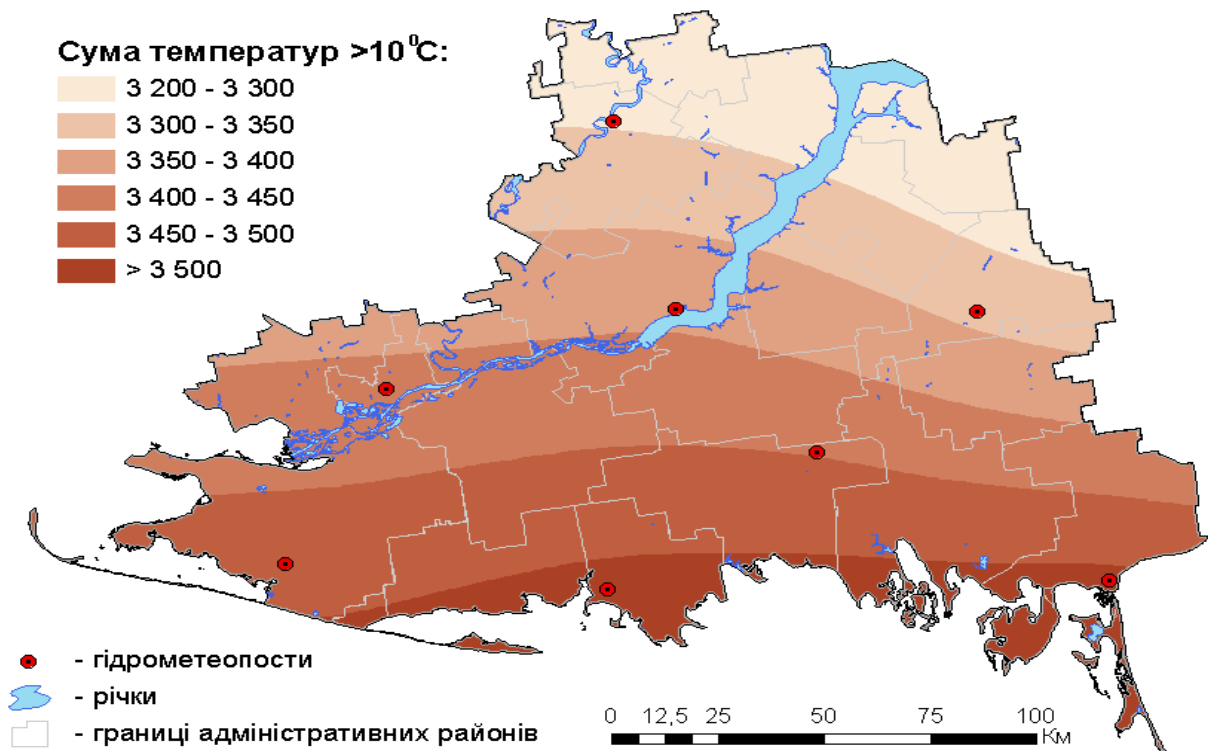


Рис. 3.27. Картосхема суми середньодобових температур повітря вище 10°C в Херсонській області

Кожен клас відповідає різним вимогам сільськогосподарських культур до температури повітря, це відображається в тривалості вегетаційного періоду та в умовах змін клімату можливості розширення сортів, гібридів, посівних площ окремих сільськогосподарських культур для вирощування на землях Херсонської області (наприклад, розширити площі зони рисосіяння, тощо).

3.3.4 Оцінка придатності земель Херсонської області за гідротермічним коефіцієнтом для вирощування сільськогосподарських культур

Зміни клімату на півдні України впливають на режими зрошення сільськогосподарських культур і вимагають детального вивчення гідрометеорологічних характеристик. Для створення картосхем використані дані метеорологічних постів Херсонської області. Застосована методологія і методика, що запропоновані академіком НААН В.В. Медведєвим (2014 р). Аналіз гідротермічного коефіцієнту дозволив виділити три його категорії:

- від 0,7 до 0,8—«гірший», від 0,8 до 0,9 «середній», від 0,9 до 1,0 «найкращий»; до першої категорії належить 30% від загальної площі земель Херсонської області; до другої - більшість території області—56 %; до третьої—14% (рис. 3.30);

- за гідротермічним коефіцієнтом: приблизно 0,85 млн. га загальної площі Херсонської області відноситься до гірших земельних угідь, приблизно 1,6 млн. га – до середніх, а 0,4 млн. га до найкращих.

З точки зору впровадження оптимізації зрошення категорія «гірший» (0,85 млн.га) відповідає, в основному, зоні рисосіяння. Наступна зона, яка відноситься до категорії «середній» (1,6 млн.га) відповідає зоні зрошення. На цих територіях вирощують такі види сільськогосподарських культур-пшениця, соняшник, кукурудза, овочі із застосуванням різноманітних типів зрошення. Остання категорія «найкращий» (0,4 млн.га) відповідає зоні нестійкого зволоження. На цій території Херсонської області можливе розширення

зрошуваних площ для вирощування сільськогосподарських культур. Враховуючи отримані результати досліджень, слід зазначити, що за сумою середньодобових температур повітря вище 10°C Херсонська область має потенціал до розширення аспекту більш теплолюбних культур з довшим вегетаційним періодом (соя, рис та ін.). Отримання високих та стабільних урожаїв сільськогосподарських культур на території 2,45 млн. га можливе лише із застосуванням зрошення та всього комплексу науково-обґрунтованих агротехнічних і агроеліоративних заходів.

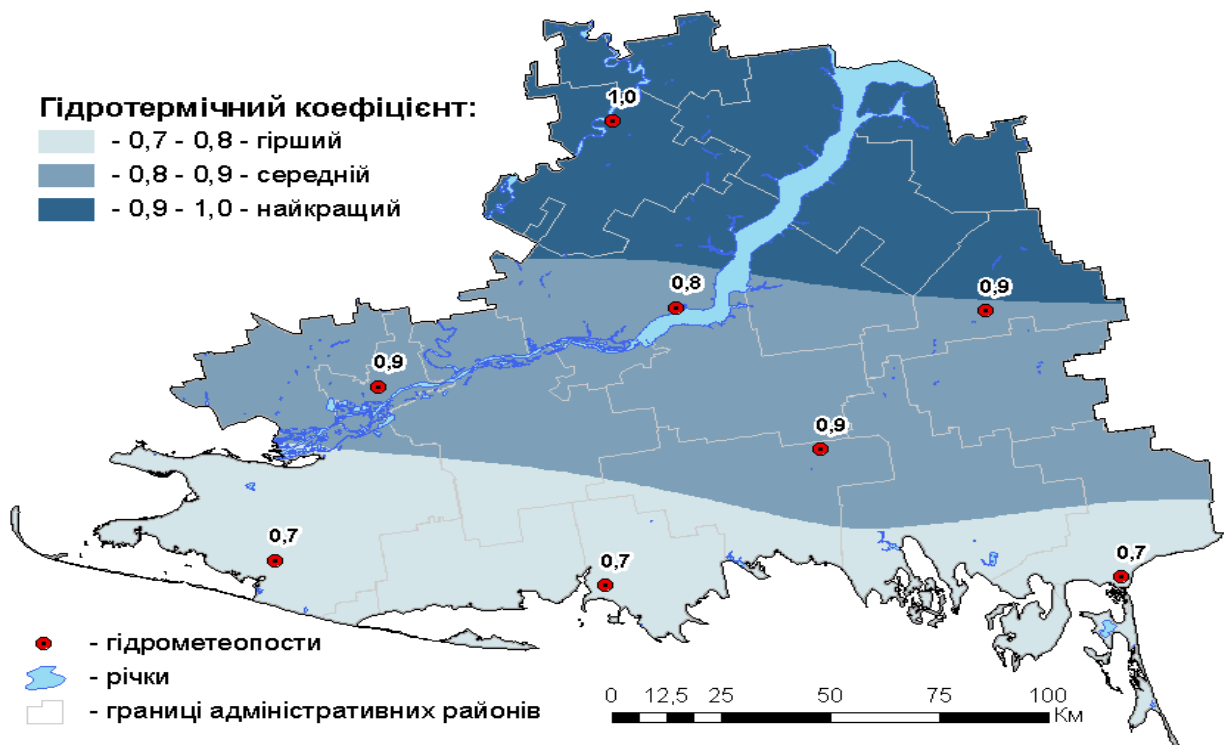


Рис 3.28. Картосхема гідротермічного коефіцієнту Херсонської області

Висновки до розділу 3

1. В результаті ретроспективного аналізу змін клімату сухостепової зони України (на прикладі Херсонської області) за останні 70 років (1945-2015 рр.) визначено багаторічні особливості формування основних кліматичних показників (середньорічної температури повітря, суми річних опадів). Виділені 2 основних періоди формування температури атмосферного повітря (I період–1945-1988 рр., II період–1989-2015 рр.) та три періоди формування атмосферних опадів (I період–1945-1970 рр., II період–1971-1995 рр., III період–1996-2015 рр.), якими характеризуються індивідуальні циклічні особливості часових агрокліматичних процесів.

2. За результатами досліджень вперше розроблена та запропонована класифікація років за основними кліматичними показниками з метою використання одержаних результатів в системі еколого - агро меліоративного моніторингу зони Сухого Степу України для: планування і корегування режимів зрошення сільськогосподарських культур; розробки нормованого природоохоронного водокористування; планування структури посівних площ, урожайності та валового збору сільськогосподарських культур; розробки і впровадження меліоративних заходів щодо підвищення родючості ґрунтів та оптимізації еколого-меліоративного стану зрошуваних і богарних ландшафтів.

3. Створені карти вмісту продуктивної вологи в ґрунтах Херсонської області та визначені умови вирощування сільськогосподарських культур при фактичній наявності продуктивної вологи в шарі 0-20 см:

- для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур: навесні, у західній і північно–західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий та охоплює площу 0,25 млн. га (15% від загальної площі); до південного сходу запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимий за площею поширення 1,45 млн. га (85%). Площі з оптимальним умовами вирощування

сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см—відсутні;

- для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур: навесні, у західній і північно—західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних межах та охоплює площу 0,25 млн. га (14,7% від загальної площі); до південного сходу запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий за площею поширення 1,45 млн. га (85,3%). Площі з недопустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см—відсутні.

4. В результаті моделювання встановлено, що за сумою активних температур вище 10⁰С для культур короткого та довгого вегетаційного періодів землі Херсонської області знаходяться в оптимальних параметрах.

5. Для реалізації потенціалу сільськогосподарських культур потребується оптимальне поєднання всіх агрокліматичних факторів. Для Херсонської області першочерговим є збільшення рівня зволоження ґрунтів за рахунок зрошення та дотримання інших елементів високої культури землеробства—сівозміни, своєчасне виконання агротехнічних операцій і агроеліоративних заходів.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [122, 113, 111, 141].

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КЛАСИФІКАЦІЇ РОКІВ ЗА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

4.1. Формування врожайності пшениці озимої залежно від агрокліматичних умов

Степова зона України – центр виробництва зерна пшениці озимої в Україні. За площ посіву пшениці озимої 3557,7 тис. га, що складає 52,7 % від загальної посівної площі в Україні 6752,9 тис. га, середня врожайність зерна пшениці в зоні Степу складає 2,73 т/га за середньої врожайності по Україні 3,09 т/га (станом на 01.01.2014 р.). Характерною кліматичною особливістю Степової зони України є його посушливість, яка зумовлена недостатньою кількістю опадів, нерівномірним їх розподілом упродовж вегетації, що досить часто ускладнюється підвищеним температурним режимом.

Продуктивність пшениці озимої в умовах Сухого Степу необхідно розглядати у взаємозв'язку з агрокліматичними умовами. Багаторічні дані агрометеорологічних спостережень свідчать про те, що в зоні Сухого Степу випадає близько 380-400 мм опадів у середні за вологістю роки. В умовах глобальних кліматичних змін проблема підвищення урожайності пшениці озимої є актуальною [94].

У сучасних умовах господарювання змінюється сортовий склад, родючість ґрунту, режим зрошення, система удобрення, кліматичні умови. Одним із заходів збільшення виробництва пшениці озимої є адаптація технології її вирощування до змін агрокліматичних показників [95,125,130,131].

За період, охоплений дослідженнями (1990-2015 рр.), середня посівна площа пшениці озимої в Херсонській області складала 389,90 тис.га. В середньому по області, за період 1990-2009 рр. на всіх землях щорічно отримували 1028,21 тис. тон валового збору пшениці озимої. Середня

врожайність пшениці озимої в Херсонській області за період 1990-2015 рр. складала 2,68 т/га. Дослідженнями виявлена тенденція до зменшення посівних площ та урожайності пшениці озимої як на зрошуваних, так і на незрошуваних землях (рис. 4.1). Багаторічні дані агрометеорологічних спостережень свідчать про те, що в зоні Сухого Степу випадає близько 380-400 мм опадів у середні за вологістю роки. За усередненими підрахунками для формування 1 т зерна на гектар необхідно 100 мм опадів. Це свідчить про те, що врожаї зерна озимої пшениці на чорноземах південних на богарі можуть становити близько 4,0–5,0 т/га [154]. Отримання сільськогосподарської продукції в Херсонській області відбувається при значному нахилі теплових ресурсів і найменшій у зоні Степу кількості атмосферних опадів. За таких умов ведення землеробства в області знаходиться на межі постійного ризику, а строкатість урожайності сільськогосподарських культур за роками дуже велика (рис. 4.2, 4.3).

В цьому зв'язку, актуальними для кожного регіону є дані щодо фактичного визначення водності років, їх забезпеченості атмосферними опадами. Для прийняття оперативних рішень в землеробстві у зоні Сухого Степу України на прикладі узагальнених кліматичних даних по Херсонській області, спираючись на дані Херсонського гідрометеорологічного центру за період 1966-2011 рр., підготовлена нова класифікація забезпеченості років атмосферними опадами (табл. 3.1-3.7). Оскільки продуктивність пшениці озимої по роках значно коливається, виникає необхідність у моделюванні врожайності з урахуванням фактичних і очікуваних агрометеорологічних умов. На регіональному рівні, нами розроблена модель формування врожаю пшениці озимої залежно від запропонованої нами класифікації за агрометеорологічними показниками (рис. 4.4).

У сухі роки середньобагаторічна врожайність пшениці озимої формується в середньому на рівні 2,4 т/га. При цьому найвища врожайність на рівні 2,2-2,6 т/га формується у Генічеському, Новотроїцькому, Скадовському та Олешківському районах. У Каховському, Горностаївському та Нижньосірогозькому районах урожайність формується на рівні 1,8-2,2 т/га.

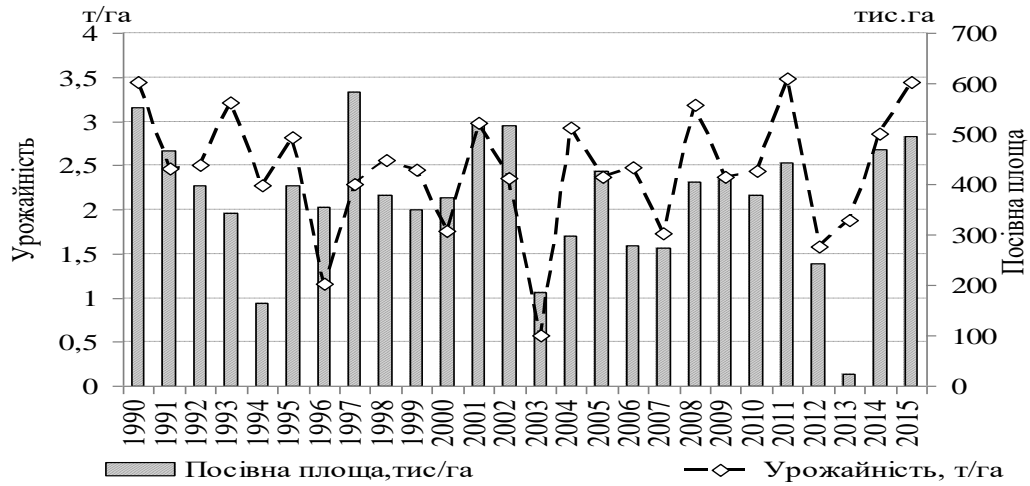


Рис. 4.1. Динаміка посівних площ та врожайності пшениці озимої в Херсонській області за період 1990-2015 рр.

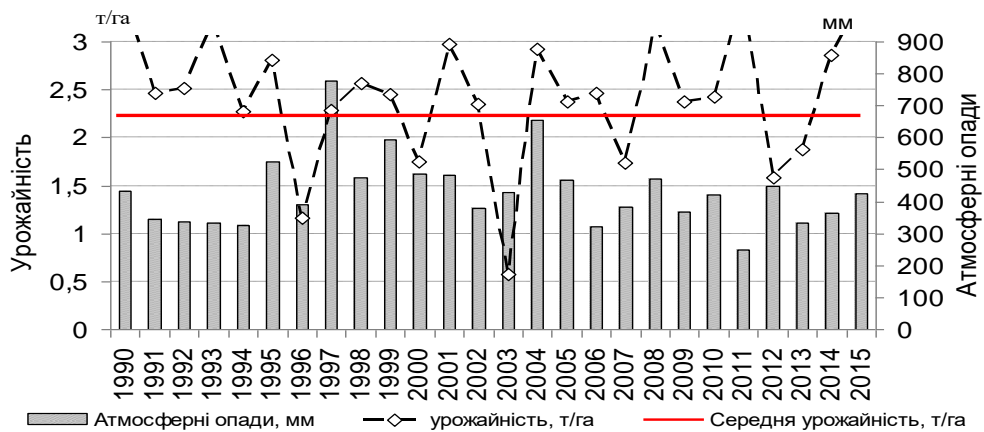


Рис. 4.2. Динаміка змін урожайності пшениці озимої та атмосферних опадів в Херсонській області за період 1990-2015 рр.

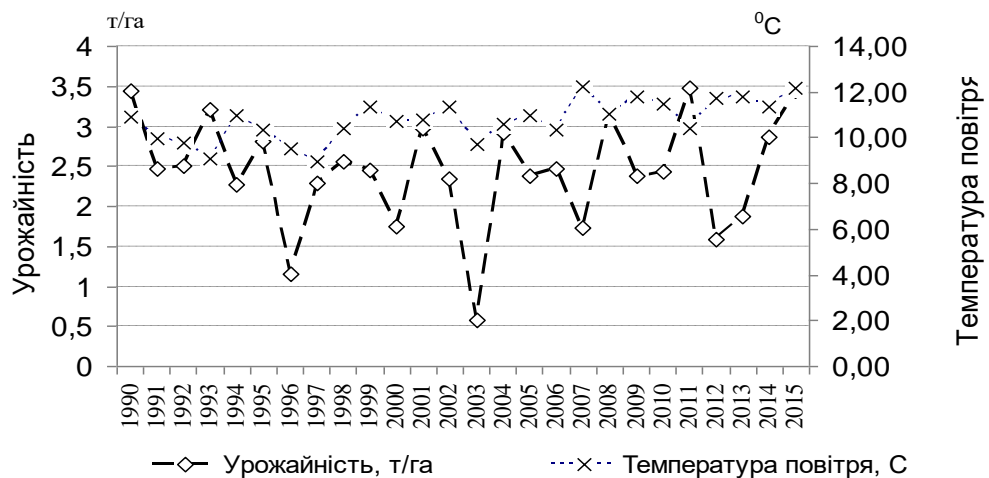


Рис. 4.3. Динаміка змін урожайності пшениці озимої та температури повітря в Херсонській області за період дослідження (1990-2015 рр.)

Найнижча урожайність зерна пшениці у сухі роки формується на рівні 1,0-1,8 т/га у Великоолександрівському, Високопільському та Верхньорогачицькому районах (рис. 4.4).

Для формування моделі врожайності пшениці озимої в сухі роки використане багатофакторне нелінійне моделювання із застосуванням методу кусково-лінійної регресії, який виявляє зв'язок результативної ознаки Y (врожайність) і факторів його формування X_1, X_2, \dots, X_m . Для формування нелінійної багатофакторної моделі були використані фактори: вміст гумусу, вміст нітрифікаційного азоту, вміст рухомого фосфору; вміст обмінного калію; вміст обмінного натрію; рН ґрунту; сума річних опадів; середньорічна температура повітря (формула 4.1, рис. 4.5).

Аналіз отриманих результатів моделювання із застосуванням методу кусково – лінійної регресії підтвердив високу значущість факторів впливу на формування врожаю пшениці озимої. Множинний коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,96$) вказує на тісний зв'язок між урожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,926$) вказує, що 92,6 % врожайності пшениці в умовах сухого року формується за рахунок досліджуваних факторів, що підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі. В сухі роки найбільший вплив на отримання врожаю озимої пшениці мають вміст гумусу, азоту, сума опадів та температура повітря. Менш впливовими в сухі роки є вміст у ґрунті калію, фосфору, натрію, рН. Відповідні неоднозначні залежності в сухі роки визвано високим температурним режимом та нестачею вологозапасів в ґрунті.

У середньопосушливі роки багаторічна врожайність пшениці озимої формується на рівні 2,5 т/га. При цьому найвища урожайність спостерігається у Каховському, Нововоронцовському районах Херсонської області на рівні 3,8-4,2 т/га. Найменша урожайність в середньопосушливі роки спостерігається у Нижнесірогозькому, Олешківському районах на рівні 1,8-2,2 т/га (рис. 4.4).

Багатофакторною кусково-регресійною моделлю формування врожайності пшениці озимої в середньопосушливі роки визначено множинний

коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,994$), що вказує на тісний зв'язок між урожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,997$) вказує, що 98% врожайності пшениці в умовах середньопосушливого року формується за рахунок вивчаємих факторів, що підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі. В середньо посушливі роки найбільший вплив на отримання врожаю пшениці озимої мають вміст гумусу, азоту, температури повітря. Менш впливовими в середньопосушливі роки є вміст у ґрунті калію, фосфору, натрію, рН., сума опадів. Відповідні неоднозначні залежності у середньопосушливі роки визвані середнім рівнем температурного режиму, та нестачею вологозапасів у ґрунті (рис. 4.6, формула 4.2).

У вологі роки багаторічна врожайність пшениці озимої формується на рівні 2,7 т/га. При цьому найвища врожайність формується у Каховському, Горностаївському, Великолепетиському районах Херсонської області на рівні 3,8-4,2 т/га. Найнижча урожайність у вологі роки спостерігається у Олешківському і Білозерському районах на рівні 2,6-3,0 т/га (рис. 4.4). Це пояснюється нерівномірністю атмосферних опадів, що випали та наявністю зрошуваних земель.

Аналізом моделі формування урожайності озимої пшениці у вологі роки визначено множинний коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,997$), який вказує на тісний зв'язок між урожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,994$) вказує, що 98,9 % врожайності пшениці в умовах вологого року формується за рахунок визначених факторів, що підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі. У вологі роки найбільший вплив на отримання врожаю пшениці озимої мають сума опадів вміст гумусу, азоту та температура повітря. Менш впливовими у вологі роки є вміст у ґрунті калію, фосфору, натрію, рН. Відповідні неоднозначні залежності в вологі роки визвано високим температурним режимом та недостатніми вологозапасами у ґрунті (рис. 4.7, формула 4.3).

Багаторічними дослідженнями визначено, що вірогідність

повторюваності сухого року складає 39%. Результати досліджень дають можливість планувати врожайність пшениці озимої в залежності від забезпеченості атмосферними опадами у розрізі адміністративних районів (табл. 4.1). В таблиці представлені дані, що свідчать як може коливатися середня врожайність пшениці озимої залежно від повторюваності років за забезпеченістю атмосферними опадами.

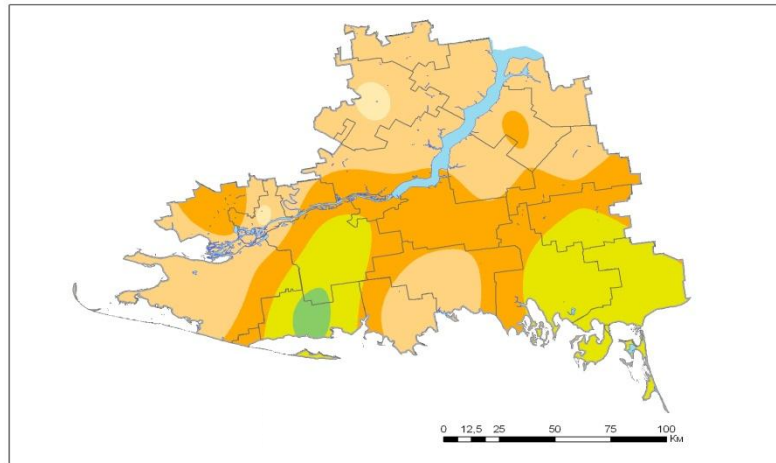
Таблиця 4.1

**Вірогідність повторюваності років за забезпеченістю атмосферними
опадами**

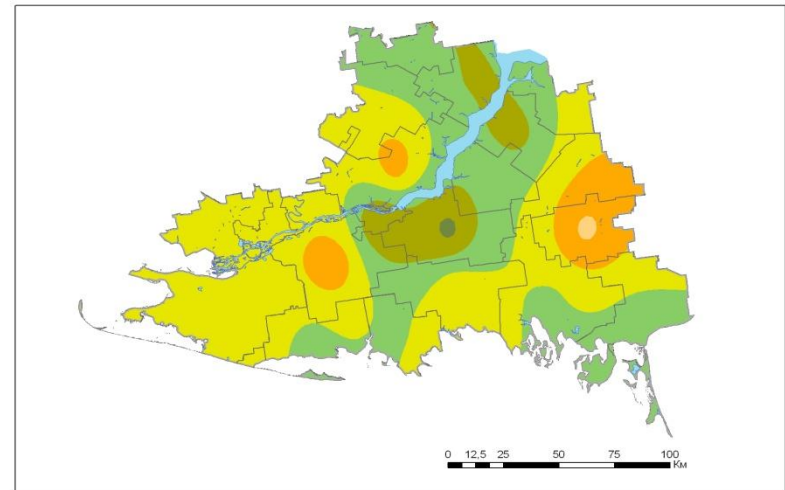
Характеристика років за вологістю	Вірогідність року за забезпеченістю вологістю, %	середнє по області	Середньобагаторічна врожайність пшениці озимої залежно від року за вологістю, т/га	у т.ч. зрошення, т/га
Сухі	39	2,4	Каховський – 1,8-2,2	3,4
			Генічеський – 2,2-2,6	3,6
Середні	33	2,5	Каховський – 3,0-3,4	3,8
			Генічеський – 2,6-3,0	4,0
Вологі	28	2,7	Каховський – 3,4-4,2	4,7
			Генічеський -3,0-3,4	4,3

В результаті проведених досліджень розроблено модель, яка дозволяє оперативно планувати та прогнозувати формування врожайності пшениці озимої як в цілому для Херсонської області, у тому числі на зрошенні та суходолі, так і по її адміністративним районам залежно від агрокліматичних показників, враховуючи більшість факторів впливу. Знаючи прогнозу врожайність пшениці озимої, є можливість планувати посівну площу, для забезпечення запланованого валового збору, тим самим управляти новітніми технологіями в землеробстві, які здійснюються в першу чергу на базі зрошуваного масиву. Одержані дані також необхідні для оцінки ефективності землеробства у відповідних умовах за різного забезпечення атмосферними опадами.

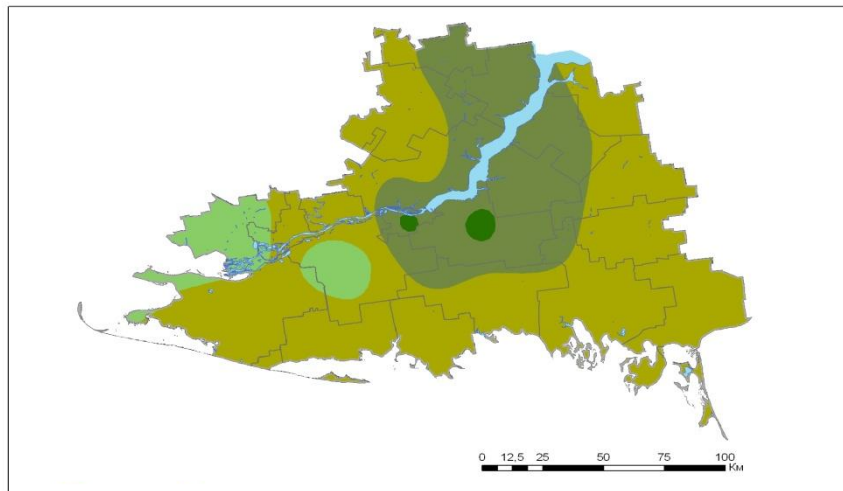
а) сухі роки (кількість річних опадів до 400 мм)



б) середньопосушливі роки (кількість річних опадів 401-499мм)



вологі роки (кількість річних опадів понад 500 мм)



Урожайність, т/га

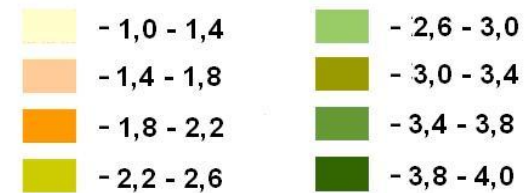
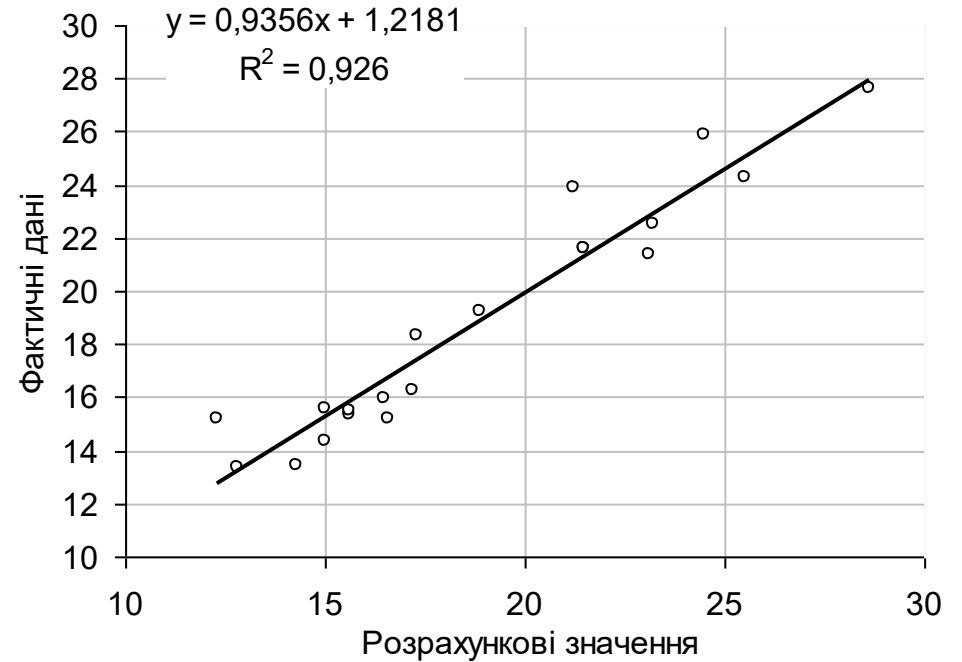
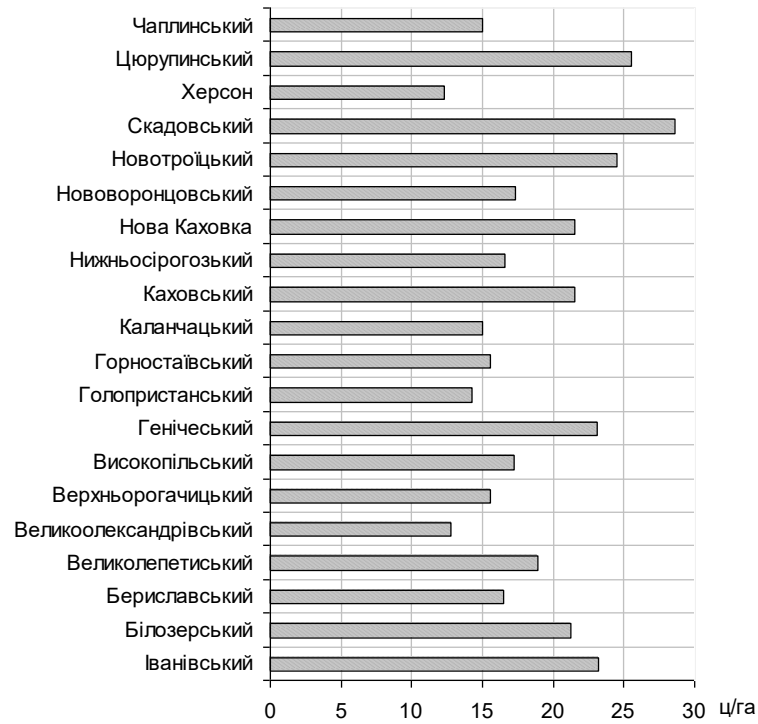


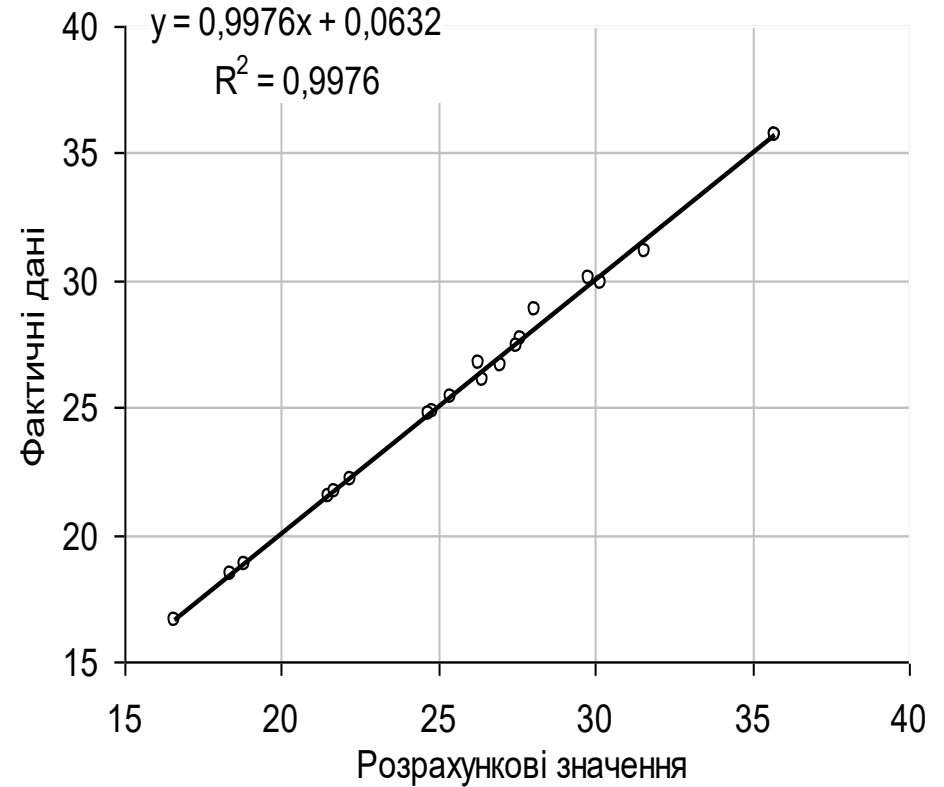
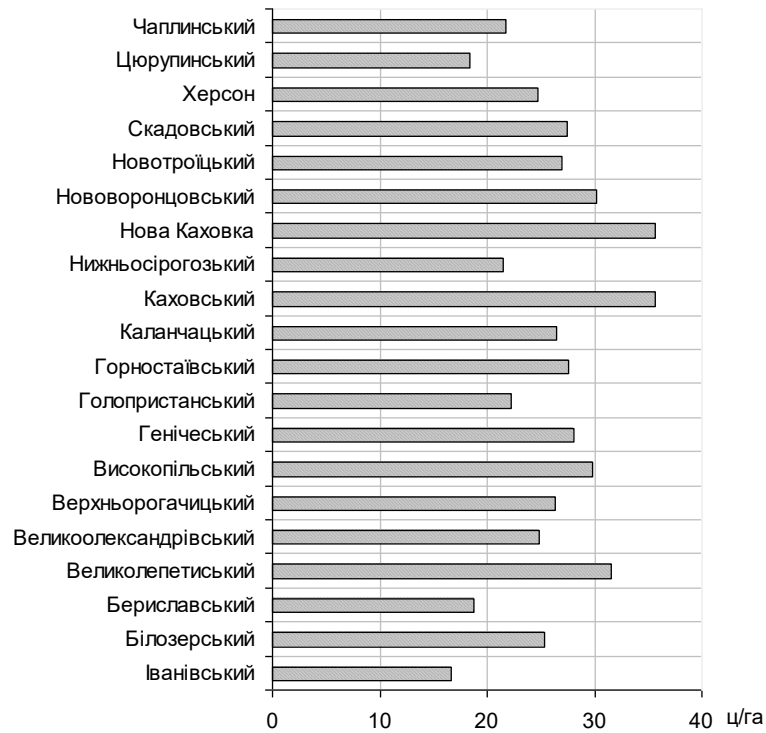
Рис. 4.4. Картограма формування урожайності пшениці озимої залежно від класифікації років за забезпеченістю атмосферними опадами на території Херсонської області



$$Y = \begin{cases} -0,22 \times X_1 + 12,146 \times X_2 + 0,120 \times X_3 - 0,287 \times X_4 + 1,968 \times X_5 + 0,316 \times X_6 - 0,56 \times X_7 + 0,946 \times X_8 + 4,265, & \text{if } 12,3 < Y \leq 18,8; R = 0,96 \\ -0,187 \times X_1 - 17,158 \times X_2 - 1,545 \times X_3 + 4,115 \times X_4 + 13,870 \times X_5 - 14,498 \times X_6 - 0,883 \times X_7 + 32,729 \times X_8 + 9,204, & \text{if } 18,8 < Y \leq 28,6; R = 0,96 \end{cases} \quad (4.1)$$

де, X_1 – гумус; X_2 – нітрифікаційний азот; X_3 – сума річних опадів; X_4 – середньорічна температура повітря; X_5 – обмінний калій; X_6 – рухомий фосфор; X_7 – натрій; X_8 – рН.

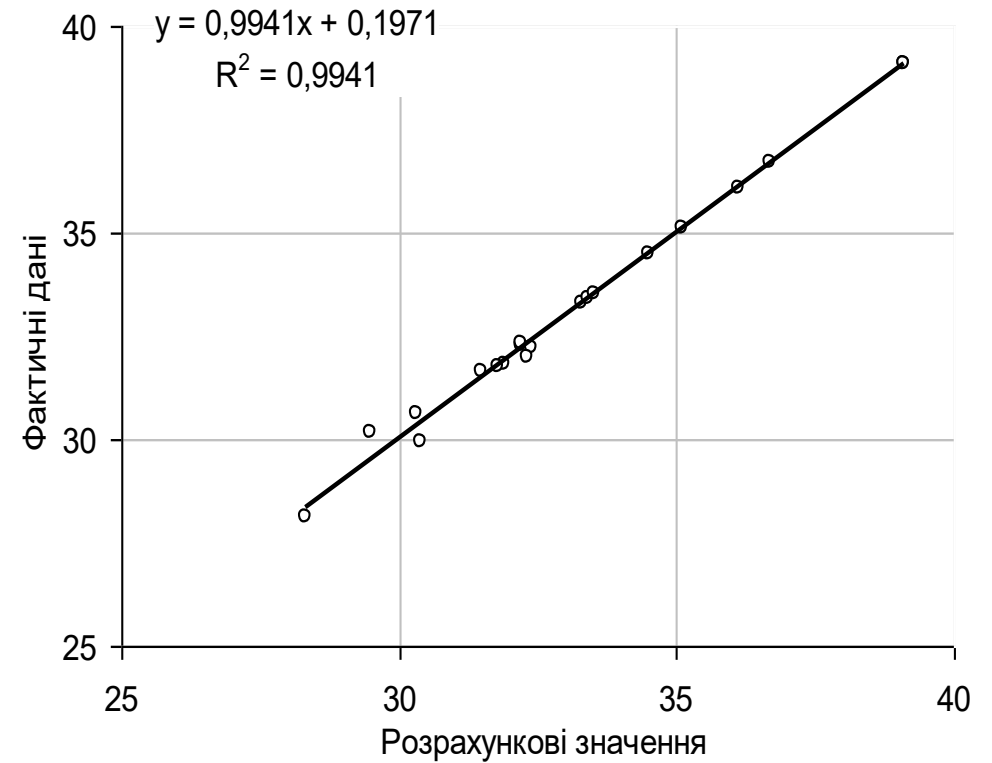
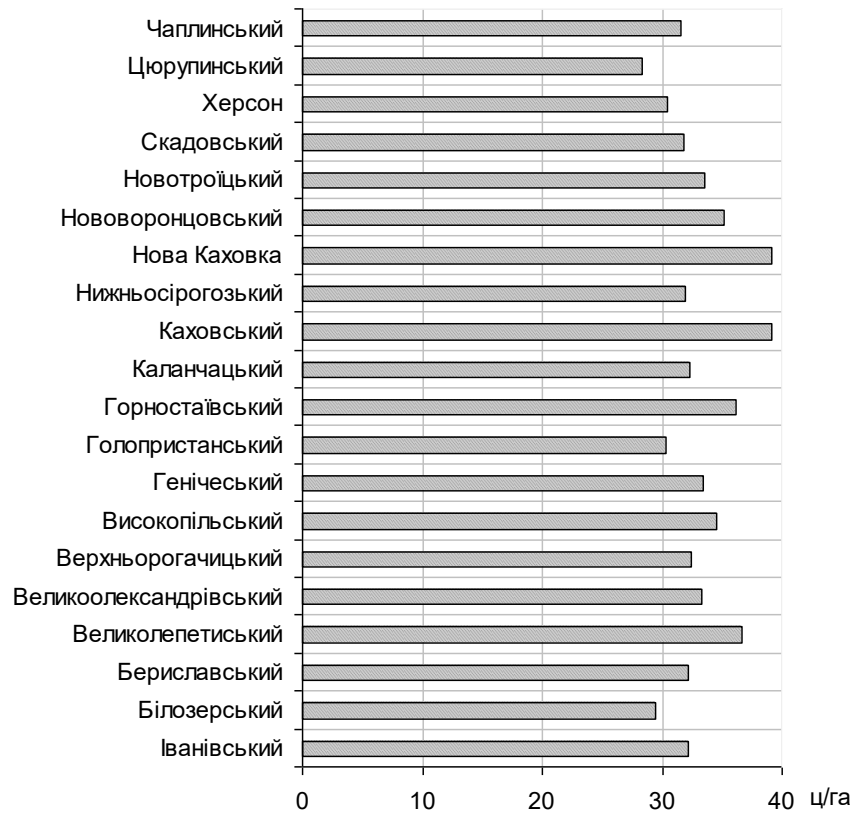
Рис. 4.5. Багатофакторне нелінійне моделювання врожайності пшениці озимої (сухий рік) із застосуванням методу кусково-лінійної регресії



$$Y = \begin{cases} -0,012 \times X_1 + 6,881 \times X_2 + 1,141 \times X_3 + 2,015 \times X_4 - 8,197 \times X_5 - 6,772 \times X_6 - 0,078 \times X_7 + 10,529 \times X_8 - 49,002, & \text{if } 16,6 < Y \leq 26,0; R = 0,99 \\ -0,015 \times X_1 - 19,570 \times X_2 + 0,430 \times X_3 + 1,178 \times X_4 + 2,375 \times X_5 - 12,847 \times X_6 + 0,021 \times X_7 - 7,091 \times X_8 + 9,204, & \text{if } 26,0 < Y \leq 35,7; R = 0,99 \end{cases} \quad (4.2)$$

де, X_1 – гумус; X_2 – нітрифікаційний азот; X_3 – середньорічна температура повітря; X_4 – обмінний калій; X_5 рухомий фосфор; X_6 – натрій; X_7 – рН; X_8 – сума річних опадів

Рис. 4.6. Багатофакторне нелінійне моделювання врожайності пшениці озимої (середній рік) із застосуванням методу кусково-лінійної регресії



$$Y = \begin{cases} -0,006 \times X_1 + 3,547 \times X_2 - 0,003 \times X_3 + 0,358 \times X_4 + 0,237 \times X_5 - 0,666 \times X_6 - 0,006 \times X_7 - 0,068 \times X_8 - 49,002, & \text{if } 28,3 < Y \leq 33,2; R = 0,99 \\ -0,035 \times X_1 - 27,830 \times X_2 + 0,749 \times X_3 + 2,091 \times X_4 - 1,605 \times X_5 - 4,277 \times X_6 + 0,015 \times X_7 + 12,381 \times X_8 - 51,457, & \text{if } 33,2 < Y \leq 39,1; R = 0,99 \end{cases} \quad (4.3)$$

X_1 – гумус; X_2 – нітрифікаційний азот; X_3 – сума річних опадів; X_4 – середньорічна температура повітря X_5 – обмінний калій; X_6 – рухомий фосфор; X_7 – нітрифікаційний азот; X_8 – рН.

Рис. 4.7. Багатофакторне нелінійне моделювання врожайності пшениці озимої (вологий рік) із застосуванням методу кусково-лінійної регресії

4.2. Формування врожайності пшениці озимої в умовах зрошення

Для формування моделі врожайності пшениці озимої на зрошуваних землях Херсонської області, в сучасних умовах господарювання, було використано багатofакторне нелінійне моделювання із застосуванням методу кусково-лінійної регресії, який виявляє зв'язок результативної ознаки Y (врожайність) і факторів її формування X_1, X_2, \dots, X_m . Для формування моделі врожайності пшениці озимої на зрошуваних землях були використані фактори: вміст, гумусу, нітрифікаційного азоту, обмінного калію, рухомого фосфору, обмінного натрію, рН ґрунту, сума річних опадів, середньорічна температура повітря, водоподача.

У сухі роки (2007, 2011 роки) врожайність пшениці озимої в умовах зрошення по районах коливається в межах 1,9-4,79 т/га. При цьому найвища врожайність на рівні 3,8-4,7 т/га одержана у Горностаївському, Нижньосірогозькому, Чаплинському та Каховському районах Херсонської області. Найнижчу врожайність пшениці у сухі роки отримували на рівні 1,92-3,80 т/га у Олешківському, Голопристанському, Бериславському районах.

Множинний коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,90$) вказує на тісний зв'язок між врожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,95$) вказує, що 95,0 % врожайності пшениці озимої в умовах зрошення формується за рахунок вивчаємих факторів, що підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі. У сухі роки на формування врожаю пшениці озимої найбільше впливають сума атмосферних опадів, зрошення та температура повітря. За високої температури повітря у сухий рік на зрошуваних землях підвищений вміст обмінного натрію суттєво знижують урожайність. Вплив вмісту гумусу, азоту, калію, фосфору у сухі роки є незначним.

Відповідні неоднозначні залежності у сухі роки визвано високим температурним режимом та недостатньою кількістю вологозапасів в ґрунті (формула 4.4, рис. 4.8, 4.9).

Середні роки. Модель формування врожайності пшениці озимої на зрошуваних землях у середні роки за атмосферними опадами представлена (формулою 4.5, рис.4.8, 4.10).

У середні роки (2009, 2012 роки) врожайність пшениці озимої по районах коливається від 2,15-3,76 т/га. При цьому найвищу врожайність на рівні 3,50-4,0 т/га отримували у Чаплинському, Каховському, Білозерському, Новотроїцькому районах Херсонської області. Найнижча врожайність зерна пшениці у середні роки формується на рівні 2,0–2,5 т/га у Голопристанському, Іванівському, Каланчацькому районах.

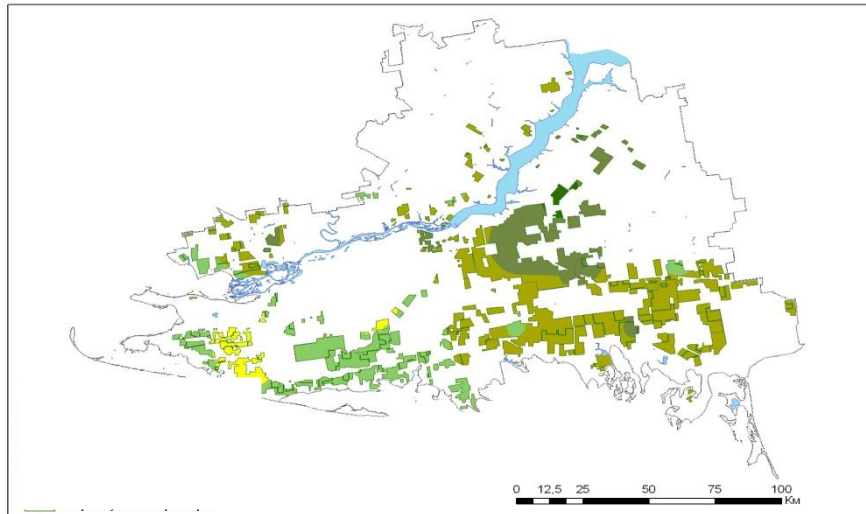
Множинний коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,93$) вказує на тісний зв'язок між урожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,096$) вказує, що 95,0 % врожайності пшениці озимої в умовах зрошення формується за рахунок вивчаємих факторів, що підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі. В середні роки на отримання врожаю пшениці озимої найбільше впливають сума опадів та температура повітря, зрошення (формула 4.5, рис. 4.10).

Вологі роки. Модель формування врожайності пшениці озимої на зрошуваних землях у вологі роки за атмосферними опадами виражена (формулою 4.6, рис 4.11).

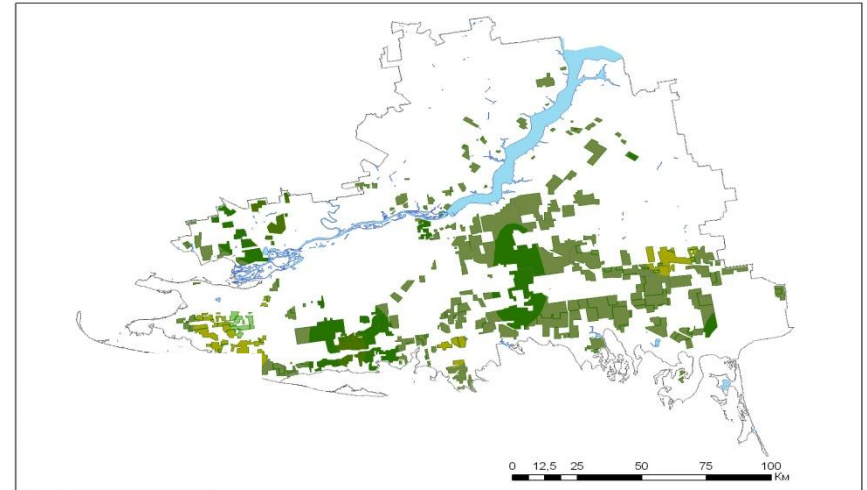
У вологі роки (2009, 2012 роки) врожайність пшениці озимої по районах коливається від 2,47-4,72 т/га. При цьому найвищу врожайність на рівні 3,87-4,72 т/га отримували у Чаплинському, Білозерському, Каховському, Новотроїцькому та Бериславському районах Херсонської області. Найнижчу врожайність зерна пшениці у середні роки на рівні 2,47-3,87 т/га збирали у Олешківському, Голопристанському, Іванівському, Каланчацькому районах Херсонської області.

Множинний коефіцієнт кореляції регресійної моделі ($R=0,98$) вказує на тісний зв'язок між урожайністю та досліджуваними факторами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,99$) вказує, що 99,0% врожайності озимої пшениці в умовах зрошення формується за рахунок вивчаємих факторів, що

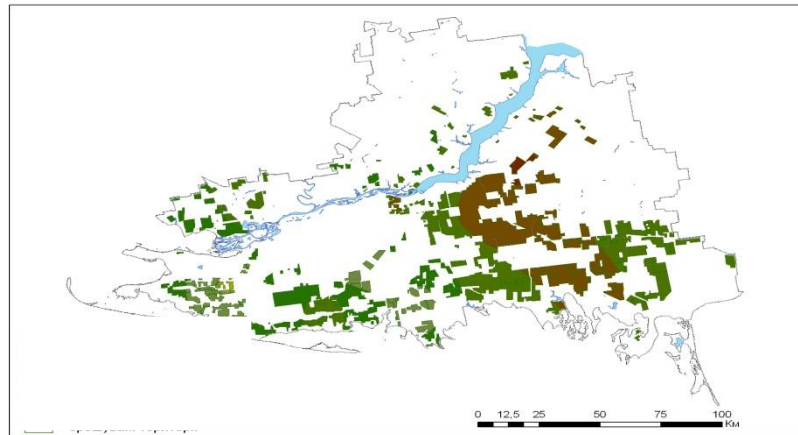
а) сухі роки (кількість річних опадів до 400 мм)



б) середньопосушливі роки (кількість річних опадів 401-499 мм)



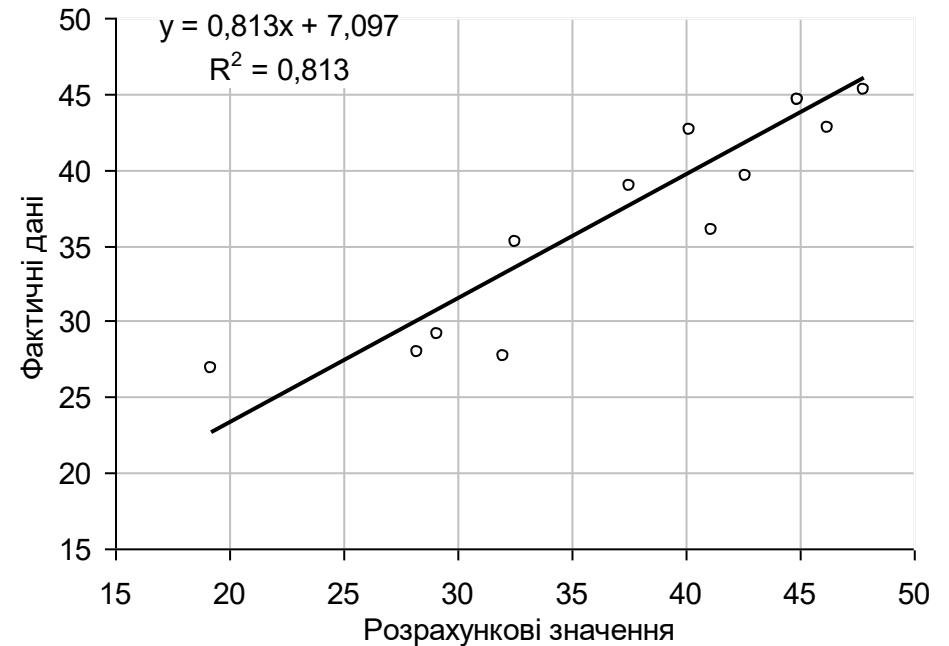
в) вологі роки (кількість річних опадів понад 500 мм)



Урожайність, т/га



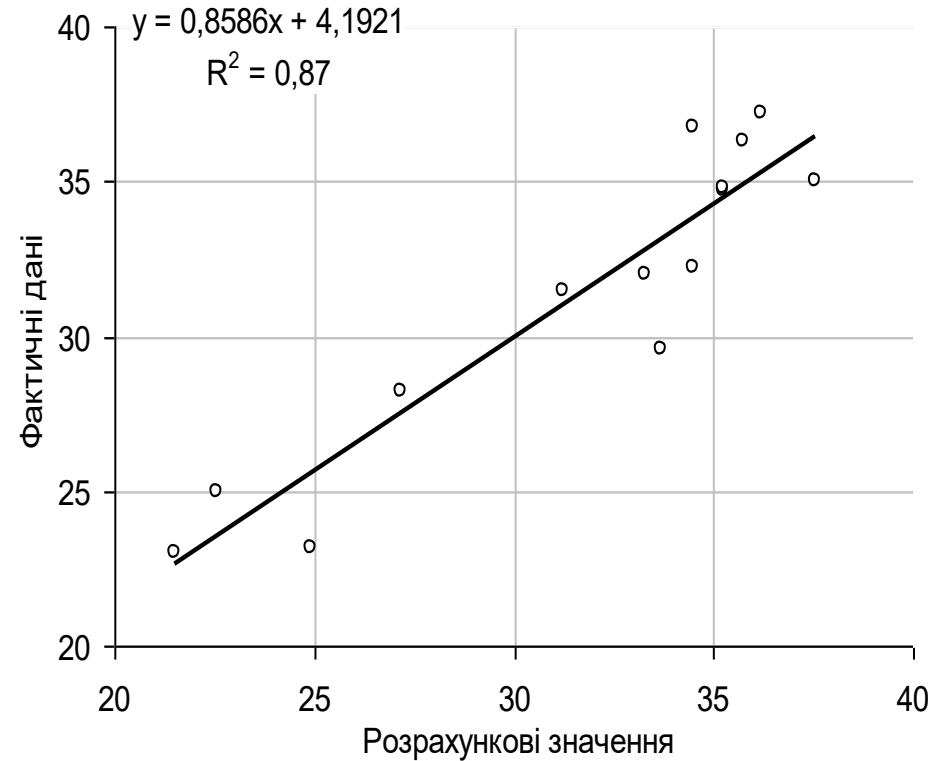
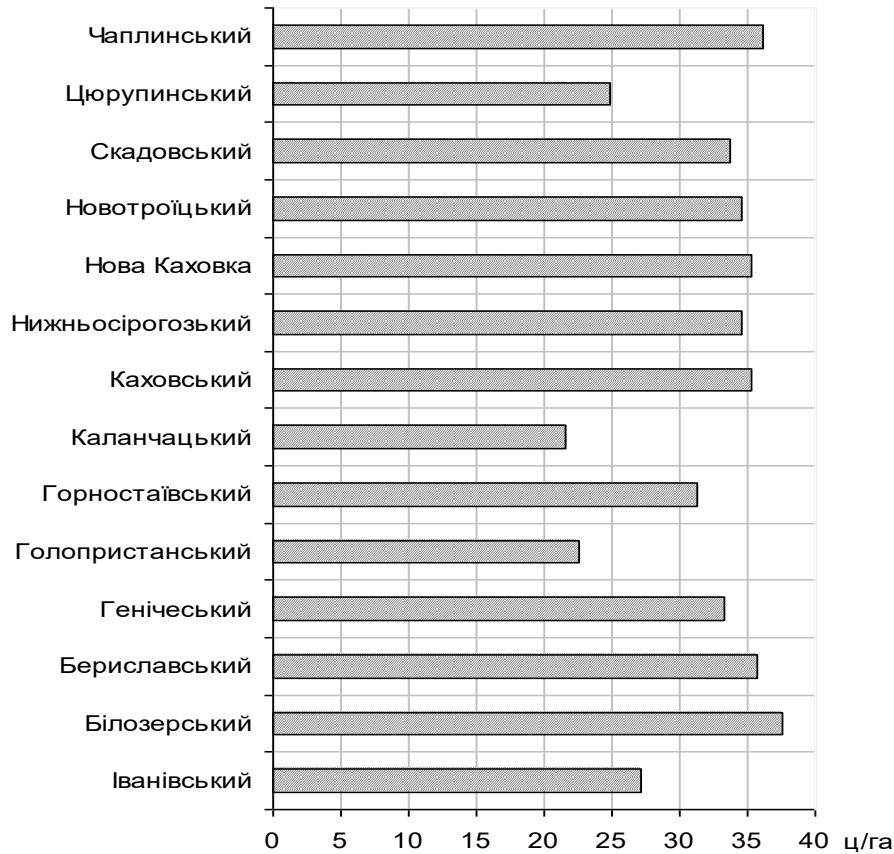
Рис. 4.8. Картограма формування урожайності пшениці озимої на зрошуваних землях Херсонської області залежно від класифікації років за забезпеченістю атмосферними опадами



$$Y = \begin{cases} 0,178 \times X_1 + 1,602 \times X_2 - 1,843 \times X_3 - 0,462 \times X_4 - 5,348 \times X_5 - 6,616 \times X_6 + 0,402 \times X_7 - 4,361 \times X_8 + 0,044 \times X_9 - 0,574, & \text{if } 19,2 < Y \leq 38,0; R = 0,90 \\ 0,013 \times X_1 + 0,922 \times X_2 - 1,513 \times X_3 + 0,570 \times X_4 - 0,752 \times X_5 + 1,079 \times X_6 + 0,124 \times X_7 + 1,277 \times X_8 + 0,035 \times X_9 + 0,591, & \text{if } 38,0 < Y \leq 47,9; R = 0,90 \end{cases} \quad (4.4)$$

де, X_1 – сума річних опадів; X_2 – середньорічна температура повітря; X_3 – зрошення; X_4 – вміст гумусу; X_5 – нітрифікаційний азот; X_6 – обмінний калій; X_7 – рухомий фосфор; X_8 – натрій; X_9 – рН

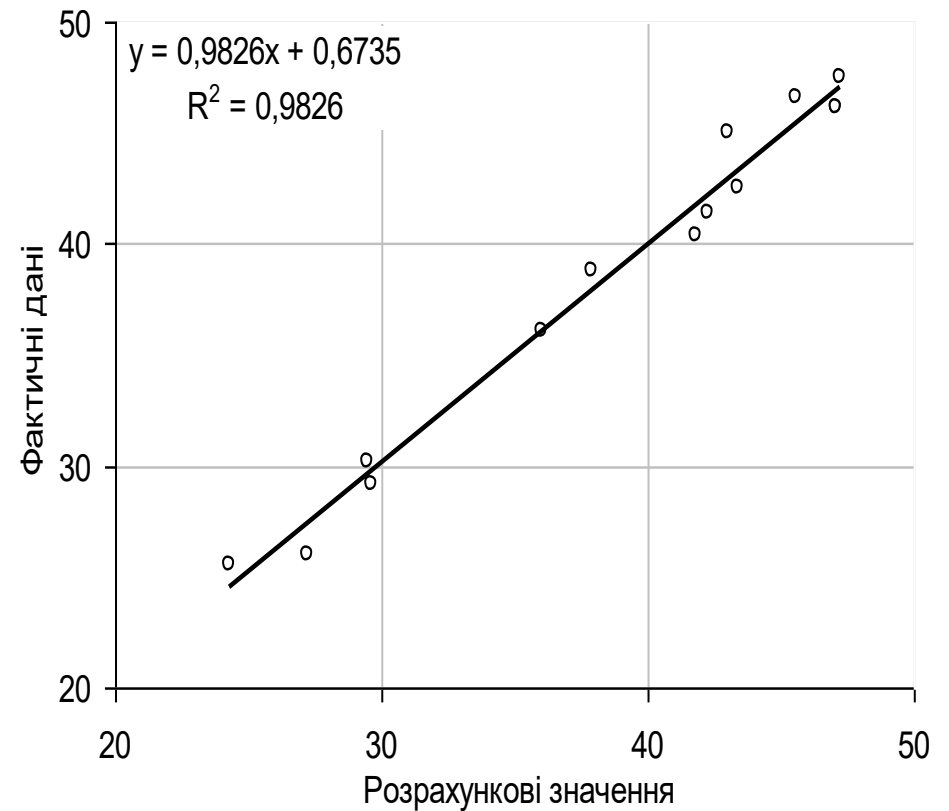
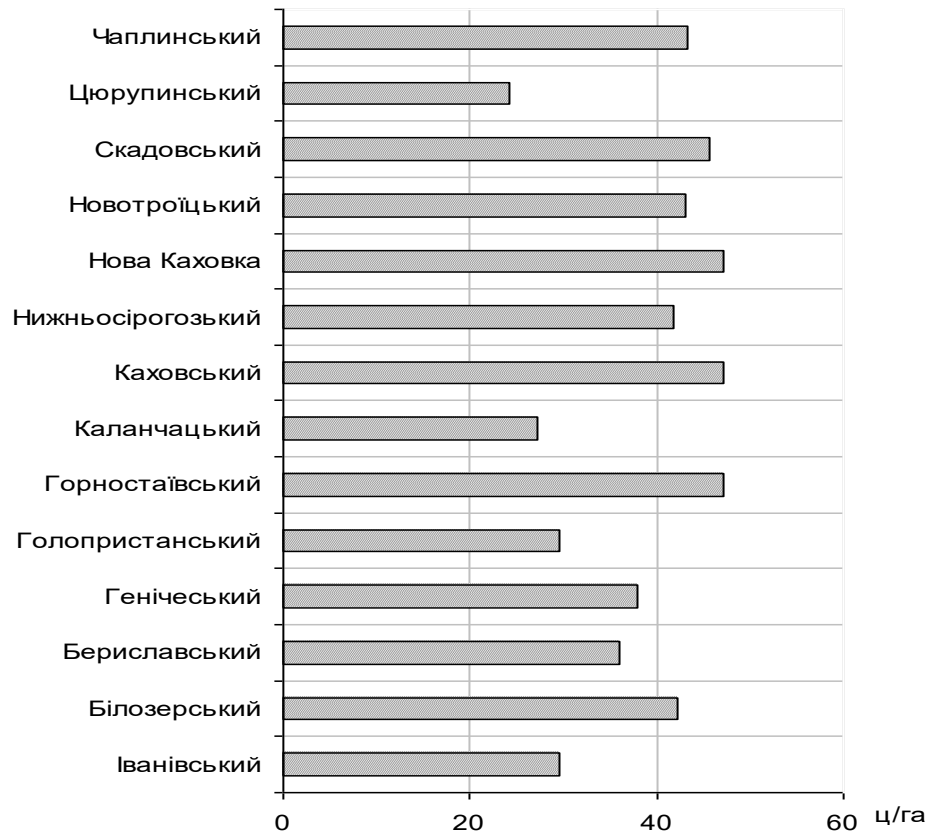
Рис. 4.9. Багатофакторне нелінійне моделювання урожайності пшениці озимої (сухий рік) на зрошуваних землях із застосуванням методу кусково-лінійної регресії



$$Y = \begin{cases} 0,027 \times X_1 + 1,146 \times X_2 - 0,699 \times X_3 - 0,205 \times X_4 + 0,725 \times X_5 + 0,526 \times X_6 + 0,051 \times X_7 - 1,002 \times X_8 + 0,149 \times X_9 + 0,163, & \text{if } 21,5 < Y \leq 31,7; R = 0,93 \\ 0,038 \times X_1 + 1,489 \times X_2 + 0,675 \times X_3 - 1,440 \times X_4 + 2,266 \times X_5 + 13,836 \times X_6 + 0,023 \times X_7 - 8,905 \times X_8 + 0,022 \times X_9 + 0,202, & \text{if } 31,7 < Y \leq 37,6; R = 0,93 \end{cases} \quad (4.5)$$

де, X_1 – сума річних опадів; X_2 – середньорічна температура повітря; X_3 – зрошення; X_4 – вміст гумусу; X_5 – нітрифікаційний азот; X_6 – обмінний калій; X_7 – рухомий фосфор; X_8 – натрій; X_9 – рН

Рис. 4.10. Багатофакторне нелінійне моделювання урожайності пшениці озимої (середньопосушливий рік) на зрошуваних землях із застосуванням методу кусково-лінійної регресії



$$Y = \begin{cases} -0,129 \times X_1 + 0,664 \times X_2 + 2,034 \times X_3 - 3,270 \times X_4 - 1,610 \times X_5 + 1,105 \times X_6 - 0,090 \times X_7 + 4,348 \times X_8 + 0,854 \times X_9 + 0,499, & \text{if } 24,7 < Y \leq 38,7; R = 0,99 \\ -0,014 \times X_1 + 0,755 \times X_2 - 0,426 \times X_3 + 0,299 \times X_4 + 0,204 \times X_5 + 0,564 \times X_6 - 0,030 \times X_7 + 5,458 \times X_8 + 0,002 \times X_9 + 0,591, & \text{if } 38,7 < Y \leq 47,2; R = 0,99 \end{cases} \quad (4.6)$$

де, X_1 – сума річних опадів; X_2 – середньорічна температура повітря; X_3 – зрошення; X_4 – вміст гумусу; X_5 – нітрифікаційний азот; X_6 – обмінний калій; X_7 – рухомий фосфор; X_8 – натрій; X_9 – рН

Рис. 4.11. Багатофакторне нелінійне моделювання урожайності пшениці озимої (вологий рік) на зрошуваних землях із застосуванням методу кусково-лінійної регресії

підтверджує значущість цих факторів у формуванні моделі.

За наявності достатньої кількості опадів формування врожайності пшениці озимої суттєво зростає залежно від вмісту гумусу, азоту, калію, фосфору. У вологі роки вплив підвищеного вмісту обмінного натрію та рН ґрунту також можуть знижувати врожайність. Вплив вмісту гумусу, азоту, калію, фосфору у вологі роки є менш значним (формула 4.6, рис. 4.11).

Висновки до розділу 4.

1. На регіональному рівні моніторингових досліджень розроблено моделі формування продуктивності, а саме врожайності пшениці озимої залежно від запропонованої нами класифікації за метеорологічними показниками.

2. Урожайність пшениці озимої (у сухі роки) по районах Херсонської області коливається від 1,9-4,79 т/га. Багатофакторним нелінійним моделюванням із застосуванням методу кусково-лінійної регресії визначено, що у сухі роки на формування врожаю пшениці озимої найбільше вплив має сума атмосферних опадів, зрошення та температура повітря. За високої температури повітря у сухі роки на зрошуваних землях підвищений вміст обмінного натрію суттєво знижують урожайність. Вплив вмісту гумусу, азоту, калію, фосфору у сухі роки є незначним.

3. Урожайність зерна пшениці озимої (у середні роки) в умовах зрошення по районах Херсонської області коливається від 2,15-3,76 т/га. Багатофакторним нелінійним моделюванням із застосуванням методу кусково-лінійної регресії визначено, що у середні роки за вологозабезпеченістю найбільш впливовими на отримання врожаю зерна пшениці озимої є сума опадів, температура повітря та кількість поливів.

4. Урожайність пшениці озимої (у вологі роки) в умовах зрошення по районах Херсонської області коливається від 2,47-4,72 т/га. У вологі роки на формування врожаю пшениці озимої найбільше впливають сума атмосферних опадів, зрошення та температура повітря. За наявності опадів при формуванні

врожайності пшениці озимої суттєво збільшується роль вмісту гумусу, азоту, калію, фосфору. У вологі роки негативний вплив підвищеного вмісту обмінного натрію суттєво не впливає на зниження врожайності.

5. В результаті аналізу досліджень та побудови моделей можливо оперативно планувати та прогнозувати формування врожайності як в цілому для Херсонської області, так і по її адміністративним районам залежно від агрокліматичних показників, враховуючи фактори впливу. При прогнозуванні врожайності пшениці озимої є можливість планувати посівні площі, для забезпечення запланованого валового збору, тим самим управляти новітніми технологіями в землеробстві, які реалізуються в першу чергу на зрошуваних землях. Одержані дані також необхідні для оцінки ефективності землеробства у відповідних умовах за різного забезпечення атмосферними опадами.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях: [9, 10, 15, 125].

РОЗДІЛ 5

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ РОДЮЧОСТІ ЗРОШУВАНИХ І НЕЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

5.1. Дослідження агрохімічного стану ґрунтів

5.1.1. Забезпеченість ґрунтів за вмістом гумусу

Гумус є одним з основних ресурсів потенційної родючості ґрунтів та інтегральним індикатором ефективності агротехнологічного блоку систем землеробства. Ґрунтовий покрив Херсонської області характеризується ґрунтами із вмістом гумусу в межах 0,30-3,85%. Просторова неоднорідність вмісту гумусу визначена складністю структури ґрунтового покриву, яка обумовлена, в першу чергу, зональними факторами ґрунтоутворення і неоднорідністю гідротермічних умов, по-друге – розвитком глейових процесів за рахунок їх спорадичного перезволоження талими і дощовими водами, по-третє–інтенсивним проявом процесу осолонцювання і засолення за неглибокого залягання ґрунтових вод.

Особливості ґрунтового покриву визначають початковий вміст гумусу, який в результаті господарської діяльності зазнає динамічних змін, що визначаються інтенсивністю і культурою землеробства в межах земельних ділянок (полів сівозмін) і землекористувань. В умовах зрошення вміст гумусу в різних типах ґрунтів області (в шарі ґрунту 0-40 см) в середньому на 0,1-0,5% менший, ніж на незрошуваних землях, що обумовлено інтенсивністю і технологічними особливостями зрошувальних меліорацій (якість води, поливні норми, сівозміни та ін.) [87].

Дегуміфікація ґрунтів пояснюється посиленням мінералізації органічної речовини в результаті інтенсивного обробітку і незбалансованості продукційного і ґрунтоутворного процесів, недостатнім надходженням в орний шар поживних залишків і органічних добрив, збільшенням частки просапних

культур, зменшенням частки багаторічних трав, практично відсутністю польових сівозмін, тривалим одностороннім застосуванням мінеральних добрив (особливо фізіологічно кислих форм), достатнім використанням рослинних залишків на добриво, випалюванням стерні, нерідко спалюванням залишків соломи, що є проявом ерозії, включаючи іригаційну та дефляції ґрунтів, а також може змінюватись у результаті тривалого зрошення. На період другого туру обстежень, які проводили Херсонська філія Інституту охорони ґрунтів України, почався період інтенсивного розвитку іригації, що призвело до значного зменшення вмісту гумусу (рис. 5.1а) за період 1970-1989 рр. – в середньому на 0,36% (з 2,56% до 2,20%).

У південній частині Херсонської області, де зосереджено більше половини зрошуваних земель—253,2 тис. га (59,3%), визначено значне зниження вмісту гумусу і високу просторову неоднорідність. Період 1985-2012 рр. характеризувався стабільним навантаженням від зрошення з незначною динамікою ($V=3,3\%$) і негативною спрямованістю зміни вмісту гумусу (трендом) в часі (t):

$$T = -0,0061 \cdot t + 2,2914; R^2 = 0,022 \quad (5.1)$$

де: T – вміст гумусу, %; t – роки; R^2 – коефіцієнт детермінації.

В результаті геомодельовання була створена просторова модель сучасного стану розподілу вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області. Вміст гумусу в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям середнього і підвищеного вмісту ($>2,1\%$), характеризує 72,5% площі сільськогосподарських земель (рис. 5.2б). Найбільше середньозважене значення вмісту гумусу 04% зафіксовано в чорноземах звичайних, які розташовані в північній частині області, найменше гумусу міститься в дерново-пісчаних ґрунтах—0,88 (рис. 5.3в).

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу гумусу (рис. 5.3г) вивчені за допомогою просторово растрової моделі розподілу гумусу за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області. Це забезпечило значне підвищення якості інтерпретації просторово-графічної інформації та результатів моделювання.

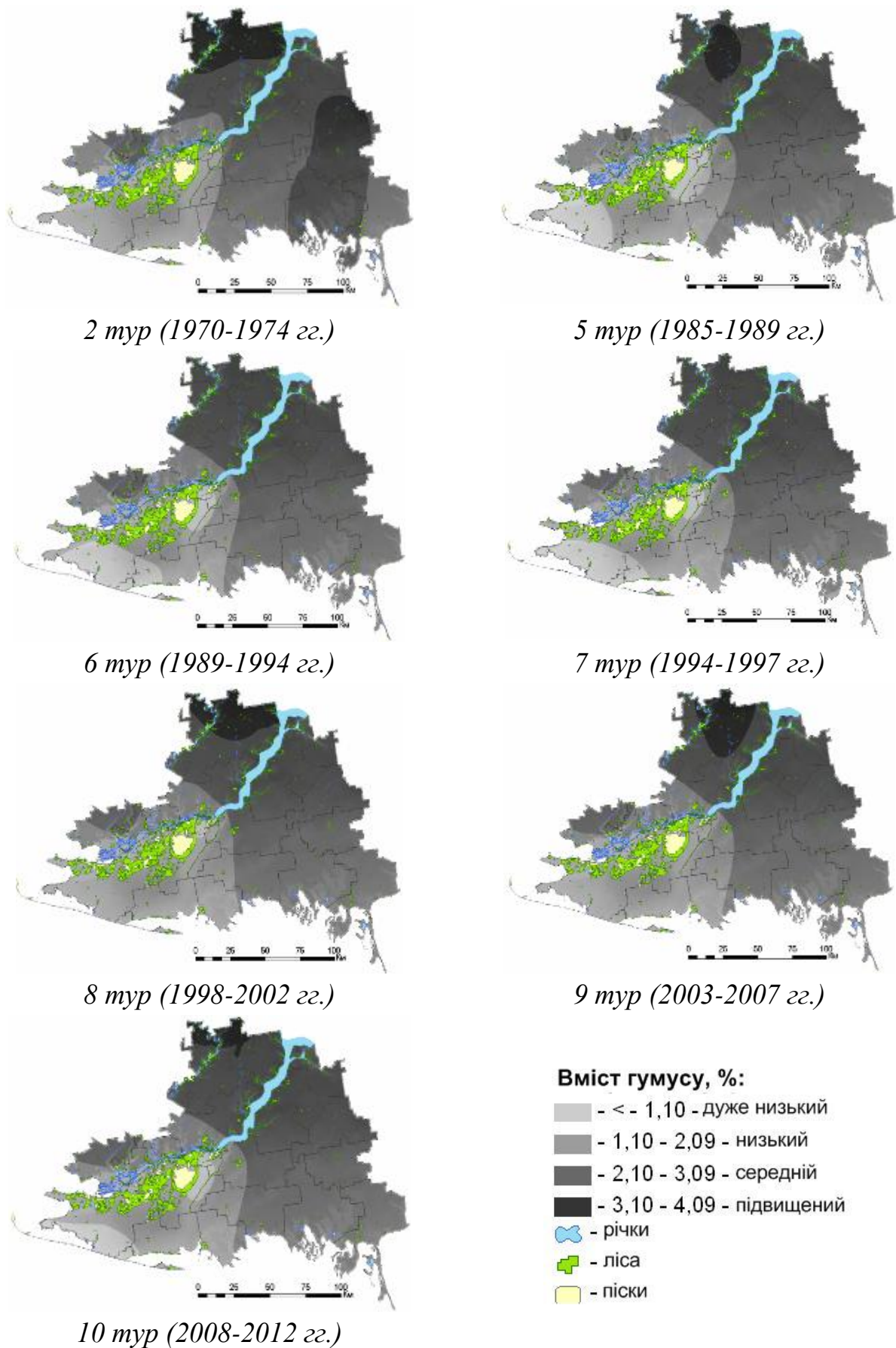
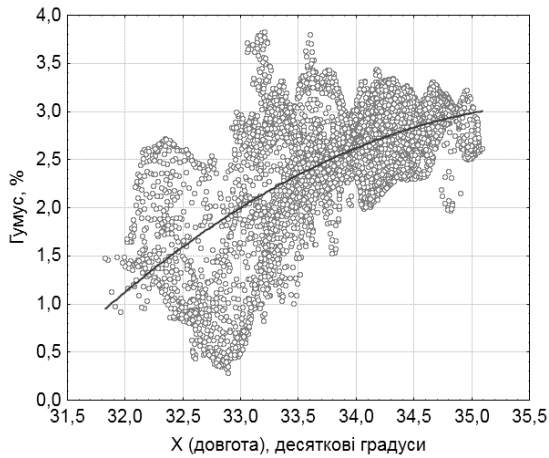
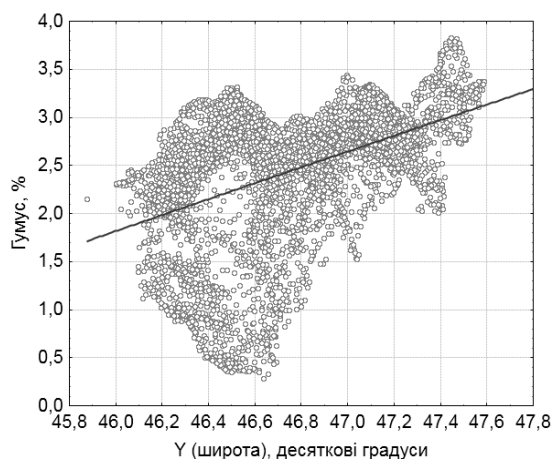
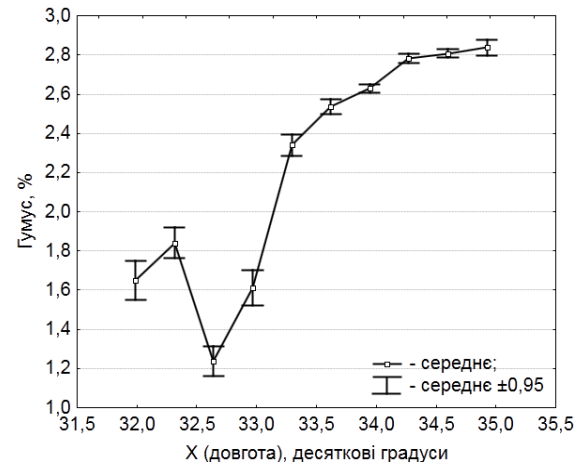


Рис. 5.1. Просторово-часова динаміка вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області за період 1970-2012 рр.



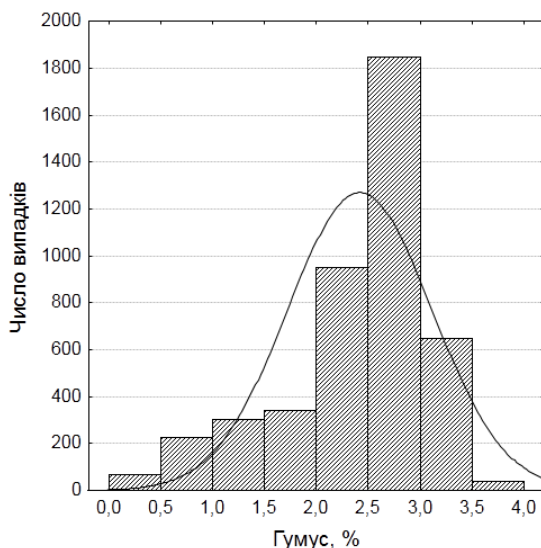
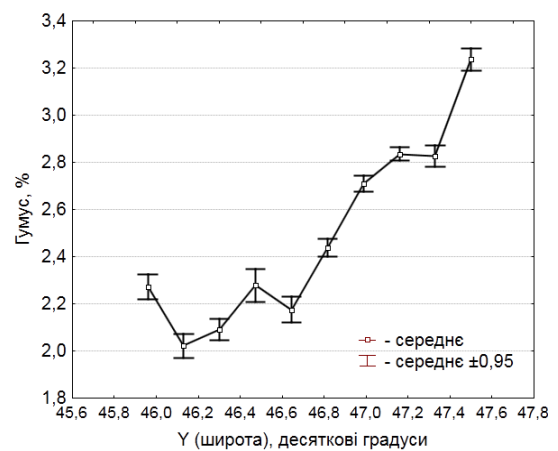
$$y = -0,1284x^2 + 9,2215x - 162,5; R=0,63$$

а)



$$y = 38,469\ln(x) - 145,47; R=0,44$$

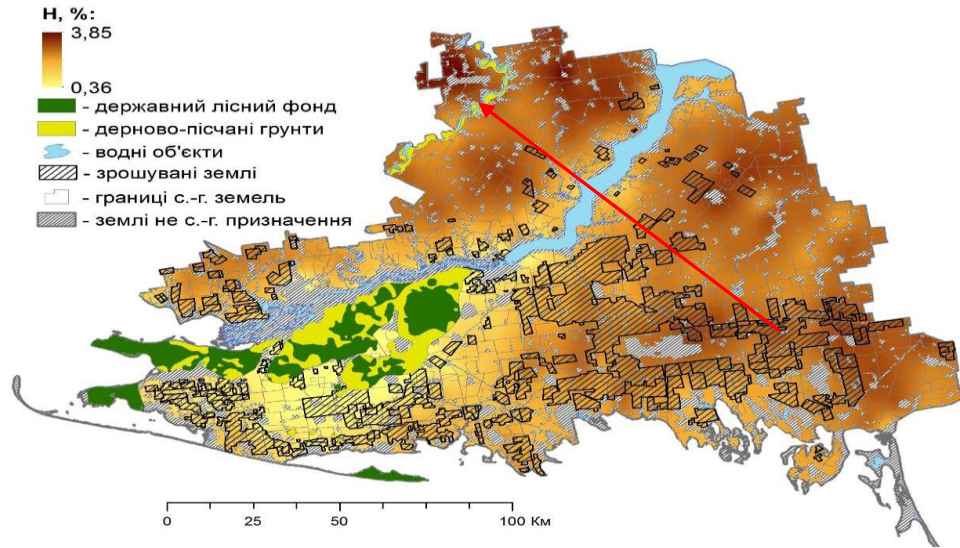
б)



Загальне число випадків	4450
Середнє значення	2,40
Довірчий інтервал середнього	0,02
Медіана	2,60
Мода	2,92
Мінімум	0,29
Максимум	3,83
Процентиль 10,0	1,25
Процентиль 90,0	3,10
Рівень варіації, %	3,54
Дисперсія	0,48
Стандартне відхилення	0,69
Стандартна похибка середнього	0,01
Асиметрія	-1,08
Експес	0,61

в)

Рис. 5.2. Просторова неоднорідність розподілу гумусу в ґрунтах Херсонської області а) захід→схід; б) південь→північ; в) статистичні характеристики

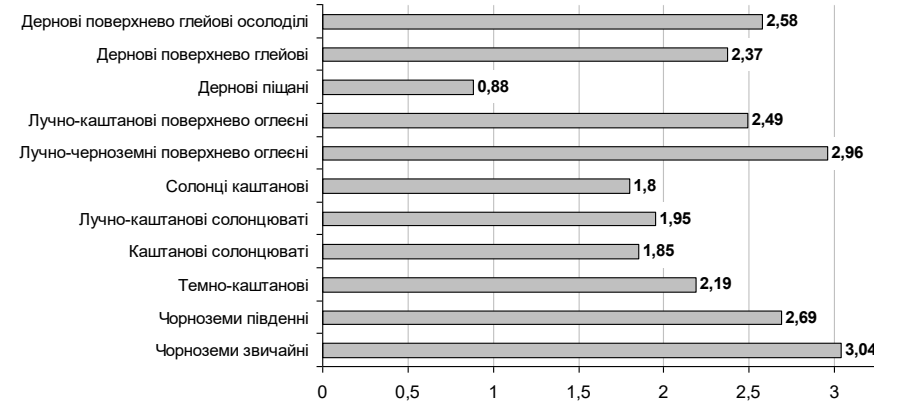


б)

Розподіл вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області

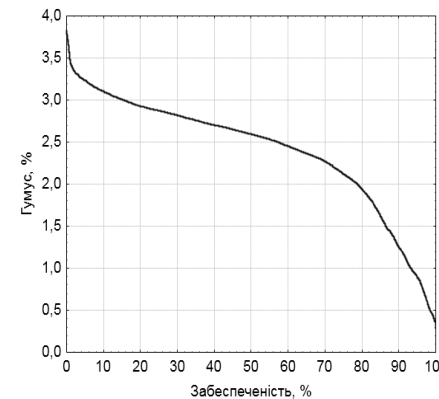
Вміст гумусу, %		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошення	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже низьке	< 1,10	124,4	6,3	22,5	5,3
низьке	1,10–2,09	418,3	21,2	104,7	24,5
середнє	2,10–3,09	1182,3	60,0	281,2	65,9
підвищене	3,10–4,09	246,0	12,5	18,4	4,3
Всього		1971,0	100,0	426,8	100,0

в)
Середнє значення вмісту гумусу в основних типах ґрунтів Херсонської області



г)

Крива і функція забезпеченості вмістом гумусу ґрунтів Херсонської області



$$f(h) = \begin{cases} \int_{60}^{60} -0,2447 \cdot Ln(x) + 3,61 \\ 0 \\ \int_{60}^{100} -0,0013 \cdot x^2 + 0,1581 \cdot x - 2,35 \end{cases}$$

$r = 0,98$

Рис. 5.3. Картограма просторового розподілу гумусу в ґрунтах Херсонської області та їх статистична оцінка

Просторова варіабельність ґрунтових властивостей переважно відрізняється нестационарним (нетиповим) характером їх розподілу в агроландшафтах, що в значній мірі визначено культурою землеробства і ґрунтовою різноманітністю. Для даної ситуації використання автокореляційного підходу дає можливість визначити максимальну відстань розподілу і збереження можливої просторової енергії стаціонарності (типовості) процесу між лагами.

Отримана залежність характеризує синхронність часових змін вмісту гумусу в радіусі лага стаціонарності. Автокореляційне дослідження просторової типовості гумусованості ґрунтів проведено в напрямку зростання просторового тренда з південного заходу (початок відліку - 1-й лаг) на північний схід області. Просторова відстань між лагами становило 2,5 км.

За результатами дослідження визначено значна кореляція на першому лагу - 0,998, але просторова кореляція з другого лага знизилася до 0,015, що пояснюється значною нестационарністю розподілу вмісту гумусу у просторі. Для зняття напруги сигналу була взята різниця першого лага, при цьому основний сигнал нестационарного процесу збережений. В результаті перетворення даних визначено мінімальний ($r=0,391$) і максимальний ($r=0,143$) радіус типовості забезпечення вмістом гумусу, який дорівнює 2,5 км (лаг 1) і 12,5 км (лаг 5). Низьке значення зв'язку між лагами вказує на значну просторову неоднорідність розподілу гумусу в границях контурів різних типів ґрунтів. Просторова функція розподілу гумусу в ґрунтах області має вигляд:

$$f(h) = 25,14 \cdot x - 11,98 \cdot y + 0,07 \cdot x^2 - 0,63 \cdot x \cdot y + 0,36 \cdot y^2 - 168,97; R = 0,58(5.2.)$$

де, x - довгота, десяткові градуси, y - широта, десяткові градуси.

Встановлена просторова закономірність підвищення вмісту гумусу в орному шарі в напрямку із південного заході на північний схід (рис. 5.3а).

5.1.2. Забезпеченість ґрунтів рухомими формами азоту

Азоту належить провідна роль в підвищенні врожаю сільськогосподарських культур. Він є важливим біологічним елементом і відіграє виняткову роль в житті рослин. Азот входить до складу білків, які є головною складовою частиною цитоплазми і ядра клітини, амінокислот, нуклеїнових кислот, хлорофілу, алкалоїдів, фосфатидів, багатьох вітамінів, гормонів та інших біологічно активних речовин.

Всі ферменти, що каталізують процес обміну речовин в рослинах, - білковими речовинами, тому недостатнє постачання рослинам сполук азоту послаблює утворення білків. Це призводить до уповільнення процесів біосинтезу, обміну всіх груп хімічних сполук і різкого ослаблення інтенсивності фотосинтезу, що в кінцевому підсумку неминуче знижує врожайність до 50%. Основні його джерела – органічні і мінеральні добрива, органічні речовини ґрунту, біологічний азот, а також азот, що надходить з атмосферними опадами. За допомогою, в першу чергу, цього елемента можна управляти розвитком рослин. Особливо важливий він у першій половині вегетації, коли відбувається інтенсивний ріст рослин. Тому режим азотного живлення рослин в ґрунтах півдня України є найбільш важливою характеристикою ґрунтової родючості, він знаходиться у першому мінімумі серед елементів живлення.

На баланс і доступність азоту рослинам в ґрунтах впливають такі процеси: фіксація атмосферного азоту; перетворення азотовмісних сполук органічних залишків в гумусові кислоти; амоніфікація органічних азотовмісних сполук; процеси нітрифікації; денітрифікація і втрати азоту в атмосферу; фіксація іона NH_4^+ глинистими мінералами; вимивання різних сполук азоту з внутрішньогрунтовим стоком.

Найбільше значення для поповнення доступного рослинам ґрунтового азоту мають процеси амоніфікації, за якої азот органічної речовини

перетворюється в аміак, і нітрифікації, за якої аміак переходить в азотисту, а потім в азотну кислоту та її солі. Розвитку цих процесів сприяють оптимальна температура (20-30°C) і вологість ґрунту (60-70% повної вологості), аерація ґрунту, сприятлива реакція середовища.

За даними моніторингу ґрунтів в період 1998-2012 рр. на основних типах ґрунтів (рис. 5.4) закономірності зміни вмісту нітрифікаційного азоту в 0-40см шарі ґрунту мають негативне тренд-формування:

$$T = -0,053t^2 + 0,966t + 16,74; R^2 = 0,24. \quad (5.3)$$

де: T – вміст азоту (за нітрифікаційною здатністю), мг/кг; t – роки; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Вміст азоту за 8-10-й тур агрохімічного обстеження в ґрунтах Херсонської області зменшився в середньому на 17,0% (з 23,0 мг/кг до 19,1 мг/кг). В результаті геомодельовання отримано просторову модель розподілу нітрифікаційного азоту в ґрунтах Херсонської області (рис. 5.5а).

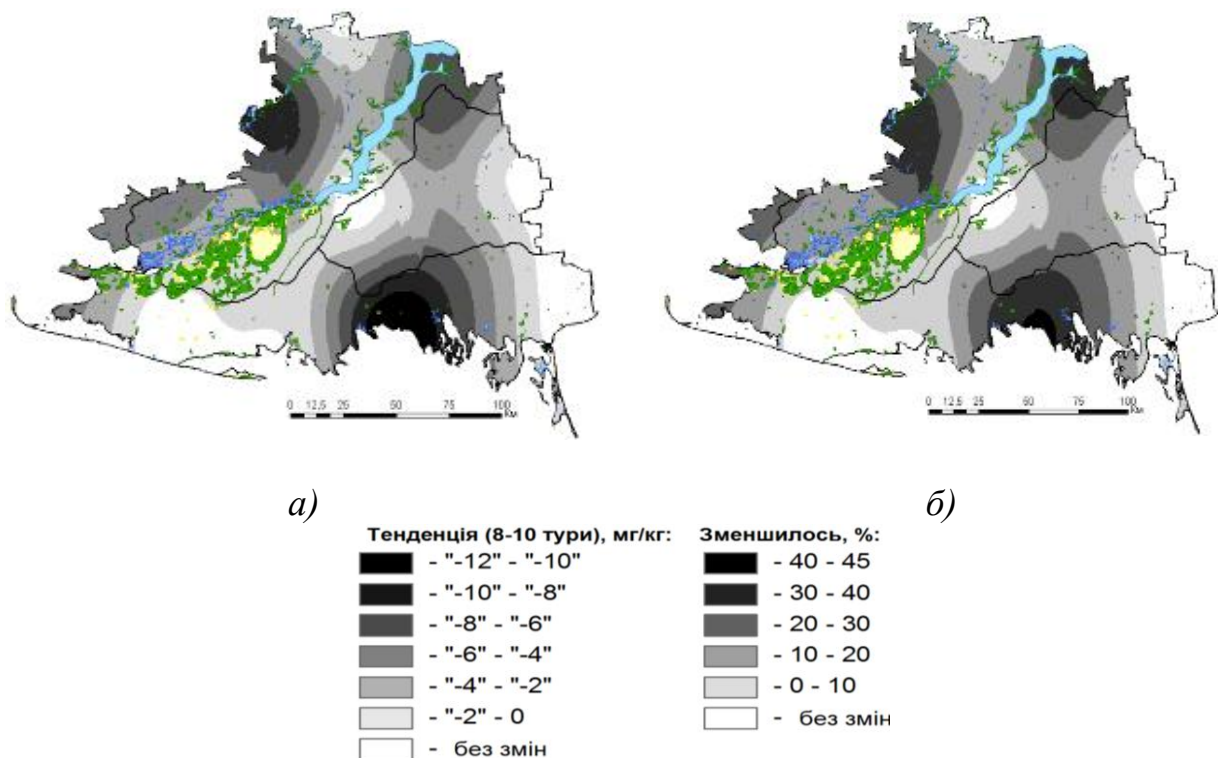


Рис. 5.4. Зміна вмісту азоту (за нітрифікаційною здатністю) в ґрунтах області (1998-2012 рр.): а) просторова тенденція, б) відносне зменшення, %

Вміст азоту в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного вмісту ($>21,0$ мг/кг), характеризує 47,4% площі сільськогосподарських земель. Найбільшу питому вагу із середнім - підвищеним вмістом азоту в ґрунтах області визначено в центральній і східній частинах її (рис. 5.5 б).

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу азоту (рис. 5.5в, 5.6) вивчені, використовуючи створену просторову растрову модель розподілу азоту, за результатами вибірки даних в 4450 точках в межах землекористування області.

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості формування азоту визначено мінімальний ($r=0,095$) і максимальний ($r=0,044$) радіус типовості формування азоту, який дорівнює 2,5 км і 5,0 км. Просторова функція розподілу вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю має вигляд:

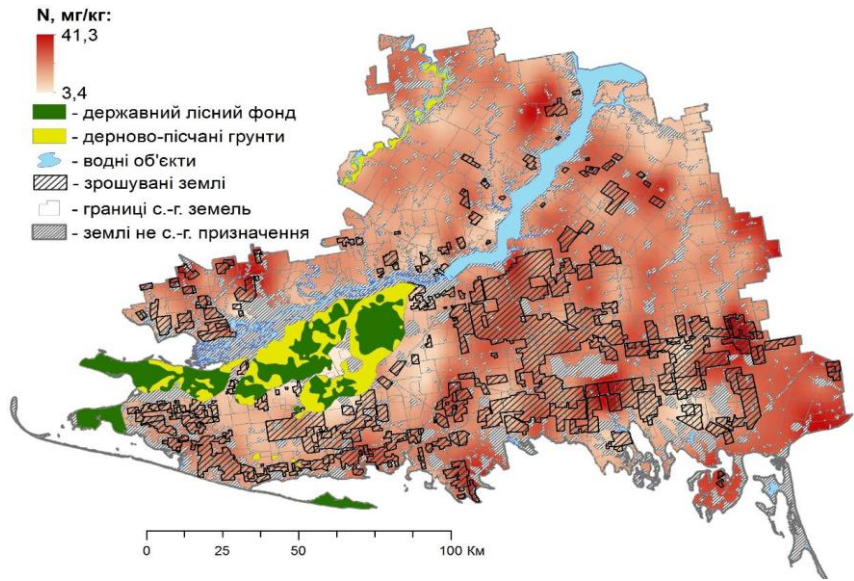
$$f(NO_3) = 155,52 \cdot x + 149,83 \cdot y + 1,07 \cdot x^2 - 4,83 \cdot x \cdot y + 0,13 \cdot y^2 - 6129,06; R = 0,43 \quad (5.4)$$

де, x - довгота, десяткові градуси, y - широта, десяткові градуси.

Підвищення вмісту нітрифікаційного азоту в 0-40см шарі відбувається в напрямку із північного заходу на південний схід.

5.1.3. Забезпеченість ґрунтів рухомим фосфором

Фосфор є одним з важливих елементів у живленні рослин. Після органічної речовини і азоту, фосфор часто буває найдефіцитнішим елементом при вирощуванні сільськогосподарських культур. Він входить до складу нуклеопротейдів, цукрофосфатів, фосфатидів та інших сполук, приймає активну участь в процесах обміну речовин і синтезу білка, визначає енергетику клітини, впливає на ріст рослин. Значна частина доступного фосфору ґрунту присутня в органічній речовині. Коли органічна речовина вичерпується при інтенсивному обробітку ґрунту, ерозії, а також з виносом врожаю—дефіцит фосфору стає актуальною проблемою. Значна частина його міститься у ґрунотворній породі.



б)

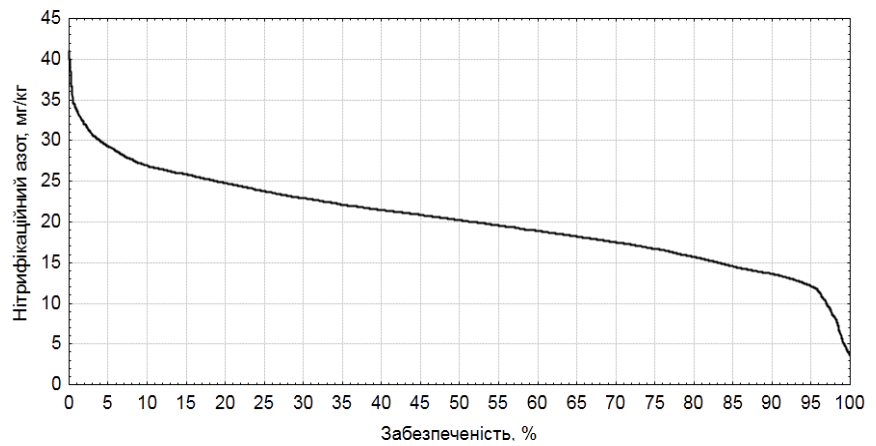
Розподіл вмісту нітрифікаційного азоту в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст нітрифікаційного азоту, мг/кг		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошення	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже низький	< 10,0	64,0	3,2	4,4	1,0
низький	11,0 – 20,0	972,1	49,3	175,2	41,0
середній	21,0 – 30,0	881,5	44,7	227,1	53,2
підвищений	31,0 – 45,0	53,4	2,7	20,1	4,7
Всього		1971,0	100,0	426,8	100,0

Рис. 5.5. Картограма просторового розподілу нітрифікаційного азоту в ґрунтах Херсонської області

в)

Крива і функція забезпеченості ґрунтів області азотом



$$f(NO_3) = 298,6 \cdot \sin(0,0219x + 1,888) + 306,2 \cdot \sin(0,0319x + 4,588) + 74,66 \cdot \sin(0,04581x + 7,087)$$

$$r = 0,988$$

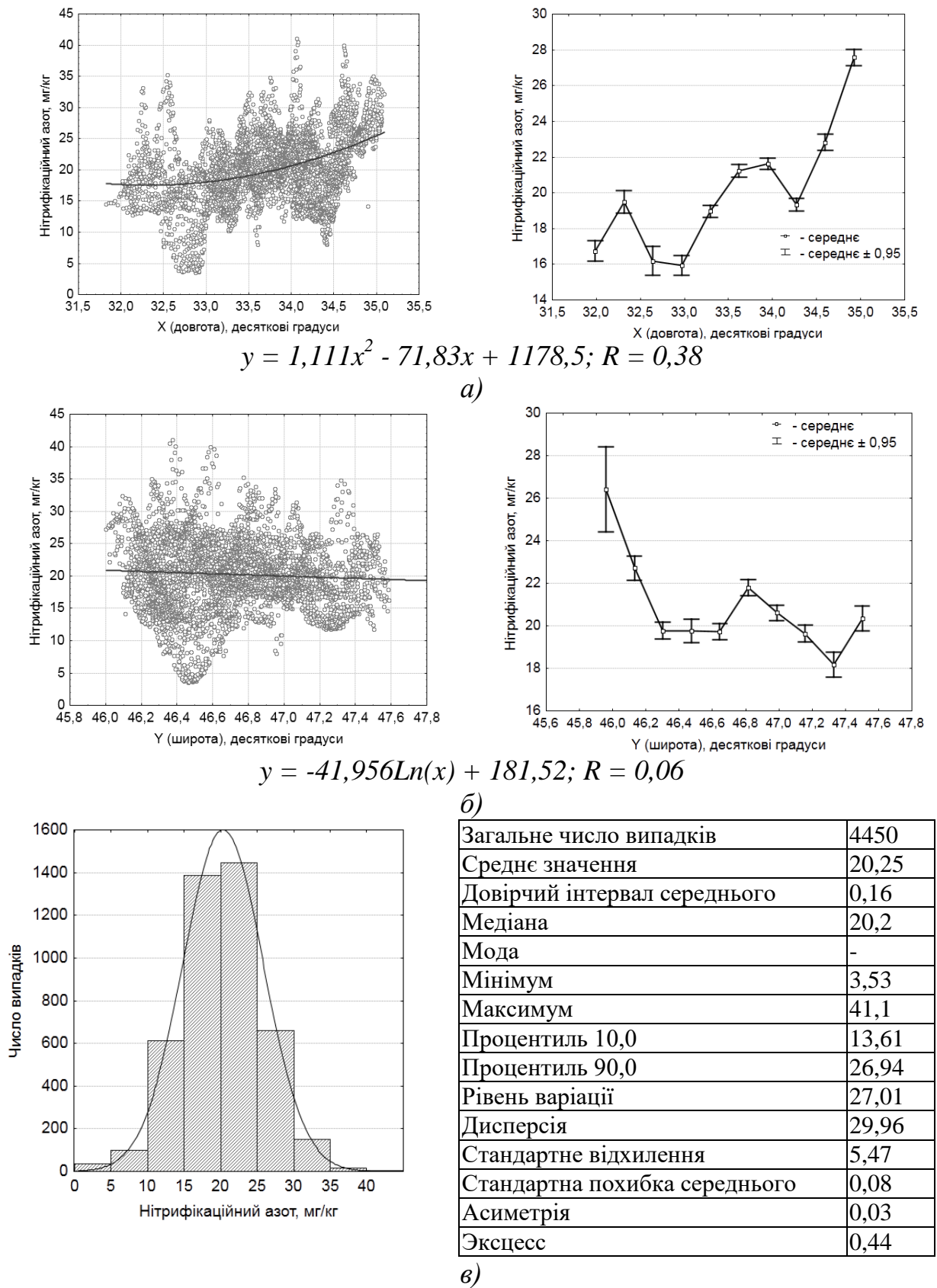


Рис. 5.6. Просторова неоднорідність розподілу азоту (за нітрифікаційною здатністю) в ґрунтах тестового землекористування: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики

Фосфор міститься в ґрунті в різних формах: органічній і неорганічній, рухомій і нерухомій. Вміст рухомого фосфору в ґрунті—одна з найважливіших характеристик її родючості. Рухомими сполуками фосфору прийнято вважати ті сполуки, які доступні рослинам, тобто порівняно швидко можуть переходити в ґрунтовий розчин. Виснаженню ґрунту фосфором неможливо запобігти тільки коротким «відпочинком» ґрунту, прийомами обробітку, вирощуванням бобових культур. На сьогоднішній день ефективний шлях поповнення запасів фосфору - це внесення фосфору в ґрунт у вигляді різних добрив. Тому, незважаючи на важливе значення у формуванні врожаю, залишкових фосфатів, що містяться в ґрунті найбільш високі врожаї сільськогосподарських культур формуються лише у разі, якщо вносяться фосфорні добрива. Це підтверджується високою ефективністю передпосівного внесення фосфорних добрив. За період досліджень (1970-2012 рр.) на території області (рис. 5.7) часові закономірності зміни вмісту рухомого фосфору в ґрунтах (шарі 0-40 см) має негативне тренд-формування:

$$T = -10,59 \cdot \ln(t) + 62,31; R^2 = 0,98 \quad (5.5)$$

де: T – вміст рухомого фосфору, мг/кг; t – роки; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Вміст рухомого фосфору зменшився в середньому на 34,17 % (з 62,0 мг/кг до 40,8 мг/кг). В результаті геомодельовання отримано просторову модель розподілу рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області (рис. 5.8а). Вміст рухомого фосфору в ґрунтах (рис. 5.8б), який відповідає якісним градаціям від підвищеного до дуже високого вмісту (>31,0 мг/кг), характеризує 87,3% площі земель. Переважна частина території області (56,2%) з високим і дуже високим вмістом рухомого фосфору в ґрунті визначена в буферних зонах зрошуваних земель. Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу фосфору (рис. 5.8в) вивчені при використанні створеної просторової растрової моделі розподілу фосфору, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області.

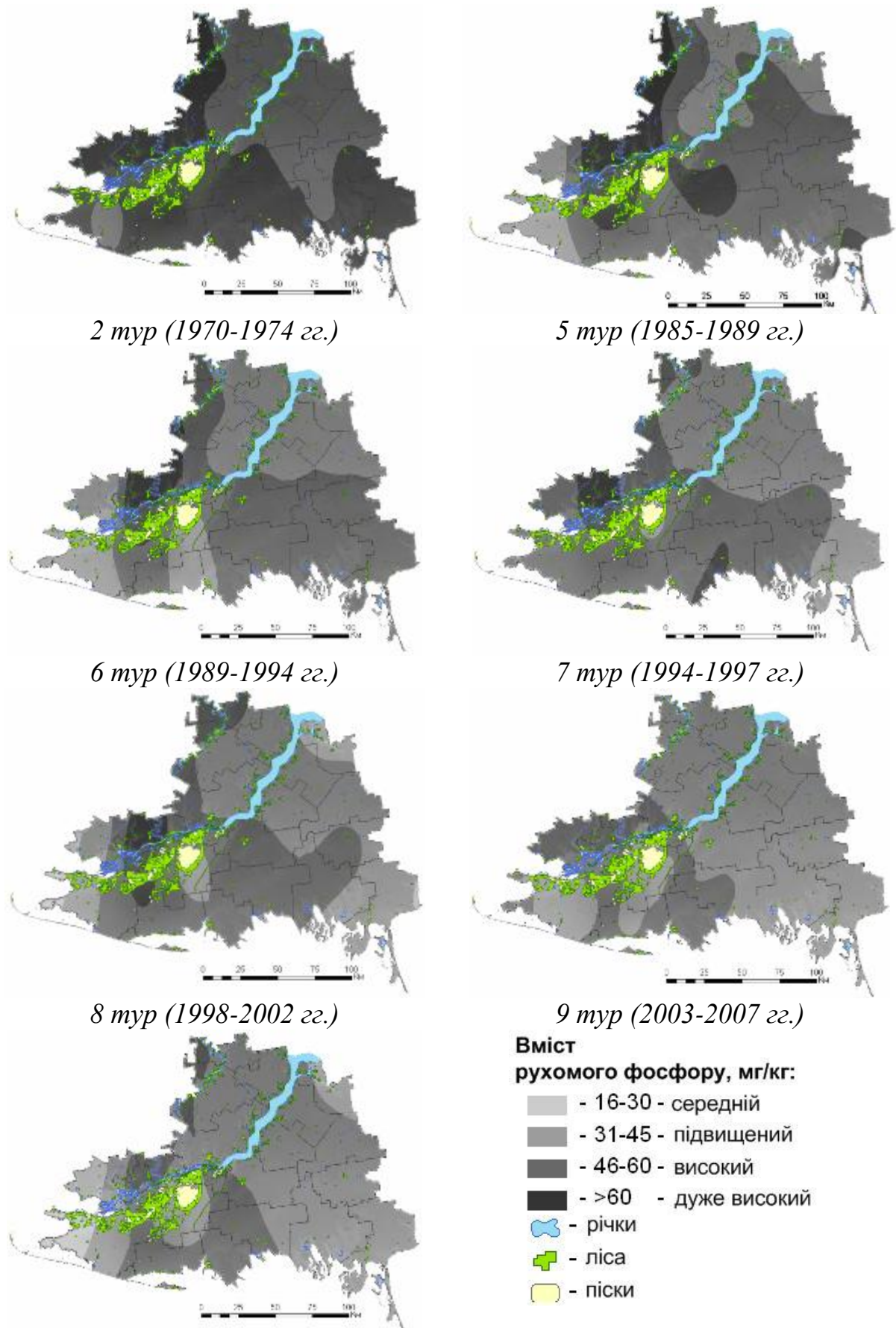
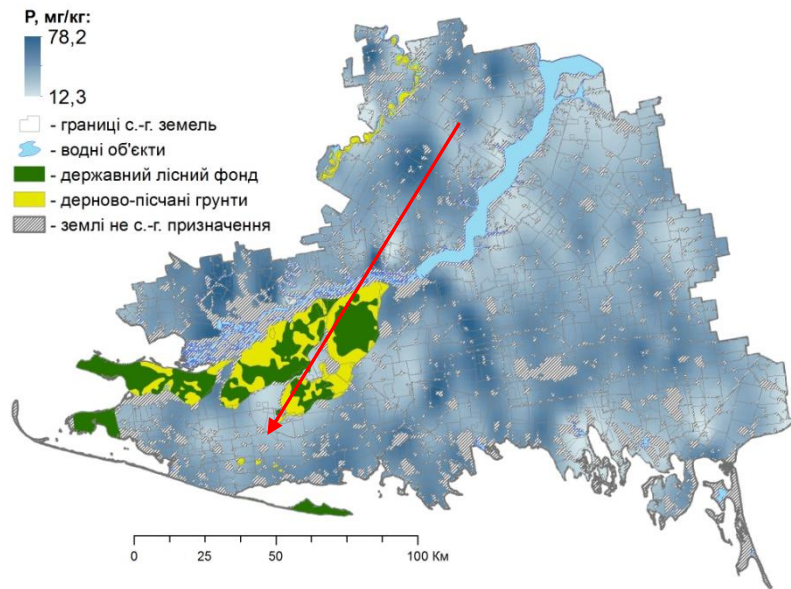


Рис. 5.7. Просторово-часова динаміка вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області за період 1970-2012 рр.



Б)

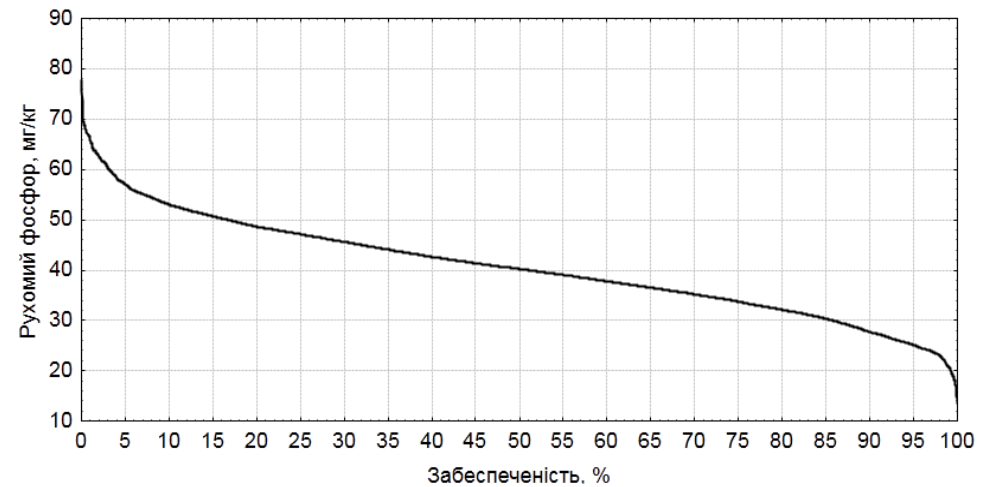
Розподіл вмісту рухомого фосфору в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст рухомого фосфору, мг/кг		Розподіл сільськогосподарських земель	
		тис. га	%
середній	16,0–30,0	250,0	12,7
підвищений	31,0–45,0	1064,4	54,0
високий	46,0–60,0	599,7	30,4
дуже високий	>60,0	56,9	2,9
Всього		1971,0	100,0

Рис. 5.8. Картограма просторового розподілу рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області

В)

Крива і функція забезпеченості ґрунтів області рухомим фосфором



$$f(P_2O_5) = 281,4 \cdot \sin(0,006052x + 2,682) + 60,87 \cdot \sin(0,03122x + 4,653) + 7,576 \cdot \sin(0,06488x + 6,113)$$

$$r = 0,996$$

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості формування рухомого фосфору визначені мінімальний ($r=0,340$) і максимальний ($r=0,180$) радіус типовості формування фосфору, який дорівнює 2,5 км і 12,5 км (рис. 5.9).

Просторова функція розподілу рухомого фосфору має вид:

$$f(P_2O_5) = 378,54 \cdot x + 1103,71 \cdot y - 1,92 \cdot x^2 - 5,43 \cdot x \cdot y - 9,90 \cdot y^2 - 31949,82; R = 0,38 \quad (5.6)$$

де, x - довгота, десяткові градуси, y - широта, десяткові градуси.

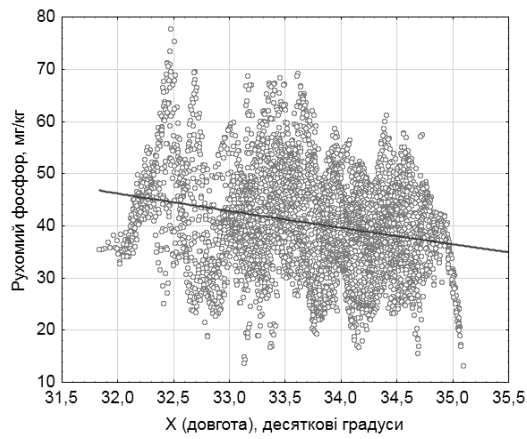
Визначено просторову закономірність зменшення вмісту рухомого фосфору в орному шарі в напрямку із південного заходу на північний схід.

5.1.4. Забезпеченість ґрунтів обмінним калієм

Калій відіграє важливу роль в життєдіяльності сільськогосподарських культур. Він опосередковано приймає участь в азотному обміні, впливає на накопичення амінокислот та енергетичні процеси, регулює дихання. Наявність різних форм калію в ґрунтах пов'язаний з первинними і вторинними мінералами, а також з особливостями їх перетворень.

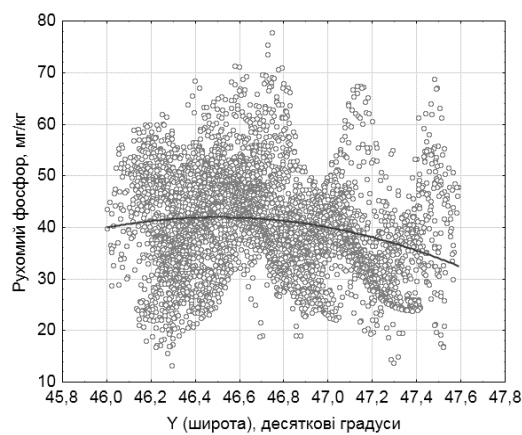
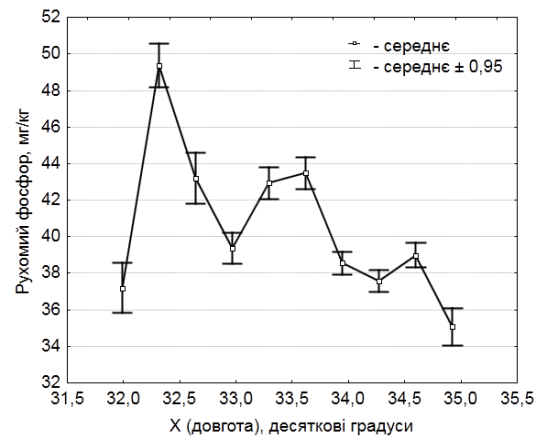
Валовий вміст калію в ґрунтах залежить, в основному, від вмісту фракції фізичної глини в гранулометричному складі ґрунту [102,161]. Нами побудовано математичну модель просторового розподілу земель області сільськогосподарського призначення за вмістом фізичної глини (ФГ,%, частинок $<0,01$ мм) на території Херсонської області (рис. 5.10, табл. 5.1). За гранулометричним складом основними ґрунтами в області є суглинок важкий – 36,0% від усієї площі земель, суглинок середній – 32,1% і суглинок легкий – 21,4%.

За період, охоплений дослідженнями (1970-2012 рр.), на території області (рис. 5.11) закономірність зміни вмісту обмінного калію в ґрунтах (шар 0-40 см) можна представити у вигляді негативного тренд-формування:



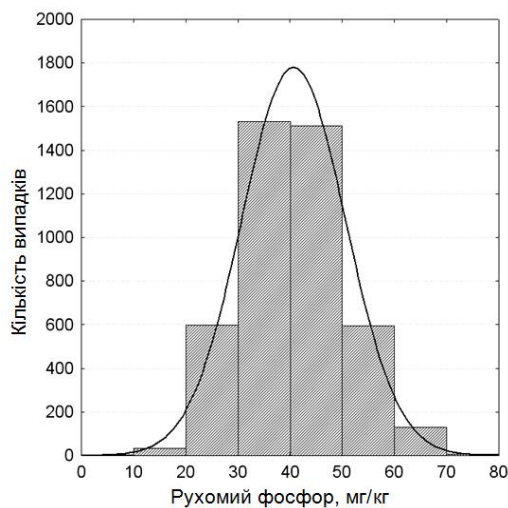
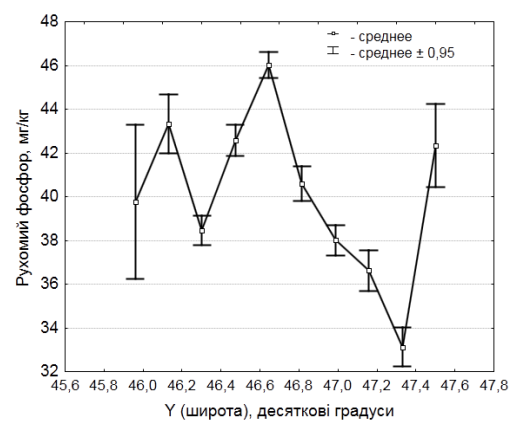
$$y = -108,04\ln(x) + 420,6; R = 0,24$$

а)



$$y = -7,9263x^2 + 737,2x - 17099; R = 0,20$$

б)



Загальне число випадків	4450
Середнє значення	40,55
Довірчий інтервал середнього	0,57
Медіана	40,21
Мода	-
Мінімум	13,25
Максимум	77,82
Процентиль 10,0	27,71
Процентиль 90,0	52,93
Рівень варіації, %	24,02
Дисперсія	94,79
Стандартне відхилення	9,74
Стандартна похибка середнього	0,15
Асиметрія	0,25
Екссес	0,07

в)

Рис. 5.9. Просторова неоднорідність розподілу рухомого фосфору в ґрунтах тестового землекористування: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики

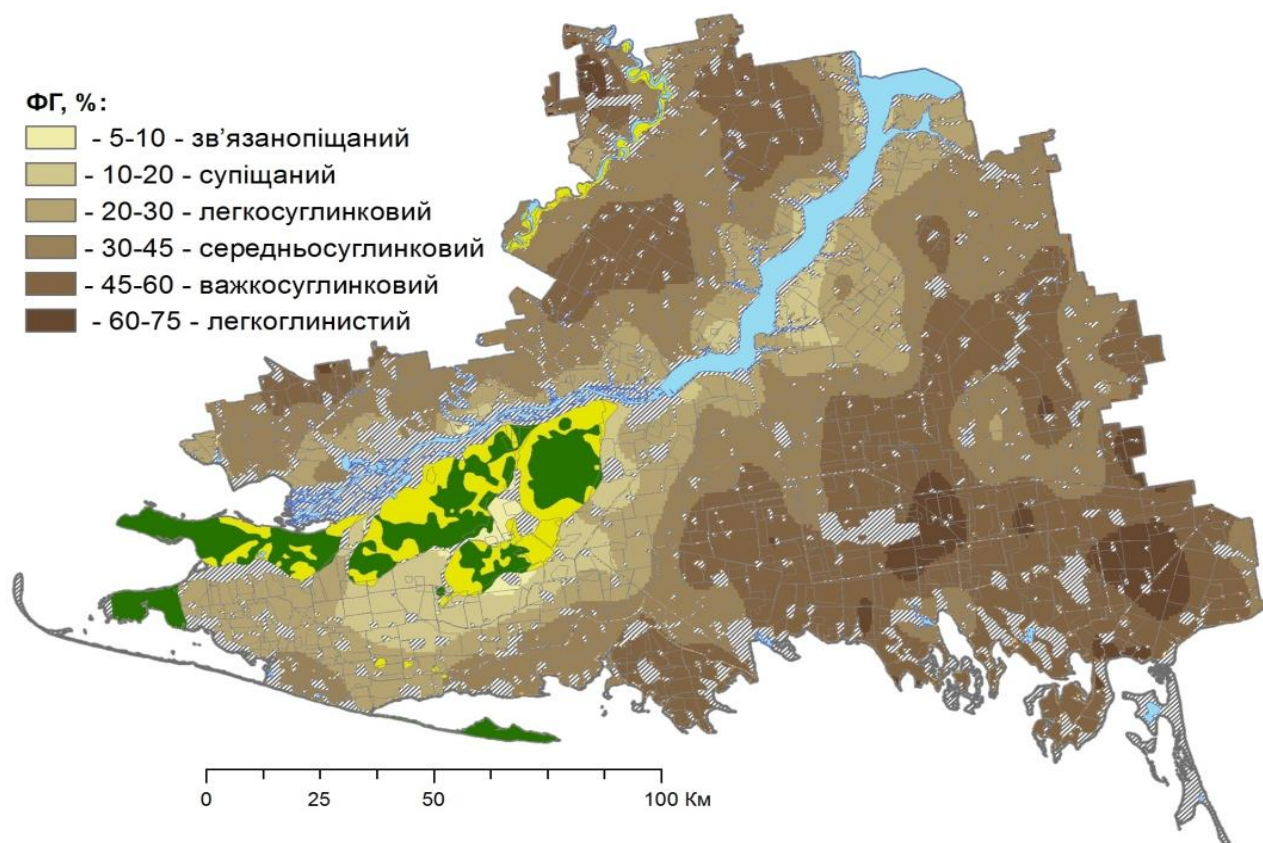


Рис.5.10 Картограма просторового розподілу сільськогосподарських земель Херсонської області за гранулометричною фракцією фізичної глини (<math><0,01\text{ мм}</math>)

Таблиця 5.1

Розподіл сільськогосподарських земель за гранулометричною фракцією фізичної глини (<math><0,01\text{ мм}</math>) в Херсонській області

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Вміст фізичної глини (ФГ), %	Розподіл сільськогосподарських земель	
		тис. га	%
Зв'язанопіщаний	5-10	24,1	1,2
Супіщаний	10-20	160,8	8,2
Легкосуглинковий	20-30	421,9	21,4
Середньосуглинковий	30-45	631,9	32,1
Важкосуглинковий	45-60	709,7	36,0
Легкоглинистий	60-75	22,7	1,2
Всього		1971,0	100

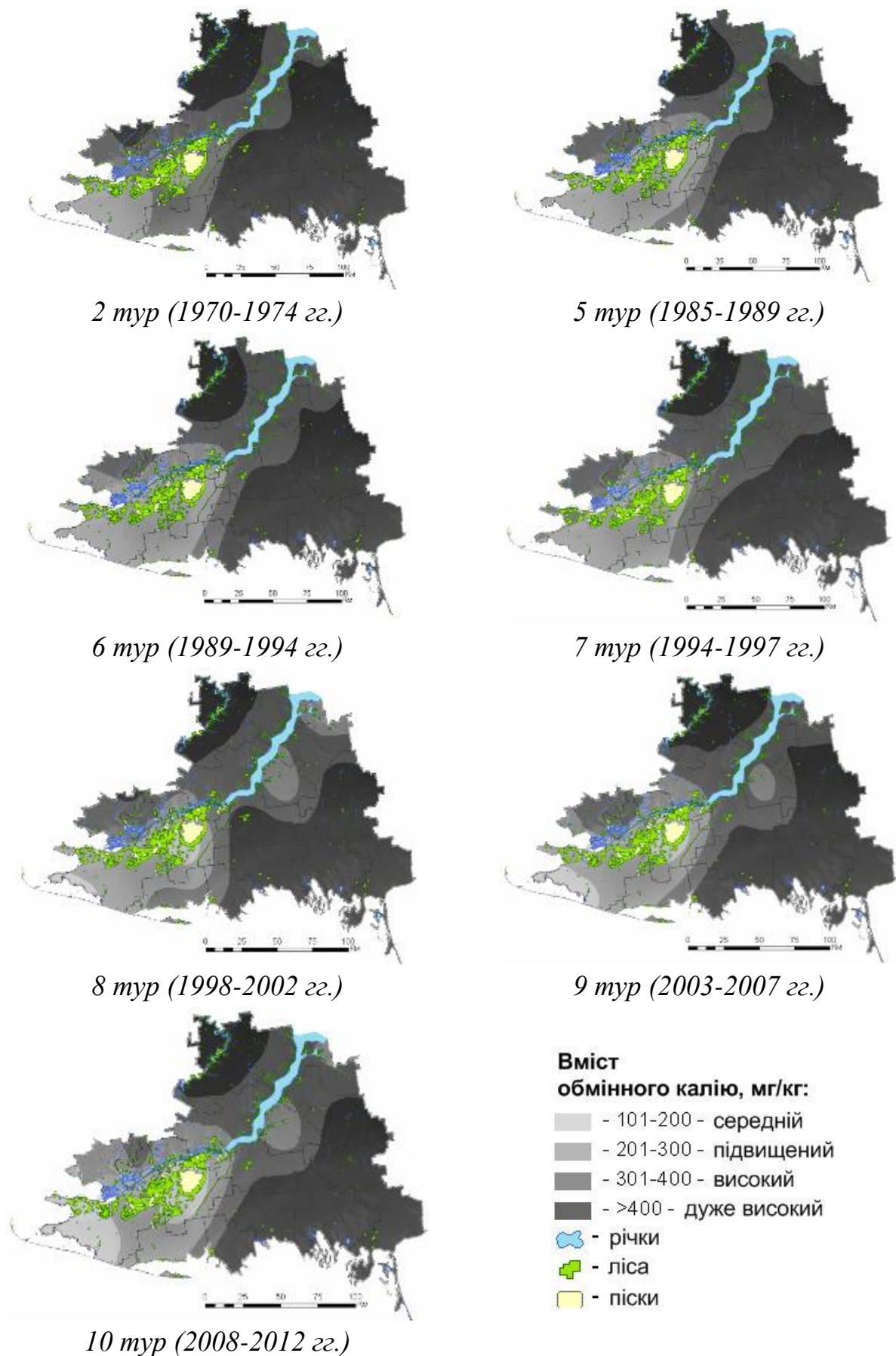


Рис. 5.11. Просторово-часова динаміка вмісту обмінного калію в ґрунтах Херсонської області за період 1970-2012 рр.

$$T = -36,87 \cdot \ln(t) + 437,75; R^2 = 0,97 \quad (5.7)$$

де: T – вміст обмінного калію, мг/кг; t – роки; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Вміст обмінного калію в ґрунтах Херсонської області зменшився в середньому на 18% (з 442,4 мг/кг до 363,8 мг/кг). Неоднорідність ступеня зниження вмісту обмінного калію в ґрунтах від 50 мг/кг до 210 мг/кг (від 10% до 50%) обумовлена відсутністю науково–обґрунтованого надходження калійних добрив, проявом вітрової та водної ерозії, а також наслідками тривалого інтенсивного зрошення.

В результаті геомодельовання отримана просторова модель розподілу обмінного калію в ґрунтах Херсонської області (рис. 5.12а). Вміст обмінного калію від підвищеного до дуже високого рівня мають близько 63% земель. Вміст обмінного калію в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям від середнього до дуже високого вмісту (>200 мг/кг), є характерним для 85,8% площі сільськогосподарських земель. Найбільший вміст обмінного калію в межах якісної градації більше 400 мг/кг ґрунту зафіксовано в північно-західній та південно-східній частинах області (рис. 5.12б).

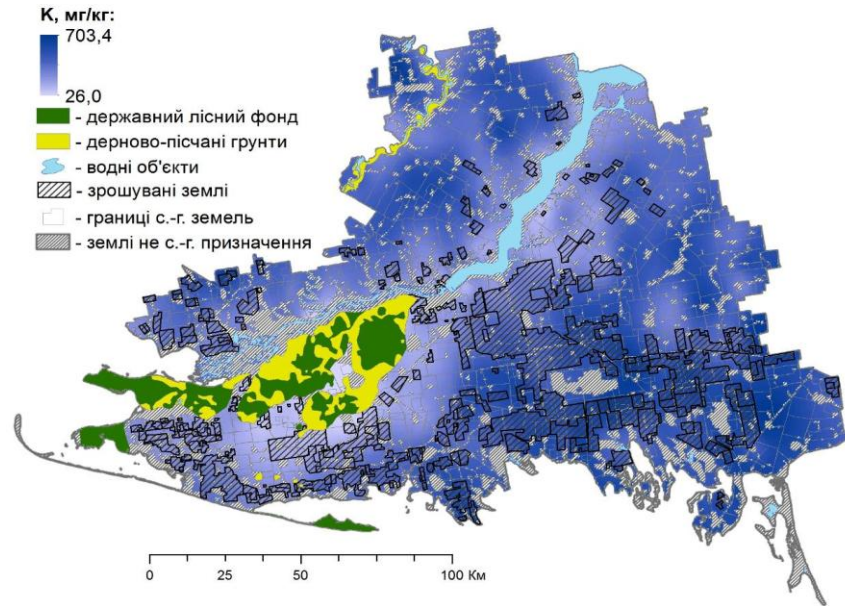
Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу калію вивчені, при використанні створеної просторової растрової моделі розподілу калію, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області (рис. 5.13).

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості забезпеченості обмінним калієм визначені мінімальний ($r=0,413$) і максимальний ($r = 0,170$) радіус однорідності формування калію, який дорівнює 2,5 км і 12,5 км.

Просторова функція розподілу обмінного калію за основними басейнами має вигляд:

$$f(K_2O) = 9628,88 \cdot x - 3150,26 \cdot y + 11,05 \cdot x^2 - 220,27 \cdot x \cdot y + 112,49 \cdot y^2 - 88216,68; R = 0,46 \quad (5.8)$$

де, x - довгота, десяткові градуси, y - широта, десяткові градуси.



б)

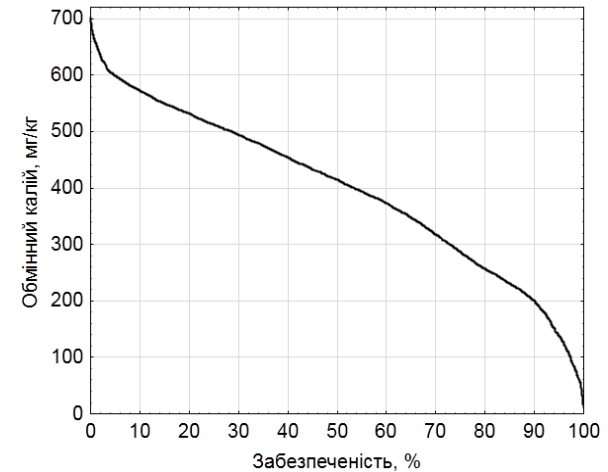
Розподіл вмісту обмінного калію в ґрунтах Херсонської області

Вміст обмінного калію, мг/кг		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошення	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже низький	<100	70,6	3,6	0,7	0,2
низький	101–200	211,2	10,7	27,3	6,4
середній	201–300	459,8	23,3	79,7	18,7
підвищений	301–400	572,6	29,1	84,2	19,7
високий	401–600	596,3	30,3	211,8	49,6
дуже низький	> 600	60,5	3,1	23,1	5,4
Всього		1971,0	100,0	426,8	100,0

Рис. 5.12. Картограма просторового розподілу обмінного калію в ґрунтах Херсонської області

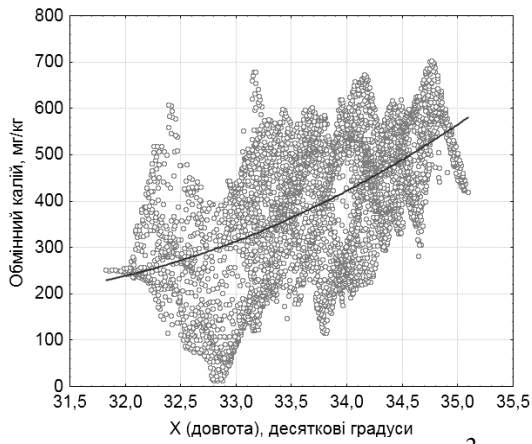
в)

Крива і функція забезпеченості ґрунтів області обмінним калієм

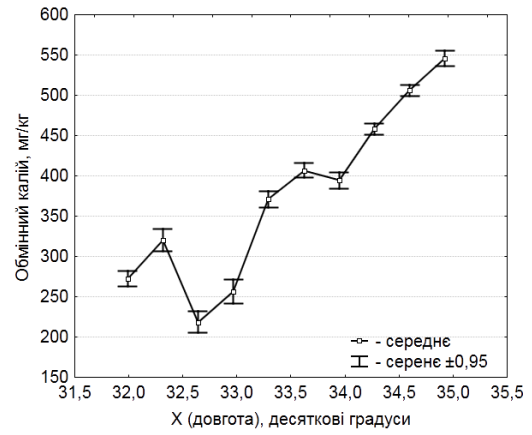


$$f(K_2O) = \begin{cases} \int_{30}^{30} -42,95 \cdot \ln(x) + 660,28 \\ 0 \\ \int_{30}^{100} -0,0504 \cdot x^2 + 1,0186 \cdot x + 495,29 \end{cases}$$

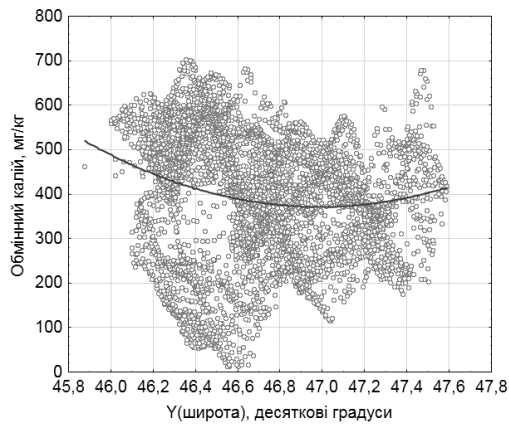
$r = 0,98$



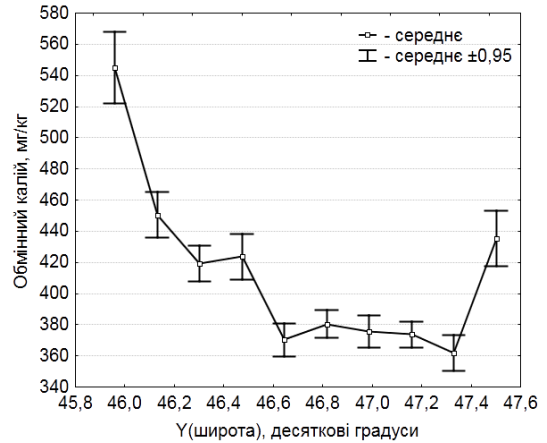
$$y = 17,079x^2 - 1035,5x + 15885; R = 0,56$$



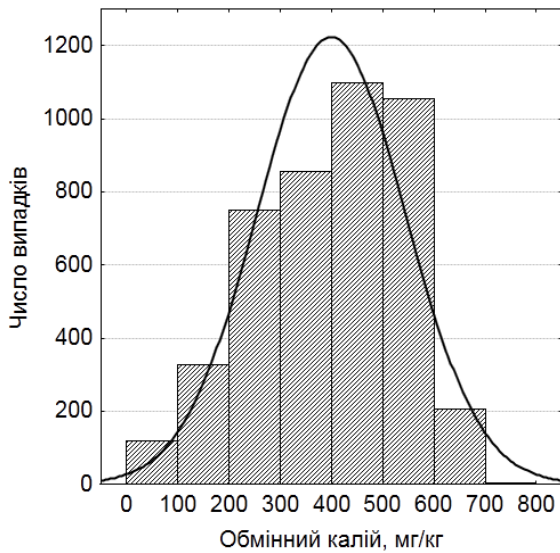
а)



$$y = 120,09x^2 - 11285x + 265508; R = 0,18$$



б)



Загальне число випадків	4450
Середнє значення	396,78
Довірчий інтервал середнього	4,24
Медіана	414,94
Мода	—
Мінімум	23
Максимум	703,18
Процентиль 10,0	199,63
Процентиль 90,0	572,48
Рівень варіації, %	36,23
Дисперсія	20669,97
Стандартне відхилення	143,77
Стандартна похибка середнього	2,16
Асиметрія	-0,37
Екссес	-0,64

в)

Рис. 5.13. Просторова неоднорідність розподілу обмінного калію в ґрунтах області: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики

Визначено просторову закономірність підвищення вмісту обмінного калію в орному шарі в напрямку із південного заході на північний схід.

За результатами досліджень А.А. Христенка [161] встановлено, що величини вмісту калію, визначених за методом Маслової так же, як, власне, за методом Мачигіна прямо залежать від вмісту фракції фізичної глини в межах 5-65% у гранулометричному складі ґрунту і можуть бути описані рівнянням 5.9:

$$y = 1,1 + 0,25 \cdot x; r = 0,87 \quad (5.9)$$

де, y - вміст K_2O за Масловою, мг / 100г; x - вміст фізичної глини, %.

Академік НААН В.В.Медведєв [102] обґрунтував залежність вмісту доступних форм калію з вмістом тонкодисперсних елементів. Він стверджує, що найкраще цей зв'язок описується квадратичною моделлю із середніми параметрами надійності (5.10):

$$y = -0,7922 \cdot x^2 + 8,5609 \cdot x - 5,1891; r = 0,87 \quad (5.10)$$

де, y - вміст K_2O , мг/100г, x - кількість фізичної глини, %.

Дослідженням визначена лінійна залежність вмісту обмінного калію і фізичної глини (5-70%) по 4450 точкам для ґрунтів степової зони ця функція має вигляд:

$$y = 10,74 \cdot x - 30,96; r = 0,83 \quad (5.11)$$

де, y - вміст K_2O , мг / кг за Мачигіним; x - кількість фізичної глини, %.

5.2. Комплексна агрохімічна оцінка потенціалу сільськогосподарських земель для вирощування і проектування врожаю зернових культур

Умови вирощування та потенціал отримання врожайності сільськогосподарських культур значною мірою обумовлюються фізичними, хімічними факторами родючості ґрунтів, які визначають просторово-часові

закономірності вмісту і трансформації в ґрунті різних елементів живлення та особливості живлення самої рослини.

Агрохімічні властивості ґрунтів забезпечують можливість оцінити потенціал сільськогосподарських земель України і окремих її регіонів для вирощування і проектування врожаю сільськогосподарських культур з метою впровадження необхідних меліоративних заходів щодо підвищення родючості ґрунтів та отримання високих урожаїв.

В дослідженнях оцінка придатності сільськогосподарських земель здійснена для вирощування та проектування врожаю зернових культур в залежності від вмісту поживних речовин у ґрунтах згідно методики В.В. Медведєва [15,103] і класифікації В.О. Ушкаренка [157]

В дослідженнях використані дані 296 стаціонарів (X туру досліджень - 2008-2012 рр.) Херсонської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Характеристика агрохімічних властивостей ґрунтів проведена для шару 0-40 см, тому що в цьому шарі зосереджена основна маса коренів рослин. Нейротехнології розглядаються, як універсальний апроксиматор нелінійних функцій для автоматизованої класифікації земель за вмістом поживних речовин для вирощування зернових культур. Створення штучних нейронних мереж проведено за допомогою модуля Statistics Neural Networks (SNN) програмного продукту STATISTICA 10.0. [47]

Для визначення сумарного потенціалу отримання стабільних врожаїв зернових культур в ґрунтах Херсонської області, проведено статистичну стандартизацію масивів даних просторової неоднорідності розподілу агрохімічних показників за представленою формулою 5.12:

$$X_{\text{ст}} = \int_1^n \frac{X_i - \bar{X}}{SD} di \quad (5.12)$$

де, \bar{X} - середнє арифметичне значення; SD – стандартне відхилення.

В результаті статистичної стандартизації було проведено перетворення натуральних показників агрохімічних властивостей ґрунту у коефіцієнти. Це дало можливість у відповідності до методики В.В. Медведєва створити нову коефіцієнтну градацію якісної оцінки ґрунтів Херсонської області за окремими агрохімічними показниками і сумарним їх значенням (табл. 5.2).

Просторове районування придатності ґрунтів Херсонської області для вирощування зернових культур здійснено в два етапа – створення інтелектуальної штучної нейронної мережі для класифікації вхідних статистично стандартизованих даних і просторове моделювання із використанням геостатистичних методів.

Таблиця 5.2

Класифікація придатності сільськогосподарських земель Херсонської області за вмістом поживних речовин (статистично стандартизовані показники - коефіцієнти), шар 0-40 см

Критерії, їх параметри,	Параметри нормування	Якісна оцінка (стандартизовані значення)				
		дуже сприятливі	сприятливі	задовільні	незадовільні	дуже незадовільні
вміст гумусу	$\int_1^{296} \frac{X_i - 2,26}{0,823} + 3di$	>4,51	3,91-4,51	3,30-3,90	2,68-3,29	<2,68
вміст рухомого фосфору	$\int_1^{296} \frac{X_i - 40,9}{13,54} + 3di$	>3,38	2,28-3,38	1,84-2,27	0,95-1,83	<0,94
вміст обмінного калію	$\int_1^{296} \frac{X_i - 371}{138} + 3di$	>3,88	3,41-3,88	2,93-3,40	2,18-2,92	<2,17
вміст поживних речовин (гумус + рухомий фосфор + обмінний калій)	Nr(Hum)+Nr(P ₂ O ₅)+Nr(K ₂ O) Nr - нормований	>11,76	9,58-11,76	8,05-9,57	5,80-8,04	<5,79

Вперше створена штучна нейронна мережа архітектури багатошаровий перцептрон для класифікації придатності сільськогосподарських земель Херсонської області за вмістом поживних речовин для вирощування зернових культур (рис. 5.14) має досить високу узагальнюючу здатність (табл. 5.3). Достовірність нейромоделі складає – 99%.

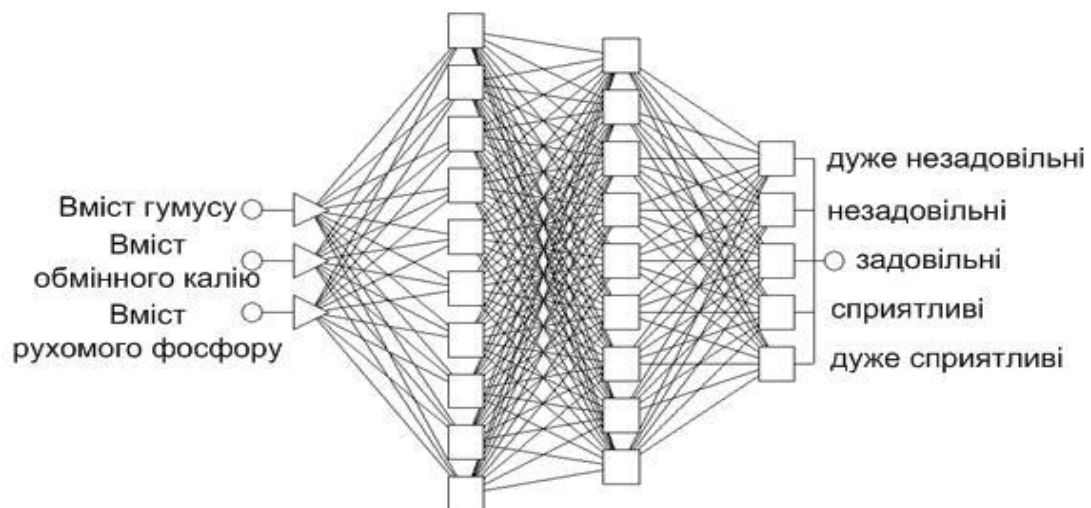


Рис. 5.14. Нейронна мережа класифікації придатності сільськогосподарських земель для вирощування зернових культур

Таблиця 5.3

Статистична характеристика багатошарової нейронної моделі

Показники описової статистики	Класи				
	дуже незадовільні	незадовільні	задовільні	сприятливі	дуже сприятливі
Всього	16	65	72	119	24
Вірно	16	65	72	118	23
Помилково	0	0	0	1	1
Невідомо	0	0	0	0	0
% вірних	100	100	100	99,16	95,83
% помилкових	0	0	0	0,84	4,17
% невідомих	0	0	0	0	0

Алгоритм просторового районування придатності ґрунтів Херсонської області для вирощування зернових культур з використанням геостатистичних методів наведений на рисунку 5.15. В результаті реалізації алгоритму вперше створені серії картограм районування придатності сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур в залежності від вмісту поживних речовин. Методом радіально-базисної функції та засобами ГІС-технологій створена картограма районування сільськогосподарських земель області для вирощування зернових культур за вмістом гумусу (рис. 5.16). Територія в якісній градації від задовільних до дуже сприятливих умов вирощування сільськогосподарських культур за вмістом гумусу від 2,6% до 3,5% і більше займає 956 тис.га або 48,5% від загальної площі земель. Найбільшу площу займають землі із задовільним ступенем умов 34,7% (рис. 5.16).

Моделювання неоднорідності просторового розподілу вмісту рухомого фосфору в ґрунтах (рис. 5.16) показало, що близько 89% сільськогосподарських земель області мають задовільні, сприятливі і дуже сприятливі умови для вирощування зернових культур за даним агрохімічним показником.

Найбільш сприятливі ґрунти за вмістом обмінного калію для вирощування сільськогосподарських рослин розташовані в південно-західній та східній частинах області (рис. 5.17).

В центральній частині, вздовж прибережної буферної зони річки Дніпро і південно-західній частині області сільськогосподарські землі віднесені до якісного складу як дуже незадовільні і незадовільні для обробітку зернових культур, що складають близько 40% території Херсонської області. Дуже сприятливі умови мають 23,3% земель (рис. 5.18).

Сумарний агрохімічний потенціал Херсонської області для отримання стабільних урожаїв зернових культур був визначений із використанням інструменту алгебри карт на основі статистично стандартизованих растрових просторових моделей основних агрохімічних показників, які визначені за методикою В.В. Медведєва – вміст гумусу, рухомого фосфору і обмінного калію.

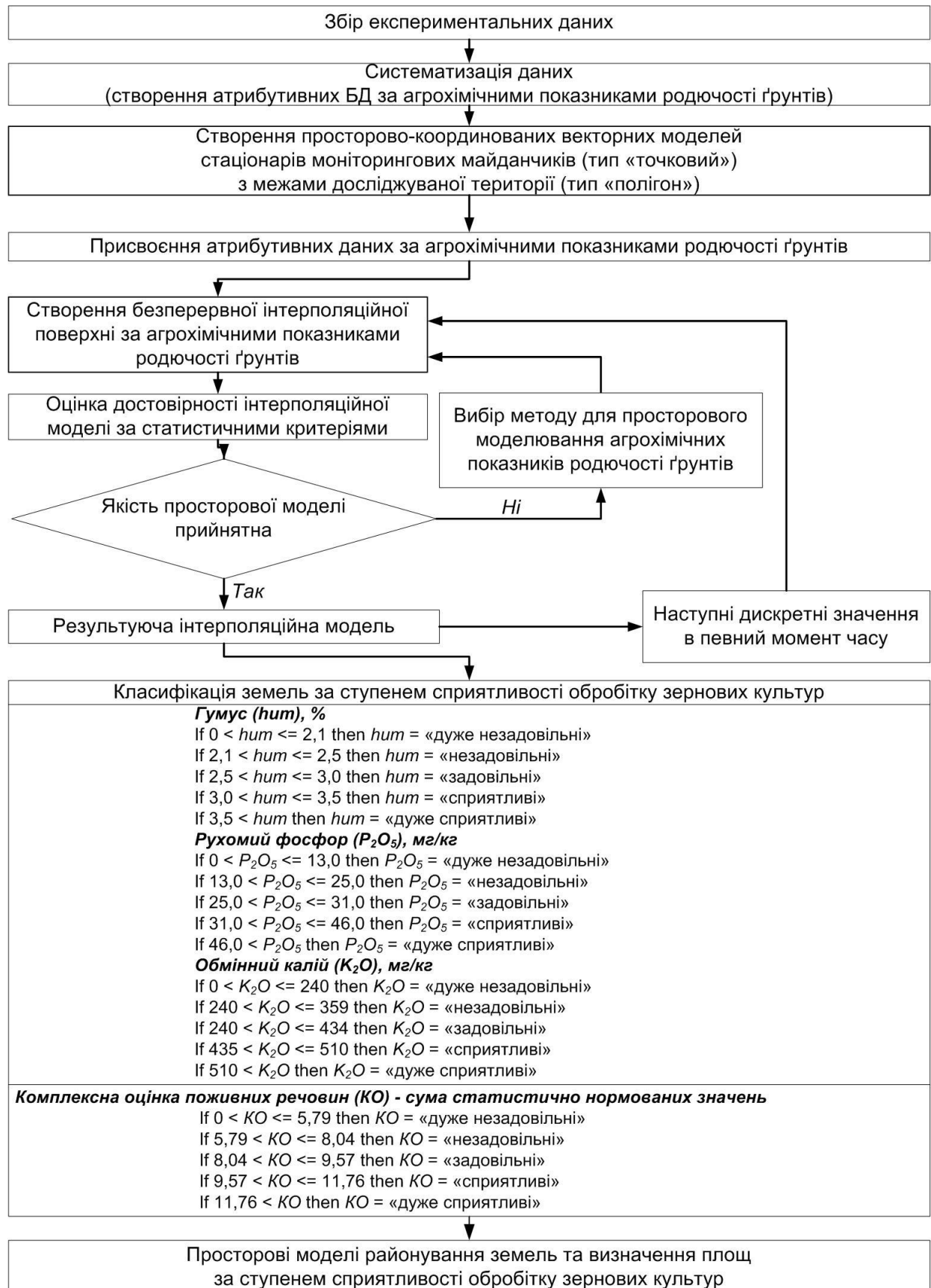
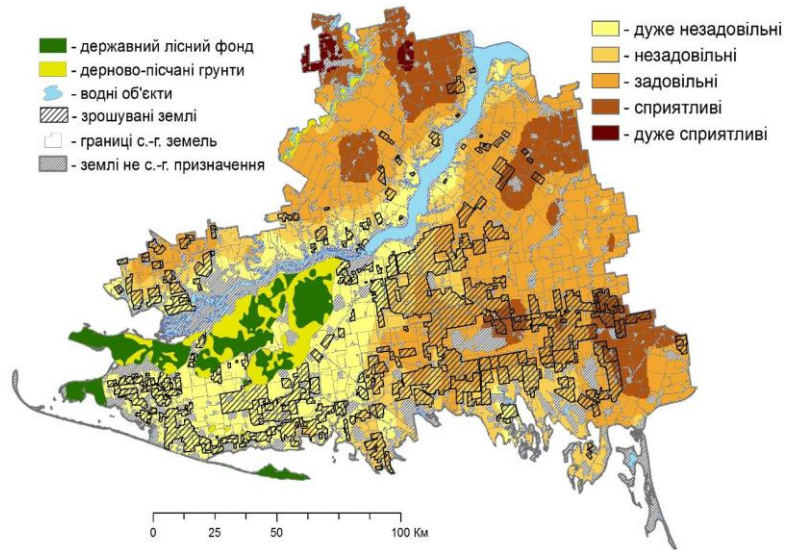


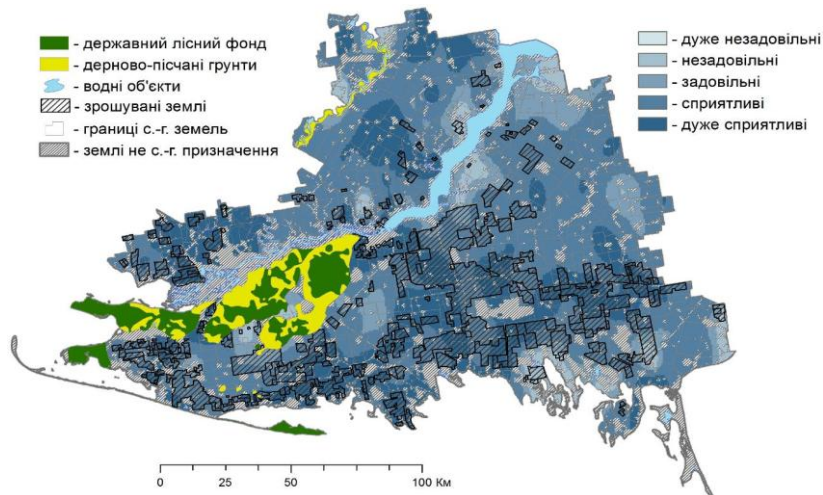
Рис. 5.15. Алгоритм створення просторових моделей районування земель Херсонської області за ступенем сприятливого вирощування зернових культур



Розподіл сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом гумусу

Якісна оцінка / %		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошення	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже незадовільні	<2,1	587,6	29,81	130,0	30,5
незадовільні	2,1-2,5	427,5	21,69	102,6	24,0
задовільні	2,6-3,0	684,3	34,72	160,4	37,6
сприятливі	3,1-3,5	254,7	12,92	33,9	7,9
дуже сприятливі	>3,5	17,0	0,86	–	–
Всього		1971,0	100,0	426,8	100,0

Рис.5.16. Придатність сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом гумусу



Розподіл сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом рухомого фосфору

Якісна оцінка / мг/кг ґрунту		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошення	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже незадовільні	<13,0	–	–	–	–
незадовільні	13,0-25,0	216,8	11,00	9,2	2,1
задовільні	25,1-31,0	1076,6	54,62	25,4	6,0
сприятливі	31,1-46,0	602,3	30,56	316,9	74,3
дуже сприятливі	>46,0	75,3	3,82	75,3	17,6
Всього		1971,0	100,0	426,8	100,0

Рис. 5.17. Придатність сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом рухомого фосфору

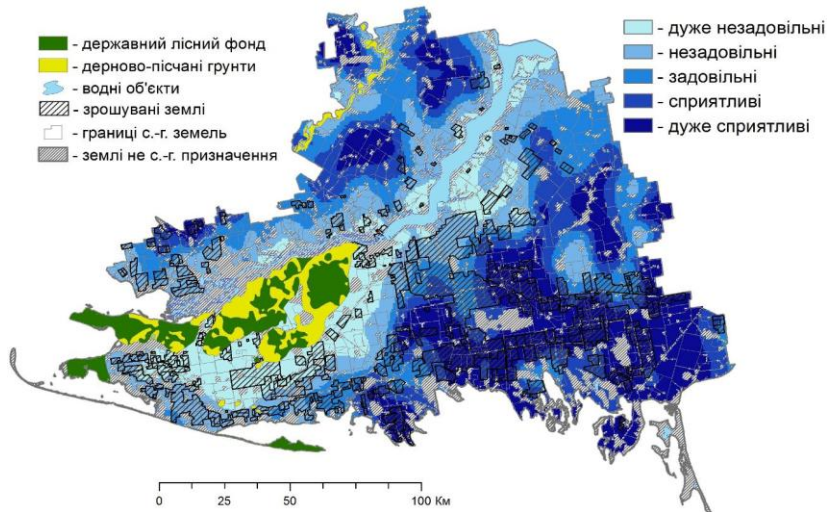


Рис. 5.18 Придатність сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом обмінного калію

Розподіл сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за вмістом обмінного калію

Якісна оцінка мг/кг ґрунту		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошені	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже незадовільні	<240	350,4	17,78	57,5	13
незадовільні	241-359	441,7	22,41	102,3	24
задовільні	360-434	352,6	17,89	73,4	17
сприятливі	435-510	366,6	18,60	62,1	14
дуже сприятливі	>510	459,6	23,32	131,6	30
Всього		1971,0	100,0	426,8	100

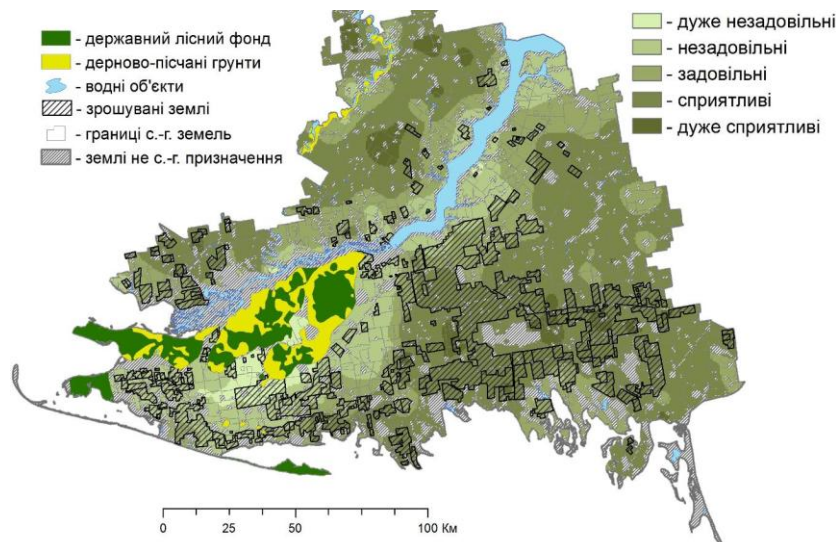


Рис. 5.19. Агрохімічне районування сільськогосподарських земель Херсонської області за придатністю вирощування зернових культур

Розподіл сільськогосподарських земель Херсонської області для вирощування зернових культур за комплексною оцінкою агрохімічного стану

Якісна оцінка мг/кг ґрунту		Розподіл с.-г. земель			
		Усі землі		в т.ч. зрошені	
		тис. га	%	тис. га	%
дуже незадовільні	<5,79	86,9	4,41	12,8	3
незадовільні	5,80-8,04	405,4	20,57	76,5	19
задовільні	8,05-9,57	483,7	24,54	94,6	24
сприятливі	9,58-11,76	927,0	47,03	229,8	54
дуже сприятливі	>11,76	68,0	3,45	13,2	3
Всього		1971,0	100,0	426,8	100

В результаті геомодельовання та класифікації якості ґрунтів Херсонської області здійснено просторовий аналіз розподілу сільськогосподарських земель за комплексною оцінкою вмісту поживних речовин (шар ґрунту 0-40 см) (рис. 5.19).

Визначено, що 75% території сільськогосподарських земель області (рис. 5.19), які розміщені в північно-західній і південно-східній частинах області, мають задовільні, сприятливі і дуже сприятливі агрохімічні умови для вирощування зернових культур, 25% території земель, переважно в південно-західній частині (Голопристанський, Олешківський, Скадовський, Білозерський райони) та прибережна зона річки Дніпро, мають незадовільні (20,6%) і дуже незадовільні (4,4%) агрохімічні властивості ґрунтів для вирощування зернових культур.

На наступному етапі, відповідно до класифікації академіка НААН В.О. Ушкаренка, створено просторову модель та визначені площі формування проектного врожаю зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області залежно від вмісту гумусу. Визначено, що на 56,5% території області проектна врожайність знаходиться в межах 1,83-2,64 т/га; 29,77% в межах 1,35-1,82 т/га і 13,74% – 2,65-3,62 т/га (рис. 5.20, табл. 5.4).

Результати досліджень підтверджують, що сільськогосподарські землі Херсонської області є досить сприятливими для отримання стабільних урожаїв зернових культур.

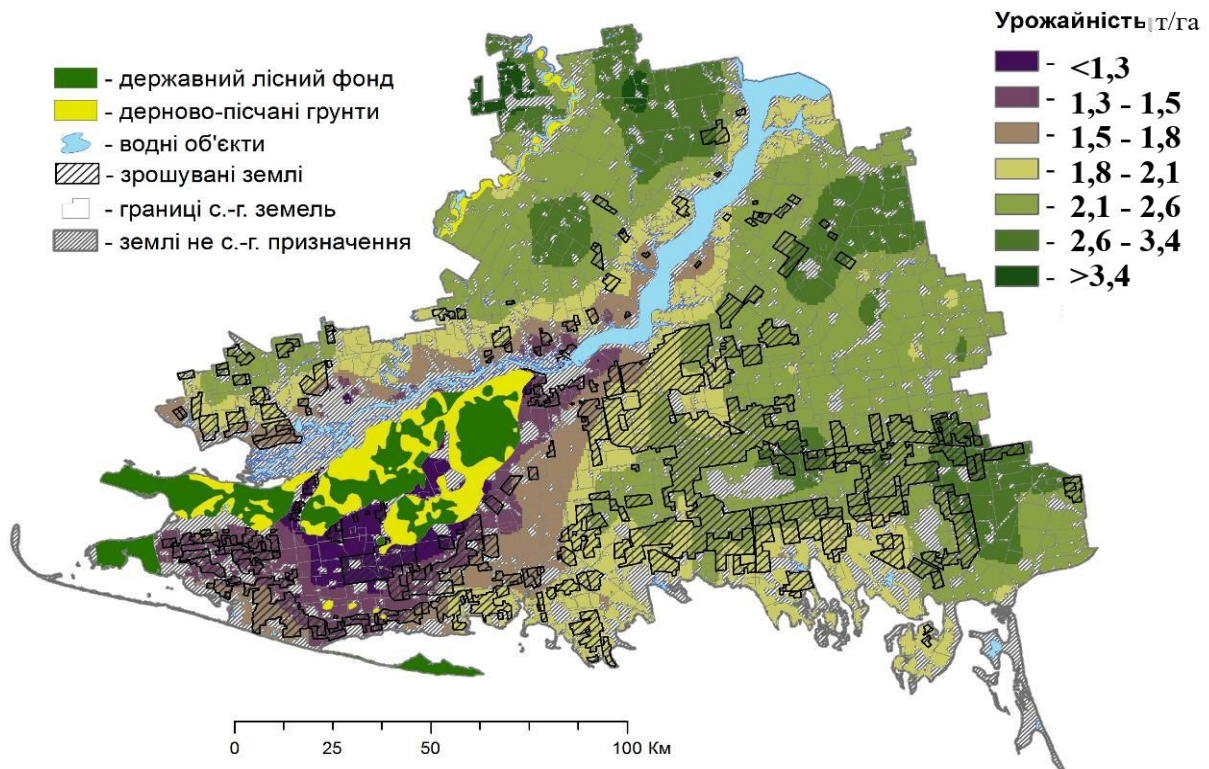


Рис. 5.20. Картограма потенційної врожайності зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області залежно від вмісту гумусу

Таблиця 5.4

Розподіл сільськогосподарських земель Херсонської області за проектною врожайністю зернових культур

Вміст гумусу, %	Урожайність зернових культур, т/га		Розподіл с.-г. земель			
	без зрошення	на зрошені	усі землі		в т.ч. зрошення	
			тис. га	%	тис. га	%
<1,0	<1,3,6	<2,0	181,9	9,23	18,5	4,3
1,1-1,5	1,3-1,5	2,0-2,2	195,7	9,93	49,0	11,5
1,6-2,0	1,5-1,8	2,2-2,7	209,1	10,61	42,7	10,0
2,1-2,5	1,8-2,1	2,7-3,1	427,3	21,68	122,3	28,7
2,6-3,0	2,1-2,6	3,1-3,9	686,3	34,82	160,4	37,6
3,1-3,5	2,6-3,4	3,9-5,2	253,9	12,88	33,9	7,9
>3,5	>3,4	>5,2	17,0	0,86	—	—
Всього			1971,0	100,0	426,8	100,0

Висновки до розділу 5

1. В результаті досліджень одержані системного використання статистичних і геоінформаційних методів аналізу та просторово-часового моделювання неоднорідності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів степової зони (на прикладі Херсонської області) з урахуванням змін клімату.

2. В результаті моделювання визначена загальна закономірність зміни вмісту гумусу в шарі ґрунту 0...40 см за 42 роки – безперервний процес дегуміфікації орних ґрунтів. Інтенсивне застосування зрошення у 1970-1989 рр. призвело до значного зменшення вмісту гумусу: в середньому на 0,36% (з 2,56% до 2,2%). В результаті просторово-графічного аналізу виявлено зменшення варіабельності і висхідну поліноміальну залежність збільшення вмісту гумусу в напрямку із заходу на схід і логарифмічну з півдня на північ.

3. Засобами геостатистичного просторово-часового моделювання встановлено, що за останні 42 роки в шарі ґрунту 0-40 см відбувається безперервний процес поступового виснаження орних ґрунтів на калій. Відсутність регулярного, рівномірного надходження необхідної кількості мінеральних добрив, прояв водної ерозії та дефляції ґрунтів, а також тривале зрошення призвело в період 1970-2012 рр. до зменшення вмісту рухомого калію: в середньому на 18% (з 442,8 мг/кг до 363,8 мг/кг). В результаті просторово-графічного аналізу виявлено зменшення варіабельності і висхідну квадратичну залежність збільшення вмісту калію в напрямку із заходу на схід і зниження з півдня на північ області. Методом автокореляційного аналізу визначено мінімальний і максимальний радіус типовості формування калію, що склали 2,5 ($r = 0,413$) і 12,5 км ($r = 0,170$) відповідно. Інструментами багатовимірної статистики вперше створені просторові функції розподілу і забезпечення калієм ґрунтів Херсонської області (при кореляції 0,46 і 0,96 відповідно). В результаті досліджень визначена лінійна залежність вмісту обмінного калію і фізичної глини для ґрунтів степової зони.

4. Вперше визначена просторово-часова тенденція зміни вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області. Встановлено, що в шарі ґрунту 0 ... 40 см за 42 роки відбулося зменшення фосфору в середньому на 34,17%. Переважна частина території землекористування (56,2%) з високим і дуже високим вмістом рухомого фосфору в ґрунті визначена в буферних зонах зрошуваних земель. Визначено просторову закономірність зменшення вмісту рухомого фосфору в орному шарі в напрямку із південного заходу на північний схід. Методом автокореляційного аналізу визначено мінімальний і максимальний радіус типовості формування рухомого фосфору, що склали 2,5 ($r=0,340$) і 12,5 км($r=0,180$) відповідно. Інструментами багатовимірної статистики вперше створені просторові функції розподілу і забезпечення фосфором ґрунтів Херсонської області (при кореляції 0,38 і 0,99 відповідно).

5. В результаті геомодельовання визначено тенденцію зменшення вмісту нітрифікаційного азоту в шарі 0-40 см за 15 років (1998-2012pp) на 17,0%. Вміст азоту в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного вмісту ($>21,0$ мг/кг), характеризує 47,4% площі сільськогосподарських земель. Найбільшу питому вагу сільськогосподарських земель із середнім – підвищеним вмістом азоту з нітрифікаційною здатністю відзначено в центральній і східній частинах області. Підвищення вмісту нітрифікаційного азоту в орному шарі відбувається в напрямку із північного заходу на південний схід. Методом автокореляційного аналізу визначено мінімальний і максимальний радіус типовості формування азоту, що склали 2,5 ($r=0,095$) і 5,0 км($r=0,044$) відповідно. Інструментами багатовимірної статистики вперше створені просторові функції розподілу і забезпечення нітрифікаційним азотом ґрунтів Херсонської області (при кореляції 0,43 і 0,99 відповідно).

6. Вперше створена штучна нейронна мережа архітектури багатошаровий процетрон для класифікації придатності сільськогосподарських земель Херсонської області за вмістом поживних речовин для вирощування зернових культур, достовірність якої склала – 99%.

7. Вперше за методикою академіка НААН В.В. Медведєва інструментами геостатистичного моделювання визначено сумарний агрохімічний потенціал області для отримання стабільних рівнів урожаїв зернових культур. Встановлено, що 75% території сільськогосподарських земель, які розміщені в північно-західній і південно східній частинах області, мають задовільні, сприятливі і дуже агрохімічні умови для вирощування зернових культур, 25% території земель, переважно в південно-західній частині та прибережна зона річки Дніпро, мають незадовільні (20,6%) і дуже незадовільні (4,4%) агрохімічні властивості ґрунтів для вирощування зернових культур.

8. На основі методики академіка НААН В.О. Ушкаренка визначена потенційна врожайність зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області. В результаті просторового моделювання встановлено, що на 56,5% земель області потенційна врожайність знаходиться в межах 1,83-2,64 т/га; 29,77% в межах 1,35-1,82 т/га і 13,74% – 2,65-3,62 т/га. Результати досліджень підтверджують, що за агрохімічними властивостями сільськогосподарські землі Херсонської області є досить сприятливими для обробітку та отримання стабільних врожаїв зернових культур.

9. Представлені підходи, методи і результати просторово-часового моделювання дають можливість комплексно підійти до питання детального вивчення неоднорідності формування агрохімічного стану та ефективності використання сільськогосподарських земель з метою подальших розробок і впровадження науково-обґрунтованих меліоративних заходів та проектних рішень підвищення ефективності природокористування в степовій зоні .

10. Отриманий результат визначає територіальні пріоритети регіональної політики, дозволяє застосовувати диференційовану ефективність ґрунтозахисного блоку систем землеробства, а розроблена методика забезпечує достатній ступенів універсальності для її впровадження в регіоні Сухого Степу.

Результати дослідження опубліковані в працях [24,26, 112, 124,140]

РОЗДІЛ 6

ВИЗНАЧЕННЯ БАЛУ БОНІТЕТУ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СПРЯМОВАНOSTІ ГРУНТОТВОРНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

6.1. Грунтово-кліматичне бонітування потенціалу сільськогосподарських земель Херсонської області

Деградація і порушення сільськогосподарських земель відображається, перш за все, на родючості і продуктивності ґрунтів. Необхідність урахування цього чинника при визначенні потенціалу земельних ділянок сільськогосподарського призначення обумовлена тим, що від їх якості залежить врожайність вирощуваних культур, в цілому, ефективність галузі рослинництва.

Наприкінці ХХ століття антропогенне навантаження на природне середовище перевищило потенціал його стійкого розвитку, виникла глобальна екологічна криза. Для її подолання необхідно впроваджувати територіальний менеджмент, який, у свою чергу, складається з комплексної оцінки території (нормативна грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення) та плану заходів, спрямованих на відновлення природного балансу.

Нормативна грошова оцінка земель використовується для визначення розміру земельного податку, державного мита при обміні, спадкуванні та даруванні земельних ділянок згідно із законом, орендної плати за земельні ділянки державної та комунальної власності, втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва, а також під час розроблення показників та механізмів економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель.

Інформаційною базою для нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення є матеріали Державного земельного

кадастру (кількісна і якісна характеристика земель, бонітування ґрунтів, економічна оцінка земель), матеріали внутрігосподарського землевпорядкування, та земель населених пунктів - їх генеральні плани та проекти планування і забудови населених пунктів, матеріали економічної оцінки території, матеріали інвентаризації земель населених пунктів, проекти забудови та розподілу території населених пунктів, місцеві правила забудови.

Однією з найважливіших складових нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення є бонітування ґрунтів, тому що воно відіграє важливу роль в організаційних роботах щодо раціонального використання земель сільськогосподарського призначення.

Бонітування ґрунтів – порівняльна оцінка якості ґрунтів, їх потенційної родючості та ефективності виробництва. Бонітування кількісно виражає властивості ґрунту, які необхідні для росту і розвитку рослин. Воно є бальною величиною, яка приймає значення від 0 для гірших за властивостями ґрунтів до 100 для кращих ґрунтів і вимірюється в балах бонітету. У практиці бонітування прийнято вибирати такі оціночні характеристики, які корелюють з урожайністю сільськогосподарських культур: вміст гумусу, потужність гумусового горизонту, механічний склад ґрунту, сума поглинених основ, кислотно-лужний баланс, вміст рухомого фосфору, вологозабезпеченість тощо.

Результати бонітування використовують при організації та плануванні сільськогосподарської діяльності щоб максимально ефективно використати потенціал ґрунту та зменшити антропогенне навантаження на нього. Ґрунт – це складна система, що ієрархічно є підсистемою (елементом) ландшафту і розвивається за рахунок взаємодії з іншими його елементами. При цьому обов'язковим є урахування усіх причинно-наслідкових зв'язків, зокрема впливу рельєфу не як сукупності окремих показників, а як загальної інтегральної функції, що значною мірою обумовлює розвиток ґрунту. По відношенню до ґрунтознавства А. Джеррард назвав такий підхід «інтеграцією геоморфології і ґрунтознавства» [56].

Бонітування ґрунтів є логічним продовженням комплексних обстежень

земель і передує їх економічній оцінці. Основна мета бонітування полягає у визначенні відносної якості ґрунтів за їх родючістю, тобто встановлення у скільки разів один ґрунт кращий або гірший за інший за своїми природними і стійко набутими властивостями [71].

Основними факторами, що визначають вартість і потенціал земельної ділянки сільськогосподарського призначення, є клімат і ґрунтова родючість, яка в більшій мірі визначається їх агрохімічними властивостями. З цією метою у сучасних ринкових та соціально-економічних умовах для підвищення ефективності ведення сільськогосподарської діяльності та здійснення об'єктивної оцінки земель, необхідним є створення просторово-координованих тематичних карт ґрунтово-кліматичного бонітету ґрунтів з метою оцінки продуктивності сільськогосподарських земель і аналізу просторово-часової трансформації угідь для обґрунтування раціональних заходів щодо проведення меліоративних та культуртехнічних заходів в кожному районі та в цілому в області.

Для досліджень ґрунтово-кліматичного потенціалу сільськогосподарських земель Херсонської області він визначений в залежності від кліматичних умов, цінності агровиробничих груп та еколого-агрохімічним станом ґрунтів. Геомодельовання здійснено на основі геонфомаційних інструментів, картографічної алгебри і методики бонітування ґрунтів за І.І. Кармановим [73].

Процес моделювання із застосуванням інструментів ГІС-технологій поєднує в собі нові методи (зважених відстаней, глобального і локального поліномів, радіально базисної функції, крігінг, кокрігінг), які дають змогу аналізувати та прогнозувати просторовий розподіл будь-яких досліджуваних показників та їх візуалізації за допомогою картографічного методу.

І.І. Карманов розглядає бонітування як якісну оцінку родючості ґрунтів для районування та вирощування сільськогосподарських культур. Критеріями оцінки родючості ґрунтів обрані фактори, що корелюють з урожайністю. Ці фактори автор об'єднує в три основні групи: природні, економічні та науково-

організаційні.

Кількісна оцінка природних факторів здійснюється методом бонітування ґрунтів і клімату. Бонітування проводиться з урахуванням загальних зв'язків між ґрунтово-кліматичними умовами і врожайністю сільськогосподарських культур при різних умовах інтенсивності землеробства.

Дану методику пропонується застосовувати для створення єдиних, співставних для всіх земель сільськогосподарського призначення території країни, окремих областей шкал оцінки родючості ґрунтів. Для складання шкал бонітету при відносно високому рівні інтенсивності землеробства (десята – дванадцята п'ятирічки) були розроблені формули, що складаються з ґрунтово-кліматичних показників. Суть бонітування по І.І. Карманову полягає у визначенні сільськогосподарської продуктивності клімату для конкретної культури на конкретному типі ґрунтів.

Бонітет клімату визначається наступним чином:

$$B_{кл} = \frac{\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} \times K3}{KK + 100} \quad (6.1)$$

де, $\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ}$ – середньорічна сума температури вище 10°C ;

$K3$ – середньорічний коефіцієнт зволоження за М.М. Івановим;

KK – коефіцієнт континентальності за М.М. Івановим.

Біокліматичний потенціал сільськогосподарського виробництва в Херсонській області в значній мірі пов'язана не тільки з сонячною радіацією, але і з біохімічною акумуляцією і міграцією речовин в ґрунті, які особливо проявляються в безморозний періоду із температурою повітря вище 10°C . Сума середньорічної суми активних температури вище 10°C за останні 27 років (1990-2016 рр.) збільшується із півдня на північ Херсонської області від 2970°C до 3630°C (рис. 6.2). Коефіцієнт зволоження ($K3$), який розрахований за методикою М.М. Іванова, характеризує відношення річної кількості опадів до річної величини випаровуваності для відповідного ландшафту, є показником співвідношення тепла і вологи та виділяє зони забезпечення рослин вологою [4].

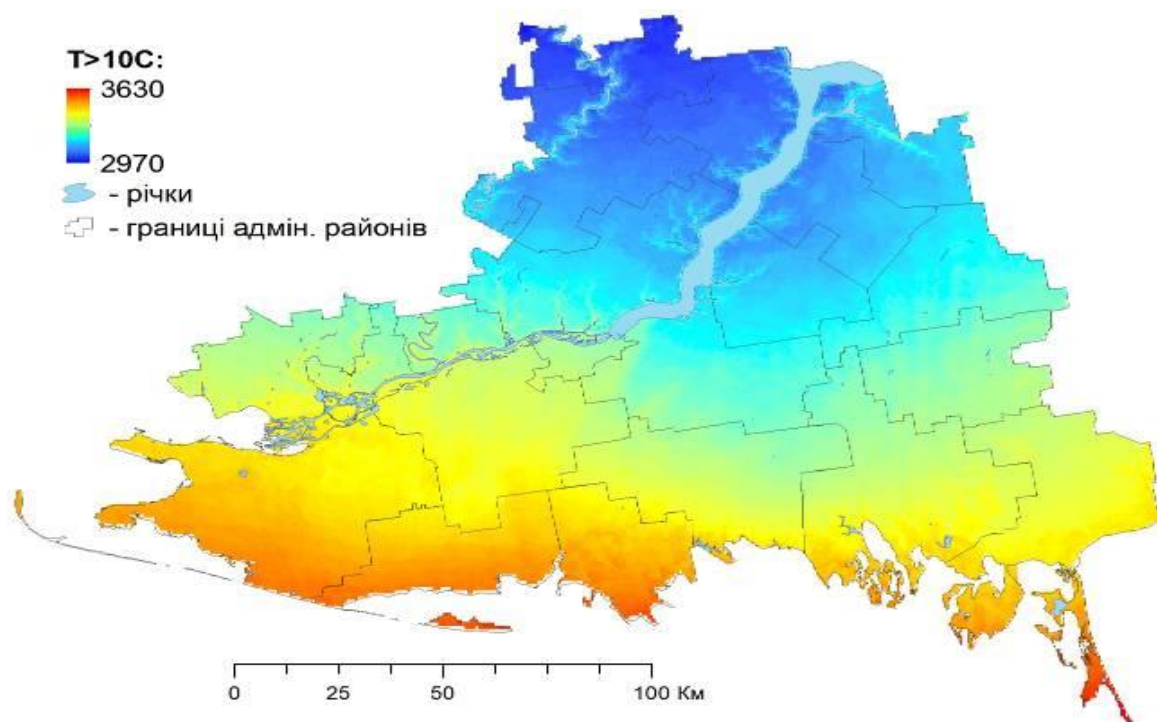


Рис. 6.2. Просторовий розподіл суми середньорічної суми активних температур вище 10°C на території Херсонської області за 1990-2016 рр.

Вологозабезпечення за умов однорідного рельєфу пов'язане з неоднаковою витратою вологи на випарування зі схилів різної величини та експозиції, а також перерозподілом літніх і зимових опадів. Взимку в понижених елементах рельєфу нагромаджується сніг унаслідок здування його з підвищених місць.

На південних схилах завдяки більшій інсоляції танення снігу навесні відбувається більш інтенсивно, внаслідок чого істотно збільшується стікання. На південних схилах поглинається 30-80% талої води, в той час як на північних -70-100%. Поглинання ґрунтом зимових опадів більше залежить від осіннього насичення його вологою.

У кількісному виразі перерозподіл опадів восени в зонах надлишкового і достатнього зволоження складає 25-30% на південних схилах, 30-40% на північних і до 100% у підніжжі. В малопосушливих умовах перерозподіл опадів навесні становить 15-25% на південних схилах і 25-30% на північних.

Оскільки перерозподіл вологи по рельєфу обумовлений, в першу чергу, поверхневим стіканням і з ним пов'язаний розвиток водної ерозії, оцінка

стікання залежно від різних умов має надзвичайно важливе значення. На території Херсонської області значення КЗ забезпечена в північному напрямку від 0,35 до 0,42 (рис. 6.3) і відноситься до зон з дуже посушливими та посушливими кліматичними умовами.

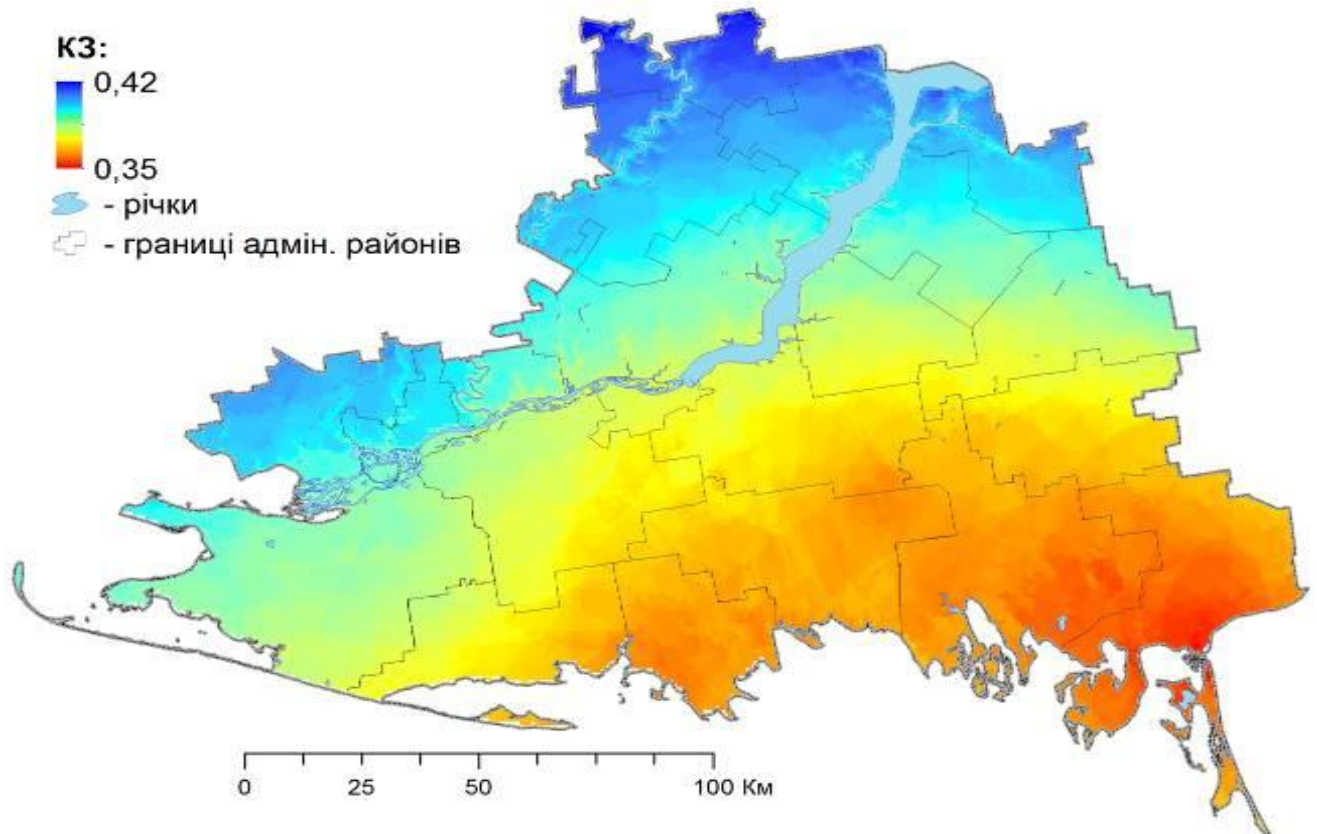


Рис. 6.3 .Просторовий розподіл коефіцієнту зволоження (КЗ) на території Херсонської області за методикою М.М. Іванова

Зворотній процес спостерігається для показника континентальності клімату (КК), який при високих значеннях характеризується високою амплітудою температури повітря, малою сумою опадів і слабкими вітрами. На території області значення КК варіює в межах 151-166 (рис. 6.4).

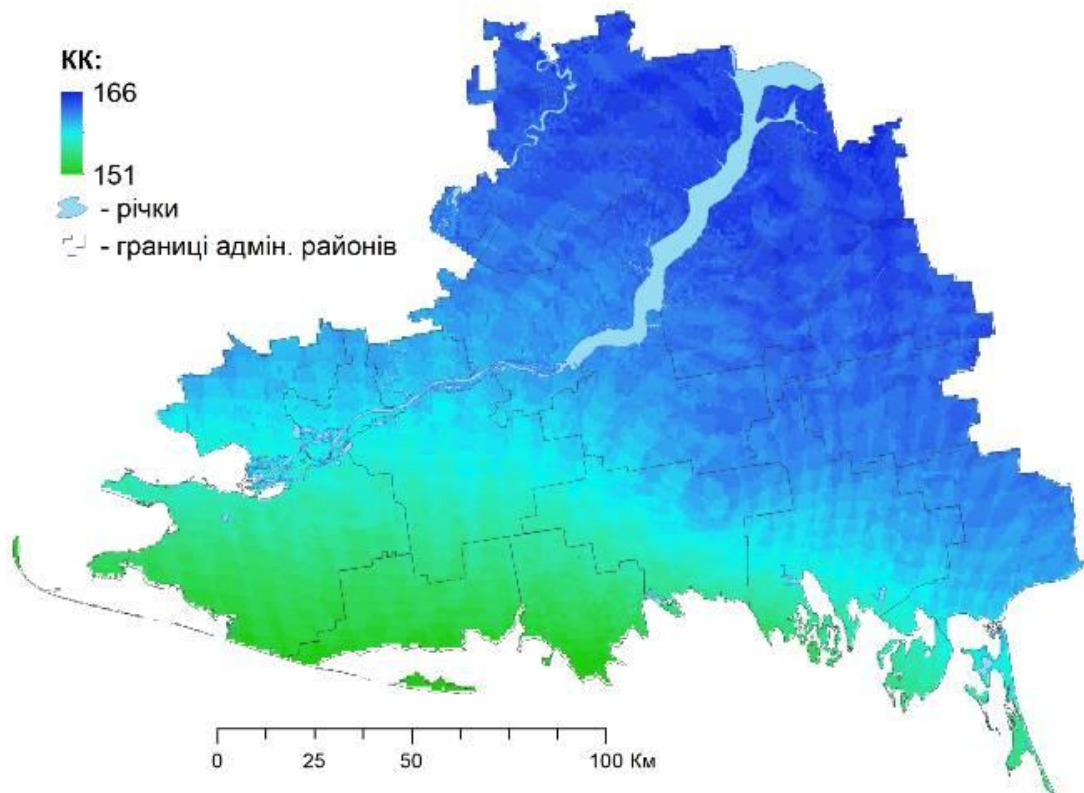


Рис. 6.4 . Континентальність клімату території Херсонської області

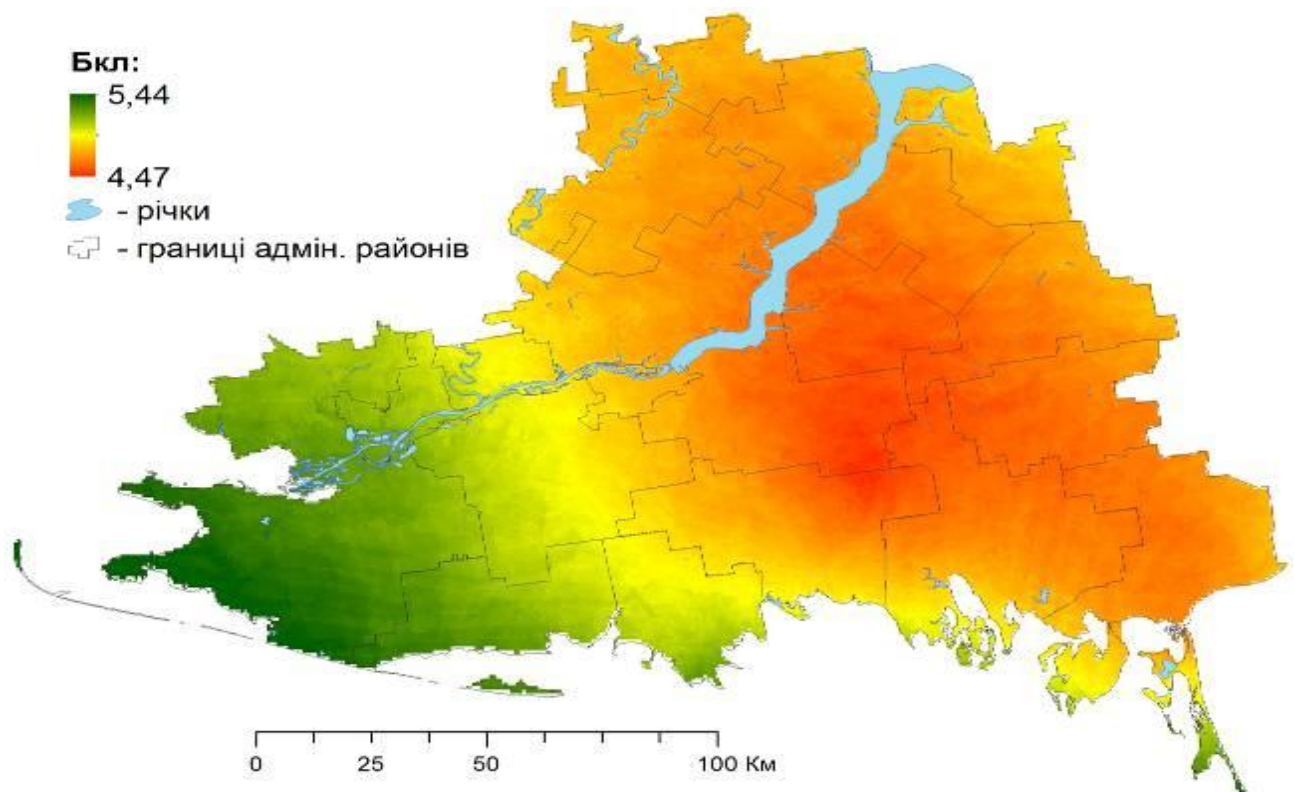


Рис. 6.5. Бонітет кліматичного потенціалу (Бкл) території Херсонської області (за методом Карманова І.І.)

При використанні растрового калькулятора була створена растрова модель бонітету кліматичного потенціалу клімату (рис. 6.5). Отримана просторова модель являється однією із важливих складових ґрунтово-кліматичного бонітування території. До балу $B_{KЛ}$ вводяться додаткові множники залежно від типу ґрунту (V) і виду сільськогосподарської культури. Аналіз зв'язків між ґрунтово-кліматичними умовами і врожайністю був проведений для широко поширених сільськогосподарських культур: зернових, цукрових буряків, соняшнику, багаторічних і однорічних трав.

В наших дослідженнях здійснено розрахунок балів бонітету із врахувань додаткових складових агрохімічних властивостей ґрунтів (гумус, нітрифікаційний азот, обмінний калій, рухомий фосфор) для вирощування групи зернових культур, які займають найбільшу площу сільськогосподарських угідь в області, розрахунок проведено із використання ґрунтово-кліматичної формули:

$$B = 8,2 \times V \times K_k \times \frac{\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} \times K_3}{KK + 70} \quad (6.2)$$

де, V – растр вагових коефіцієнтів агрогруп за методом Карманова І.І.; K_k – растр комплексного коефіцієнту агрохімічних властивостей ґрунту; $\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ}$ – растр суми середньорічної суми активних температури $\geq 10^{\circ}\text{C}$; K_3 – растр коефіцієнта зволоження за М.М. Івановим; KK – растр коефіцієнту континентальності.

Для цього на першому етапі була створена векторна модель розподілу основних агрогруп на території сільськогосподарських земель Херсонської області (рис. 6.6). За методикою Карманова І.І. кожній агрогрупі уточнений і присвоєний ваговий коефіцієнт сільськогосподарської цінності ґрунтів, які наведені в табл. 6.1. Коефіцієнт для окремих агрогруп варіює від 0,58 (в границях дерново-пісчаних) до 0,96 (чорноземи звичайні). Отриманий растр розподілу коефіцієнтів забезпечує можливість уточнити бал бонітету різновиду ґрунтів по відношенню до продуктивності вирощування сільськогосподарських культур (рис. 6.7).

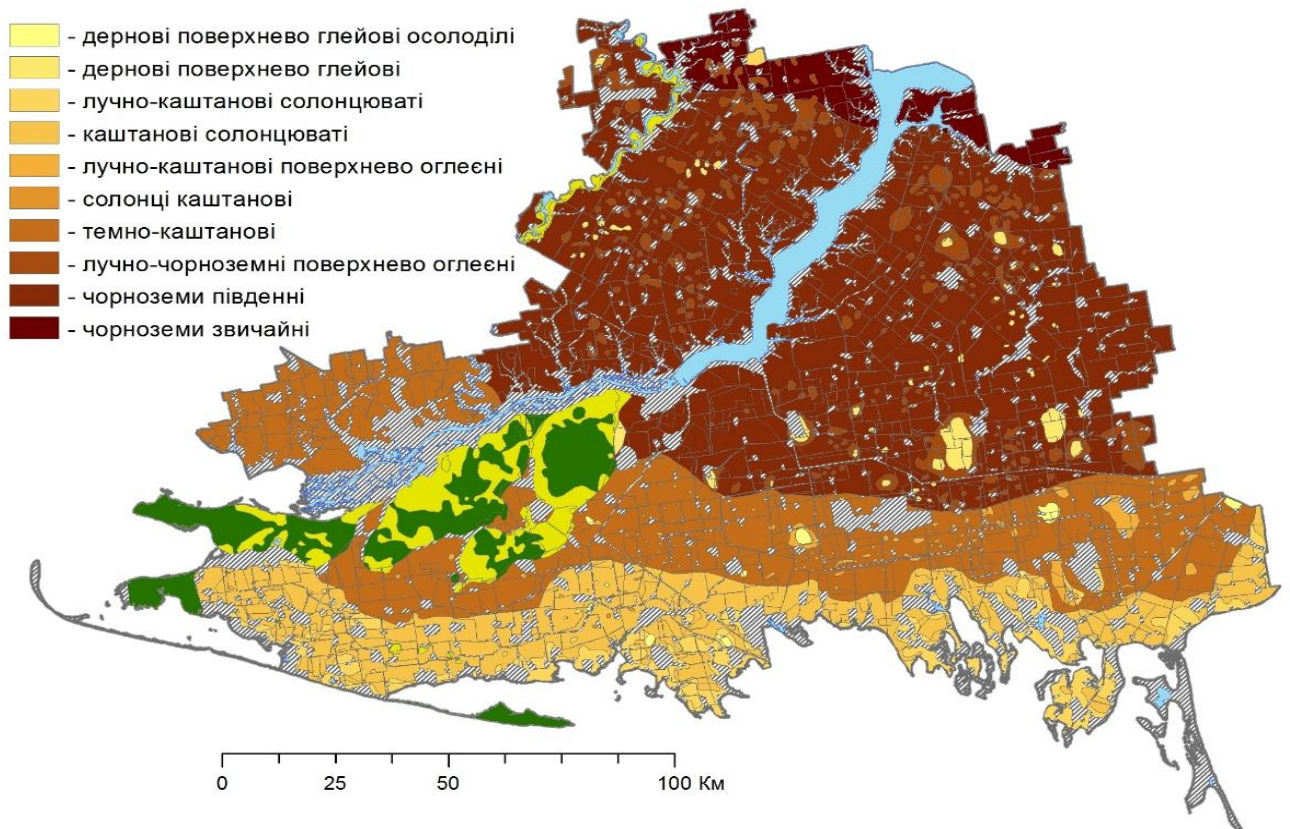


Рис. 6.6. Основні типи ґрунтів Херсонської області

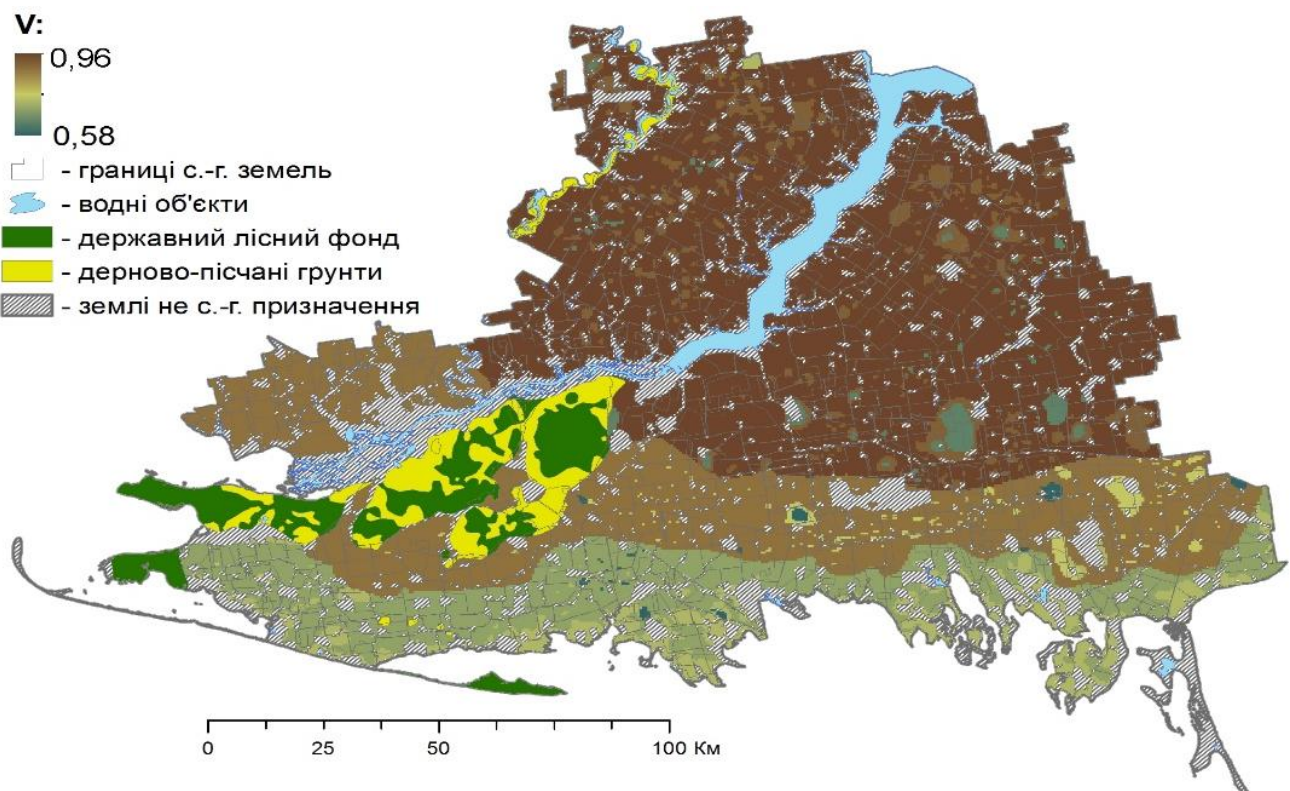


Рис. 6.7. Картограма розрахункових величин сумарного показнику властивостей ґрунтів (V) Херсонської області

Таблиця 6.1

Розрахункові величини сумарного показника властивостей ґрунтів (V)

Ґрунти	V	Ґрунти	V
Чорноземи:		Лучно – чорноземні:	
-опідзолені	0,92	Степова зона	0,96
-вилуговані	0,96	Тено-каштанові	0,86
-типові	1,0	Каштанові	0,81
-звичайні	0,96	Світло – каштанові	0,78
-південні	0,92	Лучно – каштанові	0,90

Для кожного агрохімічного показника (гумус, нітрифікаційний азот, обмінний калій і рухомий фосфор) також було проведено перетворення їх натуральних значень у коефіцієнти, для цього растр окремих показників був поділений на максимальне або еталонне його значення.

Далі була створена растрова модель розподілу комплексного коефіцієнту (K_K) потенціалу земель для сільськогосподарського виробництва за агрохімічними властивостями ґрунтів. Для цього була використана формула:

$$K_K = \frac{K_H + K_N + K_P + K_K}{4} \dots\dots\dots(6.3)$$

де, K_H – растр поправочного коефіцієнта (гумус); K_N – растр поправочного коефіцієнта (нітрифікаційний азот); K_P – растр поправочного коефіцієнта (рухомий фосфор); K_K – растр поправочного коефіцієнта (обмінний калій).

В результаті розрахунків із використанням алгебри карт (растрового калькулятора) програмного продукту ArcGis визначено, що значення K_K варіює від 0,14 до 0,86 (рис. 6.8). Найбільш продуктивними за всіма показниками є сільськогосподарські землі, що розташовані на чорноземах звичайних в північній частині області і на чорноземах південних центрально-східної і західної її частин. Найменш продуктивними сільськогосподарськими землями для вирощування сільськогосподарських культур є землі, що розташовані в

південно-західній частині області.

Розподіл площ за різним значенням K_k агрохімічних властивостей ґрунтів сільськогосподарських земель області представлено в таблиці 6.2.

Встановлено, що найбільший відсоток ґрунтів мають значення K_k від 0,51 до 0,60 – 34,5%, а ґрунти із значенням K_k більше 0,50 займають близько 74% сільськогосподарських земель області.

В результаті ГІС-моделювання із використанням ґрунтово-кліматичної формули та Raster Calculator of ArcGIS 10.1 здійснений розрахунок балів бонітету для вирощування зернових культур на території Херсонської області (рис. 6.9).

Розподіл площ із різним значенням балу бонітету ґрунтів для вирощування зернових культур за умов зрошуваної культури землеробства представлено в таблиці 6.3.

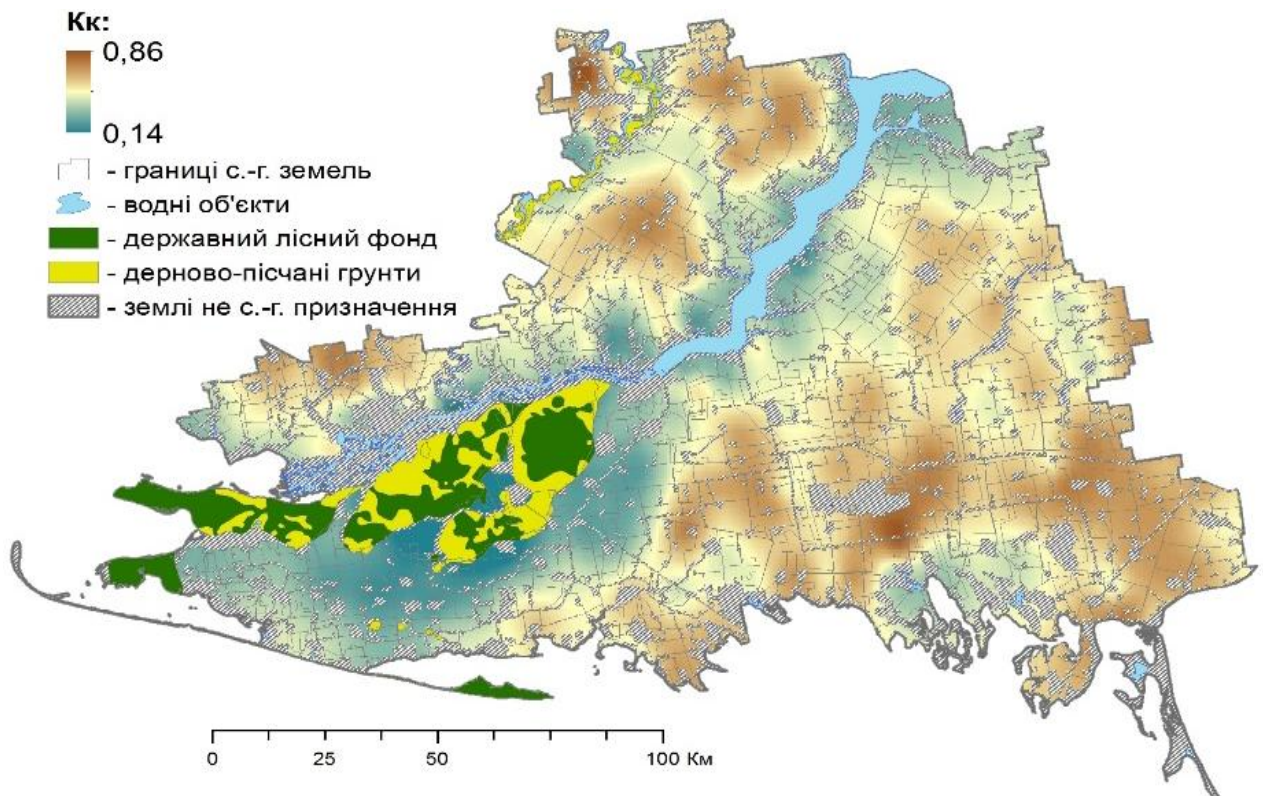


Рис. 6.8. Інтегральний растр розподілу значень комплексного коефіцієнта (K_k) за агрохімічними властивостями ґрунтів Херсонської області

Розподіл земель сільськогосподарського призначення за комплексним коефіцієнтом агрохімічних властивостей ґрунтів

Бонітет, бал	Розподіл сільськогосподарських земель	
	тис. га	%
<0,20	8,8	0,4
0,20-0,30	27,6	1,4
0,31-0,40	180,3	9,1
0,41-0,50	299,6	15,2
0,51-0,60	679,7	34,5
0,61-0,70	571,9	29,0
0,71-0,80	196,5	10,0
>0,80	6,5	0,3
Всього	1971,0	100

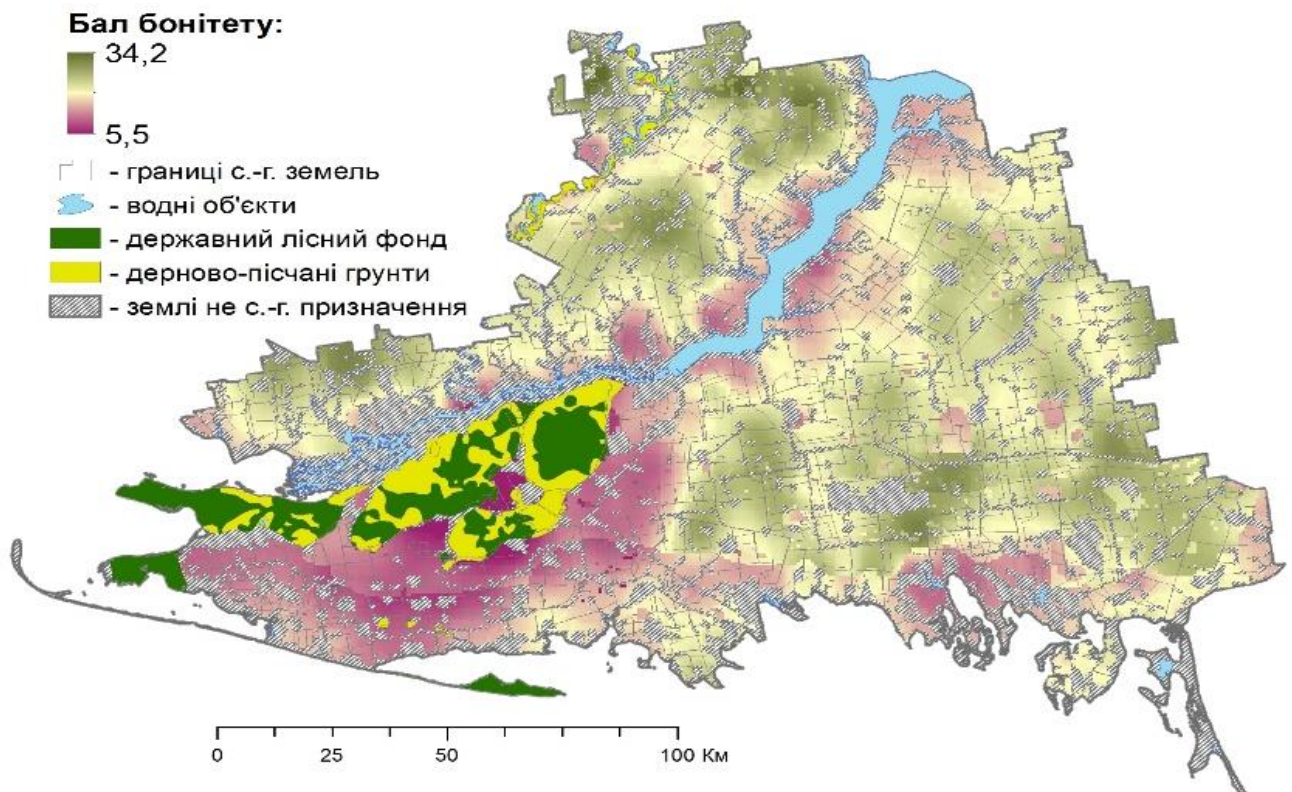


Рис. 6.9. Ґрунтово-кліматичний бонітет сільськогосподарських земель для вирощування зернових культур на території Херсонської області

Таблиця 6.3

**Розподіл земель сільськогосподарського призначення за балом бонітету
для вирощування зернових культур**

Бонітет, бал	Розподіл с.-г. земель	
	тис. га	%
< 10,0	29,8	1,5
10,0-15,0	207,7	10,5
15,1-20,0	441,6	22,4
20,1-25,0	894,0	45,4
25,1-30,0	380,9	19,3
> 30,0	16,9	0,9
Всього	1971,0	100

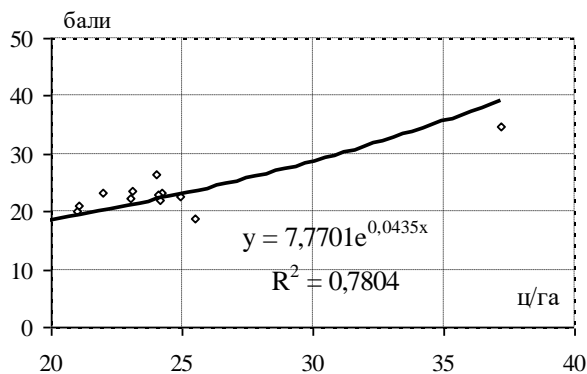
Бал ґрунтово-кліматичного потенціалу для вирощування зернових культур на сільськогосподарських землях знаходиться в межах 5,5-34,2 бали. Найвищий потенціал мають землі області, що розташовані в центральній, центральньо-східній та північно-західній її частинах в зоні чорноземів південних та типових із балом бонітету 20,1-34,2 балів і займають близько 66% території земель сільськогосподарського призначення. Найнижчий ґрунтово-кліматичний потенціал має південна та південно-східна частини області (менше 20 балів) близько, це 34% земель сільськогосподарського призначення.

За допомогою представленого підходу можна розрахувати бали бонітету для будь-якого ґрунтового різновиду, їх агрохімічних властивостей, кліматичних умов та площі території по відношенню до різних сільськогосподарських культур. При цьому отримані бали будуть єдиними і порівнянними для всієї основної сільськогосподарської території України (регіону, області, району тощо) та і забезпечать можливість визначити потенціал агровиробництва. Це також забезпечить можливість обґрунтування зональної системи землеробства (ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту, режими зрошення та ін.) з метою підвищення урожайності та зменшення рівня деградації ґрунтів на зрошуваних територіях.

Дослідженнями визначена залежність балу бонітету земель за ґрунтово – кліматичним потенціалом (за Кармановим І.І.) від урожайності зернових культур. Визначена кореляційна залежність формування урожайності зернових культур на від балу бонітету на зрошуваних ($r=0,81$) та незрошуваних землях ($r=0,88$). Чим вище бал бонітету ґрунту, тим вище урожайність зернових культур (рис. 6.10).

На базі оцінки потенціалу земель за ґрунтово – кліматичним бонітуванням розроблено адаптовані моделі землекористування, як єдиної системи інформаційного забезпечення підтримки управлінських рішень. Запропоновані агротехнічні та меліоративні заходи, які спрямовані на ефективне використання земель сільськогосподарського призначення, у т.ч. зрошуваних, запобігання розвитку деградаційних процесів, охорону та відтворення родючості ґрунту (рис. 6.11).

а) не поливні землі



б) зрошувані землі

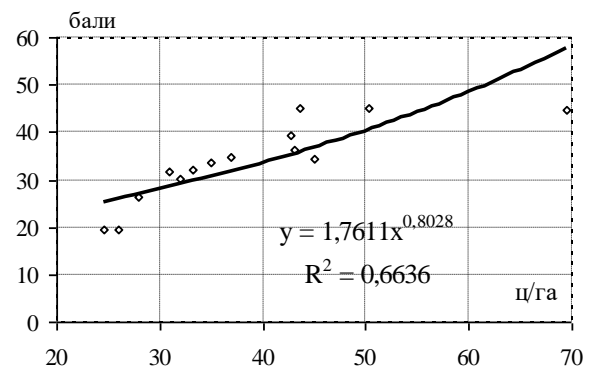


Рис. 6.10. Залежність балу бонітету земель за ґрунтово – кліматичним потенціалом від урожайності зернових культур.

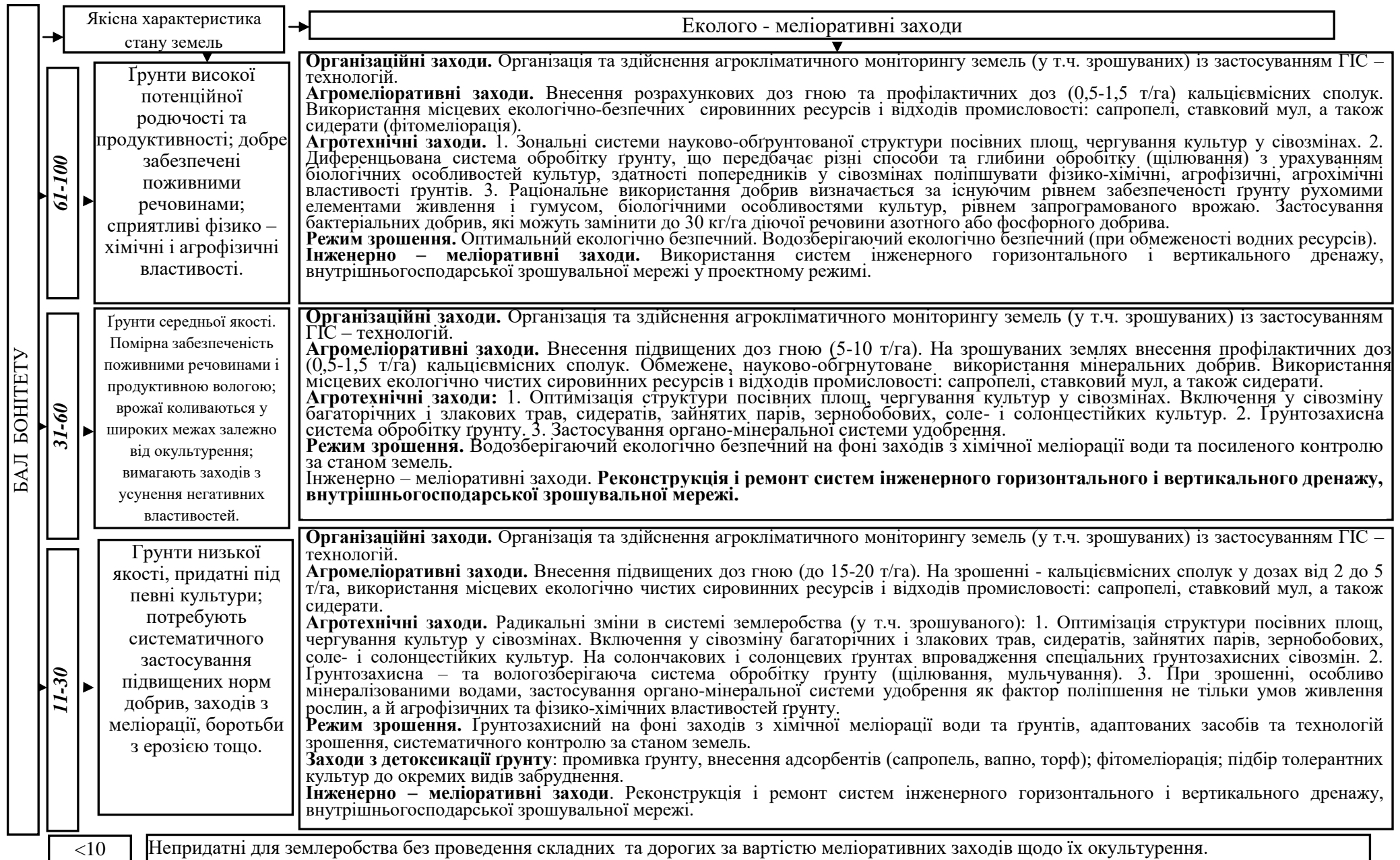


Рис. 6.11. Система управління землями сільськогосподарського призначення в сухостеповій зоні з урахуванням оцінки ґрунтів

6.2. Енергетична оцінка і прогноз кліматично-антропогенної спрямованості ґрунтотворного процесу в умовах зрошення

Степові та сухостепові ґрунти і ландшафти сформувалися в умовах достатньої кількості тепла і недостатньої вологи. За узагальненими даними метеорологічних рядів за останні 117 років (1900-2016 рр.), річна норма суми атмосферних опадів складала 400 мм, температури повітря – 9,8 °С. Від початку вегетації зернових культур до їх збору в причорноморській смузі (з темно-каштановими ґрунтами) ймовірність посухи становить 40%, в чорноземних підзонах степу - 30%; ймовірність років з інтенсивними і дуже інтенсивними суховіями – 40-90%.

Ґрунтовий покрив агроландшафтів різноманітний: чорноземи звичайні і південні, темно-каштанові ґрунти в комплексі із ґрунтами солонцевого типу. Запаси поживних речовин і їх доступність рослинам, а також резерви продуктивної вологи в значній мір обумовлені природно-кліматичними умовами агроландшафтів (особливостями рельєфу, гідрогеології, ґрунтово-кліматичними ресурсами) [196]. Висока розораність степових і сухостепових ландшафтів (65-75%) [137], значне поширення зрошення, характер вітрового режиму і випадання опадів багато в чому визначають активний розвиток дефляції і водної ерозії ґрунтів, що призводить до погіршення їх агрофізичного і агрохімічного стану, а в зоні зрошення склався комплекс гідромеліоративних проблем і намітилися нові тренди ґрунтотворних процесів.

Актуальність розробки нових підходів до комплексної оцінки ґрунтотворного потенціалу клімату, що має прогностичний потенціал, обумовлена необхідністю врахування антропогенного внеску при зрошувальних меліораціях земель в степовій зоні [195]. Феномен природно-антропогенного ґрунтотворного процесу на зрошуваних землях полягає в його прискорених і незворотних проявах, тоді як результати агрогенно обумовленої еволюції ґрунтів в староосвоєних регіонах незрошеного землеробства діагностуються після сотень років [189].

Тому, важливим завданням дослідження була оцінка динаміки і прогнозування спрямованості ґрунтоутворення на території Херсонської області для визначення антропогенних та кліматичних обумовлених змін гумусового профілю ґрунтів на зрошуваних і незрошуваних землях. Це дасть можливість науково обґрунтувати зональні особливості коригування зрошувальних норм для отримання стабільних урожаїв в умовах зміни клімату.

В дослідженні використана методологія біоенергетичного підходу [44], що дозволяє моделювати сценарії кліматичних впливів (через тепло- і вологозабезпеченість), які виражені в енергетичних еквівалентах на просторово-часові тренди розвитку ґрунтів. Раніше в розвиток цього підходу удосконалено методику розрахунку енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q) в залежності від кліматичних факторів [89] і запропонована [188] модель залежності потужності гумусового горизонту від Q і вмісту гранулометричної фракції фізичної глини в ґрунтоутворних породах. Розрахунок величин радіаційного балансу, енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q , МД / m^2), граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів (H_{lim} , мм) в залежності від Q і вмісту фізичної глини в ґрунтоутворних породах ($PC, \% < 0,01$ мм) проводили за методиками, запропонованими і використаними в роботах [89-139]. Використовували дані температури повітря ($T^{\circ}C$) і суми опадів (P , мм) за вегетаційний період восьми метеостанцій Херсонської області. Оціночний період визначено тривалістю зрошуваного землеробства (1966-2014 рр.).

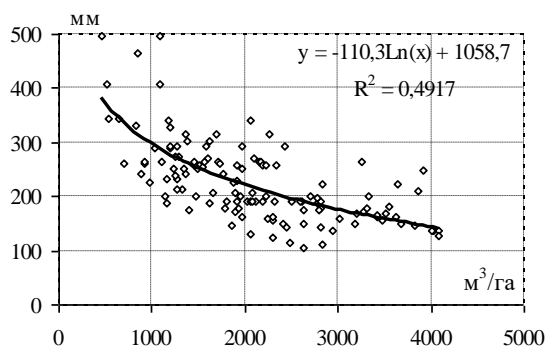
За даними Херсонського обласного управління водних ресурсів були виявлені просторово-часові особливості розподілу іригаційної вологи (IN , мм) на зрошуваних землях.

Дослідженнями визначена залежність величини зрошувальної норми від кількості опадів за вегетаційний період на зрошуваних масивах області. Визначено кореляційну залежність формування режиму зрошення від кількості опадів за вегетаційний період. Збільшення кількості опадів зменшує середньозважену зрошувальну норму (рис. 6.12).

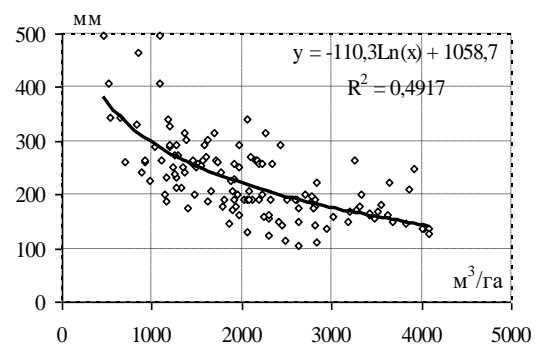
Фактичний стан справ з якістю поливів значною мірою характеризується величинами водоподачі та зрошувальних норм для різних зрошуваних масивів Херсонської області. Необхідно звернути увагу на існування в сучасних умовах двох протилежних тенденцій водокористування. Перша – це незначні зрошувальні норми (Інгулецький ЗМ), що відображає нездатність зрошувальних систем у нинішніх умовах забезпечити подачу на поля зрошувальної води в обсягах, що відповідають фактичному дефіциту вологи для різних сільськогосподарських культур.

Друга, навпаки, свідчить про проведення поливів нормами, значно більшими за екологічно безпечні та економічно доцільні (Краснознам'янський ЗМ). Орієнтація на такі великі поливні норми є особливо небезпечною.

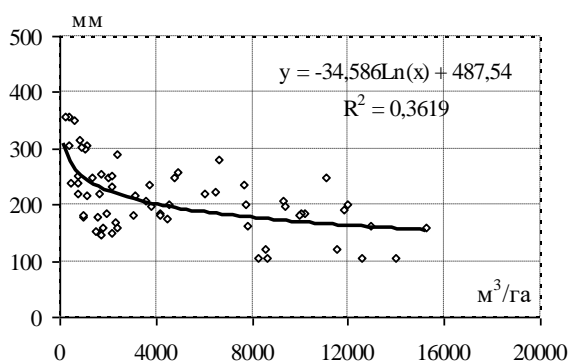
Каховський зрошуваний масив



Інгулецький зрошуваний масив



Краснознам'янський зрошуваний масив



Правобережний зрошуваний масив

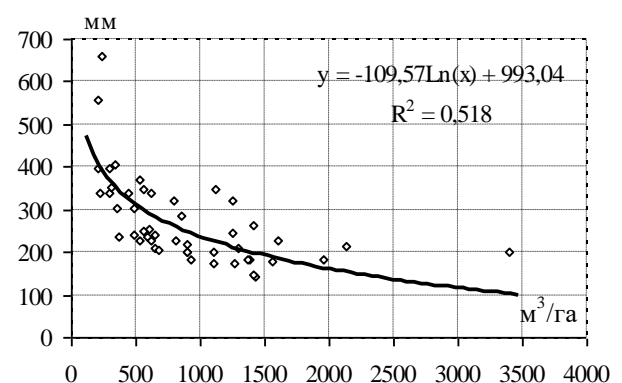


Рис. 6.12. Залежність величини зрошувальної норми від суми атмосферних опадів за вегетаційний період на зрошуваних масивах Херсонської області

Для побудови цифрової моделі рельєфу і оцінки розподілу по території радіаційного балансу (R , МДж/м²) використовували радарну топографічну зйомку. При розкладанні вихідного ряду Q для визначення тренду (T), низькочастотних (апроксимуючих A), високочастотних (D) сигналів застосовували вейвлет-перетворення функції Мейєра п'ятого порядку [163,191], що забезпечило збереження вихідної енергії сигналу на 96,17%. Для моделювання та прогнозування спрямованості ґрунотворного процесу на зрошуваних землях використовували теоретичну модель, що включає суму синусів :

$$f(x) = \sum_{i=1}^N (a_i \cdot \sin(b_i \cdot t + c_i)), \quad (6.4)$$

де x - величина досліджуваного процесу;

a - амплітуда коливань;

b - частота амплітуд;

c - фаза (вільний член), яка постійна для кожної синусоїдальної хвилі в перспективі;

t - дискретне значення часу в момент i ;

n - число членів ряду або ретроспективна часова проекція.

Адекватність моделі (6.4) оцінювали за критеріями оцінки достовірності прогнозування [134, 197]. Для просторово-часового аналізу, моделювання та прогнозування використовували програмні продукти STATISTICA Advanced + QC for Windows v.10 Ru, MathWorks MATLAB 7.9 R2009b і ArcGIS 10.1.

До основних кліматичних показників, які визначають енергетичні витрати на ґрунотворення (Q), відносяться сума температур повітря $> 10^\circ\text{C}$ і сума опадів за вегетаційний період (IV-X). Рельєф в межах Херсонської області визначає помітний вплив на клімат і, в першу чергу, на величину атмосферних опадів. Адеріхінін П.Г. [5] було встановлено, що чим вища місцевість над рівнем моря, тим сприятливіші умови ґрунотворення (більше опадів випадає влітку, нижче температури повітря і ґрунту, менше випаровуваність, глибше промочування ґрунту). Залежно від змін абсолютної висоти місцевості

Херсонської області (в діапазоні висот 0-100 м при варіюванні кількості річних опадів від 360 до 540 мм на рік), нами встановлено пряма закономірність збільшення зволоженості ґрунтів в межах 18-20 мм на кожні 10 метрів підвищення.

За 48 років спостережень в зміні температур (рис. 6.13а) за вегетацію відзначений позитивний тренд, екстремум якого припадає на початок ХХІ ст. (з періодичністю 8-9 років). Період спостережень (1966-2014 рр.) можна розділити на періоди формування температури повітря (T , °С) в стабільному (1966-1996 рр.): $\bar{T} = 16,54 \pm 0,16$; $V = 5,4 \%$; $T = -0,168 \ln(t) + 16,96$; $r = 0,16$; і нестабільному режимі (1997-2014 рр.): $\bar{T} = 18,12 \pm 0,31$; $V = 7,4 \%$; $T = 16,403e^{0,0102t}$; $r = 0,76$. Середнє значення радіаційного балансу в перший період склало $\bar{R} = 2084 \pm 20 \text{ MJ/m}^2$, другий період – $\bar{R} = 2284 \pm 39 \text{ MJ/m}^2$.

Підвищення температури повітря і радіаційного балансу передбачає збільшення поливних норм (IN), але незначне підвищення опадів по тренд-циклічному (11 років) сценарію (рис. 6.13б) обумовлює формування позитивного тренду в зміні енергетичних витрат (Q_p) на ґрунтоутворення, що за останні 25 років в умовах складної соціально економічної ситуації (значне зростання плати за зрошувальну воду) призвело до скорочення енергії за рахунок зрошувальних меліорацій (Q_{IN}) в 2,7 рази (рис. 6.13г): з $147,6 \text{ МДж/м}^2$ (1966-1990 рр.) до $55,4 \text{ МДж/м}^2$ (1991-2014 рр.).

Залежність динаміки зрошувальної норми від суми опадів вегетаційного періоду має степеневу залежність (рис. 6.10 в). В окремі часові періоди ця залежність розрізнялася: в 1966-1989 рр. – $IN = 20224 \cdot P^{-0,9248}$; $r = 0,795$; $r^2 = 0,632$; в 1990-2014 рр. – $IN = 20379 \cdot P^{-0,9888}$; $r = 0,801$; $r^2 = 0,652$.

Просторовий розподіл радіаційного балансу на території області знаходиться в межах $1495\text{-}2120 \text{ МДж/м}^2$ (рис. 6.14а). У 1966-2014 рр. за вегетацію середнє значення суми опадів на території Херсонської області з півдня на північ збільшується від 155 до 330 мм. При цьому сумарна водоподача ($P + IN$, мм) на зрошуваних землях складала 345-410 мм (рис.

6.146), що забезпечило підвищення енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q_{P+IN}) в середньому за вегетаційний період на 335 МДж/м² (до 850 МДж/м²).

Сумарна величина витрат енергії на ґрунтоутворення за вегетацію на території області диференційована (рис. 6.12в): на зрошуваних землях – 790-910 МДж/м², незрошуваних – 265-765 МДж/м².

Раніше в роботі [44, 89] була встановлена залежність граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів (H_{lim} , мм) від енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q) і гранулометричної фракції фізичної глини (<0,01 мм; PC ,%) у вигляді:

$$H_{lim} = \frac{3914.6 \cdot PC^{-0.19}}{1 + e^{(5.346 - 0.00523 \cdot Q)}} \dots\dots\dots(6.5)$$

Можливість обліку змін гідротермічних умов у формулі (6.5) дозволяє отримати потенційну оцінку граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів (H_{lim}) в умовах зрошення. Ця величина коливається в широких межах (рис. 6.14г), складаючи в середньому на незрошуваних землях 238 мм (45-430 мм), зрошуваних – 605 мм (410-800 мм).

У північній частині поширення чорноземів звичайних і південних малогумусних (вміст гумусу $G = 2,60-3,85\%$) величина H_{lim} може досягати на незрошуваних землях 250-430 мм, зрошуваних – 630-800 мм; в зоні південних чорноземів ($G = 2,00-3,30\%$) – відповідно 110-250 мм і 480-630 мм, в зоні темно-каштанових ґрунтів ($G=1,75-3,00\%$)–100-160 мм і 430-550 мм. Південну частину області характеризують каштанові і лучно-каштанові солонцюваті ґрунти ($G=1,00-2,6\%$) з розрахунковою величиною H_{lim} –410-550 мм.

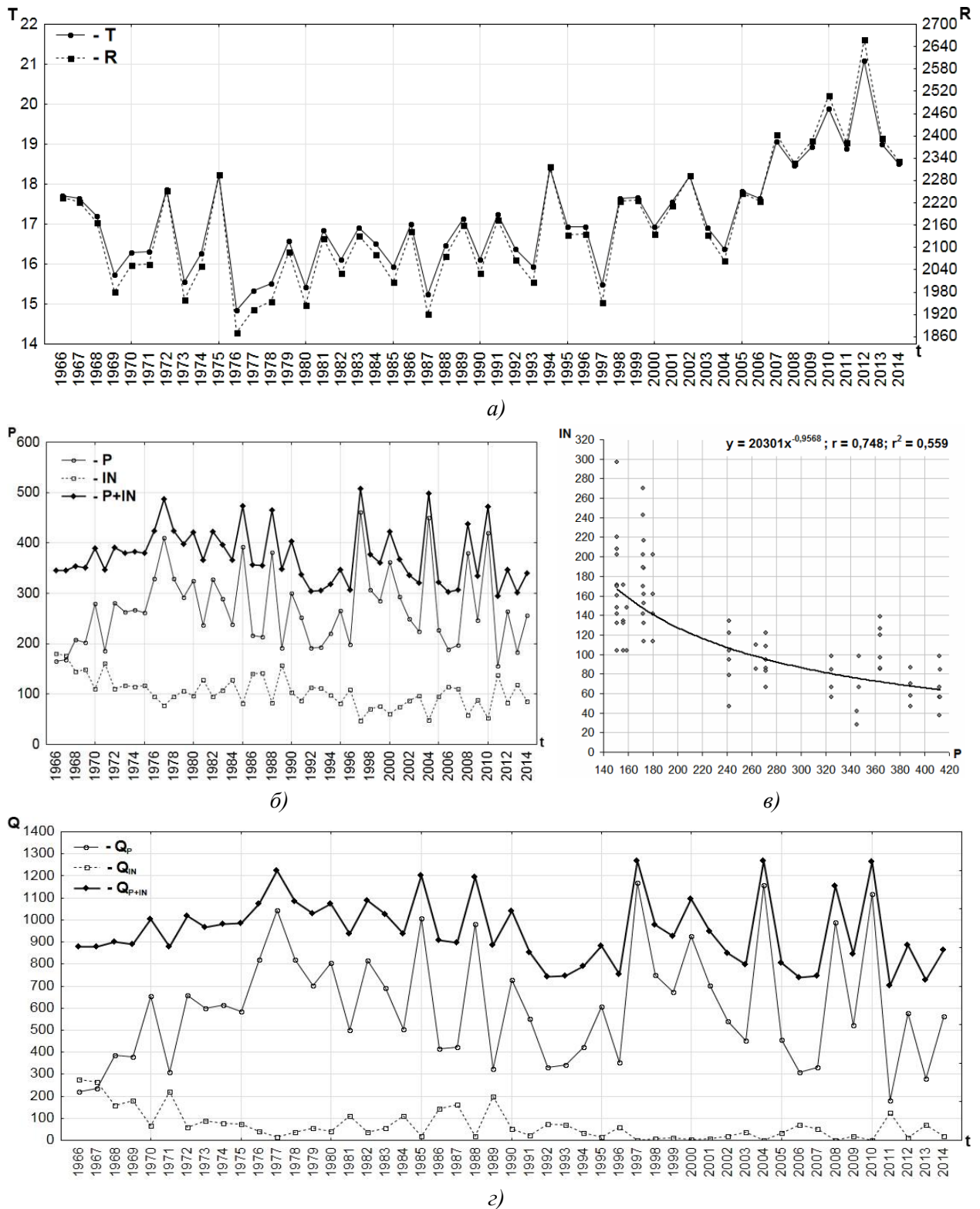


Рис. 6.13. Динаміка кліматичної і антропогенної забезпеченості енергії ґрунтотворного процесу за вегетаційний період в умовах зрошувальних меліорацій степовій зоні (1966-2014 рр.): а) температура повітря (T , °C) і радіаційний баланс (R , МДж/м²); б) сума опадів (P , мм), зрошувальна норма (IN , мм) і сумарна водоподачі ($P + IN$, мм); в) залежність зрошувальної норми і суми вегетаційних опадів; г) кліматична Q_P , (МДж/м²), антропогенна (Q_{IN} , МДж/м²) і сумарна енергетика (Q_{P+IN} , МДж/м²)

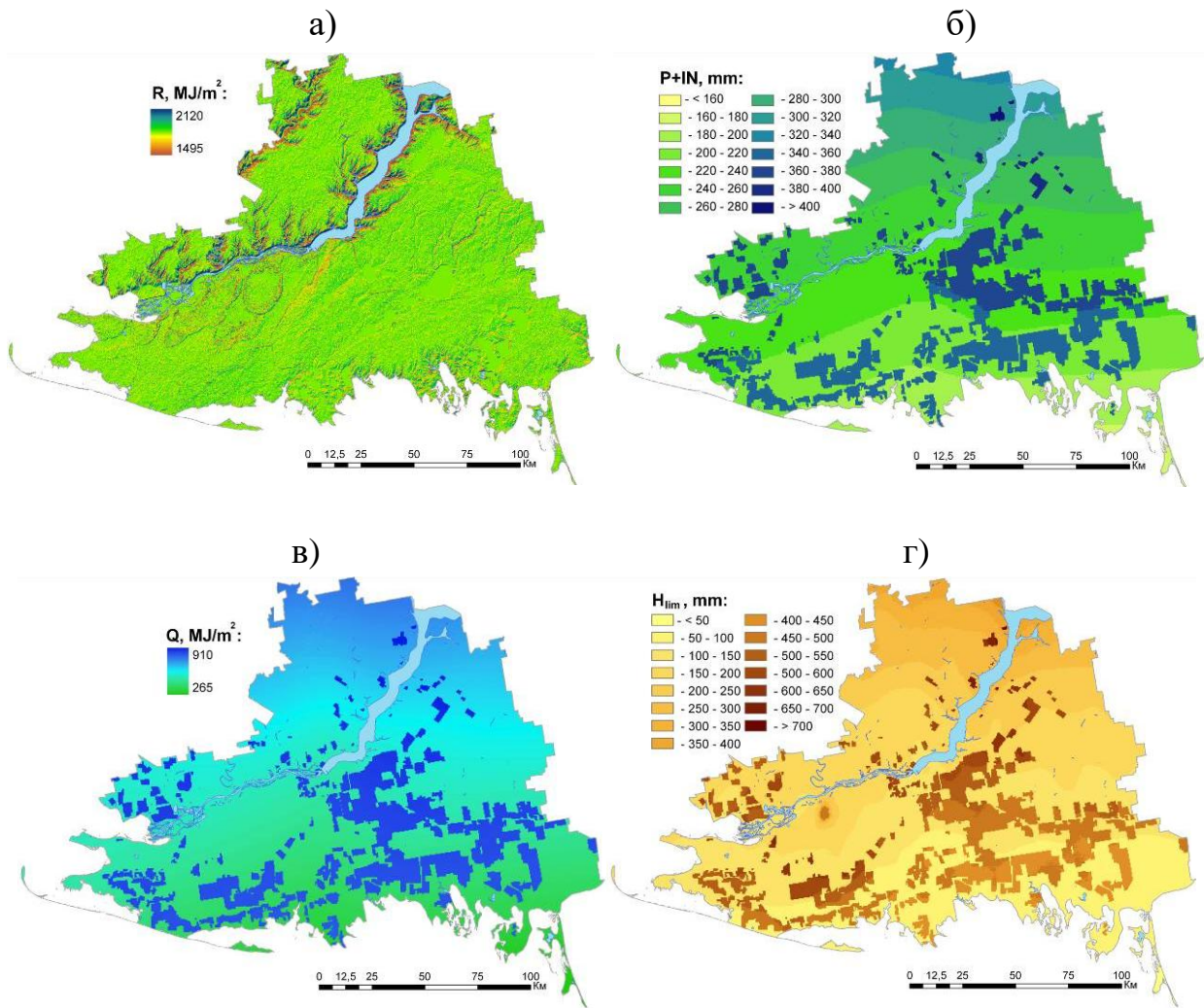


Рис. 6.14. Розподіл розрахункових значень граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів за вегетаційний період на зрошуваних і незрошуваних землях Херсонської області: а) балансу сонячної радіації, R ($\text{МДж}/\text{м}^2$); б) сумарна водоподача (сума опадів (P , мм) і зрошення (IN , мм)); в) витрати радіаційної енергії на ґрунтоутворення, Q ($\text{МДж}/\text{м}^2$); г) гранична потужність гумусового горизонту ґрунтів, (H_{lim} , мм)

Згідно з моделями просторового розподілу величин Q і N_{lim} , найбільш сприятливі умови для реалізації ґрунтотворного процесу створюються в зоні звичайних і південних чорноземів. Але інтенсивний розвиток іригації (1970-1989 рр.) призвів до перерозподілу гумусу в нижні горизонти і зменшення його вмісту ($G, \%$) в шарі 0-40 см з 2,56 до 2,20%. Період 1990-2014 рр. характеризувався стабільним гідромеліоративним навантаженням з проявом процесу дегуміфікації в часі (t): ($G = -0,0061 \cdot t + 2,2914$) за незначної варіації ($Cv=0,03$). У зв'язку з цим стабілізація ґрунтово-деградаційних процесів, в першу чергу на зрошуваних землях, може бути забезпечена шляхом необхідного надходження в орний горизонт поживних залишків і органічних добрив, зменшення частки просапних культур, збільшення частки багаторічних трав і польових сівозмін, скорочення одностороннього застосування мінеральних добрив (особливо фізіологічно кислих форм), повного використання рослинних залишків на добриво, зниження водної ерозії, включаючи науково обґрунтовану оптимізацію іригаційних норм та ін.

Для прогнозу спрямованості ґрунтотворення в умовах зрошувальних меліорацій проведено аналіз декомпозицій вихідного ряду кліматичних витрат енергії (Q_p) за допомогою вейвлет-аналізу. В результаті декомпозиції гармонійних коливань різних рівнів локалізації отримані трендова (T_p , рис. 6.14а), низькочастотна (A_p , рис. 6.14б) і високочастотна (D_p , рис. 6.14в) складові. Функція п'ятирівневого розкладання часового ряду має вигляд суми функцій окремих компонент: $f(D_p) = f(T_p) + f(A_p) + f(D_p)$.

На рис. 6.14г представлено вейвлет-дерево порядку проходження коефіцієнтів п'ятирівневого розкладання і покрокове збереження сигналу вихідного часового ряду. Функції окремих компонент представлені у вигляді функцій сум синусів:

$$Q_p = \begin{cases} f(T) = 1453 \cdot \sin(0,02291 \cdot t + 81,96) + 869,1 \cdot \sin(0,03151 \cdot t + 200,1), r = 0,99, r^2 = 0,98, \\ f(A) = 674,5 \cdot \sin(0,1892 \cdot t + 143,4) + 73,31 \cdot \sin(0,5141 \cdot t + 17,21) + 644,5 \cdot \sin(0,1754 \cdot t - 89,85) + \\ + 63,26 \cdot \sin(0,6238 \cdot t + 61,68) + 60,47 \cdot \sin(0,3115 \cdot t + 158), r = 0,97, r^2 = 0,94, \\ f(D) = 1113 \cdot \sin(2,912 \cdot t - 63,02) + 1110 \cdot \sin(2,918 \cdot t + 185,8) + 94,87 \cdot \sin(2,075 \cdot t + 41,05) + \\ + 85,39 \cdot \sin(1,933 \cdot t + 60,24) + 67,27 \cdot \sin(2,662 \cdot t - 88,16) + 113,4 \cdot \sin(2,496 \cdot t - 20,4) + 67,1 \cdot \\ \cdot \sin(0,9913 \cdot t + 114,7), r = 0,79, r^2 = 0,63. \end{cases} \quad (6.6)$$

Система функцій (6.3) забезпечує практичну можливість здійснювати з високим ступенем достовірності довгостроковий (на основі трендової складової, $f(T)$), середньостроковий (з урахуванням низькочастотної складової, $f(T)+f(A)$) і короткостроковий (із залученням високочастотної складової, $f(T)+f(A)+f(D)$) прогнози енергетичних витрат на ґрунтоутворення, із-за умов збереження існуючих тенденції кліматичних змін в степовій зоні.

Достовірність часового моделювання для трендової складової з урахуванням стандартної похибки вхідних даних склала 94,97%, для низькочастотної – 84,07%, для високочастотної – 59,02%. Довгострокове прогнозування на 26 років (2015-2040 рр.) здійснено із застосуванням трендової і низькочастотної складової ($f(Q) = f(T) + f(A)$), при цьому достовірність моделювання оцінено в 90% (рис. 6.14д).

Отримані результати просторового моделювання дають можливість науково обґрунтувати зональні особливості коригування зрошувальних норм для отримання стабільних урожаїв в умовах регіональних змін клімату. Прогнозні розрахунки дозволяють зробити висновок про те, що при сформованих тенденціях кліматичних змін в сухостеповій зоні прогнозується підвищення витрат природної енергії на ґрунтоутворення (Q_p) до 2040 року на 80 МДж/м², що при зниженні іригаційної енергії (Q_{IN}) в середньому в 1,4 рази забезпечить стабільне збільшення сумарної енергії природно-антропогенного ґрунтоутворного процесу (Q_p+IN) в середньому на 38 МДж/м².

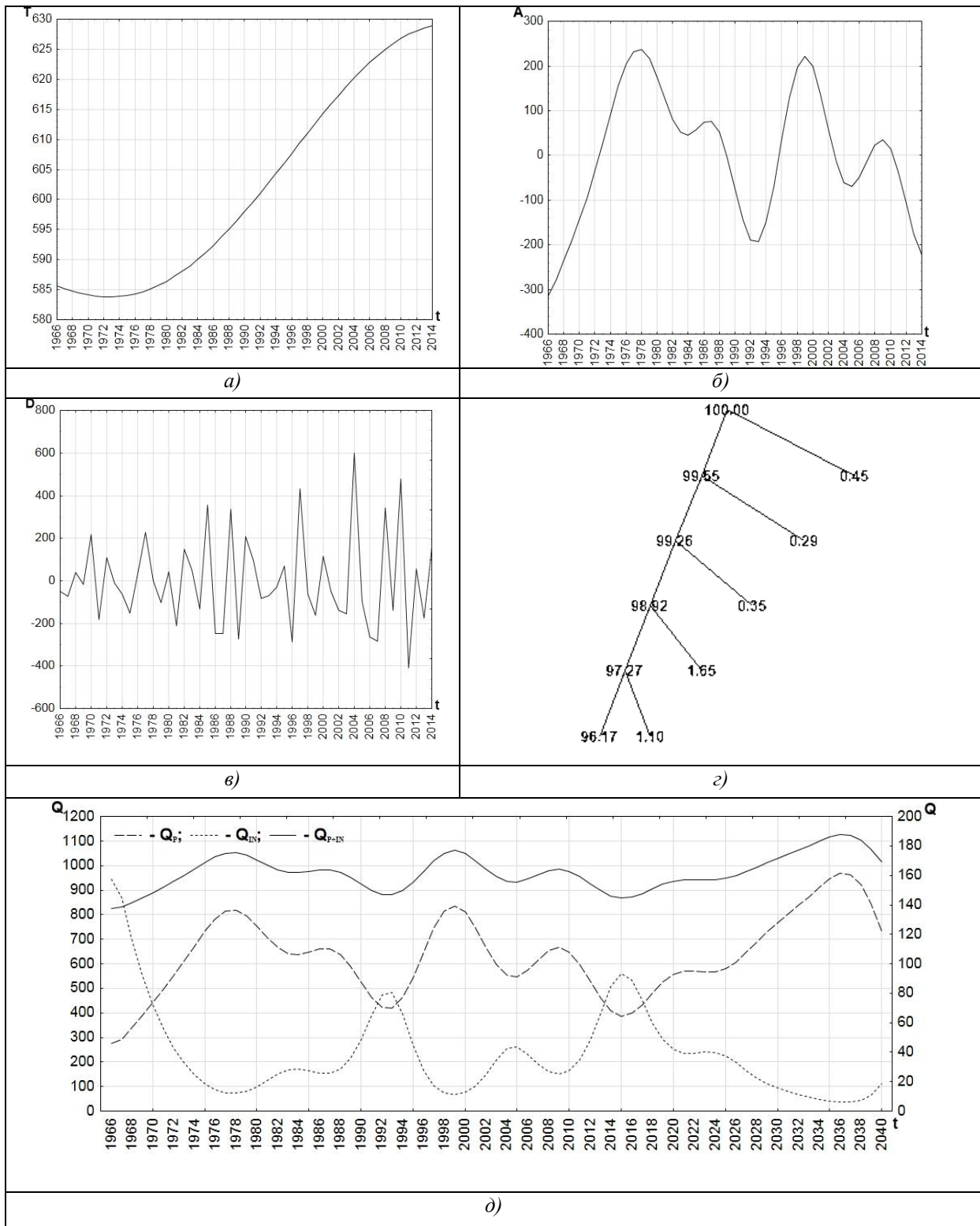


Рис. 6.14. Декомпозиція, динаміка і прогноз змін радіаційної енергії на ґрунтоутворення в степовій зоні до 2040 г. (вегетаційний період): а) трендова складова (T); б) низькочастотна складова (A); в) високочастотна складова (D , білий шум); г) вейвлет-дерево збереження енергії вихідного сигналу; д) динаміка і прогноз радіаційної енергії $f(Q) = f(T) + f(A)$ (ліва вісь (Q_P , Q_P+IN), права вісь (Q_{IN}))

Висновки до розділу 6

1. Вперше для Херсонської області на основі методики бонітування зональних ґрунтів І.І. Карманова здійснена оцінка ґрунтово-кліматичного потенціалу сільськогосподарських земель в залежності від кліматичних умов, цінності агрогруп для агровиробництва та їх агрохімічним станом.

2. В результаті геомодельювання та алгебри карт створена просторова модель бонітету кліматичного потенціалу області, характерної для сухостепової зони, на основі значень просторово-розподілених значень суми активних температури вище 10°C, коефіцієнту зволоження, показника континентальності клімату. Бонітет клімату області знаходиться в межах 4,47-5,44 бали.

3. Вперше створена растрова модель розподілу комплексного коефіцієнту агрохімічного потенціалу сільськогосподарських земель Херсонської області. В результаті розрахунків із використанням алгебри карт визначено, що він варіює від 0,14 до 0,86. Найбільш продуктивними є сільськогосподарські землі, що розташовані на чорноземах південних в північній частині області. Найменш продуктивними сільськогосподарськими землями для вирощування сільськогосподарських культур є землі, що розташовані в південно-західній частині області.

4. Результатами геомодельювання ґрунтово-кліматичного потенціалу області встановлено, що бал бонітету сільськогосподарських земель для вирощування зернових культур знаходиться в межах 5,5-34,2 бали. Найвищий потенціал в області мають землі, що розташовані в центральній, центральнo-східній та північно-західній частині в зоні чорноземів південних із балом бонітету 20,1-34,2, вони займають близько 66% території сільськогосподарських земель. На базі оцінки потенціалу земель за ґрунтово – кліматичним бонітуванням розроблено адаптовані моделі землекористування, як єдиної системи інформаційного забезпечення підтримки управлінських рішень.

5. Вперше, з використанням вейвлет-аналізу виконано моделювання

зміни енергетичних витрат на ґрунтотворення в період розвитку зрошувальних меліорацій у степовій зоні. Для районів зрошуваного землеробства запропоновано спосіб оцінки природно-антропогенного ґрунтотворчого процесу з урахуванням внеску зрошувальних вод в зміну гідротермічного режиму за період вегетації і прогнозування спрямованості ґрунтотворення під впливом зміни кліматичних умов.

6. Дослідженнями встановлено, що сумарна величина витрат енергії на ґрунтотворення за вегетацію на території області диференційована: на зрошуваних землях – 790-910 МДж/м², незрошуваних – 265-765 МДж/м². Це призводить до значної варіації граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів, у середньому на незрошуваних землях 238 мм (45-430 мм), зрошуваних – 605 мм (410-800 мм). Згідно з моделями просторового розподілу величин Q і H_{lim} , найбільш сприятливі умови для реалізації ґрунтотворного процесу створюються в зоні звичайних і південних чорноземів. Але інтенсивний розвиток зрошення в 1970-1989 рр. призвів до перерозподілу гумусу в нижні горизонти і зменшення його вмісту (G,%) в шарі 0-40 см з 2,56 до 2,20%.

7. В результаті прогнозування встановлено, що при сформованих тенденціях кліматичних змін в сухостеповій зоні прогнозується підвищення витрат природної енергії на ґрунтотворення (Q_p) до 2040 року на 80 МДж/м², що при зниженні іригаційної енергії (Q_{IN}) в середньому в 1,4 рази забезпечить стабільне збільшення сумарної енергії природно-антропогенного ґрунтотворного процесу (Q_p+IN) в середньому на 38 МДж/м².

8. Отримані результати просторового моделювання визначають необхідність і забезпечують можливість науково обґрунтувати зональні особливості оптимізації зрошувальних норм зрошень для сприяння уповільненню темпів розвитку ґрунтових деградації, що намітилися до теперішнього часу та скоротити наднормові іригаційні потреби у відповідності до прогнозного підвищення енергетики клімату для отримання стабільних врожаїв.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [23,41, 99].

ВИСНОВКИ

1. За результатом ретроспективного аналізу змін клімату сухостепової зони України (на прикладі Херсонської області) за останні 70 років (1945-2015 рр.) визначено багаторічні особливості формування основних кліматичних показників (середньорічної температури повітря, суми річних опадів). Виділені 2 основних періоди формування температури атмосферного повітря (I період–1945-1988 рр., II період–1989-2015 рр.) та три періоди формування атмосферних опадів (I період–1945-1970 рр., II період–1971-1995 рр., III період–1996-2015 рр.), якими характеризуються індивідуальні циклічні особливості часових процесів.

2. Створено карти вмісту продуктивної вологи в ґрунтах Херсонської області та визначено умови вирощування сільськогосподарських культур за фактичної наявності продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см:

- для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур: навесні, у західній і північно–західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий та охоплює площу 0,25 млн. га (15% від загальної площі); у напрям до південного сходу запас доступної вологи знижується та характеризується як недопустимий за площею поширення 1,45 млн. га (85%). Площі з оптимальним умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см– відсутні.

- для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур: навесні, у західній і північно–західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи знаходиться в оптимальних межах та охоплює площу 0,25 млн. га (14,7% від загальної площі); до південного сходу запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий за площею поширення 1,45 млн. га (85,3%). Площі з недопустимими параметрами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі 0-20 см–відсутні.

3. Узагальненням закономірностей зміни вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-40 см за 42 роки визначено безперервний поступовий процес дегуміфікації орних ґрунтів. Інтенсивне застосування гідромеліоративних заходів у 1970-1989 рр. призвело до зменшення вмісту гумусу: в середньому на 0,36 в.п. (з 2,56 до 2,20 %). Виявлено зменшення варіабельності і висхідну поліноміальну залежність збільшення вмісту гумусу в напрямку із заходу на схід і логарифмічну - з півдня на північ.

4. Визначено тенденцію зменшення вмісту нітрифікаційного азоту в шарі ґрунту 0-40 см за 15 років (1998-2012 рр.) на 17,0%. Вміст азоту в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного (>21,0 мг/кг), є характерним для 47,4% площі земель. Найбільшою питомою вагою земель із середнім – підвищеним вмістом нітрифікаційного азоту характеризується центральна і східна частини області. Збільшення вмісту нітрифікаційного азоту відбувається в напрямку із північного заходу на південний схід.

5. Встановлено, що в шарі ґрунту 0-40 см за 40-45 р. відбулося зменшення фосфору в середньому на 34,17%. Визначено просторову закономірність зменшення вмісту рухомого фосфору в зазначеному шарі в напрямку із південного заходу на північний схід.

6. За період 1970-2012 рр. визначено тенденцію зменшення вмісту обмінного калію у шарі ґрунту 0-40 см в середньому на 18% (з 442,8 мг/кг до 363,8 мг/кг). Просторово-графічним аналізом виявлено зменшення варіабельності і висхідну квадратичну залежність збільшення вмісту калію в напрямку із заходу на схід і зниження з півдня на північ.

7. На основі узагальнення показників родючості визначено сумарний агрохімічний потенціал ґрунтів області для отримання стабільних урожаїв зернових культур. Встановлено, що 75% земель, які розміщені в північно-західній і південно східній частинах області, мають задовільні, сприятливі умови для їх вирощування, 25% території земель, переважно в південно-західній частині та прибережній зоні річки Дніпро, характеризуються незадовільними (20,6%) і дуже незадовільними (4,4%) агрохімічними

властивостями ґрунтів для вирощування зернових культур.

8. Визначено потенційну врожайність зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області. За результатом просторового моделювання встановлено, що 56,5% земель області можуть забезпечити формування потенційної врожайності в межах 1,8-2,6 т/га; 29,77% в межах 1,3-1,8 т/га і 13,74%—2,6-3,6 т/га. За агрохімічними властивостями сільськогосподарські землі області є досить сприятливими для вирощування та отримання стабільних рівнів урожайності зернових культур.

9. Здійснено оцінку ґрунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов, агрохімічного стану, бонітування і зональності ґрунтів Херсонської області. Створено просторову модель бонітету кліматичного потенціалу на основі просторово-розподілених значень суми активних температур, коефіцієнту зволоження, показника континентальності клімату. Встановлено, що бал бонітету земель для вирощування зернових культур знаходиться в межах 5,5-34,2. Найвищим потенціалом характеризуються ґрунти, розташовані в центральній, центральньо-східній та північно-західній частинах області із балом бонітету 20,1-34,2, які займають біля 66% території.

10. Визначено зміни енергетичних витрат на ґрунтоутворення в період розвитку зрошувальних меліорацій у сухостеповій зоні; сумарна величина витрат енергії на ґрунтоутворення за вегетацію диференційована: на зрошуваних землях—790-910 МДж/м², незрошуваних—265-765 МДж/м². Це призводить до значної варіації граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів, у середньому на незрошуваних землях 238 мм (350-430 мм), зрошуваних—605 мм (410-750 мм). Найбільш сприятливі умови для реалізації ґрунтоутворного процесу створюються в зоні чорноземів південних.

11. За встановленими тенденціями кліматичних змін у сухостеповій зоні прогнозується підвищення витрат природної енергії на ґрунтоутворення до 2040 року на 80 МДж/м² та зниження іригаційної енергії, в середньому в 1,4 рази, що забезпечить стабільне збільшення сумарної енергії природно-антропогенного ґрунтоутворного процесу в умовах зрошення, у середньому на 38 МДж/м².

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для забезпечення нормованого природоохоронного водокористування, планування структури посівних площ, рівнів урожайності та валового збору сільськогосподарських культур; розробки і впровадження меліоративних заходів щодо підвищення родючості ґрунтів сухостепової зони України запропоновано використовувати розроблену нами класифікацію років та районування за основними кліматичними показниками.

2. Для районів зрошуваного землеробства запропоновано спосіб оцінки природно-антропогенного ґрунотворного процесу з урахуванням впливу зрошувальних меліорацій на зміну гідротермічного режиму і прогнозування спрямованості ґрунотворення під впливом зміни кліматичних умов.

3. Результати просторово-часового аналізу, моделювання, прогнозування зональних закономірностей багаторічних змін ґрунтово-кліматичних показників та бонітування ґрунтів рекомендується використовувати при обґрунтуванні системи управління зрошуваними землями та впровадженні організаційних, агромеліоративних, агротехнічних та інженерно–меліоративних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / [под ред. В.В. Медведева]. Киев: Аграрная наука. 1997. 161 с.
2. Агроклиматический справочник по Херсонской области. / Симонов Я.П., Смирнова А.И., Сырцова Е.М. и др. / [под ред. А.С. Трегубовой.] Ленинград: Гидрометеорологическое из – во, 1958. 90 с.
3. Агрокліматичний довідник по Херсонській області (1986-2005 рр.) / за ред. С.І. Мельничука, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 208 с.
4. Адаптивні системи землеробства: підручник. / [за ред. Гудзь В.П., Шувар І.А., Юник А.В. та ін.] Київ. : «Центр учбової літератури», 2014. 336 с.
5. Адрихин П.Г. География и топография почв в центрально-черноземных областях. Почвоведение и проблемы сельского хозяйства. Воронеж, 1979. С. 38-54.
6. Адушкин В.В., Соловьев С.П., Турунтаев С.Б. Соотношение антропогенной и природной составляющей в потоке газов в атмосферу. Новосибирск : Изд-во СОРАН, 2001. С- 372 с.
7. Анисимова О.А. Быстрое потепление климата на границе позднеледниковья – голоцена, как возможный аналог изменения климата и окружающей среды в первой четверти XXI века / О.А. Анисимов, И.И. Борзенкова, Дж.Ванденберге и др. // Метеорология и гидрология. -2004. - № 12. – С.31-41.
8. Антропогенные изменение климата /под ред. М. И. Будыко, Ю.А. Израэля. Ленинград. : Гидрометеиздат, 1987. 405 с.
9. Атлас забезпеченості мікроелементами в ґрунтів Херсонської області: методичні рекомендації/ Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. [за редакцією Фатєєва А.І., Морозова О.В.] Херсон: Айлант, 2012. С.45

10. Атлас родючості ґрунтів Херсонської області: інформаційно - аналітичний збірник / за ред. Пелих В.Г., Базалій В.В., О.В. Морозов та ін. Херсон: Олді - плюс, 2011. 105 с.
11. Балюк С.А., Морозов О.В, Вожегова Р.А., Безніцька Н.В та ін. Рекомендації щодо обґрунтування критеріїв якості поливної води і покращення стану ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи. Серія: Ефективне використання зрошуваних земель/науково - методичні рекомендації (за наук. ред. Морозова В.В.). Херсон, 2017. С.74.
12. Будыко М.И. Климат конца двадцатого века. Метеорология и гидрология. 1988. № 10. С. 5-24.
13. Балюк С.А., Ладних А.Я. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України. Київ: Аграрна наука, 2013. 160 с.
14. Балюк С.А., Ладних, Ю.О., Афанасьєв О.І., та ін. Сучасний еколого–агротеліоративний стан земель Краснознам'янського зрошувальної системи, напрямки еволюції ґрунтів і подальшого використання. Водне господарство України. 2011. Вип. 5 (95). С. 19-20.
15. Балюк С.А., Пліско І.В., Трускавецький С.Р. та ін. Ефективне використання ґрунтів із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій / [за наук. ред. С.А. Балюка.] Київ.: Аграрна наука, 2011. 72 с.
16. Балюк С.А., Ромащенко М.І. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні. Київ: ТОВ «ДІА» 2006. 32 с.
17. Балюк С.А., Ромащенко М.І. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні. – Київ: Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» УААН Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2006. – 32 с
18. Барабаш М. Б., Гребенюк Н. П., Татарчук О. Г. Изменение частоты стихийных явлений в Украине на фоне глобального и регионального изменения климата к началу XXI ст. матер. межд. науч. конф. Санкт Петербург. 2002. - 564 с.

19. Барабаш М. Б., Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук. Зміни клімату України при глобальному потеплінні. Водне господарство України. 1998. № 3. С. 9–12.
20. Барабаш М. Б., Татарчук О. Г., Т. В. Корж. Нове про зміни клімату в західному регіоні України під впливом глобального потепління. “Гори і люди” (у контексті сталого розвитку). матер. міжн. конф., присвяченої міжнародному року гір 14–18 жовтня 2002 р. м. Рахів. Рахів, 2002. С. 10–14.
21. Барабаш М. Б., Ткач Л.О. Конструктивний підхід до регіоналізації глобальної зміни клімату на території України. Наук. зап. Вінницького держ. пед. ун-ту. Сер. Географія. 2005. Вип. 9. С. 23–41.
22. Бардин М.Ю.Изменчивость температуры воздуха над западными территориями России и сопредельными странами в XX веке. Метеорология и гидрология. 2002. №8. С.5-23.
23. Безніцька Н.В. Дослідження впливу змін клімату на продуктивність і родючість ґрунтів (на прикладі Херсонської області). Проблеми використання земельних і водних ресурсів та шляхи їх вирішення: матер.. наук.-практ. конф молодих вчених присвяченої 50-ти річчя факультету водного господарства, будівництва та землевпорядкування., 20-21 лютого 2014р. Херсон: Херсон. Колос., С. 17-19.
24. Безніцька Н.В. Дослідження динаміки вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських земель Херсонської області . Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій: матер. міжнар. наук – прак. конф 25-26 травня 2017 р., м.Херсон. Херсон: ЧП «ЛТ-офіс». С.238-242.
25. Безніцька Н.В. Зміни клімату в Україні як відображення глобальних кліматичних процесів. Інтегроване управління меліорованими ландшафтами: матер. міжнар. наук.-практ. конф, 24-27 серпня 2011р. Херсон, Херсон: Колос, 2011. С. 96-97.
26. Безніцька Н.В. Моделювання ґрунтово-кліматичного потенціалу сільськогосподарських земель херсонської області із застосування ГІС-технології. Вісник Національного університету водного господарства і природокористування. 2017. № 4 (76). С. 31-43.

27. Блютген І. Географія кліматів. Т.2. - М.: Прогрес. - 1973.
28. Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату .Київ: Наукова думка, 2008. 308 с.
29. Бойченко С.Г., Волощук В.М., Дорошенко І.А. Глобальне потепління на території України. Український географічний журнал. 2000. №2. С.59-68.
30. Борзенкова И.И., Величко А.А. Антропогенные изменение климата. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. 262 с.
31. Будыко М.И. Влияние человека на климат. Ленинград: Гидрометеиздат. 1972. 47с.
32. Будыко М.И. Изменение климата. Ленинград: Гидрометеиздат. 1974. 280 с.
33. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. 351 с.
34. Будыко М.И. Ожидаемые изменение климата СССР к 2000 г. / М.И. Будыко, П.Я. Гройсман // Метеорология и гидрология. -1991. – № 4. – С.84-94.
35. Будыко М.И., Винников К.Я. Глобальное потепление. Метеорология и гидрология. -1976. № 7. С. 52-68.
36. Булыгин С.Ю., Ачасов А.Б., Лисецкий Ф.Н. Использование интегрального анализа данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефа при картографировании почвенного покрова черноземной зоны. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 2012, Т. 21, № 21 (140). С. 143–153.
37. Бышев В. И., Кононова Н. К., Нейман В. Г и др. Количественная оценка параметров климатической изменчивости системы океан – атмосфера. Океанология. 2004. Том 44, №3. С. 341 – 353.
38. Бышев В. И., Нейман В. Г., Романо Ю. А. О разнонаправленности изменений глобального климата на материках и океанах. Доклады РАН. 2005. Том 400, № 1. С. 98 – 104.

39. Вакуленко Н.В., Котляков В.М., Монин А.С. и др. Доказательство изменений концентрации парниковых газов вариациями температур в данных станции «Восток» .Доклады РАН. 2004. Том 396, №5. С. 686-690.
40. Величко А.А., Зеликсон Э.М., Борисова О.К. и др. Количественные реконструкции климата Восточно-Европейской равнины за последнее 450 лет. Известия РАН. Серия географическая. 2004. №1. С.7-25.
41. Вміст мікроелементів в в ґрунтах Херсонської області./ методичні рекомендації / Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін./ [за редакцією Фатєєва А.І., Морозова О.В.] Харків:, 2015. С.16.
42. Вожегова Р.А., Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Раціональне використання зрошуваних та вилучених зі зрошення земель півдня України / [за ред. д.с.-г.н. Р.А. Вожегової, д.с.-г.н. О.В. Морозова]. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 184 с.
43. Вожегова Р.А., Сафонова О.П., Ушкаренко В.О. та ін. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / [за наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової.] Київ: Аграрна наука, 2010. 352 с.
44. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. Москва. Наука, 1974. 126 с.
45. Волощук В. М., Бойченко Г. С. Сценарії можливих змін клімату України в 21 ст. (під впливом глобального антропогенного потепління). Клімат України. Київ: вид-во Раєвського, 2003. С. 319–330.
46. Волощук В.М., Бойченко С.Г., Степаненко С.М. та ін. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2002. 117 с.
47. Вольф В.Г. Статистическая обработка данных. Москва: Колос, 1966. 255 с.
48. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями: навч. посіб. / [В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.В. Колесніков та ін.]. Херсон, Вид-во „ЛТ-Офіс”, 2010. 378 с.
49. Глінка До. Д., Ґрунтознавство, М., 1931.

50. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П и др. Климат России в XXI веке. Оценка пригодности моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 для расчетов будущих изменений климата Росии. Метеорология и гидрология. 2008. № 8. Часть 2. С. 5-19.
51. Гребінь В.В. «Сучасний водний режим річок України» (ландшафтно – гідрологічний аналіз).Київ: Ніка. Центр, 2010. С.17- 29.
52. Грунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання / [за ред. Демьохін В.А., Пелих В.Г., Полупан М.І. та ін.] Київ: Колобіг, 2007. 132 с.
53. Гудкович З.М., Карклин В.П., Фролов И.Е. Внутривековые изменения климата, площади ледяного покрова Евразийских арктических морей и их возможные причины. Метеорология и гидрология.2005. № 6. С.5-14.
54. Гурин В.А., Будз М.Д. Вплив глобального потепління та розподіл атмосферних опадів на території України. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2011. Вип. 1(53). С. 3-10.
55. Даценко Н.М., Монин А.С., Берестов А.А. и др. О колебаниях глобального климата за последние 150 лет. Доклады РАН. 2004. Том 399, № 2. С.253-256.
56. Джеррард А. Дж. Почвы и формы рельефа. Ленинград: Недра, 1984. 208 с.
57. Дзюба А.В., Панин Г.Н. Механизм формирования многолетних направленных изменения климата в прошедшем и текущем столетиях. Метеорология и гидрология. 2007. № 5. С. 5-27.
58. Дмитренко В.П. «Погода, клімат, урожай польових культур».Київ вид-во «Ніка центр»,2010 р
59. Дмитренко В.П. Зміни клімату і проблеми сталого розвитку України. Київ: БМТ,2001, С. 371-383.
60. Дмитренко В.П. Основи агрометеорологічних стратегій адаптацій меліоративного землеробства України до погоди і клімату. УкрНДГМІ, рукопис.-22с.
61. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Санкт-Петербург, 1899. С. 10.

62. Дроздов.О.А., Арапов П.П., Лугина К.М и др. Некоторые аспекты взаимодействия естественных и антропогенных изменений климата. Украинский географический журнал. 2000. №2. С.-54-59.
63. Дубовик Е.В. Содержание гумуса, азота и фосфора в агрегатах чернозема типичного в прецизионном земледелии. Достижения науки и техники АПК. – 2013. № 10. С. 14–16.
64. Ефективне використання ґрунтів із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій / С.А. Балюк, І.В. Пліско, С.Г. Накісько, С.Р.Трускавецький та ін. [за наук. ред. С.А.Балюка.] Київ: Аграрна наука, 2011. 72 с.
65. Ефимова Н.А., Жильцова Е.Л., Лемешко Н.А. и др. О сопоставлении изменений климата в 1981- 2000 гг. с палеоаналогами глобального потепления . Метеорология и гидрология. 2004. № 8. С.18-23.
66. Загальна характеристика Херсонської області та її місце в народногосподарському комплексі, оцінка природно-ресурсного та соціально-економічного потенціалу. URL: <http://www.virtual.ks.ua/essays-term-papers-and-diplomas/657-general-characteristics-of-the-kherson-region-and-its-place-in-the-national-economic-complex-assessment-of-natural-resource-and-socio-economic-potential.html>
67. Захаров С.А. Курс почвоведения. Москва.-Ленинград: Госиздат, 1927.
68. Изменение климата /Информационные материалы./ Издание ОИК ЮНЕП и ЦЭНЭФ, Женева, 1997
69. Израэль Ю.А., Г.В. Груза., Катцов В.П., Мелешко В.М. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий. Метеорология и гидрология. 2001. № 5. С. 5-21.
70. Израэль Ю.А., И.М. Назаров. Проблема опасного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли . Метеорология и гидрология. 2004. № 11. С. 5-16.
71. Ігнат'єв С.Є. Прозора земля: навч.-метод. посіб. Харків: ТОВ «ТНЦ», 2008. С.163-164.

72. Інформаційне забезпечення зрошуваного землеробства. Концепція, структура, методологія організації // Ромащенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.М. [за ред. М.І. Ромащенка.] Київ: Аграрна наука, 2005. 196 с.
73. Карманов И.И. Плодородие почв СССР – М.: Колос, 1980. – 224с.
74. Картографи забезпеченості мікроелементами ґрунтів Херсонської області. / Морозов В.В., Ушкаренко В.О., Грановська Л.М., Безніцька Н.В., Морозов О.В. та ін /методичні рекомендації. Херсон: вид-во Грінь Д.С., 2012. С.48.
75. Кислов А.В. Модели климата для географических исследований (качество результатов моделирования. Вест. Моск. ун-та, География, 2001. № 1. Сер. 5. С.3-11.
76. Клименко М.О., Фещенко В.П., Вознюк Н.М. Основи та методологія наукових досліджень: [навч. посіб.] Київ: Аграрна освіта, 2010. 351 с.
77. Клімат і рельєф як фактор ґрунтоутворення (реферат). URL: <http://bukvar.su/geologija/44469-Klimat-i-rel-ef-kak-faktor-rochvoobrazovaniya.html> (дата звернення 19.03.2017).
78. Клімат і рельєф як фактор ґрунтоутворення. URL: http://ua-referat.com/Клімат_і_рельєф_як_фактор_ґрунтоутворення (дата звернення 10.11.2017р)
79. Клімат України. / [за ред. В.М. Липського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко.] Київ: Видавництво Раєвського, 2003.343 с.
80. Клімат України: у минулому... і майбутньому? / [М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова, Т. І. Адаменко, Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук, Т. В. Корж] /за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш : колективна монографія. Київ: Сталь, 2009. 234 с.
81. Коваленко А.М. Адаптація землеробства степової зони до підвищення посушливості клімату. Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. Херсон: Айлант. 2012. Вип.58. С. 21-23.
82. Коваленко П.І., Собко О.О., Зоценко М.І. та ін. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення./ [за ред. П.І. Коваленка.] Київ: Аграрна наука, 2001. 214 с.

83. Коломыц Э.Г. Региональные палеографические сценарии глобального потепления. География и природные ресурсы. 2005. №1. С. 7-25.
84. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Бояркіна Л.В. Науково-практичні засади використання інформаційних технологій при плануванні та управлінні режимами зрошення в умовах Півдня України. Інтегроване управління меліорованими ландшафтами: матер. міжн. наук.-практ. конф. 24-27 серпня 2011 р. м.Херсон: Херсон. РВЦ «Колос», 2011. С. 51-53.
85. Лимарь А.О. Экстремальні явища погоди на півдні України і агротехнічні заходи по їх пом'якшенню. Таврійський науковий вісник. Збірник наукових праць. Вип.34. Херсон: Айлант. 2004. С.113-121.
86. Лисецкий Ф.Н., Замураева М.Е., Половинко В.В., Данильченко М.А. Эталонные почвы в системе особо охраняемых природных территорий. Проблемы региональной экологии, 2009, № 1. С. 104-110.
87. Лисецкий Ф.Н., Пичура В.И., Бреус Д.С. Оценка и прогноз изменений содержания гумуса в степных почвах с использованием геоинформационных и нейротехнологий / Российская сельскохозяйственная наука (доклады Российской академии сельскохозяйственных наук). 2017. № 1. С. 24-29.
88. Лисецкий Ф.Н., Столба В.Ф., Пичура В.И. Периодичность климатических, гидрологических процессов и озерного осадконакопления на юге Восточно-Европейской равнины. Проблемы региональной экологии: общественно-научный журнал. Москва, 2013. № 4. С. 19-25.
89. Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А. Климатическая обусловленность почвообразования в Центральном Черноземье. Вестник ВГУ, серия география и геоэкология. 2003. № 2. С. 15-23.
90. Логвинов К. Т. Основные итоги гидрометеорологических исследований на Украине. Метеорология и гидрология. Інформаційний бюл. 1969. № 13. 336 с.
91. Логвинов К. Т. Особенности засухи 1972 г. на Украине. Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. 97 с.
92. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М.Ю. Опасные явления погоды на Украине. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1972. 236 с.

93. Логвинов К. Т., Барабаш М. Б. Исследование периодических изменений температуры воздуха и осадков на Украине. Тр. Укр НИГМИ. 1987. Вып. 224. С. 71–76.
94. Лымарь А.О. Экологический основы орошаемого земледелия. – Київ.: Аграрная наука, 1997. 399 с.
95. Лысогоров С.Д. Орошаемое земледелие: учебник. / С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко. – [5-е изд., перераб. и доп.]. Москва: Колос. 1995. 447 с.
96. Мартазинова В. Ф., Остапчук В. В. Особенности тропосферных и стратосферных атмосферных процессов при резких потеплениях и похолоданиях на территории Украины в теплый период года. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2001. Вып. 249. С. 24–34.
97. Мартазінова В. Ф., Свердлик Т. А. Зміни великомасштабної атмосферної погоди і регіональну циркуляцію повітря в Україні. Укр. географічний журн. 2001. № 2. С. 24–34.
98. Мартазінова В. Ф. Зміни регіональної циркуляції по вітрах і погоди умови в Україні у період глобального потепління. Екологічна енциклопедія України. Київ. 2006. Т.1.
99. Мацко П.В., Морозов О.О., Безніцька Н.В. Прогнозування вмісту гумусу в темно-каштанових ґрунтах Інгулецького зрошуваного масиву(на прикладі СК «Радянська земля Білозерського району Херсонської області»). Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: матер. міжнар. наук.-практ. конф присвяченої дню води, 21-23 березня 2012р. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 176-180.
100. Медведєв В.В Пліско І.В., Бігун О.М. Інвестиційна привабливість орних земель України (методика визначення і картографо-аналітичні оцінки). Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. 186 с.
101. Медведєв В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков: ПФ «Антиква», 2002. 428с.

102. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков: Апостроф, 2011. 292 с.
103. Медведев В.В., Плиско И.В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины. Харьков: Изд. «13 типография», 2006. 386 с.
104. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А. и др. Антропогенные изменения климата в XXI веке в Северной Евразии. Метеорология и гидрология. 2004. № 7. С.5-26.
105. Мелешко В.П. Климат России в XXI веке. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 / В.П. Мелешко, В.М. Катцов, В.А. Говоркова, П.В. Спорихин и др. // Метеорология и гидрология. -2008. - № 9. – Часть 3. – С.5-21.
106. Мелешко В.П., Голицин Г.С., Говоркова В.А. и др. Возможные антропогенные изменения климата России в XXI веке: оценки по ансамблю климатических моделей. Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С.38-49.
107. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., и др. Климат России в XXI веке. Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета. Метеорология и гидрология. 2008. № 6. Часть 1. С. 5-19.
108. Мелешко В.П., Мирвис В.М., Говоркова В.А. Насколько наблюдаемое потепление климата России согласуется с расчетами по объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана. Метеорология и гидрология. 2007. № 10. С.5-19.
109. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення/ за ред.Яцюк.І.П.,Юалюк С.В. Київ: 2013. 104с.
110. Методичні рекомендації з оперативного планування режимів зрошення. /[Жовтоног О.І., Ковальчук П.І., Писаренко П.В. та ін.] Київ: ІВЦ Держкомстату України, 2004. 50 с.

111. Морозов В.В., Федорчук В.Г., Безніцька Н.В. та ін. Вплив змін клімату на умови вирощування сільськогосподарських культур в Південному Степу України. Інтегроване управління водним режимом ґрунту в зоні сухого степу: матер. регіон. наук.- практ. конф., 04. квітня 2012 р. м. Херсон. Херсон: Колос. С.18-21.
112. Морозов В.В., Безницкая Н.В., Морозов О.В. Влияние изменения климата на формирование показателей плодородия почв юга Украины. Экология и водное хозяйство: Научно – технический и производственный журнал. Вып. 3. Азербайджан. Баку., 2013. С. 22-25.
113. Морозов В.В., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. Класифікація забезпеченості років атмосферними опадами в сухостеповій зоні України. Еколого-орієнтоване управління водними та земельними ресурсами: матер. всеук.наук.- практ. конф. молодих вчених 16-18 травня 2012 р.м. Херсон. Херсон: Колос. С. 53-56.
114. Морозов В.В., Безніцька Н.В., Нестеренко В.П. Теоретико – методологічні основи моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем в сільськогосподарських гідротехнічних меліораціях. Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: матер. міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої дню води, 21-23 березня 2012р. м.Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 42-45.
115. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Нестеренко В.П., Пічура В.І. Формування урожайності озимої пшениці залежно від кліматичних змін (на прикладі Херсонської області). Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2014. Вип. 88. С. 146-152.
116. Морозов В.В., Пічура В.І. Вплив зміни кліматичних чинників на формування меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів сухого степу України. Науковий вісник національного лісотехнічного університету України : глобальні зміни клімату – загрози людству та механізми відведення. Львів : РВВ НЛТУ України. 2009. Вип. 19.5. С. 80-88.
117. Морозов В.В., Пічура В.І. Прогнозування кліматичних показників як фактора формування родючості ґрунтів. Наукові основи землеробства у зв'язку

з потеплінням клімату : матер. міжнар. наук-практ. конф., 10-12 листопада 2010р. м. Миколаїв. Миколаїв: МДАУ, 2010. С. 54-57.

118. Морозов В.В., Плоткін С.Я., Поляков М.Г., Пічура В.І., та ін. Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем. / [за ред. професора В.В. Морозова]. Херсон, вид-во ХДУ, 2007. 328с.

119. Морозов В.В. Федорчук В.Г., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. Вплив змін клімату на умови вирощування сільськогосподарських культур в Південному Степу України. Інтегроване управління водним режимом ґрунту в зоні сухого степу: матер. регіон. наук.-практ. конф, 04.квітня.2012р. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 18-21.

120. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Дослідження клімату в системі еколого-агроекологічного моніторингу. Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: зб. міжнар. наук.-практ. конф присвяченої дню води, 21-23 березня 2012р. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 161-163.

121. Морозов О.В., Безніцька Н.В. Інформаційно-аналітичні матеріали щодо стану ґрунтів Херсонської області. Серія: Охорона ґрунтів. Матеріали до обласної програми «Забезпечення агропромислового комплексу мінеральними добривами на період до 2015 року»/ за ред.. д.с.-г.н. Морозова О.В. [у співав.: Ушкаренко В.О., Морозов В.В., та ін.]. Херсон, 2013. С.18 .

122. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Біднина І.О., Димов О. Оцінка придатності земель сільськогосподарського призначення за агрокліматичними показниками(на прикладі Херсонської області). Вісник аграрної науки (науково-теоретичний журнал, спец випуск), вересень 2014. С. 16-21.

123. Морозов О.В., Безніцька Н.В., Ставицька О.В., Мельничук С.І. Вплив погодних умов на формування урожаю озимої пшениці в Херсонській області /збір. наук. праць «Перспектива» Вип.18. Херсон: Колос, 2016. С.14-16.

124. Морозов О.В. Морозов В.В. Безніцька Н.В. Стан та динаміка змін основних показників родючості ґрунтів рисових зрошувальних систем. Таврійський науковий вісник. Науковий журнал. Вип. 84 Ч.2, 2012 . С.92-96.

125. Морозов О.В., Ставицька О.В., Безніцька Н.В., та ін. Дослідження агрометеорологічних умов 2011-2012 сільськогосподарського року у Херсонській області. Збірник. наук. праць «Перспектива» випуск 18. Херсон: Колос, 2016. С. 17-19.
126. Назаренко І.І., Польшина С.М. Нікорич В.А. Грунтознавство. Підручник. - Чернівці: Книги - XXI, 2004. - 400 с.
127. Назаров И.М. Ю.А. Израэль, М.Л. Гитарский и др. Проблема антропогенного воздействия на климат и Киотский протокол . Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С.137-148.
128. Найденов В.И., В.И. Швейкина. Гидрологическая теория глобального потепления климата Земли . Метеорология и гидрология. 2005. №12. С.63-76.
129. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам/ Агрометеорологічні спостереження. Офіційне видання. Випуск 11. Київ. 2007р. 357с.
130. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, В.А. Сташука. Київ: Аграрна наука, 2009. 622 с.
131. Научно обоснованная система орошаемого земледелия /под. ред. В.И. Остапов, В.А. Писаренко, Г. П. Найденов и др . Киев: Урожай, 1987. 192 с.
132. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 2. Результаты исследований / [под ред. В.В. Медведева.] Харьков: КП «Городская типография», 2009. 260 с.
133. Писаренко В.А. Особливості планування режимів зрошення в умовах дефіциту водно-енергетичних ресурсів. Актуальні проблеми ефективного використання зрошуваних земель: зб. наук. пр. м.Херсон: 1999. Вип. 2. С. 8-12.
134. Пичура В.И. Пространственно-временное прогнозирование изменений параметров агрохимических показателей мелиорируемых почв с использованием ГИС и нейротехнологий. Агрохімія і ґрунтознавство. 2012. № 78. С. 87–95.
135. Пичура В.І. Безніцька Н.В. Аналіз циклічності та прогноз змін температури повітря в Херсонській області. Технології вирощування сільськогосподарських

культур у Південному регіоні України: наук.-практ. конф молодих вчених присвячена дню науки, 11-12 квітня 2012р. Херсон. Херсон: Колос, 2012. С. 15-16

136. Пічура В.І., Морозов В.В. Вплив зміни кліматичних факторів на формування меліоративного режиму зрошуваних земель Сухого Степу України. Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. Херсон: «Олді-плюс». 2010. Вип. 53. С. 323-333.

137. Пічура В.І. Сільськогосподарське порушення екологічної стійкості басейну річки Дніпро. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. № 5 (6). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7231/7010>.

138. Пичура В. И. Аномальные проявления климатических условий в сухостепной зоне юга Восточно-Европейской равнины. Вопросы прикладной и региональной географии и экологии /Ред.: И.И. Рысин [и др.] : матер. всерос. науч – практ. конф. с международным участием. 26-28 ноября 2014 г. г. Ижевск. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. С. 208-214.

139. Пічура В.І. Кліматична обумовленість ґрунтоутворення на території транскордонного басейну Дніпра. Біоресурси і природокористування. 2016. № 8 (5-6). С. 26-38.

140. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу. Наукові доповіді НУБіП України. 2017. № 3 (67). [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8723>

141. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Аналіз циклічності та прогноз змін температури повітря в Херсонській області. Технології вирощування сільськогосподарських культур у південному регіоні України: матер. Регіон. наук.-практ. конф., присвяченої Дню науки. 11-12 квітня 2012 р., м. Херсон. Херсон: Айлант, 2012. С. 15-16.

142. Полонский А.Б. Роль океана в современных изменениях климата. Морской гидрофизический журнал. 2001. № 6. С.30-62.

143. Полонский А.Б., Башарин Д.В. Влияние климатического сдвига 1976-1977 гг. на крупномасштабную структуру приземных метеорологических полей Евразии. Метеорология и гидрология. 2008. № 5. С.17-29.
144. Полонский А.Б., Башарин Д.В., Восресенская Е.Н. и др. Североатлантическое колебание: описание, механизмы и влияние на климат Евразии. Морской гидрофизический журнал. 2004. № 2. С.42-59.
145. Полонский А.Б., Воскресенская Е.Н. О статистической структуре гидрометеорологических полей В Северной Атлантике. Морской гидрофизический журнал. 2004. №1. С.14-25.
146. Поляк И.И. Численные методы анализа . Ленинград: Гидрометеиздат, 1975.
147. Регіональне використання зрошуваних та вилучених із зрошення земель півдня України./ [Вожегова Р.А., Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін.] //колективна монографія Херсон: Грінь Д.С., 2015. 184с.
148. Ромашенко М.І., Жовтоног О.І., Філіпченко Л.А. Обґрунтування екологічно безпечних поливних норм // Вісник аграрної науки. 1999. № 11. С. 53-59.
149. Семенов С.М., Гельвер Е.С. Изменения годового хода среднесуточной температуры воздуха на территории России в XX веке. Доклады академии наук. 2002. Том 386, №3. С. 389–394.
150. Семенов С.М., Е.С.Гельвер. Синусоидальная аппроксимация годового хода среднесуточной температуры воздуха на территории России в XX веке. Метеорология и гидрология 2002. №11. С.25-30.
151. Сидоренков Н.С., Орлов И.А. Атмосферные циркуляционные эпохи и изменения климата. Метеорология и гидрология. 2008. №9. С. 22-29.
152. Современные глобальные изменения природной среды. Москва: Научный мир, 2006. в 2х томах. 1Т.1. 2006. 696 с.
153. Тайчинов С.Н. Бонитировка почвы и качественная оценка земель. Ульяновск, 1997. 120с.

154. Технологія вирощування продовольчого зерна озимої пшениці в зоні південного Степу України: методичні рекомендації / В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов [та ін.]. Херсон, 2008. 83 с.
155. Тюменцев Н.Ф. Сущность бонитировки на генетико-производственной основе. – Новосибирск, 1975. 140 с.
156. Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно обґрунтованими режимами зрошення у різних еколого-агроекологічних умовах Південного Степу України / В.А. Сташук, В.О. Ушкаренко, П.В. Писаренко та ін. [за наук. ред. В.А. Сташука.] Херсон: Грінь Д.С., 2011.-172 с.
157. Ушкаренко В. О. Резерви зрошеного землеробства. (Серія ІХ «Економічний і соціальний розвиток села» № 15). Київ.: т-во «Знання» УРСР, 1984. 48 с.
158. Ушкаренко В.О, Морозов О.В., Безніцька Н.В. та ін. Оцінка ґрунтів Херсонської області за їх придатністю для сільськогосподарського виробництва. Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій: матер. міжнар. наук – прак. Конф. 25-26 травня 2017 р., м.Херсон. Херсон: ЧП «ЛТ-офіс». С. 43-48.
159. Ушкаренко В.О. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями: навч. посіб. // [В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.В. Колесніков та ін.] – Херсон, Вид-во „ЛТ-Офіс”, 2010. – 378 с.
160. Ушкаренко В.О., Писаренко П.В., Морозов В.В. та ін. Ефективне використання зрошуваних земель Херсонської області. Херсон: Колос ХДАУ, 2010.-120 с.
161. Христенко А.А. Оценка химических методов определения содержания подвижного калия в почвах. Агрохимия і ґрунтознавство. Міжвідомчій наук. збірник.
162. Шмакин А.Б. Развитие климатологических исследований в институте географии. РАН. Известия РАН. Серия географическая. 2008. №5. С. 95-105.
163. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. 104 с.

164. Atkinson T. C. Seasonal temperatures in Britain during the last 22000 years reconstructed using beetle remain / T. C. Atkinson, K. R. Briffa G. R. Goope // Nature. 1987. Vol. 325. P. 587 – 592.
165. Berndtsson R. Solar – climatic relationship and implications for hydrology / R. Berndtsson, C.Uvo, I. Olsson // Noord. Hydrol. - 2001. –32, № 2. - P. 65-84.
166. Blunier T. Timing of the Antaretic Cold reversal and the atmospheric CO2 increase with respect to the Younger Dryas event / T. Blunier, I. Schwander et al. // Geophys. Res. Lett. – 1997. Vol. 24. P. 2683 – 2686.
167. Butler B.E. Assessing the soil factor in agricultural production // J. Aust. Inst. Agric. Sci. 30. 4. 1964. P. 232-240.
168. Caguan B., Uehara G. Soil anizotropy and its relation to aggregate stability. Soil Science Soc. of Amer. Proc. 29. 2. 1965. P. 198-200.
169. Chiang I. C. Interdecadal changes in castem Pacific ITCZ variability and its influence on the Atlantic ITCZ / I. C. Chiang, Yo. Kushnir. Geoph. Res. Lett. 2000. V 27, № 22. P. 3687 – 3690.
170. Climate Change 1992. The Supplement Report to the IPCC Scientific Assessment / J.T. Houghton, B.A.Callander, S.K.Varney. - Cambridge, Cambridge University Press, UK and NY, USA. 1992. 200 p.
171. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / J.T. Houghton, L.G. Meira Filho. - Cambridge, Cambridge University Press, UK. 1996. 56 p.
172. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Summary for Policymakers and Technical Summary. – WMO/UNEP. 2001. 880 p.
173. Climate Change 2007: The Physical Science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S.Solomon, D.Qin, M.Manning (etc). – Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, IPCC, 2007.

174. Climate Change. The IPCC Scientific Assessment / J.T. Houghton, G.J. Jenkins, J.J.Ephraums. -Cambridge, Cambridge University Press, UK and NY, USA. 1990. 363 p.
175. Corben P. Global warming : it's not man – mode CO2 that's wrong, says scientists / P. Corben // *Global Trans Int.* 2002. 17, № 5. P. 53-54.
176. Damon P. Solar cycle length and 20 th century northern hemisphere warming : Revisited / P. Damon, A.Peristykh. *Geophys. Res. Lett.* 1999. 26, № 16. P. 2469-2472.
177. De Freitas G. Are observed changes in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere really dangerous / De Freitas G. *Bull. Can. Petrol. Geol.* 2002. 50, № 2. P. 297-327.
178. Delworth T. S. Interdecadal variability of the thermohaline circulation in a coupled ocean – atmosphere model / T. S. Delworth, S. Manabe, R. I. Stouffer // *J. Climate.* 1996. № 9. P. 1993 – 2011. Japan is becoming hotter and hotter. *Atmos Jap.* 2002. 46, № 8, P. 18.
179. Enfield D. Multiscale variabilities in Global Sea Surface Temperatures and their relationships with Tropospheric Climate Patterns / D. Enfield, A. Mestas – Nunez // *Ibid.* 1999. № 12. P. 2712 – 2733.
180. Folland Chris. Observed climate variability and change / Chris Folland, K. Tomas, M. Salinger. *Weather.* 2002 .57, № 8. P. 269-279.
181. Friis – Christensen Eigil. Solar variability and climate / Friis – Christensen Eigil. // *Space Sci. Rev.* 2000. 94, № 1-2. P. 411-421.
182. Hasselmann K. Stochastic climate models Part 1. Theory / K. Hasselmann. *Tellus.* 1976. V. 28, № 6. P. 437 – 485.
183. Jackson L.E., Santos-Martin F., Hollander A.D., Horwath W.R., Howitt R.E., Kramer J.B., O'Geen A.T., Orlove B.S., Six J.W., Sokolow S.K., Sumner D.A., Tomich T.P., Wheeler S.M. Potential for adaptation to climate change in an agricultural landscape in the central valley of California // *California Climate Change Center.* 2009. P. 165.

184. Karl Tomas R. Modern global climate change / Karl Tomas R., Trenberth K. // Science. - 2003 302, № 5651. P. 1719-1723.
185. Karner O. On nonstationarity and antipersistency in global temperatures series / O. Karner // J. Geophys. Res. 2002. 107, № 20. P. 1-11.
186. Laut P. Is there a correlation between solar cycle lengths and terrestrial temperatures / P. Laut, I. Gundermann // Noordwick, ESTEC, 2002. – P. 184-193.
187. Letey J., Sojka R.E., Upchurch D.R., Cassel D.K., Olson K.R., Payne W.A., Petrie S.E., Price G.H., Reginato R.J., Scott R.D., Smethurst P.J., and Triplett G.B. Deficiencies in the soil quality concept and its application // J. Soil Water Conserv. 2003. 58. P. 180-187.
188. Lisetskii F., Chepelev O. Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. Advances in Environmental Biology. 2014. V. 8. № 4. P. 996-1000.
189. Lisetskii F., Stolba V.F., Marinina O. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea. Geoderma. 2015. V. 239-240. P. 304-316.
190. Lisetskii F.N., Pichura V.I. Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine // Russian Agricultural Sciences. 2016. № 2. P. 154-158. DOI: 10.3103/S 1068367416020075.
191. Mayer Y. Wavelets, generalized white noise and fractional: the synthesis of fractional Brownian motion // The Journal of Fourier Analysis and Applications. 1995. № 5 (5). P. 465-494.
192. Mouazen A.M., Malaki M.R., Merckx R., Baerdemaeker J.De., Ramon H. Primary results on on-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIS sensor. International Soil Tillage Research Organization 17 th Triennial Conference, Kiel, Germany. 2006. P. 839-844.
193. Neumann – Mahlkau P. Treibhaus oder K?hlhaus Das Klima der Erde / P. Neumann – Mahlkau // Luftung K?ltetechn . 2002. №7. S. 324 – 329.
194. Pichura V.I. Basin approach to spatial-temporal modeling and neyroprediction of potassium content in dry steppe soils / Biogeosystem Techniqu., 2015. № 2 (4). C. 172-184. DOI: 10.13187/bgt.2015.4.172.

195. Pichura V.I., Breus D.S. The basin approach in the study of spatial distribution anthropogenic pressure with irrigation land reclamation of the dry steppe zone. *Biogeosystem Technique*. 2015. V. 3. Is. 1. P. 89-100.
196. Pichura V.I., Larchenko O.V., Domaratsky E.A., Breus D.S. Spatial assessment of the suitability of agricultural lands for growing and design of grain harvest using GIS technologies. *Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки*. 2013. № 3. С. 357-362.
197. Pichura V.I., Pilipenko Yu.V., Lisetskiy F.N., Dovbysh O.E. Forecasting of hydrochemical regime of the Lower Dnieper section using neurotechnologies. *Hydrobiological Journal*. 2015. V. 51. № 3. P. 100-110.
198. Popp J., Hoag D., Ascough J.I. Targeting soil conservation policies for sustainability: new empirical evidence. // *J. Soil Water Conserv.* 57. 2002. P. 66-74.
199. Qu Wei – Zheng. The influence of the solar activity changes on the climate of moderate latitude area / Qu Wei – Zheng, Deng Sheng – Gui Huan Fei. *Chin. J. Geophys.* 2004. 47, № 3. P. 398-404.
200. Quinet A. Global warming: fact or fiction / A. Quinet. *Publ. Sci et techn. Inst. Roy. Meteorol., Belg.* 2000. № 11. P. 1-16.
201. Rind. D. The sun's role in climate variations / D. Rind. *Science*. 2002. 296, № 5568. P. 673-677.
202. Schonwiese Chr. Globaler Klimawandel im Industriezeitalter / Chr. Schonwiese. *Geogr. Rdsch.* 2004. 56, № 1. P. 4-9.
203. Soiler W. The global climate change: A challenge to science and society / W. Soiler // *Innovation*. 2002. № 11. P. 4-7.
204. Stauffer B. Atmospheric CO₂, CH₄ and N₂O records over the past 60000 years based on the comparison of different polar ice cores / B. Stauffer, I. Fluckiger, E. Monnin et al. *Annals of Glaciology*. 2002. Vol. 35. P. 202 – 208.
205. Stern D. Detecting a global warming signal in hemispheric temperature series : a structural time series analysis / D. Stern, R. Kaufmann. *Clim. Change*. 2000. 47, № 4. P. 411-438.

206. Storie, R.E. Storie index soil rating / R.E. Storie // Division of agricultural sciences. 1978. No 3203. P. 1-4.
207. Talsma T. Measurement of soil anisotropies with piezometers // J. of Soil Science. 11. 1. 1960. P. 159-171.
208. Tett S. Estimation of natural and anthropogenic contributions to twentieth century temperature change / S Tett, I. Gareth, P. Stott. Geophys. Res D. 2002. 107, № 16. P. 1-24.
209. Torbert H.A., Kruege E., Kurtener D. Soil quality assessment using fuzzy modeling // Int. Agrophysics. 2008. 22. 365-370.
210. United Nations Framework Convention on Climate Change. - Geneva, UNEP/WMO, IUCC. - 1992.
211. Using ArcGIS Spatial Analyst. - Published by ESRI, 2002. - 238p.
212. Using ArcGIS Survey Analyst. - Published by ESRI, 2002. 310p.
213. Using ArcMap. - Published by ESRI, 2002. 538p.
214. Van Geel B. The role of solar forcing upon climate change / Van Geel B., Renssen H., Van der Plicht I. Quatern. Sci. Rev. 1999. 18, № 3. P. 331-338.
215. Van Loon H. A probable signal of the 11-year solar cycle in the troposphere of the northern hemisphere / Van Loon H., Shea d. Geophys. Res. Lett. 1999. 26, № 18. P. 2893-2896.
216. What's new in ArcGIS Desktop 9.0. - Published by ESRI, 2004. - 136 p.
Using ArcGIS Geostatistical Analyst. - Published by E

ДОДАТКИ

Додаток А.1
Характеристика агрокліматичних районів Херсонської області

Агрокліматичний район	Райони області	Основні показники						Загальна характеристика кліматичного району	Метеопост
		Середньорічна t повітря, °C	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Тривалість безморозного періоду	Сума ефективних t (>10 °C)	Сума опадів, мм	Кількість днів з сухов'ями		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Північно-західний	Великоолександрівський, Високопільський, Нововоронцовський і північні частини Верхньорогачицького і Великолелетиського адміністративних районів	9,0-9,4	210-220	165-175	3200-3300	440-470	40-45	Найбільш забезпечена опадами частина сільгоспугідь області.	Велика Олександрівка Північній частині Нижні Сірогози
Східний	Нижньосірогозький, Іванівський і більша частина Великолелетиського і Верхньорогачицького адміністративних районів.	9,2-9,6	210-220	170-180	3200-3300	400-440	50-60	Найбільш посушлива, помірно забезпечена теплом частина області з високою вірогідністю вітрової ерозії ґрунту.	Нижні Сірогози

Продовження додатку А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Південно-східний	.Більша частина Каланчацького, Чаплинського, Новотроїцького і Генічеського адміністративних районів	9,6-10,0	220-230	170-180	3300-3400	380-400	50-60	Це дуже посушлива і добре забезпечена теплом частина області. Тут сама висока вірогідність вітрової ерозії ґрунту.	Каланчацького- Хорли, Чаплинського- Асканія Нова, Новотроїцького і Генічеського- Генічеськ.
Південний	Охоплює більшу частину Голопристанського, Скадовського і Цюрупинського адміністративних районів	10,0-10,4	225-235	180-190	3400-3500	320-360	30-40	Відмічається високою забезпеченістю теплом і помірною посушливістю	Голопристанський- Бехтери, Скадовський – Хорли Цюрупинський- Херсон.

Продовження додатку А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Центральний	Білозерський, Каховський, Горностаївський і більша частина Бериславського адміністративних районів	9,6-10,0	220-230	175-185	3300- 3400	360-370	40-50	Територія добре забезпечена теплом і помірно посушлива. Тут найбільш проявляє себе водна ерозія грунту і визначається висока вірогідність вітрової ерозії	Білозерський- Херсон, Каховський, більша частина Бериславського - Нова Каховка, Горностаївський- Нижні Сірогози
Приморський край	До його складу входять прибережні частини Голопристанського, Скадовського, Каланчацького, Чаплинського, Новотроїцького і Генічеського адміністративних районів.	10,0-10,4	225-235	200-220	3300- 3500	350-360	10-20.	Цей кліматичний район носить риси морського клімату, характеризуєтьс я бризовою циркуляцією вітрів, зміщенням у часі настання максимальних і мінімальних температур тощо.	Прибережні частини Голопристанського - Бехтери, Скадовського, Каланчацького- Хорли, Чаплинського, Новотроїцьког- Асканія Нова і Генічеський- Генічеськ

Додаток А.2

**Перелік гідрометеорологічних станцій, розташованих на території
Херсонської області**

№ п/п	Назва гідрометеорологічної станції	Координати		Висота над рівнем моря, м	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій та
		широта	довгота		
1	Асканія-Нова	46° 27'	33°53'	29	Чаплинський, Новотроїцький
2	Бехтери	46° 15'	32°18'	7	Голопристанський, Скадовський
3	Велика Олександрівка	47° 19'	33°17'	57	Великоолександрівськ ий, Високопільський, Нововоронцовський
4	Генічеськ	46° 10'	34°19'	14	Генічеський, Новотроїцький
5	Нова Каховка	46° 45'	33°21'	26	Каховський, Бериславський
6	Нижні Сірогози	46°51'	34°24'	54	Нижньосірогозький, Горностаївський, Верхньорогачицький, Іванівський
7	Херсон	46° 40'	32°30'	44	Білозерський, Олешківський
8	Хорли	46° 04'	33°18'	6	Каланчацький, Скадовський

Додаток А.3
Метеорологічні показники по Херсонській області

Роки	Температура повітря		Атмосферні опади	
	за рік	за вегетаційний період (IV-X)	за рік (I-XII)	за вегетаційний період (IV-X)
1	2	3	4	5
1945	8,8	15,9	186,0	120,0
1946	10,2	17,9	231,6	141,8
1947	9,8	16,7	307,6	165,1
1948	9,7	17,0	275,2	201,0
1949	10,0	16,0	346,5	216,5
1950	10,1	17,2	318,3	208,3
1951	10,6	17,4	209,2	57,3
1952	10,7	17,1	495,8	281,3
1953	9,2	16,9	375,9	282,1
1954	9,0	17,9	361,7	213,6
1955	10,1	16,7	359,3	220,4
1956	8,4	15,9	400,2	346,1
1957	10,4	17,2	294,1	188,3
1958	10,3	16,4	261,3	165,8
1959	9,5	16,0	338,2	222,0
1960	11,0	17,2	503,8	354,2
1961	8,5	14,3	334,2	204,9
1962	10,7	17,1	422,9	240,1
1963	9,8	17,9	278,0	110,5
1964	9,9	17,2	299,4	205,4
1965	9,3	15,5	423,5	265,4
1966	11,8	17,7	471,9	188,5
1967	10,2	17,6	374,4	175,7
1968	10,1	17,2	372,6	211,0
1969	8,7	15,7	406,8	214,4
1970	10,1	16,3	522,7	303,5
1971	10,0	16,3	335,6	187,1
1972	10,0	17,9	377,5	322,4
1973	9,0	15,6	473,3	307,1
1974	9,9	16,3	461,7	314,1
1975	11,1	18,2	367,2	268,8
1976	8,3	14,8	470,0	341,3
1977	9,4	15,3	628,6	435,1
1978	9,2	15,5	508,2	334,8
1979	10,3	16,6	552,4	322,6
1980	9,1	15,4	555,1	327,3

Продовження додатку А.2

1	2	3	4	5
1981	10,8	16,9	528,0	253,2
1982	9,7	16,1	410,1	331,5
1983	10,3	16,9	369,9	290,6
1984	9,6	16,5	392,7	240,0
1985	7,8	15,9	573,9	393,4
1986	9,7	17,0	380,0	229,6
1987	7,8	15,2	401,9	229,6
1988	9,4	16,5	606,4	426,1
1989	11,1	17,1	265,6	193,4
1990	10,9	16,1	433,5	330,1
1991	10,0	17,3	346,0	262,0
1992	9,8	16,4	337,5	223,1
1993	9,1	15,9	332,7	213,0
1994	11,0	18,4	327,4	236,9
1995	10,3	16,9	524,7	274,5
1996	9,6	16,9	388,9	212,8
1997	8,9	15,5	778,1	498,2
1998	10,4	17,6	473,1	307,1
1999	11,3	17,7	594,2	306,1
2000	10,7	16,9	488,1	378,2
2001	10,8	17,6	481,7	293,3
2002	11,3	18,2	379,4	249,6
2003	9,7	16,9	428,9	253,8
2004	10,6	16,4	656,8	407,2
2005	11,0	17,8	466,8	216,8
2006	10,3	17,7	321,2	182,2
2007	12,2	19,1	381,9	143,5
2008	11,1	17,5	471,9	350,7
2009	11,8	18,1	367,2	147,2
2010	11,5	18,2	419,6	285,9
2011	10,4	17,5	247,3	111,6
2012	11,8	20,2	449,78	206,7
2013	11,7	18,2	332,6	237,2
2014	11,8	18,3	346,2	255,5

Додаток Б.1

**Відношення посівних площ та валового збору озимої пшениці на
зрошуваних землях до всіх земель**

Роки	Посівна площа, тис. га			Валовий збір (у вазі після доробки), тис. тонн		
	всі землі, тис. га	зрошувані землі		всього, тис. тонн	зрошувані землі	
		тис. га	%		тис. тонн	%
1990	553,5	87,2	15,7	2056,9	451,9	22,0
1991	466,6	93,2	19,8	1300,0	376,5	29,0
1992	398,6	90,7	22,8	1157,6	378,7	32,7
1993	343,7	85,4	24,9	1196,0	366,4	30,6
1994	163,3	45,9	28,1	432,9	166,2	38,4
1995	398,6	80,2	20,1	1192,8	297,5	24,9
1996	355,8	77,8	21,9	554,1	231,8	41,8
1997	584,0	85,2	14,6	1850,3	361,2	19,5
1998	379,1	81,7	21,6	1059,8	259,4	24,5
1999	349,0	87,2	25,0	886,1	245,9	27,8
2000	372,9	84,3	22,6	687,1	198,1	28,8
2001	521,0	95,4	18,3	1557,3	298,7	19,2
2002	515,5	81,6	15,8	1072,0	218,7	20,4
2003	185,8	27,0	14,5	90,5	22,4	24,8
2004	296,9	25,6	8,6	885,1	92,6	10,5
2005	425,7	25,4	6,0	1041,3	93,5	9,0
2006	277,4	23,8	8,6	705,4	83,0	11,8
2007	275,0	22,6	8,2	509,9	72,5	14,2
2008	405,5	25,3	6,2	1329,1	117,3	8,8
2009	410,0	21,4	5,2	999,9	82,5	8,3
2011	442,8	20,7	4,8	1540,1	98,2	6,3
2012	228,5	16,8	7,4	359,9	47,1	13,1
2013	431,1	29,3	6,8	873,6	116,9	13,4
2014	468,2	22,1	4,7	1377,0	101,6	7,4
2015	494,3	33,6	6,8	1752,6	169,3	9,7
2016	239,5	27,1		858,4	130,97	
Середнє	389,7	54,7	14,36	1058,6	197,9	19,8

Додаток Б.2

Продуктивність озимої пшениці на зрошенні в Херсонській області

Роки	Урожайність, ц/га		Приріст урожаю від зрошення, ц/га (+/-)	Поправочний коефіцієнт на ефективність зрошення
	при зрошенні	без зрошення		
1990	51,8	34,4	+17,4	1,5
1991	40,4	24,6	+15,8	1,6
1992	41,8	25,1	+16,7	1,7
1993	42,9	32,1	+10,8	1,3
1994	36,2	22,7	+13,5	1,6
1995	37,1	28,1	+9,0	1,3
1996	29,8	11,6	+18,2	2,6
1997	42,4	22,9	+19,5	1,8
1998	31,8	25,6	+6,2	1,2
1999	28,2	24,5	+3,7	1,2
2000	23,5	17,5	+6,0	1,3
2001	31,3	29,8	+1,5	1,1
2002	26,8	23,5	+3,3	1,1
2003	8,3	5,7	+2,6	1,5
2004	36,2	29,2	+7,0	1,2
2005	36,8	23,7	+13,1	1,6
2006	34,9	24,7	+10,2	1,4
2007	32,1	17,3	+14,8	1,9
2008	46,4	31,8	+14,6	1,5
2009	38,6	23,7	+14,9	1,6
2010
2011	47,5	34,2	+13,3	1,4
2012	28,1	14,8	+13,3	1,9
2013	39,9	18,8	+21,1	2,1
2014	45,9	28,6	+17,3	1,6
2015	50,4	34,4	+16,0	1,5
2016	48,4	35,8		
Середнє	36,3	24,3	11,9	1,5

*Примітка: * поправочний коефіцієнт на ефективність зрошення визначається як відношення врожайності на зрошуваних ґрунтах до врожайності на їхніх незрошуваних аналогах.*

Додаток Б.1

Зібрана площа, валовий збір та урожайність пшениці озимої на зібраних землях у Херсонській області

Роки	Всі землі			Не поливні землі			Зрошені землі		
	Зібрана площа, га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га	Зібрана площа, га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га	Зібрана площа, га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Каланчацький район									
2011	12789,17	424945,06	33,2	12349,87	402021,84	32,6	439,30	22923,22	52,2
2011	4285,24	53504,4	12,5	4045,24	48944,4	12,1	240,00	4560,00	19,0
2013	5166,40	111286,2	21,5	5166,40	111286,2	21,5	-*	-	-
2014	5502,99	112618,15	20,5	5502,99	112618,15	20,5	-*	-	-
2015	7646,47	320937,36	42,0	7072,74	288379,56	40,8	573,73	32557,80	56,8
Чаплинський район									
2011	26516,34	959412,16	36,2	24418,28	831699,1	34,1	2098,06	127713,06	60,9
2012	10172,28	180663,63	17,8	7920,97	109791,4	13,9	2251,27	70872,23	31,5
2013	17308,49	412918,20	23,9	13440,41	217221,48	16,2	3868,08	195696,72	50,6
2014	25756,93	753538,33	29,3	21939,21	565091,7	25,8	3817,72	188446,63	49,4
2015	25794,78	1005542,55	39,0	21218,71	736793,3	34,7	4576,07	268749,25	58,7
Скадовський район									
2011	15938,58	491837,07	30,9	15938,58	491837,07	30,9			
2012	11215,52	113875,65	10,2	10610,52	101428,15	9,6	605,00	12447,50	20,6
2013	17558,97	320070,26	18,2	17186,97	304435,96	17,7	372,00	15634,30	42,0
2014	15597,98	370070,17	23,7	15145,82	101429,15	6,7	452,16	20050,50	44,3
2015	17234,10	578839,75	33,6	16453,23	538987,83	32,8	780,87	39851,92	51,0
Бериславський район									
2011	36875,25	1198698,00	32,5						
2012	9486,10	84390,70	8,9	9306,1	81510,7	8,8	180,00	2880,00	16,0
2013	30575,45	561201,57	18,4	30395,45	555801,57	18,3	180,00	5400,00	30,0
2014	37325,32	1008717,31	27,0	37325,32	1008717,3	27,0	-	-	-
2015	39084,56	1408914,72	36,1	38774,09	1397227,2	36,0	310,47	11687,50	37,6

Продовження додатку Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Великолепетиський район									
2011	25907,01	1000591,05	38,6						
2012	17637,12	313640,39	17,8				-	-	-
2013	29018,10	596951,44	20,6				-	-	-
2014	27734,71	948005,83	34,2	27598,48	938614,83	34,0	136,23	9391,00	68,9
2015	27172,15	1004395,90	37,0	26980,15	990955,9	36,7	192,00	13440,00	70,0
Генічеський район									
2011	37203,40	1395305,07	37,5						
2012	27609,20	463664,11	16,8	24657,16	387271,5	15,7	2952,04	76392,61	25,9
2013	44931,33	865529,88	19,3	41564,67	768961,48	18,5	3366,66	96568,40	28,7
2014	41253,89	1259648,50	30,5	38212,76	1118210,1	29,3	3041,13	141438,40	46,5
2015	46043,18	1585749,88	34,4	42169,36	1406289,7	33,3	3873,82	179460,20	46,3
Голопристанський район									
2011	23604,57	755703,41	32,0						
2012	18115,82	290488,60	16,0	16868,29	263102,6	15,6	1247,53	27386,00	22,0
2013	2678,71	417314,18	15,6	380,29	357788,18	14,6	2298,42	59526,00	25,9
2014	27772,29	765922,80	27,6	25667,03	697576,8	27,2	2105,26	68346,00	32,5
2015	28336,80	927638,32	32,7	26347,03	842388,22	32,0	1989,77	85250,10	42,8
Горностаївський район									
2011	15766,04	650664,79	41,3						
2012	4655,22	66642,89	14,3	4395,92	60296,5	13,7	259,30	6346,39	24,5
2013	20446,13	504596,08	24,7	18937,13	440752,07	23,3	1509,00	63844,01	42,3
2014	20539,67	681073,19	33,2	20121,77	657311,22	32,7	417,90	23761,97	56,9
2015	20070,36	692287,19	34,5	19169,36	644887,26	33,6	901,00	47399,93	52,6
Іванівський район									
2011	20137,21	649695,43	32,3						
2012	7313,61	133851,02	18,3	6476,37	110130,22	17,0	837,24	23720,80	28,3
2013	18618,76	312748,03	16,8	16154,54	237680,86	14,7	2464,22	75067,17	30,5
2014	23596,42	646349,38	27,4	21689	560598,89	25,8	1907,42	85750,49	45,0
2015	24056,70	697569,05	29,0	22148,44	617975,13	27,9	1908,26	79593,92	41,7

Продовження додатку Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Каховський район									
2011	21358,86	882445,88	41,3						
2012	9264,93	187695,94	20,3	6965,58	115326,67	16,6	2299,35	72369,27	31,5
2013	12101,90	381096,45	31,5	7488,82	151826,9	20,3	4613,08	229269,55	49,7
2014	17739,22	569905,00	32,1	15076,23	446464,88	29,6	2662,99	123440,12	46,4
2015	25104,08	1086583,06	43,3	17982,44	701471,26	39,0	7121,64	385111,80	54,1
Нижньосірогоський район									
2011	31585,33	1015943,69	32,2						
2012	23067,07	389056,07	16,9	22889	384290,07	16,8	178,07	4766,00	26,8
2013	39581,67	624141,40	15,8	39392,67	614541,9	15,6	189,00	9599,50	50,8
2014	40820,08	1220338,31	29,9	40683,08	1213264,3	29,8	137,00	7074,00	51,6
2015	40067,71	1216012,99	30,4	39683,21	1198593	30,2	384,50	17420,00	45,3
Нововоронцовський район									
2011	23955,57	923746,83	38,6						
2012	8317,22	121207,46	14,6	-	-	-	-	-	-
2013	22632,27	514635,69	22,7	-	-	-	-	-	-
2014	25492,71	839118,15	32,9	-	-	-	-	-	-
2015	25014,78	931532,17	37,2	25002,78	930922,13	37,2	12,00	610,04	50,8
Новотроїцький район									
2011	36714,74	1452676,54	39,6						
2012	18807,58	397087,00	21,1	13949,36	244566,3	17,5	4858,22	152520,70	31,4
2013	33789,66	838930,10	24,8	25389,91	483994,9	19,1	8399,75	354935,20	42,3
2014	43151,48	1297818,22	30,1	36605,81	981810,62	26,8	6545,67	316007,60	48,3
2015	44200,98	1624511,40	36,8	34299,96	1142697	33,3	9901,02	481814,45	48,7
м. Херсон									
2011	2070,95	67383,95	32,5						
2012	1038,80	9187,15	8,8	1026,8	8992,47	8,8	12,00	194,68	16,2
2013	1817,66	29059,23	16,0	275,52	27517,09	15,4	32,00	1542,14	48,2
2014	2559,35	67207,30	26,3	2257,85	57175,67	25,3	301,50	10031,63	33,3
2015	3395,95	130183,80	38,3	1026,8	8992,47	8,8	без даних		

Продовження додатку Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Олешківській район									
2011	15287,80	418537,50	27,4						
2012	5441,81	69160,00	12,7	5385,81	68292	12,7	56,00	868,00	15,5
2013	8958,20	147678,40	16,5	8593,2	138896,4	16,2	365,00	8782,00	24,1
2014	11617,07	324631,35	27,9				-	-	-
2015	15464,92	507392,07	32,8	15082,92	492030,07	32,6	382,00	15362,00	40,2
м. Нова - Каховка									
2011	1218,90	50012,30	41,0						
2012	751,20	11309,02	15,1	349,44	5298,64	15,2	401,76	6010,38	15,0
2013	989,73	40154,04	40,6	447,73	15740	35,2	542,00	24414,04	45,0
2014	697,70	18563,33	26,6	585,55	13564,96	23,2	112,15	4998,37	44,6
2015	607,12	23394,97	38,5	431,62	13512	31,3	175,50	9882,97	56,3

Примітка: - дана культура на зрошуваних землях не висівалась.

Додаток В.1

Обсяги та якість поливів по Херсонській області

Роки	Площа зрошуваних земель, га	Фактично полито у поточному році, га
2000	460586	212440
2001	460586	106340
2002	431115	234940
2003	427983	250342
2004	427983	268280
2005	424522	275170
2006	424504	274300
2007	424504	285000
2008	425216	285000
2009	425294	285000
2010	425675	285030
2011	425675	286210
2012	426111	287306
2013	426111	291472
2014	426111	291830
2015	426371	292697

Додаток В.2

Стан використання зрошуваних земель по Каховському масиву, Херсонська область

Роки	Наявність зрошуваних земель, всього тис. га	Площі зрошуваних земель, які використовуються, тис. га	% викорис-тання	Площі зрошуваних земель, які не використовуються, тис. га	%
1980	185,03	171,63	92,80	13,40	7,20
1990	267,89	259,12	96,70	8,87	3,30
2000	275,79	156,21	56,64	119,58	43,36
2001	262,67	71,77	27,32	190,90	72,68
2005	261,70	184,48	70,49	77,22	29,51
2010	262,32	199,20	75,97	63,00	24,03
2011	262,22	200,62	76,51	61,60	23,49
2012	262,22	201,32	76,78	60,80	23,22
2013	262,22	203,94	77,77	58,28	22,23
2014	262,31	218,02	83,12	44,29	16,88
2015	262,306	218,580	83,33	43,73	16,67

Додаток В.3
Стан використання зрошуваних земель по Інгулецькому масиву,
Херсонська область

Роки	Наявність зрошуваних земель, всього тис. га	Площі зрошуваних земель, які використовуються, тис. га	% використання	Площі зрошуваних земель, які не використовуються, тис. га	%
1980	34,8	34,84	100,00	0	0
1990	37,2	36,43	97,85	0,80	2,15
2000	39,5	18,25	46,18	21,27	53,82
2001	36,7	12,48	34,01	24,22	65,99
2005	33,2	21,60	65,06	11,60	34,94
2010	33,3	21,33	64,05	11,97	35,95
2011	33,8	21,40	63,30	12,40	36,70
2012	33,8	21,40	63,31	12,40	36,69
2013	33,8	21,41	63,34	12,39	36,66
2014	33,6	13,99	41,63	19,62	58,37
2015	33,608	11,78	35,04	21,83	64,96

Додаток В.4

Стан використання зрошуваних земель по Краснознам'янському зрошуваному масиву, Херсонська область

Роки	Наявність зрошуваних земель, всього тис.га	Площі зрошуваних земель, які використовуються, тис. га	% використання	Площі зрошуваних земель, які не використовуються, тис. га	%
1980	100,88	97,10	96,30	3,78	3,70
1990	115,06	113,96	99,04	1,10	0,96
2000	114,56	31,22	27,25	83,34	72,75
2001	109,82	27,81	25,32	82,01	74,68
2005	109,30	57,43	52,54	51,87	47,46
2010	109,30	57,43	52,54	51,87	47,46
2011	109,30	58,20	53,25	51,10	46,75
2012	109,30	58,70	53,71	50,60	46,29
2013	110,30	59,20	53,67	51,10	46,33
2014	108,624	52,85	48,65	55,77	51,35
2015	108,884	54,430	49,99	54,45	50,01

Додаток В.5

**Обсяги поливів по Правобережним зрошувальним системам,
Херсонська область**

Роки	Площа зрошуваних земель, га	Полиито		Не поливалось	
		га	% наявної площі	га	% наявної площі
1990	36102	34602	95,85	1500	4,15
1995	36102	27502	76,18	8600	23,82
1998	35390	11090	31,34	24300	68,66
2000	35387	3800	10,74	31587	89,26
2001	34982	2800	8,00	32182	92,00
2002	22971	16080	70,0	6891	30,00
2003	22606	13720	60,69	8886	39,31
2004	22606	13600	60,16	9006	39,84
2005	21171	5300	25,03	15871	74,97
2006	21171	10590	50,02	10581	49,98
2007	21171	13820	65,28	7351	34,72
2008	21192	12500	58,98	8692	41,02
2009	21192	6800	32,09	14392	67,91
2010	21573	6180	28,65	15393	71,35
2011	21573	5890	27,30	15683	72,70
2012	21573	5120	23,73	16453	76,27
2013	21573	5930	27,49	15643	72,51
2014	21573	6970	32,31	14603	67,69
2015	21573	7910	36,67	13663	63,33

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень, одержаних в
дисертаційній роботі
Безніцької Наталії Валеріївни,
що представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук
за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

В Херсонській області впроваджується рекомендації щодо впливу змін клімату для проектів еколого - меліоративних заходів з підвищення родючості і продуктивності ґрунтів (у тому числі зрошуваних) Степу України, які розроблені асистентом кафедри геоінформаційних систем і технологій в землеводокористуванні (науковий керівник доктор сільськогосподарських Морозов О.В).

Рекомендації розроблені для одержання проектних врожаїв сільськогосподарських культур, з метою стабілізації виробництва сільськогосподарської продукції, впровадження у виробництво інноваційних, науково – обґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, мінімізації ризиків від впливу змін погодних умов на півдні України в сучасних умовах господарювання.

Рекомендації розглянуті і рекомендовані до впровадження на засіданні Громадської ради з питань раціонального використання, збереження та відтворення водних ресурсів, функціонування водогосподарського меліоративного комплексу області при Херсонському обласному управлінні водних ресурсів.

Головний інженер Херсонського обласного
управління водних ресурсів



Г.В. Ємченко

19.12.2013 р.



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
ХЕРСОНСЬКА ФІЛІЯ

вул. Кольцова, 59, м. Херсон, 73034; код 38517346; тел.: (0552) 37-05-49, 37-05-50 (fax)
 www.iogu.gov.ua, e-mail: urozhay_ks@ukr.net

12.12.2017 № 158-20/01/320

Довідка

про впровадження результатів наукових досліджень, одержаних в дисертаційній роботі Безніцької Наталії Валеріївни за темою: «Формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату (на прикладі Херсонської області)», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації.

У дисертації наведено методичні підходи і результати оцінки комплексного просторово-часового моделювання неоднорідності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів степової зони (на прикладі Херсонської області) в умовах змін клімату. Здійснено оцінку змін ґрунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов та запропоновано їх бонітування, визначено сумарний агрохімічний потенціал сухостепової зони ґрунтів.

У роботі змодельовано зміни енергетичних витрат на ґрунтоутворення в період розвитку зрошуваного землеробства. Розроблені моделі, карти вмісту продуктивної вологи в ґрунтах для вимогливих та маловимогливих сільськогосподарських культур з метою розробки і впровадження меліоративних заходів, щодо підвищення родючості ґрунтів сухостепової зони.

За результатами дослідження рекомендовано систему природоохоронних заходів, щодо управління землями сільськогосподарського призначення з урахуванням якісної оцінки ґрунтів (у т.ч. зрошуваними землями) для визначення змін потенціалу меліорованих ґрунтів, підвищення об'єктивності прийняття управлінських рішень, щодо розробки меліоративних заходів та оптимізації використання сільськогосподарських земель в умовах регіональних змін клімату.

Результати досліджень впроваджуються в регіональні програми охорони та відтворення родючості ґрунтів Херсонської області.

Директор Херсонської філії державної установи
 «Інститут охорони ґрунтів України»
 кандидат сільськогосподарських наук



М.А. Мельник
 М.А. Мельник

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень, одержаних в дисертаційній роботі Безніцької Наталії Валеріївни що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

В Херсонській області впроваджується рекомендації щодо впливу змін клімату для проектів еколого - агро меліоративних заходів з підвищення родючості і продуктивності ґрунтів (у тому числі зрошуваних) Степу України, які розроблені асистентом кафедри геоінформаційних систем і технологій в землеводокористуванні (науковий керівник доктор сільськогосподарських Морозов О.В).

Рекомендації розроблені для одержання проектних врожаїв основних сільськогосподарських культур, з метою стабілізації виробництва, впровадження у виробництво інноваційних, науково – обґрунтованих технологій, мінімізації ризиків від впливу змін кліматичних умов на півдні України в сучасних умовах господарювання.

Результати досліджень впроваджуються при виконанні регіональних програмах розвитку сільськогосподарського виробництва та охорони родючості ґрунтів:

4. Обласна комплексна програма «Зерно Херсонщини» на період 2012 – 2015 рр.
5. Комплексна галузева програма «Розвиток рослинництва в Херсонській області на період до 2015 року».
6. Комплексна програма розвитку зрошення та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів Херсонської області на період до 2015 року.

Рекомендації розглянуті і рекомендовані до впровадження на засіданні Громадської ради з питань раціонального використання, збереження та відтворення водних ресурсів, функціонування водогосподарського меліоративного комплексу області при Херсонському обласному управлінні водних ресурсів.

Заступник начальника департаменту агропромислового розвитку Херсонської обласної адміністрації



Ланкіна Н.П

19.12.2013

ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
УПРАВЛІННЯ КАНАЛІВ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

57301, Миколаївська обл., м. Снігурівка, вул. Центральна, 196, тел.(05162)2-12-47, тел./факс (05162)2-10-93,
www.ukios.mk.ua, e-mail: ukios@ukrpost.ua

№01/386 від 27.07.2017 р.

Довідка

про впровадження результатів дисертаційної роботи «Формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату (на прикладі Херсонської області)» асистента кафедри ГТС, водопостачання та ГС –технологій Херсонського державного аграрного університету Безніцької Наталії Валеріївни (спеціальність 06.01.02 –сільськогосподарські меліорації) при виконанні науково-дослідної теми «ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ДЛЯ ҐРУНТІВ ІНГУЛЕЦЬКОГО ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ (ЗГІДНО ДІЮЧОГО ДСТУ 2730:2015 - ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ. ЯКІСТЬ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ. АГРОНОМІЧНІ КРИТЕРІЇ)»

Результати дисертаційної роботи впроваджуються у виробничий процес Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи:

- при аналізі еколого-меліоративного стану ґрунтів і земель Інгулецького зрошуваного масиву та обґрунтуванні оптимального режиму водоподачі з урахуванням регіональних змін клімату;
- при розробці рекомендацій щодо поліпшення стану ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву.

Начальник Управління каналів
Інгулецької зрошувальної системи,
кандидат с.-г.наук



Є.В.Козленко

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукових досліджень, одержаних в
дисертаційній роботі Безніцької Наталії Валеріївни за темою:
«ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ
МЕЛІОРОВАНИХ ГРУНТІВ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ
ЗМІН КЛІМАТУ (на прикладі Херсонської області)»
що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук за спеціальністю
06.01.02 – сільськогосподарські меліорації
(науковий керівник д.с.-г. наук, професор Морозов О.В)**

Наукові дослідження полягають в оцінці впливу регіональних змін клімату на умови формування основних показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів; розробці рекомендацій щодо врахування результатів досліджень при науковому обґрунтуванні еколого-агромеліоративних заходів збереження родючості ґрунтів, підвищення їх продуктивності.

Матеріали досліджень використовуються в процесі підготовки та підвищення кваліфікації фахівців з напрямку 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» при викладанні навчальних дисциплін: «Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля», «Інформаційні технології у водному господарстві», «Методи і методологія наукових досліджень», «Ландшафтні меліорації».

Декан факультету водного господарства,
будівництва та землеустрою,
к.с.-г.н., доцент



В.В. Артюшенко

