

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛЯШЕНКО ВІТАЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Прим. № _____

УДК 551.584:631.5 (477.74)

**ДИСЕРТАЦІЯ
АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ ВИРОЩУВАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ
РЕЛЬЄФІ**

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

Науки про землю

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата географічних
наук

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

В.О. Ляшенко

Науковий керівник: Польовий А.М., доктор географічних наук,
професор, академік АНВШ

Одеса 2017

АНОТАЦІЯ

Ляшенко В.О. Агрокліматичні ресурси вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.09. – «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія». – Одеський державний екологічний університет, Міністерство освіти і науки України, Одеса, 2018.

Дисертаційна робота присвячена оцінці агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі.

Виконано аналіз методів досліджень агрокліматичних ресурсів територій, спрямованих на оцінку умов вирощування сільськогосподарських культур. Підкреслюються методи, які застосовуються для оцінки агрокліматичних ресурсів для визначення принципової можливості вирощування культур і методи, які застосовуються для визначення зумовленої агрокліматичними ресурсами їх врожайності. Особлива увага надається методам визначення врожайності сільськогосподарських культур, забезпеченої агрокліматичними ресурсами. Підкреслюється, що дослідження у цьому напрямку в останні 20 років, за винятком ампелоекологічних, не проводяться в Україні.

Розглядаються фізичні механізми формування мікроклімату, як особливостей просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів на малих відстанях під впливом елементів рельєфу. Вивчаються методи геоморфологічного аналізу земель з горбистим рельєфом. Розглядаються методи визначення елементів рельєфу і виділення (картування) ділянок з різними елементами рельєфу із застосуванням ГІС-технологій. На

прикладі земель Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області із застосуванням програми ArcGIS складається великомасштабна (М 1: 10000) карта рельєфу.

Встановлюються показники агрокліматичних ресурсів, за якими визначають лімітуючі умови для вирощування сільськогосподарських культур і які змінюються під впливом елементів рельєфу, а також показники, за якими визначають забезпечену агрокліматичними умовами врожайність сільськогосподарських культур.

Розглядаються методи розрахунків агрокліматичних ресурсів і їх просторового перерозподілу під впливом горбистого рельєфу і методів розрахунку забезпеченої агрокліматичними ресурсами врожайності сільськогосподарських культур.

Проведено розрахунки радіаційно-світлових ресурсів і ресурсів вологи, умов морозо- і заморозконебезпечності для фонових умов. Досліджуваної території. Уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників агрокліматичних ресурсів та умов морозо- і заморозконебезпечності (K'_{Qf} , K'_w , $\Delta T'_{min}$, $\Delta N'_{бп}$), виконано розрахунки абсолютних величин цих показників для 10 виділених ділянок з різними елементами рельєфу.

Досліджуються закономірності і особливості просторового розподілу показників заморозко- і морозонебезпечності та ресурсів світла і вологи в умовах горбистого рельєфу центральних районів Одеської області на прикладі Тарутинського і Овідіопольського районів та земель Надлиманської сільської ради Овідіопольського району. Виконуються розрахунки показників і картування територій із застосуванням ГІС-технологій.

Для вказаних територій здійснюються розрахунки і досліджуються особливості просторового розподілу потенційних і кліматично можливих рівнів врожаїв сільськогосподарських культур, які

традиційно вирощуються на цій території - озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, соняшника і винограду. Досліджуються особливості просторового розподілу потенційних і кліматично можливих урожаїв винограду на ділянках з різними елементами рельєфу і складається, із застосуванням ГІС-технологій великомасштабна карта кліматично можливих врожаїв винограду на землях Надлиманської сільської ради.

До наукового здобутку можна віднести здійснений вперше для території окремих адміністративних районів і селищної ради підхід підхід послідовної оцінки агрокліматичних ресурсів і формування врожайності сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі на основі врахування морфометричних показників рельєфу. Для території окремих адміністративних районів і селищної ради встановлено закономірності і особливості формування агрокліматичних ресурсів і кліматично можливої врожайності в умовах горбистого рельєфу. Складена великомасштабна карта дозволяє з високим ступенем точності (10 м) ідентифікувати ділянку земель за агрокліматичними ресурсами і кліматично можливими врожайями.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання детальної інформації з агрокліматичних ресурсів і кліматично можливої врожайності сільськогосподарських культур прийняття рішень адміністрацією району і селищної ради для оцінки земель.

Результати ідентифікації місцеположень з різною врожайністю дозволяють оптимізувати розміщення культур по площі на землях Овідіопольського і Тарутинського районів, Надлиманської сільської ради Овідіопольського району. Розроблений підхід може використовуватися при викладанні магістрам і аспірантам дисципліни «Сучасні агрокліматичні дослідження».

Результати досліджень з оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур на території Одеської області з горбистим рельєфом впроваджені у виробництво. Одержані акти впровадження в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» і Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: врожайність, сільськогосподарські культури, агрокліматичні ресурси, елементи рельєфу, морфометричні показники, мікроклімат, районування, картування.

SUMMARY

Lyashenko V.O. Agro-climatic resources of growing crops in a hilly relief. - Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for the degree of a candidate of geographic sciences in specialty 11.00.09. - "Meteorology, climatology, agrometeorology". - Odessa State Environmental University, The Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2018.

The dissertation is devoted to the evaluation of agroclimatic resources of growing crops in a hilly relief.

Based on the analysis of a special literature, the state of the problem of the estimation of agro-climatic resources and their crop yields on the lands with a hilly relief has been studied. The work substantiates the approach of the evaluation of the agro-climatic resources of growing crops in a hilly relief. According to the commonly used in microclimatology methodology, the areas with different morphometric indices, which determine a spatial redistribution of the indicators of agro-climatic resources in a hilly relief, are distinguished.

According to the mechanism of a microclimate formation for various indicators of agro-climatic resources there is a different complex of morphometric indices. For the selected morphometric indicators in the ArcGIS program, a large-scale relief map for the territory of the Nadliman village council has been compiled.

The parameters of the microclimatic variability of agro-climatic resources indices and frost and frost-free conditions (K'_{Qf} , K'_w , $\Delta T'_{min}$, $\Delta N'_{\text{бп}}$) for the selected areas with different morphometric indices - total 28 sites - are specified for the territories of Ovidiopolsky and Tarutinsky districts and the Nadlmansky village council. Calculations of radiation-light resources and moisture resources and frost and frost-free conditions for the conditions of a flat place for the multi-year data of the Odessa MS are carried out. Frost and frost danger indexes for 10 sites with different morphometric characteristics, which are further merged in 5 microdistricts according to the degree of frost and frost-danger are determined. The average of the absolute minimum temperatures in the winter varies from -15 and 17°C in the first non-frost-sensitive area to -21 and 23 °C in the fifth frost-dangerous area. As a result of zoning, a microclimatic map of frost and frost danger for the territory of Ovidiopolsky and Tarutinsky districts and the Nadlman village council was charted. On the basis of the made map the areas that are unsuitable for growing heat-loving crops are cut off.

The obtained results of agro-climatic resources for the different locations of the Nadlman village council allowed to calculate the potential and climatic potential yields of cultivated crops - winter wheat, spring barley, corn, sunflower and grapes – 65-80, 40-58, 70-86 centners per hectare. Climatically possible yield is of cultivated crops is equal 36-64, 20-38, 36-73 i 24-47 c/ha. The maximum yield is observed in the areas with greater moisture - in the valleys and the lower part of the northern slopes, and the minimum is observed on the watershed flat surfaces and the upper parts of the slopes. It is

established that the maximum potential yield is observed on the southern slopes, and the minimum - on the northern ones. Fluctuations in the potential yields in the territory range from 15, 18, 28 i 16 c/ha. Fluctuation in the yield is 28, 18, 37 i 23 c/ha.

Calculations of the potential and climatically possible grape yield indicate their large fluctuations depending on the elements of the relief. By preserving the general trend of changes in crop yields by the location, the difference for potential and climatic potential yields is respectively 165 - 216 c/ha and 98 - 198 c/ha. Grouping the locations according to the level of the yield was made and 3 microdistricts due to potential yield and 5 due to climatically possible yield were allocated. A large-scale map of the climatically possible harvests on the territory of the Nadliman village council of Ovidiopolsky district of the Odessa region has been drawn up.

Keywords: a yield, agricultural crops, agroclimatic resources, relief elements, morphometric indices, a microclimate, zoning, mapping.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Статті у фахових наукових виданнях:

1. Ляшенко Г.В., Прикуп Л.О., Ляшенко В.О. Агроекологічне районування півдня Одеської області за якістю ґрунтів / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Том 2 (29). С. 96-103 (розрахунки і аналіз одержаних результатів) .
2. Ляшенко В.А., Маринченко Е.О. Детальная оценка агроклиматических ресурсов с учетом микроклимата / Вісник Одеського

державного екологічного університету. 2014. № 18. С. 85-92 (постановка завдання, аналіз одержаних результатів, висновки).

3. Маринін Є.І., Ляшенко В.О. Метод ризиків пошкодження винограда заморозками и его реализация на Примере Северо-Западного Причерноморья с неоднородной подстилающей поверхностью / Фізична географія та геоморфологія. 2014. Вип. 4 (76). С. 138-144 (розрахунки і аналіз).

4. Польовий А.М., Ляшенко В.О. Просторова мінливість врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами в умовах неоднорідного рельєфу / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Вип. 2 (37). С. 126-131 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

5. Ляшенко В.О. Оцінка потенційних врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на території з неоднорідною поверхнею / Фізична географія та геоморфологія. 2015. Вип. 3 (78). С. 138-145.

6. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2 (82), С. 110-117 (участь у постановці завдання, обґрунтування структури моделі).

Наукові статті в міжнародних виданнях

7. Marinin E.I., Lyashenko V.A. Tendency in frost damage changes in 2011-2050 on the South of Ukraine (based on climate change scenarios A1B and A2) / European Applied Sciences. 2014. №10. Pp. 64-66 (розрахунки).

8. Lyashenko V.A. Application of mapping method in the agro-climatic research / International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2015. No.01. Vol. 03. Pp. 49-52.

9. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2017. No.1. Vol. 8. Pp. 1-6 (розрахунки).

Наукові статті в інших виданнях

10. Ляшенко Г.В. , Жигайло Т.С., Маринин Е.И., Ляшенко В.А. Тенденция влияния изменения климата на урожайность винограда / Напитки. Технологии. Инновации. 2016. № 4. С. 48-50 (розрахунки).

Тези доповідей і матеріали конференцій

11.Ляшенко В.О., Польовий А.М. Оптимізація розміщення сільськогосподарських культур у межах незначних за площею територій / Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». ОДЕКУ, 7-9 жовтня 2014 р. С. 34-35 (розрахунки і аналіз).

12. Ляшенко В.О. Застосування картографічного методу для аналізу просторового розподілу агрокліматичних ресурсів / Материалы международной конференции «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецк: Научно-информационный центр «Знание», 16 сентября 2014 г. С. 56-61.

13.Ляшенко В.О. Картографування показників агрокліматичних ресурсів для територій з пагорбкуватим рельєфом /Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 17 травня 2015 р. С. 32-33.

14. Ляшенко В.А. Оценка потенциальных урожаев сельскохозяйственных культур по агроклиматическим ресурсам на

территории с неоднородной подстилающей поверхностью /Матеріали міжнародної конференції «Інноваційні підходи і сучасна наука». Київ: Центр наукових публікацій «Велес», 30 квітня 2015 р. С. 120-122.

15. Ляшенко В.О. Аналіз елементів рельєфу як підстава розрахунку мікрокліматичної мінливості показників агрокліматичних ресурсів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 29-30 квітня 2015 р. С. 35-38.

16. Ляшенко В.О. Оцінка врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 4-13 травня 2016 р. С. 27-29.

17. Польовий А.М., Ляшенко В.О. Мікрокліматична мінливість врожайності винограду в межах окремого господарства / Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю. Одеса, 22-23 березня 2017 р. С. 91-92 (розрахунки, написання тексту).

18. Ляшенко В.О. Агрокліматична оцінка земель з горбистим рельєфом за формуванням врожайності винограду /Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С. 30-31.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ.....	
	19
Висновки до розділу 1.....	42
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ГЕОМОРФОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ, ЩО ЗУМОВЛЮЄ МІКРОКЛІМАТИЧНУ МІНЛИВІСТЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ДОСЛІДЖУВАНІЙ ТЕРИТОРІЇ.....	
	44
2.1 Мікрокліматичне обґрунтування геоморфологічних досліджень територій.....	44
2.2 Визначення типу, форм і елементів рельєфу.....	47
2.3 ГІС-технології при складанні великомасштабних карт рельєфу.....	57
Висновки до розділу 2.....	66
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ.....	
	67
3.1 Обґрунтування підходу оцінки агрокліматичних ресурсів виращування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі.....	67
3.2 Методи розрахунку агрокліматичних ресурсів в горбистому рельєфі.....	71
3.3 Методи розрахунку потенційних та кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур.....	87

Висновки до розділу 3.....	89
РОЗДІЛ 4 ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ	
РЕСУРСІВ НА ЗЕМЛЯХ З ГОРБИСТИМ РЕЛЬЄФОМ.....	
4.1 Загальна характеристика агрокліматичних ресурсів в Овідіопольському і Тарутинського районів Одеської області.....	91
4.2 Просторова мінливість радіаційних ресурсів і ресурсів вологи.....	102
4.3 Просторова мінливість умов заморозко- і морозонебезпечності.....	103
Висновки до розділу 4.....	111
РОЗДІЛ 5 ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ УМОВ ФОРМУВАННЯ	
ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	
В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ.....	
5.1 Формування потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур на рівнинних землях Одеської області.....	115
5.2 Особливості просторової мінливості потенційних і кліматично можливих врожаїв польових культур в горбистому рельєфі.....	117
5.3 Районування території Надлиманської сільської ради за кліматично можливою врожайністю винограду.....	122
Висновки до розділу 5.....	126
ВИСНОВКИ.....	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	131
ДОДАТКИ.....	148

ВСТУП

Актуальність теми. Традиційно оцінка агрокліматичних ресурсів здійснюється за даними спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій і постів, які розташовані переважно на рівнинних землях. Разом з тим близько 60% території України характеризується неоднорідною підстильною поверхнею – гірським, горбистим і пагорбкуватим типами рельєфу, близькістю до значних водойм, пістрявістю ґрунтового покриву, що зумовлює значний просторовий перерозподіл величин показників агрокліматичних ресурсів. При прийнятті рішень щодо розміщення галузей сільськогосподарського виробництва та сільськогосподарських культур в межах окремих регіонів, розташованих на землях з неоднорідним рельєфом, орієнтуватися тільки на представлену в ряді агрокліматичних довідників інформацію недостатньо. Повстає необхідність в уточненні цієї інформації шляхом проведення досліджень оцінки просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів під впливом елементів неоднорідної поверхні, насамперед, елементів рельєфу. Важливо відзначити, що на картах дрібного масштабу виділення ділянок земель з різними типами рельєфу неможливе – необхідні карти крупнішого масштабу (М 1:10000, 1:25000, 1:50000).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є частиною кафедральної теми «Оцінка впливу змін клімату на вирощування пожнивних культур в Україні», № Держреєстрації 0116U002506, та частиною теми ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» «Дослідити вплив зміни клімату і агрокліматичних ресурсів в різних природних зонах України на межу поширення та потенційну

продуктивність винограду до 2050 року», № Держреєстрації 0116U001162.

Мета і задачі дослідження. Метою представленої дисертаційної роботи є рішення актуальної задачі оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур на територіях з горбистим рельєфом Одеської області.

Для досягнення мети вирішувались такі задачі:

- обґрунтування методів дослідження агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур на територіях з горбистим рельєфом;
- аналіз геоморфологічного стану досліджуваної території і виділення ділянок з різними елементами рельєфу;
- дослідження особливостей просторового розподілу агрокліматичних ресурсів і лімітуючих агрокліматичних факторів для різних елементів рельєфу в межах земель окремих сільських рад;
- оцінка потенційної та кліматично можливої врожайності основних сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами на територіях з горбистим рельєфом;
- картування агрокліматичних показників і районування територій з горбистим рельєфом за агрокліматичними ресурсами врожайності сільськогосподарських культур.

Об'єктом дослідження є агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі.

Предметом дослідження є просторовий перерозподіл агрокліматичних ресурсів і зумовленої ними врожайності сільськогосподарських культур під впливом елементів рельєфу.

Методи досліджень:

- визначення елементів рельєфу здійснювалося із застосуванням методів геоморфологічного аналізу територій;
- агрокліматичні ресурси на різних елементах рельєфу визначались із застосуванням методів агрокліматичних розрахунків та узагальнень;
- розрахунки потенціальної і кліматично можливої врожайності здійснювалися із застосуванням удосконаленої А.М.Польовим фізико-статистичної моделі еталонних врожаїв Тоомінга Х.Г.;
- картування елементів рельєфу, агрокліматичних ресурсів і врожайності сільськогосподарських культур виконано із застосуванням програми ArcGIS, ArcMap, версія 10.2.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в оцінці агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур на землях з горбистим рельєфом (на прикладі Овідіопольського і Тарутинського районів Одеської області).

Вперше

- обґрунтовано підхід послідовної оцінки агрокліматичних ресурсів і формування врожайності сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі на основі врахування морфометричних показників рельєфу;
- здійснено геоморфологічний аналіз на територіях з горбистим рельєфом і виділено землі з різними елементами рельєфу, які впливають на просторовий перерозподіл показників агрокліматичних ресурсів;
- уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників радіаційно-світлових ресурсів, ресурсів вологи, умов заморозко- і морозонебезпечності для досліджуваної території з горбистим рельєфом;
- встановлено закономірності просторового перерозподілу показників морозо- і заморозконебезпечності, ресурсів світла і вологи в

межах досліджуваних територій з горбистим рельєфом; складено великомасштабні (М 1:10000 і 1:50000) мікрокліматичні карти за умовами морозо- і заморозконебезпечності;

- виявлено особливості просторового розподілу потенційної та кліматично можливої врожайності сільськогосподарських культур на ділянках з різними елементами горбистого рельєфу; проведено мікрорайонування території з горбистим рельєфом за кліматично можливою врожайністю (на прикладі Надлиманської сільської ради площею 2992 га).

Удосконалена модель формування кліматично можливої врожайності сільськогосподарських культур.

Дістала подальшого розвитку методика мікрокліматичного районування територій з горбистим рельєфом.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати деталізують інформацію з агрокліматичних ресурсів і кліматично можливої врожайності сільськогосподарських культур для територій адміністративних районів Одеської області з горбистим рельєфом.

Результати ідентифікації місцеположень з різною врожайністю дозволяють оптимізувати розміщення культур по площі на землях Овідіопольського і Тарутинського районів, Надлиманської сільської ради Овідіопольського району.

Запропонований підхід може використовуватися при викладанні магістрам і аспірантам дисципліни «Сучасні агрокліматичні дослідження» та для бізнес-курсів.

Результати досліджень з оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур на території Одеської області з горбистим рельєфом впроваджені у виробництво. Одержані

акти впровадження в ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» і Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень здобувача. За винятком формулювання мети і завдань дослідження, які здійснювалися разом з науковим керівником, всі інші етапи роботи виконувалися особисто здобувачем. Вони включали геоморфологічний аналіз досліджуваної території з горбистим рельєфом, виділення ділянок з різними морфометричними показниками, складання карт форм рельєфу, експозиції та крутизни схилів і комплексної морфометричної карти рельєфу, уточнення параметрів мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів, ресурсів вологи, умов морозо- і заморозконебезпечності, виконання розрахунків цих показників для досліджуваної території та складання мікрокліматичних карт у масштабі 1:50000 і 1: 10000. Проведення розрахунків потенційної та кліматично можливої врожайності для досліджуваної території, проведення мікрорайонування земель сільської ради за кліматично можливою врожайністю винограду, формулювання висновків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та окремі результати, отримані під час написання дисертації, доповідалися на: 3 наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (Одеса, 2015 – 2017 рр.); Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (Одеса, 2014 р.); міжнародній конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики» (Донецьк, 2014 р.); міжнародній конференції «Інноваційні підходи і сучасна наука» (Київ, 2015 р.); XIII міжнародній

науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії» (Переяслав-Хмельницький, 2015 р.) та Першому всеукраїнському гідрометеорологічному з'їзді з міжнародною участю (Одеса, 2017 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційних досліджень опубліковано 18 наукових робіт, в тому числі, 6 статей в фахових державних виданнях, 3 статті в іноземних збірниках, 1 стаття – в іншому виданні та 8 тез і матеріалів доповідей на міжнародних і вітчизняних наукових конференціях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань із 152 найменувань та додатків. Робота виконана на 193 сторінках машинописного тексту. Містить 28 таблиць, 22 рисунки, додатки на 5 сторінках.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ

Агрокліматичні ресурси територій пов'язані з географічною мінливістю клімату на земному шарі і визначаються основними географічними параметрами. За останні два століття запропоновані показники агрокліматичних ресурсів і розроблено методи їх розрахунку та узагальнень, а також методи оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно до сільськогосподарського виробництва.

За результатами досліджень були встановлені закономірності зональної мінливості агрокліматичних ресурсів і особливості їх азональності під впливом континентальності клімату. Вченими-агрокліматологами розроблено методи оцінки забезпеченості рослин світлом, теплом і вологою та умов морозо- і заморозконебезпечності, які базуються на паралельному врахуванні вимог сільськогосподарських культур до умов освітлення, тепла та вологи і агрокліматичних ресурсів територій. Були розроблені агрокліматичні довідники і атласи країн, континентів і земного шару, а також окремих адміністративних областей.

В 50-80-ті роки розвивався напрямок мікрокліматології, який був започаткований на початку минулого століття. Завдання мікрокліматичних досліджень полягало в деталізації агрокліматичних ресурсів для територій з різними типами рельєфу, строкатістю ґрунтового покриву, наявності водойм і відстані до них. Практичне значення таких досліджень полягає в обґрунтуванні оптимізації розміщення сільськогосподарських культур у зв'язку з особливостями

просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів на малих відстанях під впливом елементів підстильної поверхні. В останні три десятиріччя цей напрямок досліджень набув розвитку в країнах Європи, Азії, Америки.

На важливість оцінки агрокліматичних ресурсів територій з горбистим рельєфом вказували ще основоположники агрокліматичного напрямку досліджень в аграрній науці і перші вчені в галузі агрокліматології Воєйков О.І., Селянінов Г.Т., Колосков П.І. та інші. Перші дослідження, спрямованні на вивчення агрокліматичних ресурсів, насамперед, умов морозонебезпечності, стосовно розміщення виноградних і чайних плантацій в Західній Грузії були проведенні в 30-х роках минулого століття під керівництвом академіка Селянінова Г.Т. в С.А. Сапожніковою. Ними були закладенні основи методики проведення мікрокліматичних експедиційних спостережень в гірському і горбистому рельєфі та обробки матеріалів ультракоротких рядів спостережень з метою встановлення закономірностей мінливості основних показників морозонебезпечності [107].

Надалі дослідження були продовженні в секторі мікрокліматології ГГО ім. О.І. Воєйкова під керівництвом І.А. Гольберг. Була удосконалена методика проведення комплексних експедиційних спостережень за різними складовими теплового і радіаційного балансів, добовим і річним ходом температури повітря і ґрунту на різних глибинах, вітровим режимом. За результатами мікрокліматичних спостережень були встановленні закономірності мікрокліматичної мінливості вітрового режиму, складових теплового і радіаційного балансу, температури повітря і ґрунту, вологості повітря і ґрунту, теплових ресурсів і ресурсів вологи [25, 30, 69, 74 – 75].

Значний внесок в розвиток мікрокліматології внесли дослідження Гольцберг І.А., в яких вивчаються особливості формування режиму

заморозків на територіях з різною підстильною поверхнею – в горбистому і гірському рельєфі, в прибережних районах. За результатами цих досліджень нею розроблені методи оцінки заморозконебезпечності цих територій і методи захисту від заморозків [25].

Дослідник виявила, що мікрокліматичні особливості формування заморозконебезпечності визначається такими морфометричними показниками як тип рельєфу, глибина вертикального розчленування рельєфу ΔH , м, форма рельєфу і місцеположення на схилі. Нею встановлено, що в горбистому рельєфі мікрокліматична мінливість показників заморозконебезпечності значно перевищує їх зональну мінливість.

За отриманими результатами досліджень Гольцберг І.А. [25] розроблена універсальна таблиця мікрокліматичної мінливості умов заморозконебезпечності (табл. 1.1), в якій в залежності від елементів рельєфу надається інформація про можливі умови заморозконебезпечності у вигляді параметра Δ . Було виділено 14 місцеположень, які відрізняються за умовами стоку і притоку холодного повітря, ступенем заморозконебезпечності, мінливістю мінімальної температури повітря весною і восени та тривалістю беззаморозкового періоду.

Встановлено, що найменшою заморозконебезпечністю характеризуються опуклі форми рельєфу, до яких відносяться вододільні поверхні, вершини та верхні частини схилів. Тут відсутній приток холодного повітря і спостерігаються добрі умови його стоку. Ступінь заморозконебезпечності для цих місцеположень оцінюється в 1 і 2 бали.

Таблиця 1.1.

Мікрокліматична мінливість показників заморозконебезпечності під впливом неоднорідностей підстильної поверхні (за І.А.Гольцберг)

Місцеположення	Умови повітрообміну		Ступінь заморозконебезпечності (бали)	Мінливість					
	приплив	стік		інтенсивності заморозків (ΔT мін), °С		тривалості беззаморозкового періоду ($\Delta N_{\text{бп}}$), дні		суми температур за беззаморозковий період (Δ), °С	
				від	до	від	до	від	до
1	2	3	4	5		6		7	
1. Вершини, верхні і середні частини стрімких схилів (відносна висота $\Delta H > 50$ м)	нема	добрий	1	3	5	15	25	150	200
2. Вершини і верхні частини пологих схилів (відносна висота $\Delta H < 50$ м)	нема	є	2	1	3	5	15	50	150
3. Рівнини, пласкі вершини, середні частини дна широких відкритих долин	нема	нема	3	0		0		0	
4. Середні частини пологих схилів (крутість 3-10°)	нема	є	3	0		0		0	
5. Дно і нижні частини схилів вузьких долин із значним нахилом вздовж осі	є	добрий	1	3	5	15	25	150	200

Продовж.табл.1.1									
1	2	3	4	5		6		7	
6. Дно і нижні частини схилів вузьких долин з помірним нахилом	є	є	2	1	3	5	15	50	200
7. Долини значних річок, берега водоймищ	є	є	2	2	4	10	20	100	200
8. Дно і нижні частини схилів нешироких глибоких долин із значним нахилом вздовж осі	є	є	3	0		0		0	
9. Те ж із слабким нахилом	є	слабкий	4	-2	-3	-10	-15	-100	-200
10. Дно і нижні частини схилів нешироких звивистих замкнених долин	є	майже немає	5	-3	-5	-15	-25	-200	-300
11. Улоговини	є	немає	5	-4	-6	-20	≥-30	-250	≥-350
12. Нижні частини схилів та прилеглі частини дна широких долин	є	слабкий	4	-3	-5	-15	-25	-200	-300
13. Замкнені широкі пласкі коритоподібні долини	є	майже немає	5	-4	-6	-20	≥-30	-250	-300
14. Вологі низини	немає	немає	4	-3	-6	-15	-30	-200	-350

Примітка. «+» - збільшення, «-» - зменшення

В цих місцеположеннях мінімальні температури, які характеризують інтенсивність заморозків, на 3 - 5 і 1 - 2 °С вищі, ніж на рівнині. а тривалість беззаморозкового періоду перевищує аналогічну тривалість на рівнинних ділянках на 15 - 25 і 5 - 15 діб. Сума температур за беззаморозковий період на 150 - 200 і 50 - 150 °С вища, ніж в середніх умовах. Цим же балом оцінюють такі місцеположення як долини і нижні частини схилів із значним та помірним нахилом вздовж лінії стоку, так званні V-подібні долини і долини великих рік. Мікрокліматична мінливість інтенсивності заморозків і тривалості беззаморозкового періоду в цих місцеположеннях така ж, як в верхніх частинах схилів [25].

Середні умови заморозконебезпечності, які оцінюються в 3 бали, характерні для рівнин, плоских вершин, широких (більше 1 км у поперечнику) відкритих долин та середніх частин пологих схилів в пагорбкуватому типу рельєфу. Деяко гірші умови складаються в долинах та в нижніх частинах схилів із слабким нахилом вздовж осі. Вони оцінюються в 4 бали. В цих місцеположеннях інтенсивність заморозків може бути на 2 - 3 °С нижче, ніж за середніх умов, а тривалість беззаморозкового періоду – на 10 - 15 діб менше [25].

Найгірші умови складаються на денах та нижніх частинах U-подібних замкнених долинах із погіршеним стоком холодного повітря та в улоговинах. Тут спостерігається значний приток холодних повітряних мас і повна відсутність його стоку. Ступінь заморозконебезпечності оцінюється в 5 балів, інтенсивність заморозків буде на 3 - 6 °С нижче, ніж на рівнинних ділянок, тривалість беззаморозкового періоду скорочується на 15 - 30 діб, а сума температур за цей період менша від аналогічної на рівному місці на 200 - 350 °С.

Долини великих рік та озер відносяться до другої групи місцеположень, які оцінюються в 2 бали заморозконебезпечності. Інтенсивність заморозків в цих місцеположеннях на 2 - 4 °С менше, ніж на рівнинних ділянках, тривалість беззаморозкового періоду - на 10 - 20 діб більша, а сума температур за цей період - на 100 - 200 °С вища, ніж в середніх умовах. На морських островах, косах та узбережжі на відстані до 0,5-1,0 км від берегу, незалежно від відкритості місця можливе збільшення тривалості беззаморозкового періоду на 25 - 35 діб. Але такий вплив моря спостерігається в тихі безвітряні ночі або за слабого вітру, тобто в умовах, характерних для пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків з переважанням радіаційного процесу і простягається в глибину суші на незначні відстані. Воно обмежено місцевою циркуляцією повітря, яке виникає між відносно теплим морем і холодною сушею, типу бризів, які в тихі весняні і осінні ночі слабо розвиваються й обіймають незначну смугу узбережжя. Вплив моря за таких умов простирається не далі, ніж на 5-6 км. За наявності вітру, який дме перпендикулярно до берегу або під незначним кутом до нього, вплив водоймища простирається значно далі від навітряного схилу і складає 12-15 км [25].

На відміну від долин річок сирі низини відносяться до місцеположень з погіршеними умовами – ступінь заморозконебезпечності тут складає 4 бали, а інтенсивність заморозків в цих місцеположеннях на 4 - 6 °С більша, ніж в середніх умовах, тривалість беззаморозкового періоду скорочується на 15 - 30 діб, а сума температур за цей період зменшується на 200 - 350 °С. Зменшення тривалості беззаморозкового періоду порівняно з рівним місцем спостерігається на лісових полянах, де внаслідок застою холодного повітря можлива значна інверсія температури.

Ступінь заморозконебезпечності тут складає 4 бали. Інтенсивність заморозків може бути більшою, ніж на рівному місці на 3 - 6 °С, тривалість беззаморозкового періоду скорочується, як і в улоговинах, на 20 - 30 діб, а сума температур за цей період зменшується порівняно з рівнинними землями на 200 - 350 °С. Навіть на великих полях з діаметром 0,5-0,8 км і більше скорочення беззаморозкового періоду може складати 20 - 25 діб [25].

Цей параметр характеризує різницю між величинами величин в різних місцезположеннях і на рівнинних землях: різницю в датах останніх весняних і перших осінніх заморозків, різниця в тривалості беззаморозкового періоду – періоду від дати останнього весняного і першого осіннього заморозку, а також різниці в інтенсивності заморозків – величин мінімальної температури в день заморозку. Безумовно, важливе практичне значення мали її дослідження стосовно агрокліматичного районування з врахуванням мікроклімату території адміністративного району [26].

Стосовно до вивчення мікроклімату І.А. Гольцберг введено поняття «фонові умови». Оцінка агрокліматичних ресурсів територій здійснюється за матеріалами спостережень стандартної мережі метеорологічних станцій.

Вважається, що усі метеорологічні станції розташовані на рівнинних землях. Проте на практиці дуже часто метеорологічні станції можуть бути розташовані на вододільних або приводільних поверхнях, в верхній, середній і нижній частині схилів і навіть в долинах та ближче 10 км від водойм. Тому агрокліматичні ресурси за даними різних метеостанцій формуються не тільки за зональними закономірностями, а й під впливом мікрокліматичних особливостей. У зв'язку з цим Гольцберг І.А. пропонує виконувати розрахунки фонових умов, коли враховуються відхилення через вплив особливостей

неоднорідної підстильної поверхні з тим чи іншим знаком. Тому для таких територій замість основної метеостанції розглядають фонові умови для території і від них проводити розрахунки агрокліматичних ресурсів для усього спектру місцеположень або елементів рельєфу.

Значною мікрокліматичною мінливістю під впливом елементів рельєфу відрізняються складові радіаційно-світлових ресурсів. У цьому напрямку працювали кліматологи і агрокліматологи. Відомі дослідження Кондратьєва К.Я., Захарової А.Ф., Пивоварової З.І. та ін. [30, 39, 86], в яких вивчалися особливості радіаційного режиму і радіаційних ресурсів нахилених поверхонь.

Сумарна радіація розраховується як сума прямої і розсіяної радіації. З усіх складових радіаційних ресурсів на схилах більш за все змінюється пряма сонячна радіація, яка розраховується за формулою:

$$S_c = S \cdot \cos i, \quad (1.1)$$

$$\text{де} \quad \cos i = \cos \alpha \cdot \sin h_{\odot} + \sin \alpha \cdot \cos h_{\odot} \cdot \cos \varphi, \quad (1.2)$$

де S_c – пряма сонячна радіація на схилі;

S – пряма сонячна радіація на горизонтальній поверхні;

i – кут падіння сонячного проміння;

α – крутість схилу;

h_{\odot} – висота Сонця;

φ – різниця азимутів Сонця і поверхні (проекція нормалі до схилу).

Розсіяна радіація для схилів розраховується за формулою:

$$D_c = D \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}, \quad (1.3)$$

де D_c – розсіяна радіація, яка надходить на схил;

D – розсіяна радіація, яка надходить на горизонтальну поверхню.

Сума сумарної радіації для схилів розраховується за ізотропним наближенням для розсіяної і відбитої радіації за формулою:

$$\Sigma Q_c = \Sigma S_c + \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \Sigma D + \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cdot R_k, \quad (1.4)$$

де ΣS_c – сума прямої сонячної радіації, яка надходить на схил;

ΣD , ΣR_k – відповідно, розсіяна і відбита радіація для горизонтальної поверхні.

Сума фотосинтетично активної радіації, яка надходить на різні схили (ΣQ_{fc}) розраховується за формулою:

$$\Sigma Q_{fc} = 0,5 \left(\Sigma S_c + \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \Sigma D + \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cdot R_k \right), \quad (1.5)$$

Голубовою Т.А. і Міщенко З.А., Пігольциною Г.Б. і Романовою О.Н. [24, 76-78. 103-105] за теоретичною формулою 1.1 - 1.5 виконані розрахунки сум сумарної радіації для північних і південних схилів крутістю 10 і 20° для кожного місяця з квітня по вересень за матеріалами багаторічних спостережень 98 актинометричних станцій, які розташовані в різних районах минулого СРСР. Для кожного місяця визначені параметри мікрокліматичної мінливості показників

радіаційних ресурсів у вигляді коефіцієнтів, як відношення сумарної радіації, яка надходить на схили і на горизонтальну поверхню:

$$K_Q = \frac{\Sigma Q_c}{\Sigma Q}, \quad (1.6)$$

де ΣQ_c – середні багаторічні значення місячних суми сумарної радіації, на схилах;

ΣQ – середні багаторічні значення суми сумарної радіації на горизонтальній поверхні.

Ними встановлено закономірності мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів і основні показники елементів рельєфу, які зумовлюють просторовий перерозподіл радіаційних ресурсів в горбистому рельєфі. Для оцінки мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів запропоновано параметр, який характеризує відношення радіаційних ресурсів на схилах різної експозиції і крутості до радіаційних ресурсів на рівному місці.

$$\frac{\Sigma Q_c}{\Sigma Q} = \frac{\Sigma Q_{\phi c}}{\Sigma Q_{\phi}}. \quad (1.7)$$

Виявлено, що цей параметр для сум сумарної і фотосинтетично активної радіації однаковий і збільшується при просуванні від полюсу до екватора [24, 76-78. 103-105].

В кінці минулого століття Міщенко З.А. і Ляхова С.В. [44, 72, 81] виконали додатково методичні розробки, які дали змогу розрахувати перехідні коефіцієнти K_Q для північних, південних, західних і східних

схилів крутістю 5, 10, 15 і 20⁰ для територій Молдови і України в межах 44-52⁰ пн.ш. з березня по листопад. В табл. 1.2 представлено ці параметри для території Одеської області України.

Таблиця 1.2.

Параметри (K_Q) мікрокліматичної мінливості місячних сум сумарної радіації (ΣQ_c) на північних (а) і південних (б) схилах в Україні

а)

Широта, Градус	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Північний схил 5 ⁰							
44	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,95	0,91
46	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,95	0,90
48	0,96	0,97	0,98	0,98	0,97	0,94	0,89
Північний схил 10 ⁰							
44	0,94	0,96	0,96	0,96	0,94	0,89	0,82
46	0,93	0,95	0,96	0,96	0,94	0,89	0,81
48	0,92	0,94	0,96	0,96	0,94	0,88	0,80
Північний схил 15 ⁰							
44	0,90	0,93	0,94	0,93	0,90	0,82	0,80
46	0,89	0,92	0,94	0,93	0,90	0,82	0,79
48	0,88	0,92	0,94	0,93	0,90	0,81	0,75
Північний схил 20 ⁰							
44	0,86	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75	0,58
46	0,85	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75	0,56
48	0,84	0,90	0,92	0,90	0,86	0,75	0,56

б)

Продовж. табл. 1.2							
Широта, Градус	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Південний схил 5 ⁰							
44	1,02	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,08
46	1,03	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,08
48	1,03	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,09
Південний схил 10 ⁰							
44	1,04	1,02	1,00	1,00	1,04	1,08	1,14
46	1,05	1,02	1,00	1,01	1,04	1,08	1,15
48	1,05	1,02	1,00	1,00	1,04	1,08	1,16
Південний схил 15 ⁰							
44	1,05	1,02	0,99	1,00	1,05	1,11	1,17
46	1,06	1,02	0,99	1,01	1,05	1,11	1,18
48	1,06	1,02	1,00	1,01	1,05	1,12	1,19
Південний схил 20 ⁰							
44	1,06	1,02	0,98	1,00	1,06	1,15	1,26
46	1,07	1,02	0,99	1,01	1,06	1,15	1,28
48	1,08	1,02	1,00	1,01	1,06	1,16	1,30

Міщенко З.А. і Ляховою С.В. встановлено, що найбільша різниця в надходженні сумарної радіації і ФАР спостерігаються на північних і південних схилах. В усі пори року південні схили отримують сонячної радіації більше, а північні - значно менше, ніж горизонтальна поверхня. Причому весною та восени ця різниця виражена максимально і досягає на північні широті (пн.. ш.) 45⁰ на 20 - 25%, а на 60⁰ пн.ш. – 45 - 50⁰. Влітку (липень-серпень) мікрокліматична різниця в надходженні сумарної і фотосинтетично активної радіації зменшуються до 9 – 14%.

За допомогою отриманих параметрів вже зараз для кожного місяця вегетаційного періоду з врахуванням географічної широти конкретної території можна виконати розрахунки сум сумарної радіації і фотосинтетично активної радіації (ФАР) на схилах різної експозиції і крутості за формулами:

$$\Sigma Q_c = \Sigma Q \cdot K_Q; \quad \Sigma Q_{\phi c} = \Sigma Q_{\phi} \cdot K_Q. \quad (1.8)$$

Запропонована методика агрокліматичних розрахунків характеристик сонячної радіації для рівного місця і схилів різної експозиції і крутості дає змогу детально оцінити їх просторову мінливість на обмежених територіях (адміністративна область, район, окреме господарство). З.А.Міщенко і С.В.Ляховою [44, 72, 81] виконано кількісну оцінку мікрокліматичної мінливості ΣQ і ΣQ_{ϕ} за теплий період з T_c вище 10°C на північних, південних, західних і східних схилах (Пн, Пд, Зх, Сх), а також схилах проміжних експозицій: північно-західних, північно-східних, південно-західних і поденно-східних (ПнЗх, ПнСх, ПдЗх, ПдСх) крутості 5, 10, 15, 20° з прив'язкою до виділених на агрокліматичній карті макрорайонів в межах України. За рівнем забезпеченості сонячним теплом (у порядку зменшення) різних схилів ними виділено такі типи мікрокліматичних місцеположень в складному рельєфі:

1. Південні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .
2. Південно-східні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .
3. Південно-західні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .
4. Рівнинні землі з нахилом ($0 - 3^{\circ}$).
5. Східні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .
6. Західні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .
7. Північно-східні схили крутістю 5, 10, 15, 20° .

8. Північно-західні схили крутістю 5, 10, 15, 20⁰.
9. Північні схили крутістю 5, 10, 15, 20⁰.

Романовою О.Н. вивчалися особливості мікрокліматичної мінливості показників вітрового режиму і ресурсів вологи в горбистому рельєфі. Як основні показники вітрового режиму розглядалися швидкість і напрямок вітру. Романова О.Н. на основі аналізу матеріалів експедиційних мікрокліматичних спостережень, розробила методику детальної оцінки мікрокліматичної мінливості швидкості вітру вдень і вночі під впливом горбистого рельєфу [103 - 104]. Нею запропоновані параметри мікрокліматичної мінливості швидкості вітру для різних місцеположень в рельєфі, які представлені у вигляді коефіцієнтів для двох градацій швидкості вітру (3-5 і 6-10 м·с⁻¹) на висоті 2 м в умовах відкритого рівного місця (табл.1.3). Ці коефіцієнти розраховані для основних елементів рельєфу з урахуванням глибини вертикального розчленування рельєфу (ΔH , м). Значення коефіцієнтів K'_d і K'_n вищі за одиницю вказують на збільшення швидкості вітру на опуклих формах рельєфу порівняно з рівним місцем. Зменшення ж цього коефіцієнта нижче одиниці свідчить про послаблення вітру порівняно з рівним місцем.

Нею розроблена універсальна таблиця мікрокліматичної мінливості швидкості вітру в різних місцеположеннях рельєфу (табл.1.3), використанням якої можливі розрахунки швидкості вітру в таких місцеположеннях на будь-якій території.

В останні роки виконано дослідження просторової мінливості швидкості вітру на території Молдови. Визначалися особливості формування мікрокліматичної мінливості швидкості вітру під впливом зональних факторів і елементів горбистого рельєфу, складено

Таблиця 1.3

Параметри мікрокліматичної мінливості швидкості вітру
на висоті 2 м

Елементи рельєфу	За швидкості вітру на рівному місці, м·с ⁻¹			
	3-5		6-10	
	вдень	вночі	вдень	вночі
1	2	3	4	5
Відкрите рівне місце	1.0	1.0	1.0	1.0
Відкриті підвищення (пагорби)				
Вершина				
$\Delta h > 50$ м	1,4-1,5	1,8-1,7	1,2-1,1	1,5-1,4
$\Delta h < 50$ м	1,3-1,4	1,7-1,6	1,1	1,3-1,4
Навітряні схили 3-10°, частина				
верхня	1,2-1,3	1,4-1,6	1,0-1,1	1,2-1,3
середня	1,0-1,1	1,0-1,1	1,0	1,1
нижня	1,0	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0
Паралельні вітру схили крутістю 3-10°, частина				
верхня	1,2-1,1	1,4-1,3	0,9-1,0	1,0-1,1
середня	0,9-1,0	1,1-1,0	0,9-0,8	1,0
нижня	0,9-0,8	1,0-0,9	0,8-0,7	0,8-0,7
Підвітряні схили крутістю 3-10°, частина				
верхня	0,9-0,8	0,9-1,0	0,8-0,9	0,9-1,0
середня	0,9-0,8	1,0-1,1	0,8-0,9	0,9-1,0
нижня	0,8-0,7	0,9-1,1	0,7-0,6	0,7-0,6
Навітряні схили 3-10°, вершини, верхні частини навітряних і підвітряних схилів крутістю 1-3°	1,2-1,4	1,4-1,6	1,1-1,3	1,4-1,5
Середні й нижні частини навітряних і паралельних вітру схилів крутістю 4-10 °	1,1-1,2	1,1-1,2	1,1-1,2	1,2-1,3
Середні і нижні частини підвітряних схилів крутістю 4-10 °	1,1-1,2	0,9-1,0	0,8-0,9	0,9-1,0

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5
Дно і нижні частини схилів	1,1-1,2	1,3-1,5	1,2-1,3	1,4-1,5
Дно долин, лощин і ярів, які	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7-0,8
- продуваються вітром	0,6 і менше	0,6 і менше	0,6 і менше	0,6 і менше
- не продуваються вітром	1,2-1,3	1,4-1,5	1,1-1,2	1,3-1,5
Середні і верхні частини схилів	0,8-0,9	0,6-0,7	0,8-0,9	0,6-0,7
Середні частини долин, лощин, ярів, які	0,6 і менше	0,6 і менше	0,6 і менше	0,6 і менше
- продуваються вітром				
- не продуваються вітром				

Дослідження проводилися із застосуванням ГІС-технологій [82, 144, 146].

Але найбільш значимі результати отримані Романовою О.Н. стосовно особливостей мікрокліматичної мінливості показників ресурсів вологи – кількості опадів, випаровуваності, випаровування і запасів вологи у ґрунті. Нею вивчалися механізми формування мікрокліматичної мінливості показників ресурсів вологи і встановлено закономірності мікрокліматичної мінливості цих показників під впливом елементів підстильної поверхні [74 – 75. 104-105]. Виявлено, що перерозподіл величини випаровуваності відбувається під впливом експозиції і крутості схилів, а випаровування – експозиції і крутості схилів, глибини вертикального розчленування рельєфу, форми рельєфу і місцеположення на схилі. На просторову мінливість запасів продуктивної вологи у ґрунті, крім вказаних елементів рельєфу для визначення просторової мінливості випаровування, впливає ще профіль схилів і, звичайно, гранулометричний склад ґрунту. Відомо, що гранти

різного гранулометричного складу відрізняються за різними фізичними властивостями, в тому числі, волого провідністю і вологоємністю [4- 5, 13, 106]. Оцінка мікрокліматичної мінливості здійснювалася для запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-50 см, де максимально проявляється вплив елементів рельєфу.

О.Н. Романова розробила універсальну схему мікрокліматичної мінливості зволоження ґрунту (% ПВ) в умовах горбистого рельєфу для різних зон зволоження (табл. 1.4), в якій надана інформація про параметри мікрокліматичної мінливості запасів продуктивної вологи для схилів прямого та увігнутого (а) і опуклого (б) профілів для 5 зон зволоження.

Таблиця 1.4

Параметри мікрокліматичної мінливості запасів продуктивної вологи у на півметровому шарі ґрунту K_w по зонах зволоження

Форма рельєфу	Весна	Літо	Осінь	Середнє
Надмірно зволожена (схили прямого й увігнутого профілю)				
Вершина	0,65	0,52	0,72	0,63
Північний схил, частина				
Верхня	1,0	0,95	1,0	1,0
Середня	1,0	1,0	1,0	1,0
Нижня	1,60	1,50	1,60	1,57
Підніжжя	2,18	1,88	1,99	2,02
Південний схил, частина				
Верхня	0,62	0,53	0,69	0,61
Середня	0,66	0,57	0,65	0,63
Нижня	1,0	1,0	1,0	1,0
Підніжжя	1,45	1,3	1,34	1,38
Рівне місце	1,0	1,0	1,0	1,0
Достатньо волога, слабкопосушлива, посушлива та дуже посушлива				
Схили прямого й увігнутого профілю				
Вершина	0,54	0,46	0,42	0,47
Північний схил, частина				
Верхня	1,0	0,86	0,98	0,95
Середня	1,0	1,0	1,0	1,03
Нижня	1,50	1,49	1,08	1,36
Підніжжя	2,0	1,50	1,60	1,70

Південний схил, частина				
Верхня	0,45	0,41	0,37	0,41
Середня	0,62	0,50	0,48	0,53
Нижня	0,93	0,93	0,96	0,95
Підніжжя	1,22	1,20	1,14	1,19
Рівне місце	1,0	1,0	1,0	1,0
Схили опуклого профілю				
Вододільне плато	1,0	1,0	1,0	1,0
Північний схил, частина				
Верхня	0,96	0,97	0,98	0,97
Середня	1,03	1,0	1,0	1,01
Нижня	1,03	0,92	0,82	0,92
Підніжжя	2,18	1,88	1,99	2,02
Південний схил, частина				
Верхня	0,85	0,82	0,76	0,81
Середня	0,73	0,77	0,71	0,74
Нижня	0,78	0,72	0,66	0,72
Підніжжя	1,22	1,18	1,14	1,18

Встановлено, що впродовж теплого періоду (весна, літо, осінь) в зоні надмірного зволоження на схилах прямого і увігнутого профілю вологість ґрунту, в залежності від місцеположення, змінюється від 50 - 55% ПВ на верхніх частинах південних і західних схилів до 90-95% ПВ в підніжжі. На рівних ділянках, на верхніх і середніх частинах північних схилів, середніх частинах східних, нижніх частинах південних і західних схилів зволоженість досягає 80% ПВ. Нижні частини північних і східних схилів більш зволожені (85% ПВ), а верхні частини східних схилів більш посушливі (70% ПВ) порівняно з рівними ділянками. В середніх частинах південних і західних схилів вологість ґрунту становить 60-65% ПВ [103-104].

В зоні достатнього зволоження вологість ґрунту в різних місцеположеннях рельєфу змінюється від 35 до 85% ПВ, тобто діапазон мінливості вологи тут трохи більший, ніж в надмірно зволоженій зоні (на 10% ПВ). На рівних ділянках, а також на верхніх і середніх частинах північних схилів, на середніх частинах східних і нижніх частинах

південних та західних схилів вологість становить 35-60% ПВ, а на підніжжях схилів – 75-80% ПВ. В слабкопосушливій і посушливій зонах зволоження змінюється від 20-25% ПВ на верхніх і середніх частинах до 60-70% ПВ – на підніжжях схилів. На рівному місці зволоження становить 35-45% ПВ. Загальною закономірністю є зменшення різниці зволоження (45-95% ПВ) в надмірно зволоженої зони до 10-35% ПВ дуже посушливій і сухій зонах.

На схилах опуклого профілю мікрокліматична мінливість зволоження ґрунту має деякі особливості, але відзначається загальна закономірність – зниження вологості від 30-85% ПВ в зоні надмірного зволоження до 5-25% ПВ – в посушливій. Спостерігається також зменшення діапазону мікрокліматичної мінливості зволоження, особливо в дуже посушливій і сухій зонах. На схилах опуклого профілю можна простежити перерозподіл окремих місцеположень за умовами зволоження. Наприклад, більш зволоженими будуть верхні частини північних і східних схилів (до 70-75 і 10% ПВ), а менш зволожені – нижні частини західних і південних схилів (до 35-40 і 5-7% ПВ).

Для території України такі дослідження проведені Ляшенко Г.В. [64. 65], за якими визначено діапазон мінливості запасів продуктивної вологи у ґрунті для різних типів і місцеположень в рельєфі рельєфу та ймовірність зміни оптимальності місцеположень за ресурсами вологи в окремі роки.

Велике значення для визначення агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, особливо озимих і багаторічних культур має оцінка зимового періоду. Найбільш значимі дослідження просторового розподілу умов морозонебезпечності виконанні З.А.Міщенко [74-81]. Нею запропоновані основні показники

морозонебезпечності, методи їх розрахунку і мікрокліматичного районування територій з горбистим рельєфом.

Механізм формування мікрокліматичної різниці зимових температур в складному рельєфі визначається умовами радіаційного вихолоджування вночі, стоку і підтоку холодного повітря по елементам рельєфу і площею повітрязбору. Чим більша площа схилів і вершин, з яких вночі стікає охолоджена повітряна маса, тим нижче \bar{T}_m і T_x в нижній частині схилів та на дні долин. Динамічний механізм формування мікроклімату пагорбкуватого, горбкуватого і гірського рельєфу знаходиться в прямій залежності від глибини розчленування рельєфу по вертикалі, тобто від базисів ерозії (ΔH , м), а також від ступеню континентальності клімату. В гірському рельєфі з перевищенням висот між вершиною хребтів і днищем долин в межах 200-300 м і більше, крім місцеположення в рельєфі, чітко відзначається також вплив абсолютної висоти над рівнем моря.

З.А. Міщенко запропонувала для визначення мікрокліматичної мінливості умов морозонебезпечності параметр мікрокліматичної мінливості у вигляді різниці між цими умовами в конкретному місцеположенні і на рівнині. Надалі нею була розроблена універсальна розрахункова схема мезо- та мікрокліматичної мінливості зимових температур повітря (\bar{T}_m , T_x і $T_{хп}$) в горбистому та гірському рельєфі для території СРСР в залежності від глибини вертикального розчленування рельєфу (ΔH_m) та ступеню континентальності клімату (табл. 1.5). За механізмом формування мікрокліматичних інверсій температури виділено декілька груп місцеположень в рельєфі:

- 1) верховини, вододільні плато, верхні частини схилів;
- 2) середні частини схилів різної експозиції та крутості, дна долин з великою крутістю (більш ніж $8-12^0$) впродовж осі;

Таблиця 1.5.

Параметри мікрокліматичної мінливості зимових температур повітря (\bar{T}_m , T_x і T_{xp}) під впливом місцеположення в горбистому рельєфі

Райони	Параметри	Вершина, верхня частина схилу	Середина схилу	Широка долина	Замкнена долина, улоговина	Різниця вершина-улоговина
1. Слабкопагорбкуватий рельєф ЄЧ СНД ($\Delta H \leq 50$ м)	\bar{T}_m , T_x , T_{xp}	2	1	-2	-3;-4	5-6
3. Горбистий рельєф ЄЧ СНД ($\Delta H \approx 50-150$ м) і відносно рівнинний рельєф АЧ СНД	\bar{T}_m , T_x , T_{xp}	3,4	>2	-2;-3	- 4;-5	7-9

Примітка. Знак “плюс” – підвищення зимових температур порівняно з рівним місцем в горбкуватому рельєфі або із схилом в гірському рельєфі; знак “мінус” – відповідно зниження

- 3) фонові місцеположення, які характеризують умови відкритого рівного місця з відносно добрим обміном повітря вдень та вночі (рівнинні землі, середні частини пологих схилів крутістю до 5° , передгірські широкі долини (до 10 км у поперечнику);
- 4) підосви схилів усіх експозицій, дно та нижні частини широких долин (до 2-4 км у поперечнику);
- 5) дно та нижні частини вузьких (шириною менш ніж 1 км в поперечнику) замкнених долин, улоговини.

Відзначається відносна стійкість мезо- і мікрокліматичних параметрів в різних формах рельєфу порівняно із значеннями \bar{T}_m в середній частині схилу. Вони обчислюються як різниця між \bar{T}'_m в будь-якому місцеположенні і \bar{T}_m в середній частині схилу, тобто за формулою вигляду:

$$\Delta\bar{T}'_m = \bar{T}'_m - \bar{T}_m \quad (1.8)$$

Значення мікрокліматичних параметрів $\Delta\bar{T}'_m$ зменшуються з висотою місця в усіх гірських системах. Якщо відома фонові величина, можна визначити \bar{T}'_m в різних місцеположеннях рельєфу розрахунковим шляхом за формулою:

$$\bar{T}'_m = \bar{T}_m \pm \Delta\bar{T}'_m \quad (1.9)$$

Особливо необхідно виділити дослідження, які проводилися в Молдові під керівництвом З.А.Міщенко [3, 38 57 77-80]. Було розроблено методику географічного експерименту мікрокліматичних досліджень в умовах горбистого рельєфу і виконано районування

території Молдови за умовами теплозабезпеченості і морозонебезпечності з метою оптимізації розміщення виноградників і плодкових.

В останні 15 років на території України і в Молдові проводяться ампелоекологічні дослідження, складовою частиною яких є мікрокліматичні дослідження для виконання детальної оцінки умов морозонебезпечності і теплозабезпеченості винограду на території окремих районів для оптимізації розміщення виноградників і плодкових культур [17-20, 32, 37, 40, 82, 109-111, 125- 129].

Дослідження, присвячені оцінці агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в умовах горбистого рельєфу широко проводиться за рубіжем. Майже одночасно з дослідженнями, які проводилися в секторі мікрокліматології ГГО ім. О.І. Воєйкова, проводилися аналогічні дослідження в Швейцарії, Австрії, Чехословаччині, Болгарії, Германії, Італії, Естонії, Литві [33-35 121-124, 130-131, 134 -135, 137-139, 141-142, 145, 148-151]В Болгарії, Італії і Австрії результати мікрокліматичних досліджень знайшли широке практичне застосування для виноградарства, а у Швеції, Германії, Австрії і Чехословаччині, Литві і Естонії – для розміщення багатьох сільськогосподарських культур.

Висновки до розділу 1

Розглянуто дослідження, спрямованні на вивчення просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів в горбистому рельєфі. Вченими запропоновані показники, які відзначаються значною мікрокліматичною мінливістю під впливом елементів рельєфу в горбистому рельєфі, механізми формування мікрокліматичної різниці показників, методи їх

розрахунків і основні закономірності просторового перерозподілу ресурсів світла, вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності на територіях з горбистим рельєфом.

Відзначаються досягнення у застосуванні ГІС-технологій при виконанні агро- і мікрокліматичних досліджень в Молдові і Україні, вказується на можливість в майбутньому застосування ГІС-технологій при виконанні спеціальних досліджень – агрокліматичного районування територій з метою розміщення окремих груп сільськогосподарських культур.

Підкреслюється, що результати мікрокліматичні дослідження в дальньому зарубіжжі знаходять практичне використання і користуються попитом не тільки у держслужбовців, а й у фермерів.

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ГЕОМОРФОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ, ЩО ЗУМОВЛЮЄ МІКРОКЛІМАТИЧНУ МІНЛИВІСТЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ДОСЛІДЖУВАНІЙ ТЕРИТОРІЇ

Вивченню просторового розподілу агрокліматичних ресурсів на малих відстанях присвячені мікрокліматичні дослідження, які здатні з високою точністю оцінити ресурси світла, тепла і вологи, та умов морозо- і заморозконебезпечності на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею. Мікрокліматичні дослідження спираються на знання геоморфологічної ситуації на конкретній території.

2.1 Мікрокліматичне обґрунтування геоморфологічних досліджень територій

Безумовно, формування агрокліматичних ресурсів на певній території зумовлено її географічним розташуванням на Землі - географічною широтою. Проте, в горбистому рельєфі в межах окремих географічних зон відзначається їх просторовий перерозподіл під впливом місцевих особливостей – рельєфу, строкатості ґрунтового покриву, впливу значних за розміром водойм [103]. Встановлено, що найбільший вплив на просторовий перерозподіл ресурсів світла, тепла і вологи має рельєф місцевості.

Основою для проведення досліджень просторової мінливості агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в умовах горбистого рельєфу є знання фізичних механізмів формування мікрокліматів. У мікрокліматології їх поділяють на енергетичні і термодинамічні.

Енергетичний механізм формування мікроклімату зумовлює закономірності в надходженні на земну поверхню сонячних променів впродовж доби та місяців року, які визначаються кутом падіння сонячних променів на земну поверхню та орієнтацією відносно частин світу і кутом нахилу цієї поверхні. Таким чином, з цим механізмом пов'язанні особливості формування на територіях з горбистим рельєфом ресурсів світла і, як наслідок, ресурсів тепла та вологи.

У цьому сенсі для визначення просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів на певній території необхідна детальна характеристика таких морфометричних показників рельєфу як експозиція і крутість схилів. У зв'язку із законодавчим закріпленням положенням про виділення земель для сільськогосподарського використання крутістю до 20°.

Встановлено, що на південних (Пд) схилах крутістю 15-20° сума сумарної радіації за теплий період на 15-25% більша, а на північних (Пн) схилах цієї ж крутості на 25-35% менша, ніж на рівнинних землях.

Термодинамічний механізм зумовлює зміни гідротермічних властивостей приземних повітряних мас в умовах горбистого рельєфу внаслідок їх турбулентного перемішування впродовж доби та стокових процесів на схилових землях в нічні години. На інтенсивність турбулентного перемішування повітряних впливає форма рельєфу, орієнтація схилів відносно частин світу і місцеположення на схилі. Тобто на вододільних поверхнях і верхніх частинах навітряних схилів

інтенсивність турбулентного перемішування більша, ніж в захищених від вітру долинах і нижніх частинах схилів.

В нічні години, за відсутності сонячного тепла, приземне повітря охолоджується, стікає, як більш холодне, вниз по схилу і замінюється на більш тепле повітря з вищих шарів атмосфери. Інтенсивність стікання холодних повітряних визначається такими морфо метричними показниками як форма рельєфу, глибина вертикального розчленування рельєфу, крутість схилу і місцеположення на схилі. Під дією термодинамічного механізму відзначаються особливості формування ресурсів тепла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності.

Особливості просторового перерозподілу умов морозо- і заморозконебезпечності визначаються також інтенсивністю і тривалістю процесів радіаційного вихолоджування повітря і формування температурних інверсій, які відрізняються в різних місцеположеннях рельєфу.

Таким чином, для визначення особливостей просторового перерозподілу ресурсів тепла і вологи, морозо- і заморозконебезпечності необхідна детальна характеристика території за такими морфометричними показниками або елементами рельєфу, як форма рельєфу, глибина вертикального розчленування рельєфу, експозиція і крутість схилу, місцеположення на схилі.

Таким чином, оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі вимагає детального геоморфологічного аналізу території.

2.2 Визначення типу, форм і елементів рельєфу

Проведення аналізу геоморфологічної ситуації на досліджуваній території полягає у виділенні ділянок з різними морфометричними показниками. Виділення типів, форм рельєфу та інші морфометричних показників проводять на топографічних картах або картах ізогіпс (в землепроектуванні - горизонталей) у масштабі не дрібніше 1:50000. Найчастіше для складання карт морфометричних показників для проектування розміщення культур застосовують масштаб 1:25000-1:50000 – для адміністративного району і 1:10000 – для окремих господарств або земель сільських рад. Виділення ділянок з різними морфометричними показниками на місцевості виконують у певній послідовності. При цьому зазначимо, що в ручному режимі це дуже трудомістка робота з затратою значного часу.

На першому етапі необхідно визначити тип рельєфу за глибиною вертикального розчленування. На карті горизонталей поступово, крок за кроком, визначають найвищі та найнижчі місця, абсолютні висоти вершин і низин для кожного схилу та абсолютне перевищення висот. За величиною переважаючих перевищень висот визначають тип рельєфу: рівнинний, слабкопагорбкуватий, пагорбкуватий, горбистий тощо [70].

В мікрокліматології типи рельєфу поділяють за глибиною вертикального розчленування. Розглядають рівнинний, слабкопагорбкуватий, пагорбкуватий, горбистий, низькогірський і гірський типи з глибиною вертикального розчленування відповідно 0-20, 21-60, 60-100, 100-140, 140-180 і вище 180 м. При цьому враховують переважаючу крутість схилів.

На відміну від геоморфології, в мікрокліматології для вирішення задач просторового розподілу складових агрокліматичних ресурсів ,

виділяють такі форми рельєфу: рівнина, вододільна поверхня або вододільне плато, схили і долини [21, 24, 33, 35, 69, 73 – 75, 81, 101, 121, 136, 142 - 143]. Приклад складання морфометричної карти форм рельєфу, на якій виділено рівнину, вододільну поверхню, схили і долини, представлено на рис. 2.1 [71].

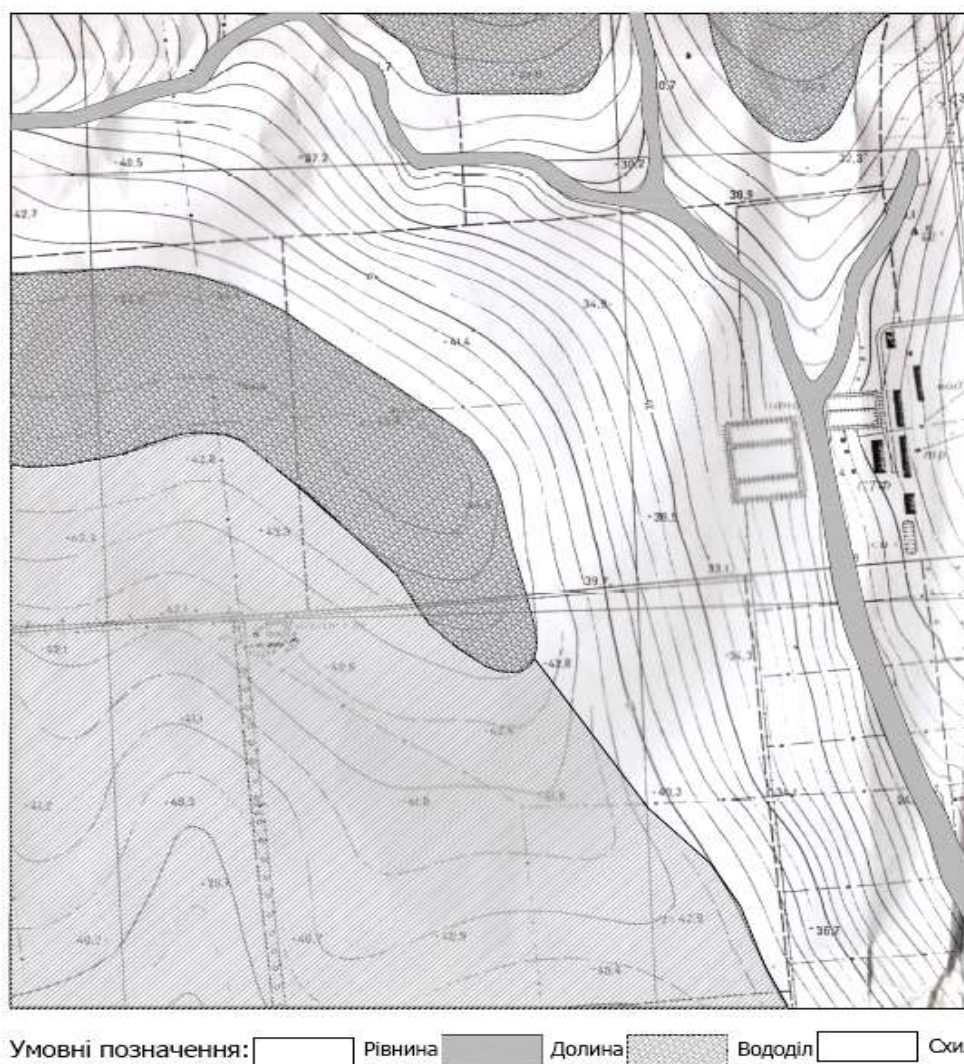


Рисунок 2.1. Приклад складеної великомасштабної (М 1:10000) морфометричної карти форм рельєфу [71].

Вододільна поверхні – це найвищі в даній місцевості поверхні, які характеризують привододільні вирівняні поверхні і поділяють на

верховини і вододільні плато. При цьому враховують, що вододіл або вододільна лінія поділяє поверхневий стік двох протилежних схилів або двох інших поверхонь, які мають нахил у протилежні боки.

Вододільне плато характеризує найвищу поверхню, яка має нахил в усі сторони.

Рівнинами називають ділянки суходолу з рівною або слабкохвилястою поверхнею, як правило, незначно нахиленою в один бік. Вони поділяються на:

- низинні, за абсолютної позначки висоти до 200 м;
- підвищеними, якщо вони розташовані на висоті 200-500 м;
- нагірні – за висоти вище 500 м.

Під долиною розуміють найнижчі за абсолютною висотою ділянки, витягнуті в певному напрямку і які відзначаються нахилом в одному напрямку, зі схилами різної крутості й форми. Вони часто бувають порізані ярами та водоріями. Дно долин буває різної ширини, іноді вкрите піщаними валами, горбами, конусами виносу. Долини ніколи не пересікаються, а тільки зливаються одна з одною в одну загальну долину і є замкненою складною формою рельєфу.

За горбистого, пагорбкуватого або гірського типу рельєфу схили є просторово переважними поверхнями Землі. Їх класифікують за походженням, формою профілю, довжиною та крутістю. За походженням розглядають ендегенні і екзогенні типи схилів. За формою профілю їх підрозділяють на схили прямі, опуклі, увігнуті, опукло-увігнуті та ступеневі. За довжиною виділяють схили довгі з довжиною понад 500 м, середньої довжини (від 50 до 500 м) та короткі з довжиною менше 50 м) [71].

Схили відрізняються найбільшою різноманітністю і поділяються за орієнтацією відносно частин світу або експозицією і крутістю. Для

сільського господарського використовуються землі до 20°. Причому, згідно із агротехнічними вимогами вирощування польових культур допускається на землях крутістю не вище 7°, овочевих і інших просапних культур – на землях до 6°, а плодові і виноград можна розміщувати на схилах крутістю до 20°, за умови їх терасування.

У зв'язку з агротехнологічними вимогами і закономірностями просторового перерозподілу показників агрокліматичних ресурсів [3, 24, 25, 69, 72, 74 – 75, 103 – 105, 129] застосовують таку шкалу виділення крутості схилів: 0-3, 3-7, 7-12, 13-17 і вище 17°.

За крутістю або кутом нахилу земної поверхні схили поділяються на слабковиположені, виположенні, слабо пласкі, пласкі, сильно пласкі, круті, дуже круті і урочища з крутістю відповідно 1 – 2, 3 – 6, 6 – 9, 9 – 12, 12 – 15, 15 – 30, 30 – 45 і понад 45°.

Для виділення долин аналізують карту і в найнижчих місцях проводять лінію тальвегу, а далі, виділяють ділянку до першої горизонталі з двох сторін цієї лінії. В разі проведення ліній через 1 м ділянку виділяють до першої горизонталі з крутістю схилу 3°. Далі долину оцінюють за шириною, напрямком схили, кутом нахилу. За цими показниками долини поділяють на широкі і вузькі, прямі і звивисті, з великим кутом нахилу і пласкі.

Крутість схилу – це кут, що утворюється напрямком нахилу з горизонтальною поверхнею. На картах крутість схилів визначається за шкалою закладення або розраховується за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}, \quad (2.1)$$

де α – крутість, °;

- h – глибина вертикального розчленування, тобто величина перевищення висот (різниця між висотою даної і найнижчої точок конкретного схилу), м;
- d – закладання горизонталей, м.

Закладання горизонталей – це відстань між суміжними горизонталями на топографічній карті, що залежать від прийнятої висоти перетину рельєфу на даній карті і крутості схилу в даному місці. Закладання є проекцією лінії нахилу на горизонтальну площину [70].

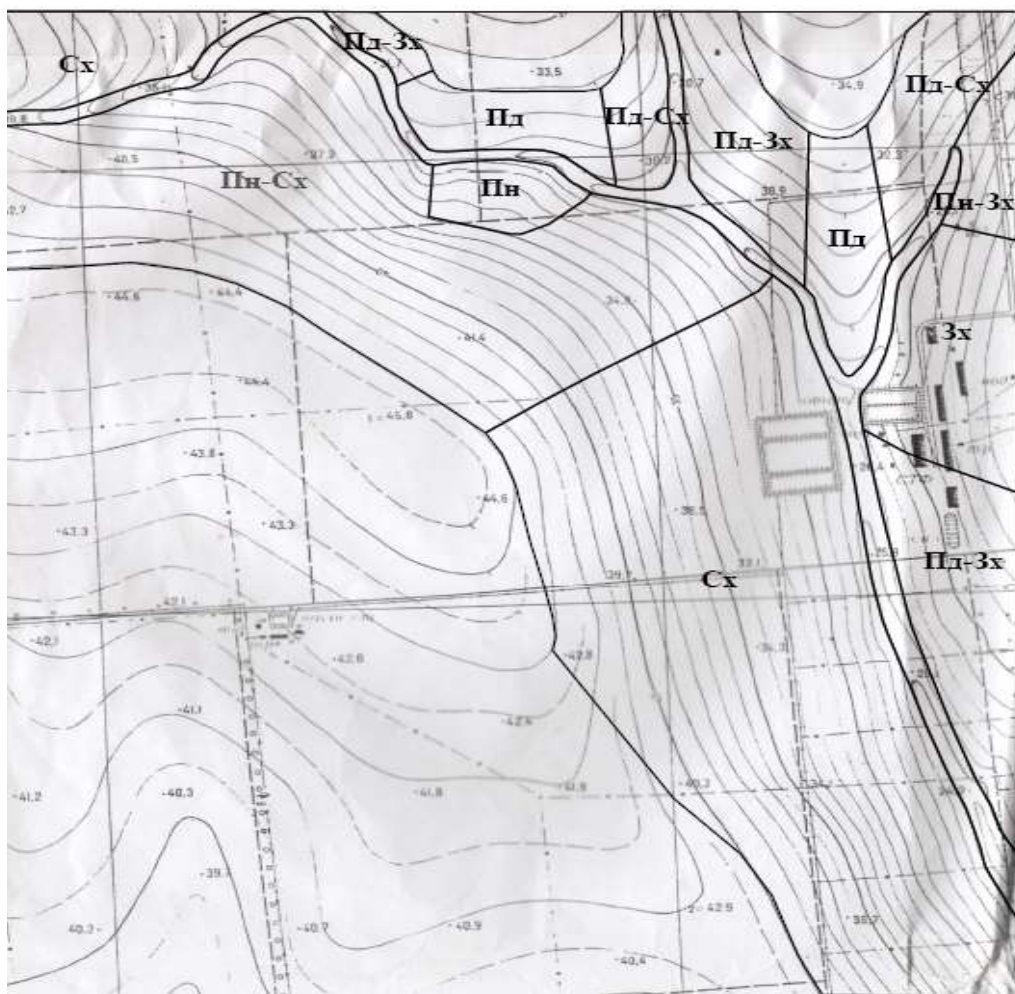
Саме за величиною закладання й визначають крутість схилу. Шкалою закладання є графік, за яким по вимірюванню на топографічній карті закладанню визначити крутість схилу або кут нахилу лінії на схилі за вибраним напрямом. Шкала закладання показана на кожному листі топографічних карт масштабів крупніше 1:200 000. Для спрощення роботи по вимірюванню крутості схилів використовується палетка або циркуль-вимірювач.

Приклад складання карти крутості схилів представлена на рис.2.2 [71].

На наступному етапі складається карта форм рельєфу, на якій виділяються ділянки з різною експозицією схилів або орієнтацією схилів відносно частин світу. Для спрощення роботи по виділенню експозиції схилів та підвищити точність виконання роботи, рекомендується використання палетки, на якій нанесені експозиції схилів за 8-ми румбами: північна (Пн), північно-східна (ПнСх), східна (Сх), південно-східна (ПдСх), південна (Пд), південно-західна (ПдЗх), західна (Зх), північно-західна (ПнЗх). Кожному із румбу відповідають градуси за такою шкалою:

- Пн – 337,6 – 22,5°;
- ПнСх - 22,6 – 67,5°;

- Сх – 67,6 – 112,5°;
- ПнСх -112,6 - 157,5°;
- Пн – 157,6 - 202,5°;
- ПнЗх – 202,6 - 247,5°;
- Зх - 247,6 - 292,5°;
- ПнЗх – 292,6 - 337,5°




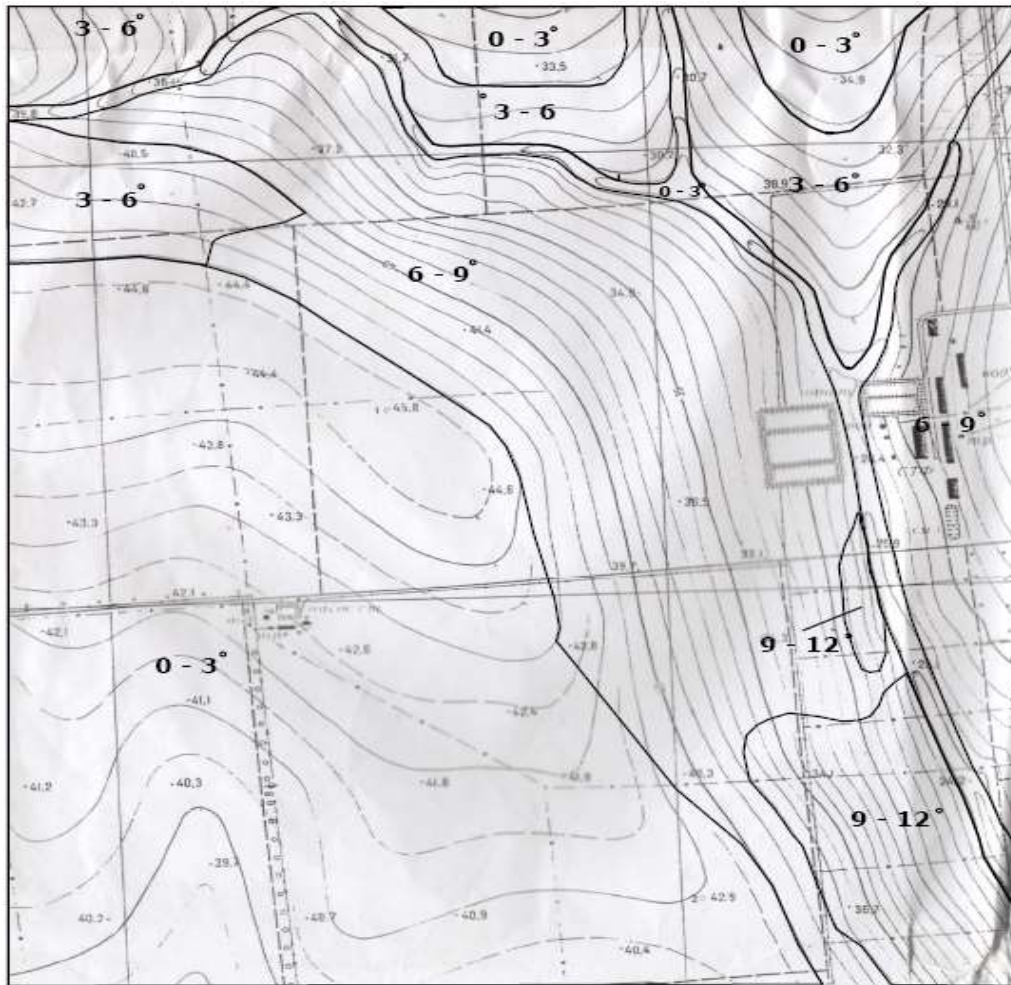
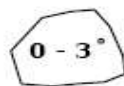
Умовні позначення:  - Площі з однаковою експозицією

Рисунок 2.2. Приклад складеної великомасштабної (М 1:10000) морфометричної карти крутості схилів [71].



Умовні позначення:



0 - 3°

- Площі з однаковою стрімкістю схилів .

Рисунок 2.3. Приклад складеної великомасштабної (М 1:10000) морфометричної карти експозиції схилів [71].

Виділення ділянок з різною експозицією схилів здійснюється шляхом проведення умовних ліній по точках вигину горизонталей і наступного з'єднання цих точок. У центрі виділених арéalів зробити підпис в залежності від значення експозиції схилу відповідності до 8 румбів: Пн, ПнСх, Сх, ПдСх, Пд, ПдЗх, Зх, ПнЗх. Приклад складеної карти експозиції схилів представлено на рис. 2.3.

На наступному етапі складаються комплексні морфометричні карти, на яких у вигляді окремого навантаження наносяться ділянки з тими морфометричними показниками, які визначають просторовий перерозподіл показників агрокліматичних ресурсів під впливом елементів рельєфу. Приклад такої карти наданий на рис. 2.4.

Приклад складання комплексних морфометричних карт розглядається у дослідженнях З.А.Міщенко, які вона назвала синтетичними картами природних неоднорідностей підстильної поверхні (СПНПП) [78] і Міщенко З.А. та Ляшенко Г.В [79-80]. На одну карту наносять усі виділені ділянки з відповідними позначеннями градацій або назви морфометричних показників (рис. 2.5).

Синтетична карта природних неоднорідностей дещо перевантажена і з нею важко працювати, але вона дозволяє визначати увесь спектр можливого перерозподілу показників ресурсів світла, тепла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності. Тобто на копії такої карти для кожної виділеної ділянки наноситься інформація про величину показників агрокліматичних ресурсів, які надалі об'єднуються в мікрокліматичні райони. За такою методикою й склалися великомасштабні мікрокліматичні карти.

На наш погляд, більш доцільним є складання морфометричних карт рельєфу для окремих показників агрокліматичних ресурсів або для декількох показників, мікрокліматична мінливість яких зумовлена одним і тим же механізмом їх формування.

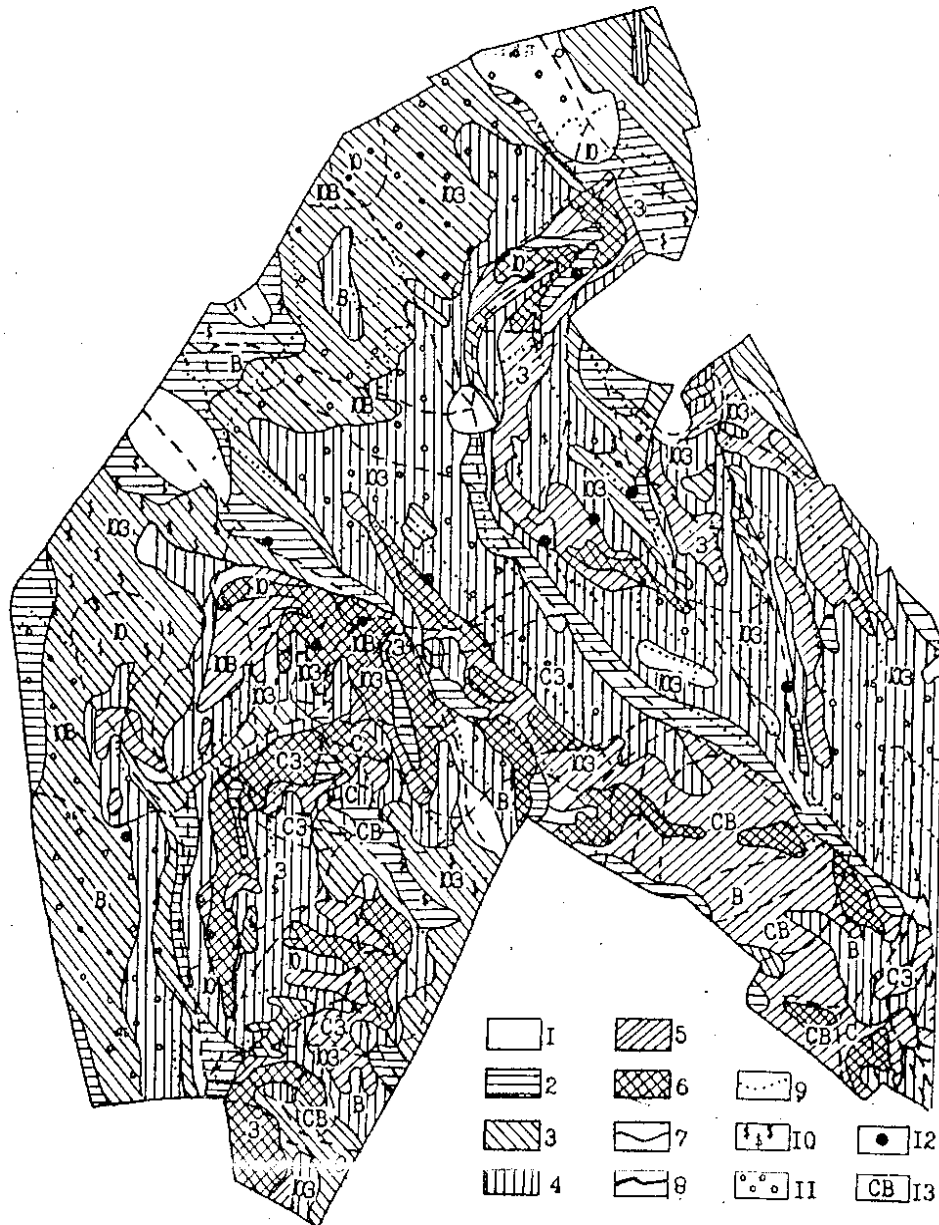


Рисунок 2.5. Схема розміщення мікрокліматичного полігону на синтетичній карті природних неоднорідностей діяльної поверхні (ПНДП). Територія НПО “Віерул” (Центральна зона Молдови) [78].

1- вододільне плато крутістю 0-3°; 2- дно долин і балок крутістю 0-3°; схили крутістю: 3- крутістю 3-6°; 4- 6-9°; 5- 9-12°; 6- 12-15°; 7- межа ділянок з різною експозицією схилів; 8- межа ділянок з різною крутістю; 9- межа сільськогосподарських угідь; 10 – виноградники; 11- сади; 12- стаціонарні мікро точки; 13-позначення експозиції.

2.3 ГІС-технології при складанні великомасштабних карт рельєфу

ГІС-технології є одним із сучасних досягнень географії, картографії, математики, програмування, дистанційного зонування, обчислювальної техніки. Вже близько 40 років такий вид робіт, як геоморфологічний аналіз територій та складання морфометричних карт рельєфу автоматизований і виконується із застосуванням різних програмних оболонок ГІС - технології.

В нашій країні ГІС- технології застосовуються в різних галузях практичної діяльності, зокрема в кадастрових дослідженнях, лісовому, водному господарстві, інженерному проектуванні, бізнесі, комерції, регіональному управлінні, плануванні.

В Україні ГІС-технології перше застосовувалися при вивченні ерозійних процесів Світличним О.О., Андерсен В.М., Плотницьким С.В. [108]. Надалі географічні дослідження із застосуванням ГІС-технологій проводилися й іншими вченими [27, 41, 43, 61], які вказували на великі можливості програм по статистичному аналізу інформації, і безумовно, наочності представлення кінцевої картографічної інформації, особливо при виділенні територій. Треба підкреслити, що більшість програм ГІС можна використовувати для аналізу і картографічного представлення інформації для різного масштабу територій.

Розглядають такі можливості сучасних ГІС-технологій. В роботі DeMers [132] виділяє такі аналітичні функції ГІС, як:

а) пошук об'єктів (лінійних, точкових, полігональних) у векторній ГІС та зон у растровій ГІС;

б) вимірювання просторових об'єктів місцевості – площі периметру, співвідношення периметру до площі, відомі як найкоротшого та найдешевшого шляху;

в) класифікація, в тому числі агрегація об'єктів, що дозволяє об'єднувати об'єкти місцевості в ієрархію за певними ознаками, що може гнучко змінюватись, та включає зокрема класифікацію (мікрозонування) схилів за стрімкістю і експозицією.

г) побудова поверхні – це може бути форма земної поверхні (цифрова модель рельєфу) у растровому форматі (такі поверхні звичайно будують різними методами інтерполяції);

д) дослідження взаємного розміщення різних об'єктів, що належать до одного і того ж картографічного шару, наприклад щільність розташування точкових об'єктів;

е) аналіз мереж (вулична, водопровідна, електрична) з урахуванням напрямків потоків;

ж) оверлейний аналіз (який містить аналіз із створенням та без створення похідних картографічних шарів, векторний та растровий оверлей); вихідними шарами можуть бути у векторному оверлейному аналізі – точкові, полігональні та лінійні об'єкти, а також растрові шари.

ArcGIS – це програмний ГІС пакет, який складається з декількох програм: (What is ArcGIS): ArcMap; ArcCatalog; ArcToolbox; ArcScene.

Можна відкрити декілька програм одночасно, із однієї програми можна запускати іншу. ArcMap є програмою-редактором карт [Minami]. Ця програма містить функцію (Georeferencing) прив'язки сканованих зображень паперових карт до системи координат. В карті можна задавати одиниці виміру, задавати масштаб (задається фіксований або плаваючий масштаб), вимірювати відстані.

Для проведення аналізу в усіх програмних оболонках пропонується набір інструментів для створення векторних об'єктів. Це команда „Editor”, яка дозволяє виконувати такі дії:

- встановити параметри побудови об'єктів векторних шарів (правила прив'язки нових об'єктів до існуючих), причому можна точно прив'язувати вузли об'єктів одного шару до вузлів об'єктів другого шару, тобто створювати топологічну коректну карту;

- прив'язувати нові об'єкти до існуючих, що може здійснюватись в інтерактивному режимі, тобто не припиняючи побудову об'єкту, можна вносити зміни в правила прив'язки об'єктів. За правилами можна включати набір шарів об'єктів, до яких повинна здійснюватись прив'язка та вказати максимальну віддаль і елемент, до якого здійснюється прив'язка;

- здійснювати терасування об'єктів, тобто прокладати межі нового полігонального об'єкту паралельно меж іншого об'єкту на потрібній нам віддалі;

- створювати криволінійні об'єкти з криволінійними межами, яка ефективна в екологічному картографуванні при створенні векторного шару рельєфу;

За допомогою команд меню Editor можна пересувати об'єкти, поділяти лінії на потрібну кількість відрізків, об'єднувати та розрізати об'єкти, редагувати вже побудовані об'єкти, в тому числі спільні межі полігональних об'єктів. Інструмент дозволяє здійснювати розрізання об'єктів або, навпаки, їх об'єднання для спрощення процесу векторизації з одночасним підвищенням топологічної коректності карт.

За допомогою програми Copy Parallel достатньо виділити об'єкт, до якого проводимо лінію, паралельну іншій на заданій віддалі. При будівництві об'єктів можна задавати довжину та вказувати пункт, до якого направляти лінію, вказувати координати відрізка.

В програмі ArcMap є три важливі аналітичні модулі: 3D Analyst для створення трьохвимірних моделей; Spatial Analyst для створення растрових карт і Geostatistical Analyst, основним призначенням якого є побудова поверхонь методом інтерполяції (до 40 різновидів методів). Програма забезпечує побудову векторних шарів через меню Editor – Start Editing, створення умовних знаків, підрахунок площ і додавання полів в таблиці.

Відомо про різні шляхи створення умовних знаків в програмі ArcMap [108]:

1. Використання бібліотеки умовних позначень, які є в програмі і відкривається на вкладенці Symboligy.
2. Можна розробити або взяти із інших джерел умовні знаки для полігональних об'єктів у вигляді заповнення лініями або маркерами.
3. Можна створити умовні знаки за допомогою використання графічних файлів. Саме за допомогою графічних операцій програми можна створити додаткове оснащення карти - різноманітні написи та умовні позначення, які важко зробити звичайним шляхом.

В цій програмі створюють якісні макети карти, на якому за допомогою програми Grid роблять сітку. Також в програмі можна робити і саму карту, задавати їй колір, вибирати шрифт. Макети експортують в графічні формати (*.BMP, *.JPEG).

Крім того ArcGIS 10.2 має суттєві переваги з більш ранніми ГІС-пакетами: MapInfo, ArcView 2.x, 3.x, IDRISI.

Найголовніша перевага ГІС-пакету ArcGIS 10.2 полягає в комбінації в ньому векторних і растрових можливостей, тобто, на відміну від перерахованих трьох ГІС-пакетів, перші два з яких є векторними, а третій - растровим ГІС-пакетом, ArcGIS 10.2 є векторно-растровим ГІС-пакетом.

Слід зауважити, що векторна та растрова інформація в Arc GIS 10.2 може бути представлена та проаналізована, як окремо так і бути конвертованою, з векторного формату в растровий і навпаки. Це дає широкі можливості для вибору оптимальних форматів картографічних шарів. Особливо це важливо, коли не завжди вдається з самого початку визначити більш доцільний формат представлення даних. В ArcGIS 10.2 прив'язка растрових зображень вихідних картографічних матеріалів (ВКМ) відбувається дуже легко і гнучко. Практично не має значення кут повороту аркушів ВКМ на відміну від MapInfo, де ВКМ мають бути розташовані так, щоб лінія північ-південь на растровому зображенні була строго вертикальною. В ArcView 3.x взагалі не було функції прив'язки растрових координат. В ArcGIS 10.2 є також великі можливості створення умовних знаків кожним користувачем [108].

В ArcView 3x та MapInfo можна було тільки модифікувати зразки, представлені у бібліотеці умовних позначень, а в ArcGIS 10.2 можна доповнювати бібліотеку зразків умовних позначень. На відміну від ArcView 3.x та MapInfo у цій версії можна забезпечити топологічно коректну векторизацію об'єктів, в тому числі, точну прив'язку об'єктів одного шару до об'єктів другого шару, навіть незалежно від типів об'єктів. Значно багатшим в ArcGIS 10.2 є набір інструментів векторизації об'єктів і набагато зручніше створювати макети карт. На одній і тій же карті можна помістити кілька картографічних вікон.

На відміну від ArcView 3.x, у якої можливості редагування легенди дуже обмежені, в ArcGIS 10.2 можна легко задавати параметри легенди, перетворювати її в графічні об'єкти. Крім того, можна задавати й свої шкали масштабів на макеті, а також розвертати картографічне зображення. Можна також з програм Word і Excel скопіювати в макет таблиці. Для роздрукування можна макет конвертувати у поширені графічні формати (*.jpeg, *.bmp, *.tiff).

Аналітичні функції додаються до вікна ArcMap, за допомогою яких можна робити інтерполяцію поверхонь зі створенням растрового шару, операції перетворень із векторного формату в растровий, складати трьохвимірні моделі місцевості тощо [108]. В цій програмі спочатку бажано встановити параметри виконання операцій за допомогою команди Options меню Spatial Analyst. Інтерполяція виконується за допомогою програми Interpolate to Raster трьома групами методів. Найкраще вибирати метод Spline.

За допомогою функції Surface Analysis модулю Spatial Analyst можна створювати такі карти:

- безперервної поверхні висот місцевості на основі точкового векторного шару;
- картограму крутості схилів (Slope) та складати карту горизонталей у векторному шарі із застосуванням команди Contour;
- картограму експозиції схилів (Aspect), для чого необхідно вказати поверхню, для якої складається карта, і встановити розмір комірки по вихідній поверхні.
- карту затінення за допомогою азимуту і висоти сонця над горизонтом (Hillshade).
- карту видимості (Viewshed).
- карту зміни рельєфу місцевості із використанням способу накладання одного шару на другий або на різні дати спостереження і відображається різними кольорами.

Всі карти (від карт крутості і експозиції схилів до карти змін рельєфу) створюються автоматично на основі головної карти – карти безперервної поверхні висот.

Складання карт поверхонь з метою їх подальшої обробки у Spatial Analyst можна виконувати і в іншому аналітичному модулі Arc Map – Geostatistical Analyst. Цей модуль надає широкий набір методів

створення поверхонь, причому можна задавати різні параметри, тобто застосувати кожен з методів в різних модифікаціях. В меню Geostatistical Analyst є такі команди, як Explore Data (аналіз та оцінка вихідних даних), який має п'ять методів. Geostatistical Wizard є основною командою в меню, за допомогою якої безпосередньо створюються програми.

При виборі підпрограми Geostatistical Analyst за командою Geostatistical Wizard відкривається вікно, в якому треба вибрати точковий шар і один з його цифрових атрибутів. Далі вибирається метод інтерполяції, після чого у вікні з'являється стисла інформація про його особливості. В наступному вікні можна вибрати форму просторового розподілу даних території.

У підпрограмі Geostatistical Analyst можна також розбити весь набір даних на дві частини. В першій частині цей набір даних використовується для безпосереднього створення поверхні. В другій же частині дані використовуються для перевірки побудованої поверхні. Після проведення аналізу можна його результати відредагувати та перетворити в векторний формат для розробки системи умовних знаків в Arc GIS 10.2 на підставі використання усього потенціалу гнучкості процесу.

В поточний період ГІС широко використовується в землекористуванні для вирішення багатьох практичних завдань. Головне завдання полягає у встановлення рівнів класифікації інформації, підготовки інформації та оцифруванні сканованих топографічних карт або карт горизонталей.

Досвід складання карт для вирішення завдань агрометеорології був започаткований А.М.Польовим і І.А.Васильєвим [11, 12, 92] в кінці минулого століття і продовжений в роботах Г.В.Ляшенко [66 - 67] при складанні дрібномасштабних карт агрокліматичного районування. Надалі склалися великомасштабні мікрокліматичні карти для окремих

територій при вирішенні ампелоекологічних досліджень [16 - 17, 19 - 20].

Нами для досліджуваної території – території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області із застосуванням пакету ArcGIS, ArcMap, версія 10.2, складена великомасштабна (М 1:10000) комплексна морфометрична карта рельєфу (рис. 2.6).

Послідовно у програмі ArcGIS, ArcMap, версія 10.2, здійснювали такі види робіт:

- сканування паперового варіанту карти горизонталей Надлиманської сільської ради сіль;
- формування шару вихідної інформації – карти горизонталей:

 - прив'язка карти до координат;
 - оцифрування карти, для чого обирається інструмент «ізолінія». Отримуємо перший шар – шар горизонталей:

 - формуються у табличній формі шари атрибутивної інформації, куди заносяться дані по координатам величин абсолютної висоти місця з обов'язковим виділенням максимальних і мінімальних висот по кожному квадрату;
 - обирається інструмент «полігон» і задаються діапазони виділення ділянок для кожного із морфометричного показника; отримуємо карти шарів крутості і експозиції схилів, де за нами діапазоном виділено ділянки;
 - окремо розглядаються ділянки з крутістю до 3°, які аналізуються за висотою місцевості. Виділяються карти шарів вододільна поверхня, рівнина і долини;
 - усі схили з крутістю більше 3° поділяються на три рівні частина: верхня, середня і нижня;

- формується шар як комплекс усіх попередніх шарів у вигляді накладання ділянок з різними крутістю і експозицією схилів.

На комплексній морфометричній карті рельєфу досліджуваної території (рис. 2.5) виділено такі форми рельєфу як рівнина, при вододільна поверхня, схили північної, південної, західної і східної експозиції крутістю 3-7 і 8-12° [47, 51]. На карті не виділено форми рельєфу для уникнення перевантаження, але їх легко ідентифікувати, так як є навантаження горизонталей.

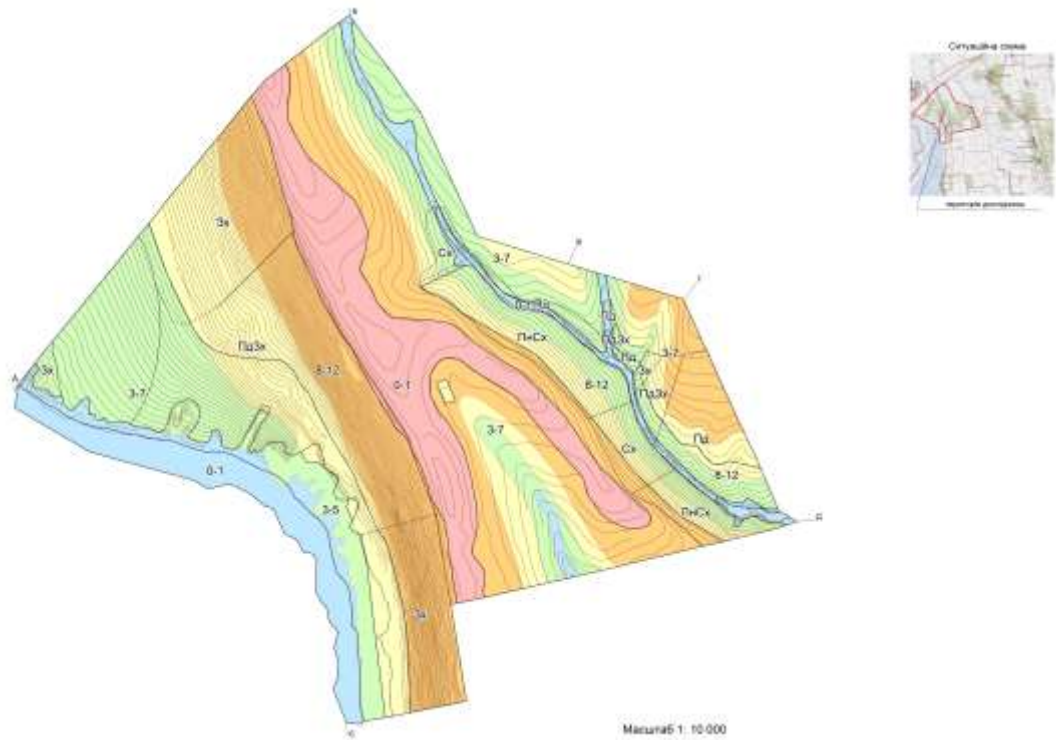


Рисунок 2.6. Комплексна морфометрична карта рельєфу для території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області

Висновки до розділу 2

Обґрунтовується необхідність при оцінці агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі проведення геоморфологічного аналізу досліджуваних територій. Розглядаються механізми формування мікрокліматів, за якими формуються особливості просторового перерозподілу показників агрокліматичних ресурсів. Визначаються морфометричні показники (елементи рельєфу), які зумовлюють просторовий перерозподіл показників ресурсів світла, тепла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності.

Розглядається методика визначення морфометричних показників на топографічній карті або карті горизонталей і наводяться приклади складених великомасштабних (М 1:10000) карт по окремим елементам рельєфу і комплексної морфометричної карти, як карта, де поєднано навантаження по усім елементам рельєфу.

Для досліджуваної території Надлиманської сільської ради площею 2992 га у програмі ArcGIS, ArcMap, версія 10.2 складена великомасштабна комплексна морфометрична карта. Виділено рівнини, вододільні поверхні, долини і схили як форми рельєфу; схили південної, північної західної і східної експозиції крутістю 3-7 та 8-12°.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ

Оцінка агрокліматичних ресурсів території є традиційною задачею агрокліматології і виконується для агрометеорологічного забезпечення сільськогосподарської галузі. При цьому треба розділяти питання забезпечення сільськогосподарської галузі тільки агрокліматичною інформацією, наприклад надавати інформацію про ресурси тепла, вологи, умови морозо- і заморозконебезпечності або інформацією про стан і врожайність сільськогосподарських культур у зв'язку з певними агрокліматичними умовами. За обох поставлених завдань вирішення питання оцінки агрокліматичних умов базується врахуванні екологічних особливостей культур.

3.1 Обґрунтування підходу оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі

Усі сільськогосподарські культури характеризуються певними вимогами світла, тепла і вологи, за якими вони поділені на групи: світлолюбні, нейтральні і тіневиносливі за відношенням до світла, теплолюбні і холодостійкі – за відношенням до тепла і вологолюбні або посухостійкі – за відношенням до вологи [4-5, 78, 96-97, 102, 112, 114 - 116]. За температурою пошкодження різних органів культури поділяються на групи за морозостійкістю і стійкістю до заморозків.

Відповідно до вимог культур й розроблені в агрокліматології показники, за якими здійснюється оцінка агрокліматичних ресурсів території.

В поточний період такий підхід до оцінки агрокліматичних ресурсів дозволяє розглядати можливості інтродукції нових культур на певну територію або обґрунтування виведення селекціонерами нових сортів з екологічними властивостями, для яких ресурси будуть більш сприятливі, а умови морозо- і заморозконебезпечності не будуть лімітуючими.

Другий напрям оцінки агрокліматичних ресурсів пов'язаний з умовами формування певного рівня врожайності сільськогосподарських культур. Тоді для виділених територій, де ресурси світла, тепла і вологи цілком достатні для вирощування культур, а умови морозо- і заморозконебезпечності не лімітують їх розвиток, здійснюється завдання агрокліматичної оцінки формування рівня їх врожайності [64].

Ще один напрямок досліджень в агрокліматології, розроблений Жуковим В.О. [28 - 29], спрямований на визначення ризиків втрати врожаїв сільськогосподарських культур через невідповідність агрометеорологічних і агрокліматичних умов вимогам сільськогосподарських культур впродовж вегетаційного періоду.

Треба відзначити, що методи розрахунку показників агрокліматичних ресурсів були розроблені ще у середині минулого століття і надалі ці показники тільки уточнювалися і доповнювалися. При цьому відзначалося, що для територій з горбистим рельєфом не всі традиційні агрокліматичні показники придатні для оцінки агрокліматичних ресурсів, так як вони не враховують просторовий перерозподіл ресурсів світла, тепла і вологи під впливом елементів рельєфу [25, 74-75, 78].

Таким чином, для оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі задача полягала у визначенні методів розрахунку агрокліматичних ресурсів для рівнинних земель і наступного визначення агрокліматичних ресурсів для різних елементів горбистого рельєфу. Кінцева мета досліджень полягала у визначенні кліматично можливої врожайності основних сільськогосподарських культур, які вирощують на території з горбистим рельєфом.

Перші розрахунки кліматично можливої врожайності виконувалися в 70-80-х роках минулого століття в рамках напрямку «Програмування врожаїв сільськогосподарських культур». Були розроблені принципи програмування врожаїв, перші шість із яких базувалися на врахуванні агрокліматичних ресурсів територій [36, 117 - 118]. Визначення кліматично можливої врожайності базувалося на результатах досліджень процесів фотосинтезу сільськогосподарських культур і теорії отримання їх високих врожаїв, виконаних Ничипорович О.О. [83]. Він вказував, що високі врожаї культур можливі за поєднання оптимальних ресурсів світла, тепла і вологи. Особлива увага радіаційним ресурсам при формуванні продуктивності сільськогосподарських культур і природної рослинності надавалася в дослідженнях М.І. Гойси і Н.О.Єфімової [22 – 23, 31].

Пізніше Тоомінг Х.Г. [112 - 113] розробив концепцію максимальної продуктивності посівів і метод визначення еталонних врожаїв, як таких, що визначаються ресурсами світла і вологи за оптимальних ресурсів тепла. В якості еталонних врожаїв Тоомінг Х.Г. запропонував визначати три рівні врожаїв – потенційні ПУ, дійсно можливі ДВУ і виробничі УП. Потенційні врожаї – це максимально можливі врожаї, які визначаються сумою фотосинтетично активної радіації і генетичними властивостями рослини щодо використання цієї

радіації. Дісно можливі рівні врожаїв – це врожаї, які формуються внаслідок використання фотосинтетично активної радіації за реальних умов зволоження, а урожаї у виробництві – це такі урожаї, які отримують в господарствах.

Надалі метод еталонних врожаїв був удосконалений Польовим А.М. [95]. Рівень врожаїв, який визначається ресурсами вологи він назвав метеорологічно можливим врожаєм (МВУ), а визначення дійсно можливого врожаю здійснюється із врахуванням рівня агротехніки і бонітету ґрунту.

За розробленим А.М. Польовим методом ще в 90-ті роки минулого століття Вітченко О.М. виконана агрокліматична оцінка умов формування врожаїв сільськогосподарських культур в Білорусії та розроблена методика агроекологічної оцінки сільськогосподарської продуктивності ландшафтів [14 - 15].

В останні 20 років під керівництвом А.М. Польового проведено дослідження, присвячені агрокліматичному районуванню території України стосовно вирощування плодово-овочевих культур, агрокліматичної оцінки продуктивності ландшафтів Молдови стосовно до вирощування різних сортів кукурудзи і агрокліматичній оцінці природно-територіальних комплексів Лівоберіжжя Дністра, а також розроблена структура моделі формування різних рівнів врожаю винограду [84 – 85, 88 – 89, 92-93, 98].

Треба відзначити, що визначення рівнів еталонних врожаїв виконується із використанням показників, які характеризуються значною просторовою мінливістю в горбистому рельєфі. Що й зумовило вибір напрямку наших досліджень.

Одне із завдань наших досліджень полягало у визначенні просторової мінливості в горбистому рельєфі умов морозо- і заморозконебезпечності, які обмежують вирощування

сільськогосподарських культур. І тоді, навіть за сприятливих умов щодо радіаційних ресурсів і ресурсів вологи, отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур неможливе у зв'язку із високими ризиками втрати врожаїв.

Таким чином, в завдання досліджень входить оцінка просторового розподілу показників ресурсів світла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності.

3.2 Методи розрахунку агрокліматичних ресурсів в горбистому рельєфі

Розглянемо методи розрахунку агрокліматичних ресурсів в горбистому рельєфі. Як вказано вище, основними складовими агрокліматичних ресурсів, за якими надалі будуть виконуватися дослідження просторового розподілу кліматично можливих врожаїв, є радіаційні ресурси і ресурси вологи та умови морозо- і заморозконебезпечності. Як відомо, ресурси тепла на досліджуваній території цілком сприятливі для основних сільськогосподарських культур, тому дослідження їх просторового розподілу не проводилися.

Для проходження усіх фізіологічних процесів необхідна певна кількість сонячної радіації. Найбільше значення має короткохвильова радіація з довжиною хвилі 0,38-071 мкм - фотосинтетично активна радіація або ФАР [64, 78, 97, 112]. Основним показником радіаційних ресурсів є сумарна і фотосинтетично активна радіація.

Прямі розрахунки сум сумарної і фотосинтетично активної радіації виконуються за даними спостережень на обмеженій кількості актинометричних спостережень. На Україні таких станцій 16. Тому є необхідність в розробці методів опосередкованих розрахунків сум

сумарної і фотосинтетично активної радіації, які базуються на кількісному зв'язку сум сумарної й фотосинтетично активної радіації з тривалістю сонячного сьйва. Для отримання даних по цим показникам С.І. Сивковим запропонована формула розрахунку, яка надалі була уточнена В.М. Українцевим:

$$\Sigma Q = 49S_c^{1,31} \cdot 10^{-4} + 10,5(\sinh_{\Theta})^{2,1}, \quad (3.1)$$

де S_c – тривалість сонячного сьйва за місяць, період (година);

h_{Θ} – висота Сонця опівдні на середину кожного місяця.

Полуденна висота Сонця визначається за формулою

$$h_{\Theta} = 90^{\circ} - \varphi + \delta_{\Theta}, \quad (3.2)$$

де φ – широта місця; δ_{Θ} – схилення Сонця.

Відхилення розрахованих і вимірних декадних і місячних ΣQ за окремі роки не перевищує 10%.

Методи опосередкованого розрахунку показників в подальшому були направлені на одержання більшої кількості інформації про величини сумарної і фотосинтетично активної радіації на більш густій мережі, що зумовило визначення зв'язку між сумою сумарної та фотосинтетично активної радіації і показниками ресурсів тепла.

Зважаючи на різницю в надходженні сонячного тепла в продовж року З.А. Міщенко, Г.В. Ляшенко, С.В. Ляховою, Н.В. Кирнасівською [64, 78, 81] встановлено рівняння зв'язку між сумою сумарною

радіацією і тривалістю сонячного сяйва та полуденною висотою сонця (табл.3.1).

Таблиця 3.1.

Рівняння зв'язку між показниками радіаційно-світлових ресурсів і статистичні параметри до них

а)

Період	Рівняння	r	\bar{S}_y
Весна	$\Sigma Q_s = 2,114 \cdot \Sigma S_c - 44,92$	0,97	39,76
Літо	$\Sigma Q_l = 1,678 \cdot \Sigma S_c - 134,92$	0,80	26,58
Осінь	$\Sigma Q_o = 1,927 \cdot \Sigma S_c - 23,88$	0,98	40,39

б)

Період	Рівняння	r	\bar{S}_y
Весна	$\Sigma Q = 1,697 \Sigma SS + 280,14 \sin h - 92,26$	0,98	23,67
Літо	$\Sigma Q = 1,299 \Sigma SS + 723,11 \sin h - 390,13$	0,90	28,88
Осінь	$\Sigma Q = 1,425 \Sigma SS + 253,91 \sin h - 90,08$	0,98	20,36

де - ΣSS тривалість сонячного сяйва,

h - висота сонця (середня за квітень-травень, червень-серпень, вересень-жовтень);

R – коефіцієнт кореляції,

S_y – помилка рівняння

Згідно із дослідженнями Х.Г. Тоомінга [112 - 113] в актинокліматологічних розрахунках для умов рівного місця розрахунки сумарної і фотосинтетично активної радіації (ФАР) здійснюються за даними короткохвильової радіації за формулою вигляду:

$$\Sigma Q_{\phi} = \bar{c}_Q \cdot \Sigma Q \quad (3.3)$$

де ΣQ_{ϕ} – сума сумарної ФАР, розрахована за період активної вегетації;

\bar{c}_Q - середній коефіцієнт переходу від КХР до ФАР.

Порівняння розрахункових і емпіричних даних показали порівняно добру стабільність і географічну універсальність перехідного коефіцієнту \bar{c}_d , який складає 0,57.

За встановленими рівняннями розраховано величини сумарної сонячної радіації, а з використанням формули 3.3 – й суми фотосинтетично активної радіації.

За наявності даних з прямої і розсіяної радіації розрахунок спрощується і денні суми ФАР можна отримати за формулою:

$$\Sigma Q_{\phi} = 0,43\Sigma S + 0,57\Sigma D = 0,5\Sigma Q \quad (3.4)$$

Сума сумарної і фотосинтетично активної радіації за теплий період розраховується за формулами:

$$\Sigma Q^1 = \Sigma(Q \cdot N_{IV} + Q \cdot N_V + \dots + Q \cdot N_X); \quad (3.5)$$

$$\Sigma Q_{\phi}^1 = \Sigma(Q_{\phi} \cdot N_{IV} + Q_{\phi} \cdot N_V + \dots + Q_{\phi} \cdot N_X), \quad (3.6)$$

де N_{IV}, N_V, \dots, N_X – число днів у місяці з квітня по жовтень;

Q і Q_{ϕ} – середні багаторічні місячні значення сумарної радіації і ФАР.

Зважаючи на значно більшу кількість інформації по тепловим ресурсам і на генетичний зв'язок між світлом і теплом З.А.Міщенко, Г.В.Ляшенко, С.В.Ляховою, із застосуванням методикою ущільнення агрокліматичної інформації, було встановлено зв'язок між сумою сумарної радіації, сумою ФАР, тривалістю сонячного сьйва з сумою температур за теплий період. Встановлено пряmolінійний характер цих зв'язків. Формули розрахунку для України мають вигляд:

$$\Sigma Q' = 0,89 \cdot \Sigma T_c + 450,2; \quad (3.7)$$

$$\Sigma Q'_{\phi} = 0,44 \cdot \Sigma T_c + 225,1; \quad (3.8)$$

$$\Sigma S'_c = 0,47 \cdot \Sigma T_c + 30,34. \quad (3.9)$$

Коефіцієнти кореляції між цими показниками складають 0,91 – 0,96, середні квадратичні помилки коефіцієнтів кореляції не перевищують 0,03– 0,05, а імовірні помилки малі - 0,02 – 0,03.

Волога, як світло і тепло, також відноситься до основних факторів життя рослин і її функції пов'язані з фізіологічними та фізико-хімічними процесами, в т.ч., фотосинтезом, забезпеченням терморегуляції і переносом елементів живлення. Це зумовлює

важливість оцінки умов вологозабезпеченості як співвідношенням вологовимогливості культур і ресурсів вологи на території.

Для оцінки вологозабезпеченості рослин як ступеню забезпечення ресурсами вологи вологовимогливості сільськогосподарських культур. Складність задачі оцінки вологозабезпеченості культури пов'язана з багатофакторністю досліджуваної системи. Це, насамперед, шар повітря, де знаходиться надземна частина рослини, звідки надходить найбільша кількість вологи у ґрунт і рівень зволоження повітря впродовж усієї вегетації. Велике значення має тип і гранулометричний склад ґрунту, які визначають основні його властивості по трансформації вологи у шарі ґрунту, де розміщена підземна частина рослини коренева система. Третім фактором виступає сама рослина з властивістю вологопереносу і засвоювання вологи, транспірації [4 – 5, 42, 97].

В фізіології рослин відрізняють зовнішні і внутрішні фактори транспірації, які пов'язані відповідно з властивістю рослин, умовами середовища та агротехнікою вирощування і відрізняються за просторово-часовою мінливістю. В польових умовах сумарні витрати вологи рослинами складаються із транспірації та випаровування з поверхні ґрунту (сумарне випаровування). Сумарні витрати вологи за оптимального вологопостачання рослин не можуть збільшуватися безмежно, так як цей процес пов'язаний з витратами тепла.

Складність вирішення проблеми визначення вологозабезпеченості рослин зумовила появу різних методів і способів її вирішення, в т.ч., застосуванні різних показників.

В поточний період найбільш поширеним показником, особливо серед аграріїв (як науковців, так і практиків) для оцінювання вологозабезпеченості рослин здійснюють за кількістю опадів, виражених

в міліметрах шару води. При цьому, порівнюють поточну кількість опадів у відношенні до середньої багаторічної величини.

Але характеристика вологозабезпеченості за кількістю опадів не може бути оптимальним показником ресурсів вологи, так як вони характеризують тільки приходною частиною водного балансу. В різних регіонах може відзначатися однакова кількість опадів, проте вологозабезпеченість рослин буде різна.

Чи не найбільшого застосування для оцінки оптимальних умов водоспоживання (максимального випаровування) набув біофізичний метод О.М. Алпатьєва [4-5]. Показником клімату, що визначає величину оптимального водоспоживання (оптимального сумарного випаровування), він пропонує вважати сумарний за певний період дефіцит насичення водяної пари повітря. Врахування ритму водоспоживання, хід накопичення біомаси і якісної зміни рослин здійснюється через біологічний коефіцієнт водоспоживання K_B . Формула розрахунку має вигляд:

$$E_0 = K_B \cdot \sum d, \quad (3.10)$$

де E_0 – потреба рослин у волозі, фізичним аналогом якої є сумарне випаровування за оптимального режиму зволоження, (мм);

K_B – біологічний коефіцієнт водоспоживання (безрозмірна величина);

$\sum d$ – сума дефіцитів насичення водяної пари (мм або ГПа).

Розрахунки показали, що біологічні коефіцієнти змінюються в залежності від ґрунтово-кліматичних умов та особливостей водоспоживання рослин впродовж вегетації. Характер зміни

біологічних коефіцієнтів впродовж вегетації конкретної культури називається кривою вологоспоживання. Цей коефіцієнт змінюється впродовж вегетаційного періоду різних культур і його важко визначати.

За методом Алпатьєва О.М. [4], вологозабезпеченість рослин розраховується як різниця між потребою конкретної рослини у волозі E_0 і фактичним вологоспоживанням або фактичним випаровуванням E . E визначається за скороченим рівнянням водного балансу:

$$E = \sum r - F + (W_H - W_K), \quad (3.11)$$

де $\sum r$ – кількість опадів за розрахунковий період, мм;

F – поверхневий стік, мм;

W_H, W_K – запаси продуктивної вологи на початок і кінець вегетації, мм.

Автор розробив критерій, за яким визначають ступінь забезпечення рослин вологою. Це різниця між потребою рослини у волозі і реальним зволоженням $E - E_0$. Оптимальне зволоження відзначається за різниці між фактичним і оптимальним випаровуванням ($E - E_0$) до ± 50 мм. За різниці $E - E_0$ менше -50 мм або більше 50 мм незадовільні умови для зон з достатнім, недостатнім і надмірним зволоженням.

Вологозабезпеченість розраховується як відношення фактичного і оптимального вологоспоживання або випаровування і випаровуваності:

$$V_k = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% , \quad (3.12)$$

де V_K – вологозабезпеченість конкретної культури, у відсотках.

Треба відзначити, що усі розглянуті методи розрахунків мають один і той же недолік – в них не враховується надходження вологи до кореневого шару ґрунту за рахунок ґрунтових вод. Тому результати будуть надійними тільки за умови їх глибокого залягання. Також застосування методу Алпатьєва О.М. не дає надійні результати у зв'язку із важкістю визначення біологічних коефіцієнтів.

Із теоретичних методів оцінки ресурсів вологи найбільш важливим є той, що базується на врахування показників запасів вологи у ґрунті. До такого можна віднести метод Будико М.І і Зубенок Л.І. [97], за яким величина випаровуваності визначається для кожного місяця з врахуванням середніх місячних величин дефіциту насичення водяної пари. Ця величина, в свою чергу, розраховується за температурою повітря з введенням поправки на ґрунтово-кліматичних умови. Розрахунок сумарного випаровування за запасами вологи у ґрунті, які нижче критичних величин, виконується за формулою:

$$E = E_o \frac{W_H + W_K}{2W_o}, \quad (3.13)$$

де E і E_o – вологоспоживання за нормальних умов зволоження або випаровування і волого вимогливість або випаровуваність, мм;

W_H и W_K – запаси вологи у ґрунті на початок і кінець розрахункового періоду;

W_o – критичні запаси вологи у метровому шарі ґрунту, які складають 70% найменшої польової вологоємності (HB).

За цим методом Зубенок Л.І. також виконано розрахунки дефіциту випаровування у вигляді різниці $E_0 - E$ і відносного випаровування E/E_0 . Треба зазначити, що цей показник має широке застосування не тільки для характеристики умов зволоження, а й при визначенні зв'язку між врожайністю сільськогосподарських культур і умовами зволоження територій. Його також застосовують в різних моделях формування продуктивності сільськогосподарських культур. Як підсумок треба відзначити, що комплексний метод Будико М.І. і Зубенок Л.І. є найбільш фізично обґрунтованим. До його недоліків треба віднести відсутність врахування водно-фізичних властивостей ґрунтів. Крім того, певна похибка при застосуванні методу зумовлена відсутністю даних з величини коефіцієнта турбулентної дифузії для різних фітоценозів і погодних умов.

До найбільш теоретично обґрунтованих відносять метод С.І. Харченко [97], за яким розрахунок оптимального водоспоживання виконується із використанням показників водного і теплового балансів за формулою вигляду:

$$E_{ОП} = \frac{\beta(R_O - P_O)W_{нн.в.}}{z\gamma}, \quad (3.14)$$

де R_O – радіаційний баланс;

P_O – потік тепла у ґрунт;

z – прихована теплота випаровування;

$W_{нн}$ – запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту за найменшої вологості;

γ – параметр, який розраховується як різниця між найменшою вологостістю і вологістю в'янення;

β – коефіцієнт, який залежить від фази розвитку рослин і стану діяльної поверхні.

Показником зволоження за цим методом пропонується використовувати коефіцієнт вологозабезпеченості η , який характеризує відношення водного балансу у кореневому шарі ґрунту до оптимального водоспоживання (випаровування):

$$\eta = \frac{X + (W_{hn} - W_{hk}) + K_h - I_h - I_{нов}}{E_{оп}} \quad (3.15)$$

де X – атмосферні опади;

W_{hn} і W_{hk} – вологозапаси на початок і кінець розрахункового періоду у шарі ґрунту h ;

K_h – надходження води за рахунок висхідного потоку капілярної, плівкової і пароподібної води або надходження води за рахунок ґрунтових вод;

I_h – інфільтрація води (витрати води за рахунок низхідного потоку); $I_{нов}$ – поверхневий стік;

$E_{оп}$ – оптимальне водоспоживання культури.

За залягання ґрунтових вод до глибини 4-5 м та глибше, коли елементи вологообміну по вертикалі K_h і I_h можна вважати рівними нулю, розрахунок коефіцієнту вологоспоживання спрощується:

$$\eta = \frac{X + (W_{hn} - W_{hk}) - I_{нов}}{E_{оп}} \quad (3.16)$$

Перевага цього методу полягає у врахуванні вологообміну по шарах ґрунту і де враховуються особливості величин K_h і I_h . Це дуже важливо для визначення вологозабезпеченості за короткі інтервали часу і за неглибокого залягання ґрунтових вод.

Треба зазначити, що такі інтегральні показники зволоження гідротермічний коефіцієнт Селянінова і коефіцієнт зволоження Шашко не можуть використовуватися для оцінки ресурсів вологи, так як, по-перше, не враховують запаси вологи у ґрунті, і по-друге, вони базуються на осереднених характеристиках, які мало змінюються під впливом елементів рельєфу в горбистому рельєфі.

Застосування методу Харченко для визначення ресурсів зволоження в умовах горбистого рельєфу, але визначення таких показників як K_h і I_h і, особливо E_{on} , які входять до формули, неможливо визначити в горбистому рельєфі.

Спрощена формула, за якою визначається співвідношення середніх запасів вологи у ґрунті і найменшої польової вологоємності W/W_{HB} цілком відбивають вплив елементів рельєфу і може мати широке застосування.

Важливе значення для озимих і багаторічних сільськогосподарських культур мають агрокліматичні умови холодного періоду. До основних агрокліматичних показників зимового періоду відносяться середній із абсолютних річних мінімумів температур повітря (\bar{T}_m), температура найхолоднішого місяця (T_x), температура найхолоднішої п'ятиденки, тривалість холодного періоду, сума температур за цей період, а також глибина промерзання ґрунту і висота снігового покриву. Важливий внесок в абсолютні величини середнього із абсолютних мінімумів температури повітря, температури найхолоднішого місяця і найхолоднішої п'ятиденки вносять нічні

мінімальні температури повітря, для яких характерна їх значна просторова мінливість під впливом елементів рельєфу.

Саме температури є лімітуючим фактором клімату за умовами морозонебезпечності при розміщенні озимих і багаторічних культур в конкретній місцевості. Найбільше змінюються на незначній площі зимові термічні характеристики під впливом горбистого рельєфу, а також під впливом близькості морів і значних водоймищ.

Інформацію про величину середнього із абсолютних мінімумів температури повітря можна отримати із обласного агрокліматичного довідника

Значної шкоди сільськогосподарським культурам, особливо їх теплолюбної групи, згідно із І.А.Гольцберг [25] наносять заморозки радіаційного і адвективно-радіаційного типів, тому що спостерігаються пізно весною (в деяких регіонах навіть на початку літа) та на початку осені. Ці типи заморозків характеризуються найбільшою тривалістю, інтенсивним вихолоджуванням та мікрокліматичною мінливістю під впливом неоднорідностей підстильної поверхні.

До основних показників режиму заморозків відносяться дати останніх весняних і перших осінніх заморозків (D_v , D_o), тривалість беззаморозкового періоду ($N_{6/11}$), сума температур повітря і на поверхні ґрунту за цей період ($\Sigma T_{6/11}$) та відношення тривалості беззаморозкового періоду до тривалості періоду з температурою вище $10\text{ }^\circ\text{C}$ (K_3).

За винятком двох останніх показників, інформацію про режим заморозків на будь-якій території можна отримати із довідників про клімат та із агрокліматичних довідників. В них є також дані про ймовірності дат заморозків на окремі фенологічні дати теплолюбних сільськогосподарських культур та можливу мінливість їх в окремих місцеположеннях за розробленою І.А.Гольцберг схемою.

Як зазначалося в розділі 1, просторова мінливість показників агрокліматичних ресурсів під впливом елементів в горбистого рельєфу визначається механізмами формування мікрокліматів.

Визначення сум фотосинтетично активної радіації для схилів різної експозиції і крутості здійснюється за їх величинами для рівного місця $\overline{Q_f}$ і параметра мікрокліматичної мінливості K'_{Q_f} , за формулою:

$$Q'_f = K'_{Q_f} \cdot \overline{Q_f} \quad (3.17)$$

де $\Sigma Q'_f$ - величина суми фотосинтетично активної радіації на схилах різної експозиції і крутості.

K'_{Q_f} - параметр мікрокліматичної мінливості сум фотосинтетично активної радіації, який характеризує відношення $\frac{Q'_f}{\overline{Q_f}}$

Визначення ресурсів вологи в різних місцезположеннях або елементах рельєфу здійснюється за формулою:

$$W'_i = K'_w \cdot \overline{W} \quad (3.18)$$

де W'_i - запаси вологи у на півметровому шарі ґрунту в різних місцезположеннях (на верхній середній і нижній частинах схилів різної експозиції і крутості, на вододільних поверхнях і в долинах з різним гранулометричним складом ґрунту);

K'_w - параметр мікрокліматичної мінливості запасів продуктивної вологи у ґрунті, який визначається $\frac{W'_i}{W_{\text{НВ}}} / \frac{W_i}{W_{\text{НВ}}}$.

\overline{W} - запаси вологи у на півметровому шарі ґрунту на рівному місці.

На відміну від параметрів мікрокліматичної мінливості суми фотосинтетично активної радіації і запасів продуктивної вологи у напівметровому шарі ґрунту, які представлені у вигляді коефіцієнтів, параметри мікрокліматичної мінливості основних показників умов морозо- і заморозконебезпечності надаються у вигляді різниці (Δ). Ці параметри визначаються як різниця між величинами середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку та тривалості беззаморокового періоду в різних місцезположеннях рельєфу і на рівному місці.

Визначення середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморокового періоду в різних місцезположеннях рельєфу визначається за формулами:

$$T'_{min} = \overline{T_{min}} \pm \Delta T'_{min}, \quad (3.19)$$

$$N'_{\text{бп}} = \overline{N_{\text{бп}}} \pm \Delta N'_{\text{бп}}, \quad (3.20)$$

де T'_{min} і $N'_{\text{бп}}$ - відповідно середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморокового періоду в різних місцезположеннях рельєфу;

$\Delta T'_{min}$ і $\Delta N'_{\text{бп}}$ - параметри мікрокліматичної мінливості середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалості беззаморокового періоду в різних місцезположеннях рельєфу;

Вони визначалися за формулами:

$$\Delta T'_{min} = T'_{min} - \overline{T_{min}} \quad (3.21)$$

$$\Delta N'_{6п} = N'_{6п} - \overline{N_{6п}} \quad (3.22)$$

$\overline{T_{min}}$ і $\overline{N_{6п}}$ середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморозкового періоду на рівному місці.

Параметри мікрокліматичної мінливості суми фотосинтетично активної радіації, показника ресурсів вологи як відношення середніх за період запасів продуктивної вологи у на півметровому шарі ґрунту, віднесених до найменшої вологості, середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалості беззаморозкового періоду можна взяти у відповідних універсальних таблицях, розроблених, як вказано у розділі 1, відповідно З.А. Міщенко, О.Н. Романовою, З.А. Міщенко і І.А. Гольцберг. Як наочно видно, розрахунки дуже прості, а найскладніша робота полягає у вірній ідентифікації на місцевості або на топографічній карті або на карті горизонталей.

3.3 Методи розрахунку потенційних та кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур

Загальний вигляд моделі врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами має вигляд:

$$KVU = F(X_1) \cdot F(X_2) \dots F(X_n), \quad (3.23)$$

де X_1, X_2, \dots, X_n - показники агрокліматичних ресурсів (ресурси світла і вологи).

Доцільно виконувати розрахунки потенційної PU_i і кліматично можливої врожайності KMU_i , які цілком відбивають вплив агрокліматичних ресурсів на врожайність сільськогосподарських культур.

Показником ресурсів світла доцільно застосовувати величини фотосинтетично активної радіації ΣQf , а ресурсів вологи – середні за період вегетації конкретної сільськогосподарської культури, віднесені до величини найменшої вологоємності \bar{W}/W_{HB} . Тоді модель урожайності культур за агрокліматичними ресурсами приймає такий вигляд:

$$PU_i = 10^4 \cdot \eta_i \cdot K'_{mi} \cdot \frac{\Sigma Qf_i}{a_i} \quad (3.24)$$

$$KMU_i = PU_i \cdot \frac{W_i}{W_{HB}} \quad (3.25)$$

де PU_i - потенційний або максимально можливий врожай конкретної культури, який залежить від суми фотосинтетично активної радіації і генетичних особливостей культури по використанню сонячної радіації;

KMU_i - кліматично можливий урожай, як такий врожай, що забезпечується сумою фотосинтетично активною радіацією і ресурсами вологи.

η_i , K'_{mi} , q_i - відповідно коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації, співвідношення господарсько цінної частини врожаю (зерно, плід) до загальної біомаси рослини (зерно, стебло листя, коріння) і калорійність або теплотворна здатність одиниці врожаю.

Якщо врожаем є зелена біомаса рослини, то господарсько-цінною частиною врожаю є уся біомаса, за винятком коріння. При проведенні детальних досліджень встановлено, що біологічні показники можуть змінюватися в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, у багаторічних культур – в залежності від віку і за інших рівних умов – від фази розвитку і агротехнічного стану культури.

i (1, 2, ..., n) – культура;

- ΣQ_{fi} - сума фотосинтетично активної радіації за період вегетації конкретної сільськогосподарської культури;

- W_i - середні запаси вологи у ґрунті, віднесені до найменшої вологості за період вегетації конкретної сільськогосподарської культури;

- 10^4 - коефіцієнт для перерахунку врожаю в ц/га.

Для територій з горбистим рельєфом формули розрахунку потенційної і кліматично можливої врожайності мають вигляд:

$$PU'_i = 10^4 \cdot \eta_i \cdot K'_{mi} \cdot \frac{\Sigma Q'_{fi}}{q_i}, \quad (3.26)$$

$$KMU'_i = PU'_i \cdot \frac{W'_i}{W_{HB}}, \quad (3.27)$$

де $\Sigma Q'_f$ - величина суми фотосинтетично активної радіації за період вегетації культури на схилах різної експозиції і крутості.

де W'_i - запаси вологи у на півметровому шарі ґрунту за період вегетації культури в різних місцезоположеннях (на верхній середній і нижній частинах схилів різної експозиції і крутості, на вододільних поверхнях і в долинах з різним гранулометричним складом ґрунту);

Висновки до розділу 3

В розділі здійснено обґрунтування напрямку досліджень, спрямованої на оцінку агрокліматичних ресурсів територій з горбистим рельєфом. З метою подальшої агрокліматичної оцінки формування кліматично можливої врожайності сільськогосподарських культур обґрунтовується вибір агрокліматичних показників, за якими буде

виконуватися оцінка агрокліматичних ресурсів території з горбистим рельєфом. Вимоги до показників: значна просторова мінливість під впливом елементів підстильної поверхні і застосування в моделі формування продуктивності культур.

Наведено методи розрахунку сум фотосинтетично активної радіації і запасів продуктивної вологи у ґрунті, віднесені до найменшої вологості . також вказано на показники, які використовуються для оцінки умов морозо- і заморозконебезпечності.

Наведено методи розрахунку просторової мінливості показників ресурсів світла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності та методи розрахунку потенційного і кліматично можливих врожаїв на рівному місці і в різних місцеположеннях рельєфу.

РОЗДІЛ 4

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ЗЕМЛЯХ З ГОРБИСТИМ РЕЛЬЄФОМ

Дослідження проводилися на прикладі території Тарутинського і Овідіопольського районів Одеської області загальною площею 187400 і 8250 га, а також території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району площею 2992 га. На цій території близько 50% (1470,519 га) земель відводиться під польові культури -озиму пшеницю, ярий ячмінь, кукурудза, соняшник і 15,99% (478,481 га) – під виноградник. Площа під садами і овочевими культурами не перевищує 5%.

4.1 Загальна характеристика агрокліматичних ресурсів в Овідіопольському і Тарутинському районах Одеської області

Кліматичні умови на території Одеської області формуються під впливом вологих атлантичних і середземноморських повітряних мас, внутрішні частини континенту мають менший вплив.

Загальна характеристика клімату і агрокліматичних умов в Овідіопольському районі Одеської області надається за даними найближчої метеостанції Одеса або згідно із агрокліматичним районуванням області. Згідно із агрокліматичним районуванням області цей район входить в центральний агрокліматичний район – теплий і посушливий [1-2, 8-9].

Середня місячна температура повітря впродовж року змінюється від $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в січні до $22,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ – в липні (рис. 4.1). Абсолютний максимум, який спостерігається в липні або в серпні, за останні 30 років досягав $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2002 рік), а абсолютний мінімум, який може відзначатися з грудня по лютий, склав $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1987 рік). За весь період інструментальних спостережень він знижувався до $-29\dots-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Теплові ресурси, які оцінюються за сумами активних температур вище $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, складають $3200-3400\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в окремі роки можливе їх коливання від 2900 до $3700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Суми ж температур повітря вище $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за беззаморозковий період, в середньому багаторічному, коливаються від 3000 до $3450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня тривалість вегетаційного періоду складає $230-240$ діб, періоду активної вегетації – $180-185$ діб, зимового періоду – $80-85$ діб, а періоду без заморозків – $190-200$ діб в повітрі і $175-185$ діб – на поверхні ґрунту.

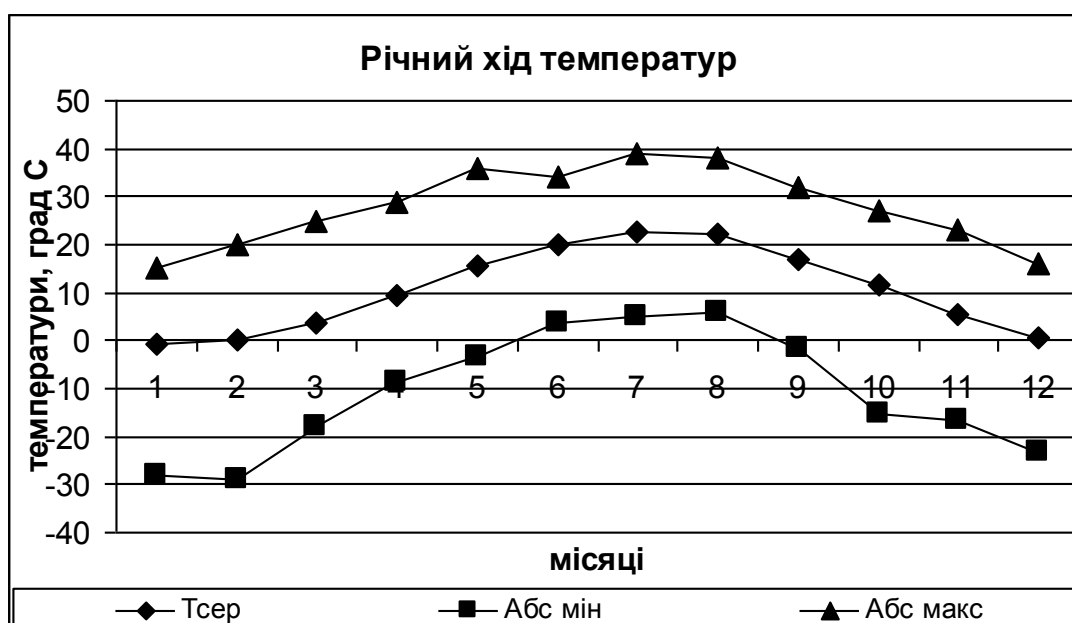


Рисунок 4.1 Річний хід температури повітря, МС Одеса

Кількість опадів впродовж року коливається від 28 мм в квітні до 54 мм – в червні (рис.4.2). В окремі роки, за період з 1986 по 2005

рік, максимальна кількість опадів досягала 164 мм в липні 1997 року і знижувалася до 0 мм у вересні 1994 року. В цілому за теплий період і рік кількість опадів відповідно становить 220-250 і 350-400 мм, а гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК), як інтегральний показників зволоження території, складає 0,7 - 0,8, що характеризує посушливість клімату. В окремі роки він зростає до 1,4 і знижується до 0,5, що може характеризувати умови зволоження як надмірні, так і сухі. Суховії бувають щорічно, а дуже інтенсивні – в середньому, в чотирьох роках із десяти. Загальне число днів із суховієм складає 50-55.

Середній із абсолютних мінімумів температури повітря складає в районі $-17...-18$ °С, а один раз в десять років можливе його зниження до $-22...-23$ °С. Абсолютний мінімум досягає $-28...-29$ °С.

Весняні заморозки припиняються, в середньому багаторічному, в третій декаді квітня, а в окремі роки спостерігаються в третій декаді травня. Перші осінні заморозки відмічаються в другій декаді жовтня, проте в окремі роки вони можливі і в кінці вересня.

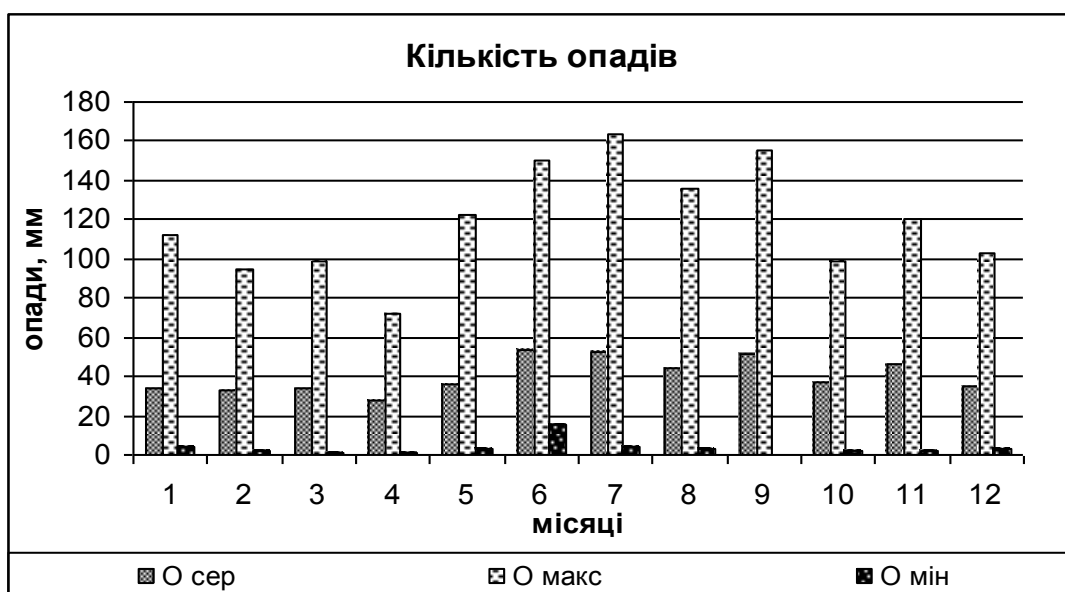


Рисунок 4.2. Річний хід кількості опадів, МС Одесса

Сніговий покрив нестійкий. Його висота за зимовий період не перевищує 25 см. Глибина промерзання ґрунту, в середньому багаторічному, з грудня по березень збільшується від 15 до 25 см, а максимальна глибина промерзання ґрунту досягає 100 см. Повне відтанення ґрунту відзначається до 14 березня, а в окремі роки можливе повне відтанення як до 19 лютого, так і до 5 квітня. Імовірність повного відтанення ґрунту на дату переходу температури повітря через 5 °С складає 97 %.

Тарутинський район розташований в південно-західній частині Одеської області. Площа району складає 187 тис.га і є однією з найбільших серед районів області. Район межує на південному-заході з Болградським, на сході – з Арцизьким і Саратським районами Одеської області, а на півночі та заході – з Республікою Молдовою.

Територія Тарутинського району, згідно із геоморфологічним поділом Одеської області [8, 9], відноситься до Причорноморської низини, в межах якої виділена Дунайсько - Дністровська акумулятивна плоскохвиляста рівнина. Особливістю території є її значна розчленованість долинами річок Чага, Сака та Когильник і ярово-балковою мережею (рис. 4.3).

На території району виділено два типи рельєфу: ерозійно-денудаційний і ерозійно-аккумулятивний. До першого відносяться вододільні ділянки в межах міжріччя Чага і Сака (західний схил р. Чага), а також переважна частина західного схилу р.Когильник. До другого типу віднесені схилі землі зі значною крутістю, звернені до долини р. Чага, які інтенсивно розчленовані ярами та балками. На території району відзначається значна площа схилівих земель.

За ґрунтовим покривом територія району відноситься до зони степових чорноземів, підзони чорноземів звичайних. Переважаючою ґрунтоутворюючою породою на плато і схилах є леси і лесовидні

суглинки. Потужність їх на вододілі досягає 15...20 м, а на схилах їх потужність зменшується. На лесових породах залягають червоно-бурі глини. На ділянках схилів, де леси змиті, червоно-бурі глини виступають в якості ґрунтоутворюючих порід. Від лесів червоно-бурі глини відрізняються більшим вмістом намулу, щільним складенням, меншою пористістю, слабкою фільтрацією.

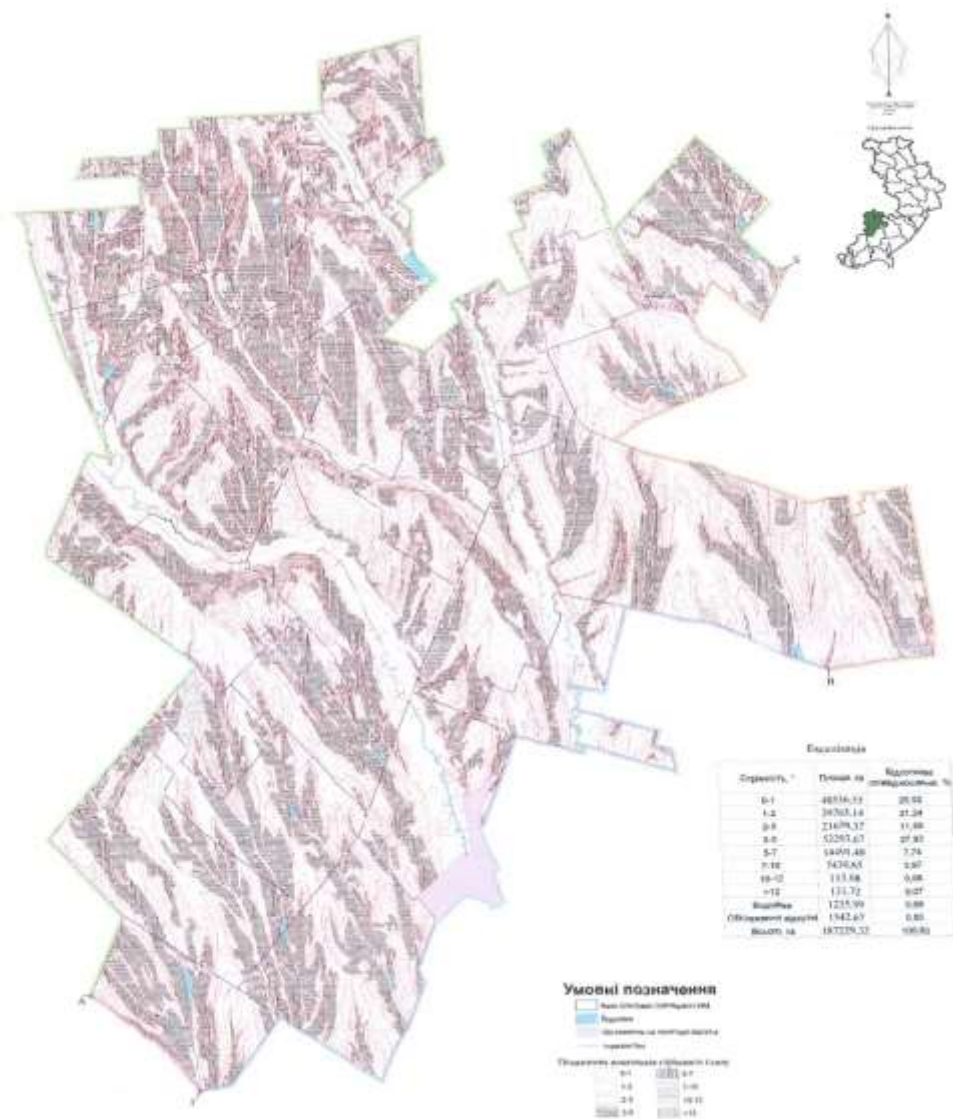


Рисунок 4.3. Характер рельєфу на території Тарутинського району Одеської області

На сильноеродованих ділянках схилів виділені ґрунти на щільних глинах. На терасованих схилах ріки Чага в якості ґрунтоутворюючої породи поширені піщані відкладення, на яких формуються легкі малородючі для сільськогосподарських культур ґрунти. В балках та в підніжжях схилів ґрунтоутворюючою породою є делювіальні відкладення, які придатні для винограду. Чорноземно-лугові та лугово-болотні ґрунти р.Чага сформувалися на алювіально-делювіальних відкладеннях.

Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними малогумусними, чорноземами карбонатними та чорноземами на щільних глинах, а в долинах річок Когильник, Сарата і Чага - лучно-чорноземними ґрунтами у комплексі з приморськими солончаками [9]. Вміст карбонатів в них коливається від 12 до 16%.

Ґрунтові води на території району на різних фізико-географічних елементах рельєфу залягають на різній глибині. Глибина залягання ґрунтових вод на еолово-делювіальних відкладеннях складає 3 – 5 м від поверхні землі. У заплаві вище перелічених річок ґрунтові води піднімаються до 0- 3 м і мають високу мінералізацію, що й зумовило осолонцювання заплавних ґрунтів.

Характеристика агрокліматичних умов на території Тарутинського району надається за даними метеорологічної станції Сарата. Середньомісячна температура повітря впродовж року змінюється від -2,0 °С в січні до 21,6 °С – в липні. Середні мінімальні температури повітря по місяцям змінювалися -5,4 °С в січні до 15,3 °С – в липні, а абсолютний мінімум по місяцям - від -30,2 до 6,5 °С відповідно в січні і липні. За весь період спостережень абсолютний мінімум склав -32 °С.

Середні максимуми за рік змінювалися від 1,7 °С в січні до 27,9 °С – в липні, а абсолютний максимум – від 17,2 до 41 °С в липні. Річний хід температури повітря представлено на рис. 4.4.

Середня тривалість вегетаційного періоду з середньодобовими температурами повітря вище 5 °С складає 230-240 діб, періоду активної вегетації з середньодобовими температурами вище 10 °С – 180-185 діб, зимового періоду з середньодобовими температурами нижче 0 °С – 80-85 діб, а період без заморозків – 190-200 діб у повітрі і 165-185 діб – на поверхні ґрунту.

Теплові ресурси, представлені сумами температур за період з середньодобовими температурами вище 10 °С, дорівнюють 3200-3300 °С. В окремі роки можливе їх коливання від 3000 до 3700 °С. Близька до цієї величини і сума температур повітря за беззаморозковий період – 3100-3300 °С.

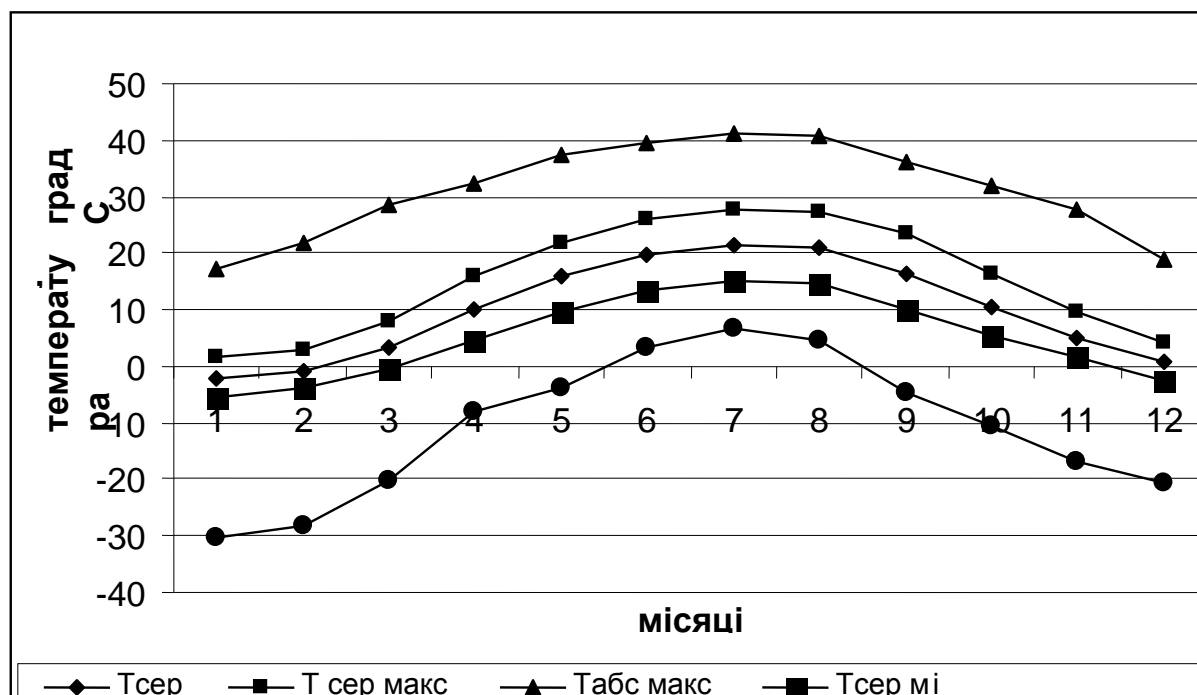


Рисунок 4.4. Річний хід температури повітря, МС Сарата

Опади, в місячному розрізі, коливаються від 26 до 63 мм. Їх мінімальна кількість відзначається в березні і жовтні (26 мм), а максимальна – в червні і липні - 63 і 61 мм. Максимальна місячна кількість опадів досягає 198 в червні - липні і 203 мм – в травні, а мінімальна – 0 мм (з липня по грудень та в січні і березні).

Річний хід місячної кількості опадів показано на рис. 4.5. Кількість опадів за теплий період (квітень-жовтень) складає 316 мм, за холодний – 166, а за рік - 482 мм. За вегетаційний період, тобто в період з температурами вище 5 °С і за період активної вегетації кількість складає 280-320 і 230-260 мм. Комплексний показник зволоження - гідротермічний коефіцієнт Селянінова складає 0,7-0,9, знижуючись в окремі роки до 0,4 і підвищуючись до 1,5. Суховії середньої и слабкої інтенсивності відмічаються майже кожного року, а дуже інтенсивні – приблизно кожні чотири роки.

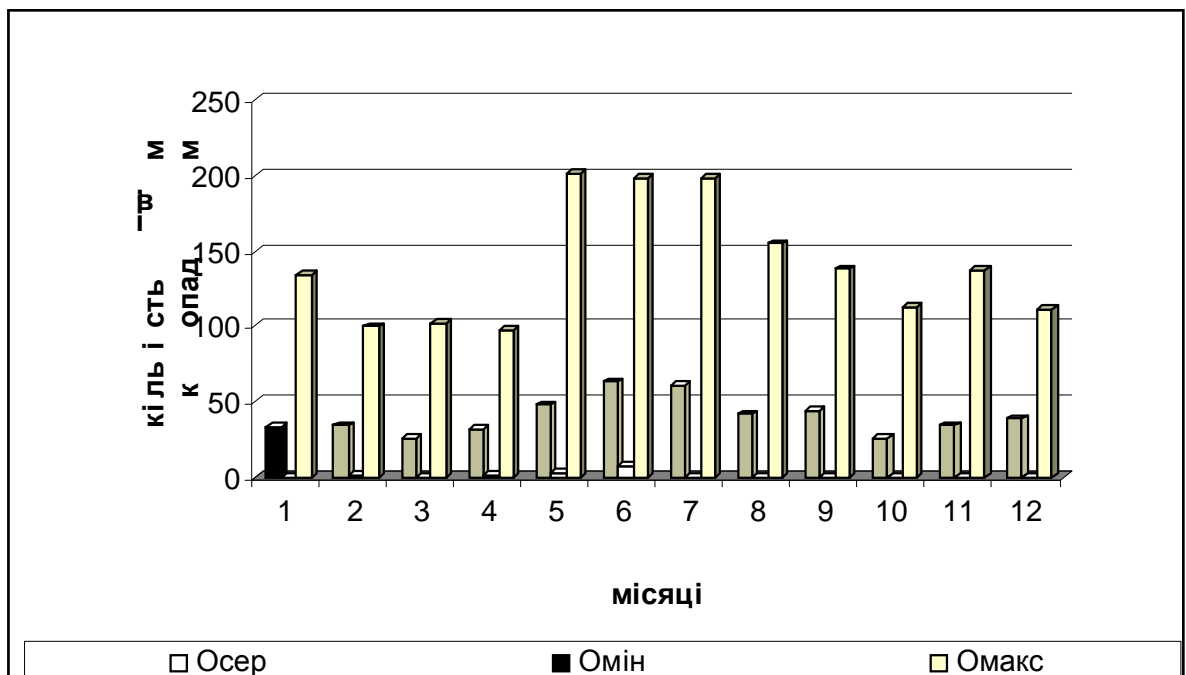


Рисунок 4.5. Річний хід кількості опадів, МС Сарата

Весняні заморозки припиняються, в середньому багаторічному, в другій декаді квітня, але в окремі роки можливе припинення весняних заморозків в другій декаді травня. Перші ж осінні заморозки, в середньому багаторічному, відмічаються в третій декаді жовтня, проте в окремі роки заморозки спостерігались і в кінці вересня.

Середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря як основний показник морозонебезпечності, в середньому багаторічному (в п'яти роках із десяти), коливається в межах від -18 до -20°C , а один раз в десять років можливе його зниження від -23 до -25°C .

Сніговий покрив нестійкий, а його середня висота за зимовий період не перевищує 25-35 см. Глибина промерзання ґрунту з грудня по березень, в середньому багаторічному, збільшується від 15 до 25 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту досягає 100 см. Повне відтанення ґрунту, як правило, спостерігається до 14 березня; а в окремі роки воно можливе як до 19 лютого, так і до 5 квітня. Вірогідність повного танення ґрунту на дату переходу температури повітря через 5°C складає 85%.

З метою отримання інформації про агрокліматичні ресурси територій з неоднорідною підстильною поверхнею, придатної для подальших розрахунків їх просторової мінливості, І.А.Гольцберг запропоновано визначати характеристики фонових умов [25, 70, 74]. Основна причина визначення таких умов пов'язана зі складністю визначення мікрокліматичної мінливості показників ресурсів світла, тепла і вологи на межі дії окремих метеорологічних станцій, коли вони не розташовані в репрезентативних умовах. Саме така ситуація складається в наших дослідженнях, коли місцезонаження метеостанцій Одеса і Сарата не відповідає необхідним умовам. На характеристики агрокліматичних ресурсів за даними метеостанції

Одеса значний вплив чинить Чорне море, а метеостанція Сарата розташована в продуває мій долині, де складаються умови «аеродинамічної труби».

У зв'язку з цим нами за методикою І.А. Гольцберг виконано розрахунки фотосинтетично активної радіації, показника зволоження за запасами продуктивної вологи у ґрунті та умов Морозом і заморозконебезпечності визначено фонові умови. Розрахунки фонових умов здійснюються за наведеними в розділі 3 формулами 3.17 -3.20. Завдання полягало в ідентифікації місцеположення метеорологічної станцій і правильному виборі параметрів мікрокліматичної мінливості фотосинтетично активної радіації, запасів продуктивної вологи у ґрунті, віднесених до найменшої вологості, середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалості беззаморозкового періоду. Отримані результати представлені в табл. 4.1. Фонова інформація за сумою фотосинтетично активної радіації отримана на підставі встановленого Міщенко З.А. і Ляшенко Г.В. рівняння зв'язку цього показника з сумою температур вище 10 °С [72]:

$$\Sigma Q'_\phi = 0,44 \cdot \Sigma T_c + 225,1; \quad (4.1)$$

Застосування методики Гольцберг І.А. дозволило отримати «фонову інформацію», яку надалі будемо використовувати для визначення просторової мінливості показників агрокліматичних ресурсів і умов морозо- та заморозконебезпечності.

Розрахунки агрокліматичних ресурсів для рівнинних земель (фонові умови) досліджуваної території проводилися за період з 1986 по 2005 роки. Спостерігається збільшення мінливості ресурсів вологи порівняно з радіаційними

ресурсами. Сума фотосинтетично активної радіації в середньому складає 160 МДж/м^2 і змінюється в окремі роки від 155 до 165 МДж/м^2 , а величина показника зволоження $W/W_{\text{нв}}$ складає 0,85 і змінюється від 0,74 до 1,0.

Таблиця 4.1

Характеристика агрокліматичних ресурсів теплого періоду на рівнинних землях центральних районів Одеської області

Показники	Серед.	Макс.	Мінім.	σ	$C_v, \%$
$N_{\text{тп}}$, доба	186	213	173	7,5	4,0
$\Sigma Q_{\text{фар}}$, МДж/м^2	160	169	155	6,3	2,2
ΣR , мм	240	357	108	77	32,1
$W_{\text{н}}$, мм	116	173	52	32	27,6
$W_{\text{к}}$, мм	41	105	0	35	85,4
$W/W_{\text{нв}}$, відн.вел.	0,85	1,0	0,74	0,33	48
$T_{\text{мін}}$, °C	-20,6	-14,6	-26,0	1,3	13,7
$N_{\text{б/п}}$, сутки	178	203	168	18,0	17,5

4.2 Просторова мінливість радіаційних ресурсів і ресурсів вологи

В розділі 2 була розроблена комплексна карта морфометричних показників (елементів рельєфу) для території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району. Виділено ділянки з різними формами рельєфу (рівнина і вододільні поверхні), схилі землі з різною експозицією і крутістю, долини. Усього виділено 28 різних місцеположень. Усього виділено 28 різних місцеположень. Такі ж місцеположення виділяються в межах адміністративних районів.

Для визначення просторової мінливості показників радіаційних ресурсів і ресурсів вологи постає задача уточнення параметрів мікрокліматичної мінливості цих показників.

Для виділених на досліджуваній території елементів рельєфу уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів і ресурсів вологи - K'_{Q_f} і K'_W , які представлені в універсальних таблицях Міщенко З.А. і Романової О.Н. Уточнення полягало у визначенні цих параметрів для широти Овідіопольського і Тарутинського районів для радіаційних ресурсів і зони зволоження за Роде О.О. - для ресурсів вологи.

Так, для суми фотосинтетично активної радіації параметри мікрокліматичної мінливості змінюється від 0,90 для схилів північної експозиції до 1,05 – для схилів південної експозиції крутістю 8 -12°. Коефіцієнт зміни запасів вологи у ґрунті змінюється в більшому діапазоні – від 0,60 в верхній частині південних схилів до 1,30 – в нижній частині схилів. При врахуванні зони зволоження

(слабкопосушлива) ці коефіцієнти зменшуються відповідно до 0,45 і 0,98 (табл. 4.2).

За наведеними в попередньому підрозділі рівняннями виконано розрахунки сум фотосинтетично активної радіації і показника зволоження для різних елементів рельєфу. Результати розрахунків представлено в табл.4.3.

Отримані результати розрахунку показали значну мінливість сум фотосинтетично активної радіації на досліджуваній території. Найбільше радіації відзначається на південних схилах крутістю 8-12 ° і складає 168 МДж/м², а менше - 144 МДж/м² на схилах північної експозиції тієї ж крутості. Діапазон мінливості по території складає 24 МДж/м² (рис. 4.6).

4.3 Просторова мінливість морозо- і заморозконебезпечності

За такою ж схемою проводяться дослідження оцінки просторової мінливості показників морозо- і заморозконебезпечності. Отримуємо фонову інформацію про умови морозо- і замороко небезпечності (табл. 4.5). основними показниками яких є середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморозкового періоду.

На наступному етапі проводимо інвентарізацію місцеположень стосовно до механізму формування мікрокліматичної різниці в умовах заморозко- і морозонебезпечності на досліджуваній території. З цією метою, використаємо універсальні схеми мікрокліматичної мінливості показників морозо- і заморозконебезпечності З.А.Міщенко і І.А.Гольцберг для нашої території (табл.4.6). Задача полягає у

Таблиця 4.2

Просторова мінливість параметрів мікрокліматичної мінливості
радіаційних ресурсів і ресурсів вологи в різних місцезположеннях
рельєфу

Форма рельєфу	Схил			$K'Qf$, б/р	$K'w$, б/р	$K''w$, б/р
	експозиція	частина	круті сть			
рівнина	-	-	-	1,0	1,0	0,75
вододіл	-	-	-	1,0	0,65	0,49
Схил	південна	верхня	3-7	1,0	0,65	0,49
			8-12	1,05	0,60	0,45
		середня	3-7	1,0	0,80	0,60
			8-12	1,05	0,85	0,64
		нижня	3-7	1,0	1,25	0,94
			8-12	1,05	1,30	0,98
	північна	верхня	3-7	0,98	0,75	0,56
			8-12	0,90	0,70	0,52
		середня	3-7	0,98	0,90	0,68
			8-12	0,90	0,95	0,71
		нижня	3-7	0,98	1,30	0,98
			8-12	0,90	1,25	0,94
	Західна	верхня	3-7	0,98	0,70	0,52
			8-12	0,97	0,65	0,49
		середня	3-7	0,98	0,85	0,64
			8-12	0,97	0,80	0,60
		нижня	3-7	0,98	1,30	0,98
			8-12	0,97	1,30	0,98
	східна	верхня	3-7	0,98	0,70	0,52
			8-12	0,97	0,65	0,49
		середня	3-7	0,98	0,85	0,64
			8-12	0,97	0,80	0,60
		нижня	3-7	0,98	1,30	0,98
			8-12	0,97	1,25	0,94

Таблиця 4.3

Просторова мінливість параметрів мікрокліматичної мінливості
радіаційних ресурсів і ресурсів вологи в різних місцезположеннях
рельєфу

Форма рельєфу	Схил			$\Sigma Q'_f$ МДж/²	$K''w$, б/р
	експозиція	частина	круті сть		
рівнина	-	-	-	160	0,75
вододіл	-	-	-	160	0,49
Схил	південна	верхня	3-7	160	0,49
			8-12	168	0,45
		середня	3-7	160	0,60
			8-12	168	0,64
		нижня	3-7	160	0,94
			8-12	168	0,98
	північна	верхня	3-7	159	0,56
			8-12	154	0,52
		середня	3-7	159	0,68
			8-12	144	0,71
		нижня	3-7	159	0,98
			8-12	144	0,94
	Західна	верхня	3-7	159	0,52
			8-12	155	0,49
		середня	3-7	159	0,64
			8-12	155	0,60
		нижня	3-7	157	0,98
			8-12	157	0,98
	східна	верхня	3-7	158	0,52
			8-12	157	0,49
		середня	3-7	158	0,64
			8-12	157	0,60
		нижня	3-7	158	0,98
			8-12	157	0,94

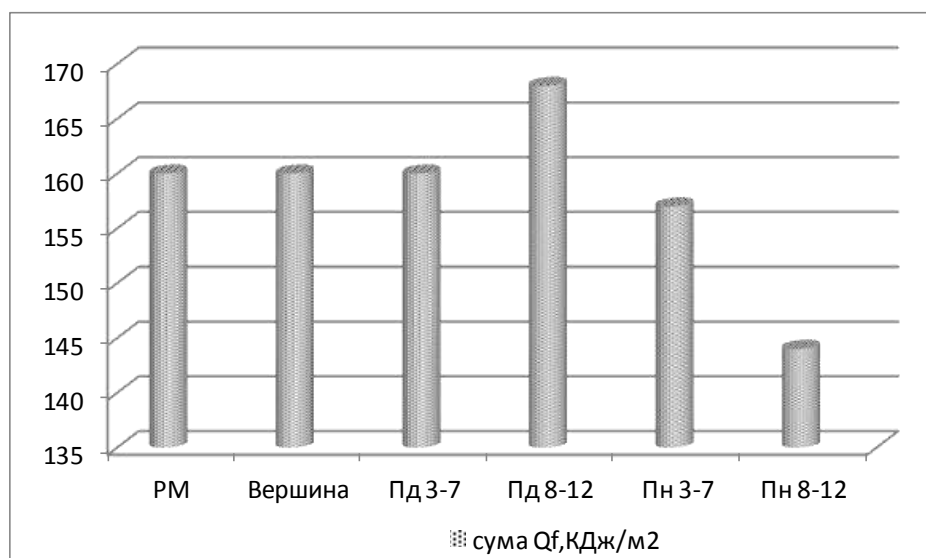


Рисунок 4.6. Суми фотосинтетично активної радіації на ділянках з різними елементами рельєфу. РМ-рівне місце, Вершина – вершина горбів, Пд і Пн – відповідно схили південної і північної експозиції, 3-7 і 8-12° - крутість схилів.

визначенні типів рельєфу і глибини вертикального розчленування рельєфу. Надалі, вирокистовуємо фонову інформацію про умови морозо- і заморозконебезпечності для рівнинних земель (табл.4.5) і уточненні параметри мікрокліматичної мінливості показників (табл. 4.6) виконуємо за рівняннями 3.21 і 3.22 виконуємо розрахунки умов морозо- і заморозконебезпечності для усього спектру місцеположень (табл. 4.7).

На наступному етапі на карту рельєфу наносимо інформацію про умови морозо- і заморозконебезпечності на відповідні місцеположення, а надалі об'єднуємо місцеположення в мікрорайони за умовами морозо- і заморозконебезпечності [44, 46].

Таблиця 4.5

Характеристика умов морозо- і заморозконебезпечності в
центральної районах Одеської області

показники	Серед.	Макс.	Мінім.	σ	Cv,%
Тмін, °C	-20,6	-14,6	-26,0	1,3	13,7
№б/п, дїб	178	203	168	18,0	17,5

Можна скласти таку карту із застосуванням ГІС- технології. В програмній оболонці ArcGIS, з цією метою формуємо шар атрибутивної інформації, під якою розуміємо умови морозо- і заморозконебезпечності поряд з шаром елементів рельєфу. Шляхом накладання шарів отримуємо мікрокліматичну карту за умовами морозо- і заморозконебезпечності. Таким методом складено карти мікрокліматичної мінливості умов морозо- і заморозконебезпечності для території Тарутинського (рис. 4.7), Овідіопольського району (рис. 4.8) і територіях Надлиманської сільської ради (рис.4.9).

Складені мікрокліматичні карти мають як теоретичне значення. За наявності таких карт реальним є виділення оптимальних місцеположень для різних сільськогосподарських культур [48, 54].

Таблиця 4.5

Параметри мікрокліматичної мінливості показників морозо- і заморозконебезпечності для території
Одеської області

Рельєф Показники	ΔН=60-100м					ΔН=100-140м					
	РМ	ВСх	ССх	НСх	ДД	РМ	ВП	ВСх	ССх	НСх	ДД
ΔТмін, °С	-	+1..+2	0,0	-1..-2	-2..-3	-	+3..+4	+2..+ 3	0,0	-2..-3	-3..-4
ΔN хп, діб	-	-5	0,0	+5	+10	-	-15	-10	0,0	+10	+15
ΔΣ T < 0 °С	-	+100	-	-100	-200	-	+250	+200	0,0	-200	-300
ΔΣ Tб/п > 10 °С	-	+200	-	-200	-300	-	+350	+300	0,0	-300	-500
Дзв	-	+2	0,0	-5	-10	-	+10	+5	0,0	-10	-15
Дзо	-	+3	0,0	-5	-10	-	+10	+5	0,0	-10	-15
ΔNб/п	-	+5	0,0	-5	-10	-	+15	+10	0,0	-10	-15

Таблиця 4.6

Характеристика умов заморозко- і морозонебезпечності для різних елементів рельєфу території Одеської області з горбистим рельєфом.

Рельєф Показник и	Мезорайони													
	1)ΔН=60-100м						2)ΔН=100-140м							
	РМ	ВСх	ССх	НСХ	ДД	Δ	РМ	ВП	ВСх	ССх	НСх	ДД	Δ	
Тмін, °С	-20	-18	-20	-21	-23	4	-20	-16	-18	-20	-22	-24	8	
Н хп,діб	63	58	63	68	73	15	63	48	53	63	73	78	30	
$\sum T < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	-500	-400	-500-	-600	-700	300	-500	-475	-300	-500	-700	-800	500	
$\sum T_{\text{бп}} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$	3200	3400	3200-	3000	2900	500	3200	3550	3500	3200	2900	2700	600	
Дзв	20.04	18.04	20.04	25.04	30.04	12	20.04	10.04	15.04	20.04	30.04	05.05	25	
Дзо	13.10	16.10	13.10	08.10	03.10	13	13.10	23.10	18.10	13.10	03.10	28.09	25	
Нбп	175	185	175	170	165	20	190	195	175	16 5	160	155	40	

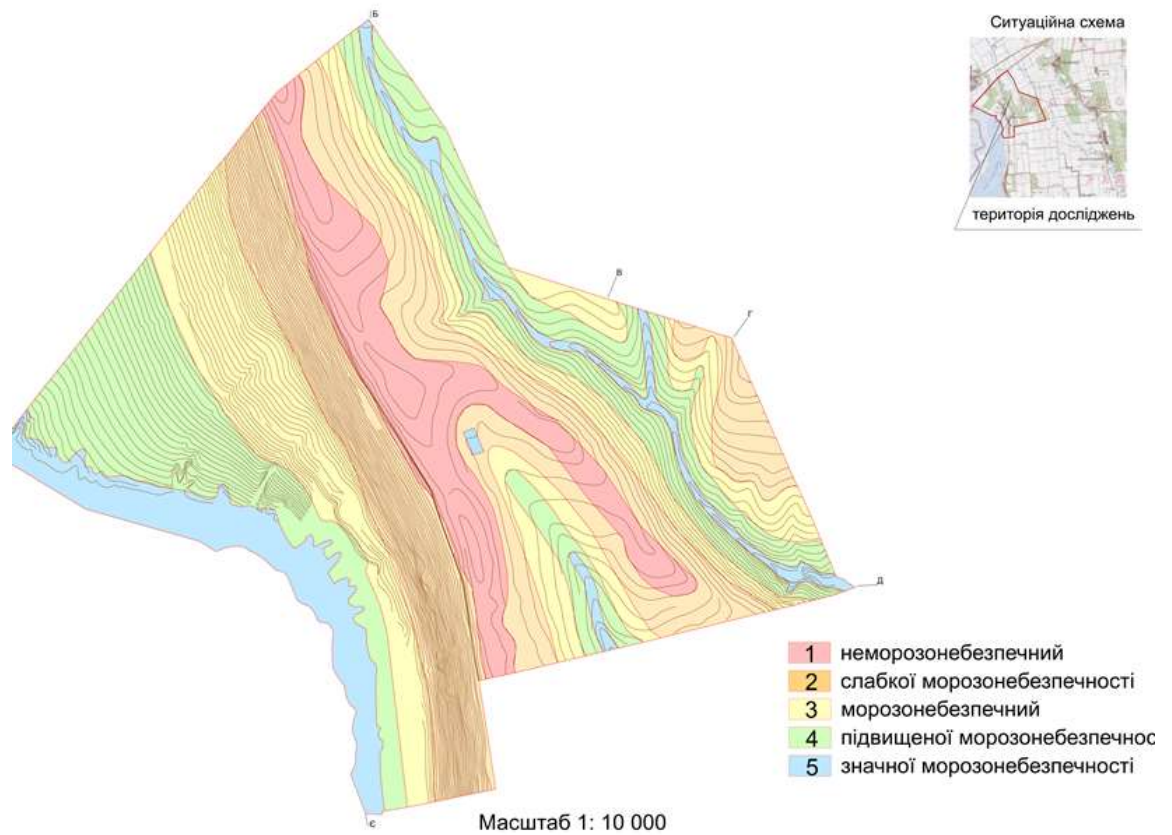


Рисунок 4.7. Мікрокліматичне районування території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області за умовами морозо- і заморозконебезпечності. Легенда до карти в табл. 4.7

Таблиця 4.7
Умови морозо- і заморозконебезпечності на території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області

№ пп	Мікрорайони	Морозонебезпечність		Заморозконебезпечність, <i>Nб/n</i> , діб	
		$T_{\min}, ^\circ\text{C}$		50 %	10%
1	Вершини горбів	≥ -15	≥ -17	>185	>180
2	Верхня частина схилів	-15,1...-17,0	-17,1...-19,0	181-185	176-180
3	Рівнина, середня частина схилів	-17,1...-19,0	-19,1...-21,0	176-180	171-175
4	Нижня частина схилів	-19,1...-1,0	-21,1...-23,0	171-175	166-170
5	Долини	$< -21,0$	$\leq -23,0$	≤ 170	≤ 165

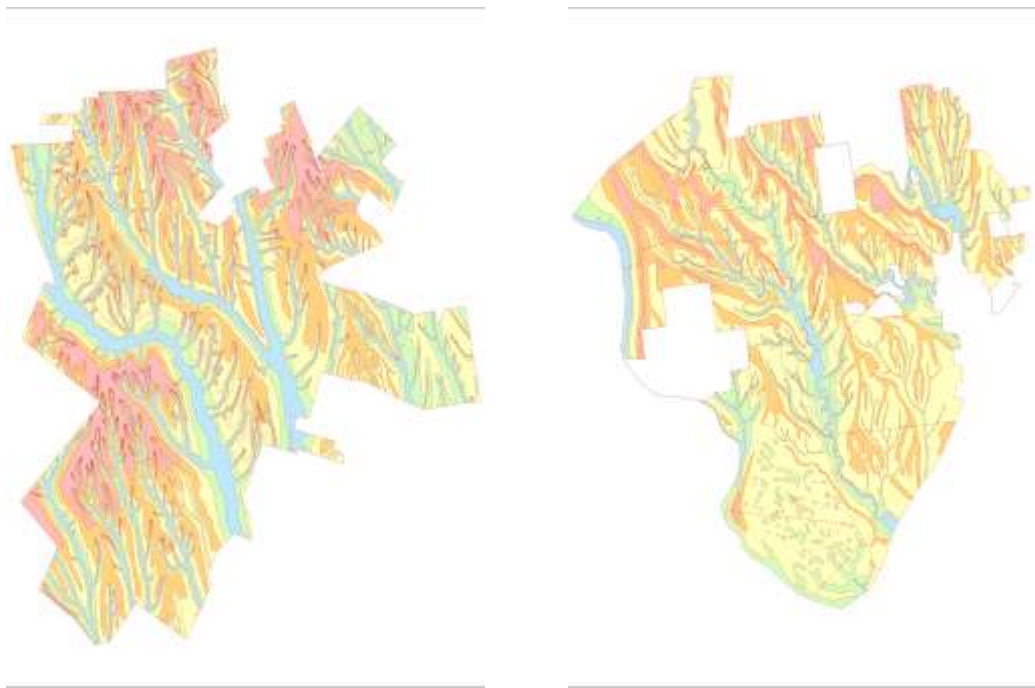


Рисунок 4.8. Мікрокліматичне районування Тарутинського і Овідіопольського районів Одеської області за умовами морозо- і заморозконебезпечністю. Умовні позначення - як на рис. 4.7.

Легенда до карти в табл. 4.7

Висновки до розділу 4

В розділі надається загальна характеристика агрокліматичних ресурсів Тарутинського і Овідіопольського районів Одеської області. Уточнюється геоморфологічна ситуація на досліджуваній території і виділяються місцеположення в рельєфі.

Наступним етапом стало уточнення параметрів мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів і ресурсів світла, а також умов морозо- і заморозконебезпечності і розрахунки сум фотосинтетично активної радіації, показника вологи, середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалості беззаморозкового періоду для усього спектру місцеположень.

Заключною частиною стало складання карти мікрокліматичного районування за умовами морозо- і заморозконебезпечності територій Тарутинського і Овідіопольського районів та Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області

Перевага карт мікрокліматичного районування територій дозволяє виділити на місцевості з точністю до 10 м ділянки земель, непридатні для вирощування теплолюбних сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 5

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ

Традиційно в агрокліматології вирішення завдання оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур полягало у визначенні їх тепло – і вологозабезпеченості, оцінки пошкодження заморозками весною і восени та імовірності поганої перезимівлі озимих і багаторічних культур.

В 70-80-ті роки минулого століття агрокліматологи вже вирішували завдання, пов'язані з оцінкою недобору врожаю сільськогосподарських культур через можливе відхилення на конкретній території агрокліматичних умов від оптимальних або імовірність повної втрати врожаю через несприятливі умови.

Врахування просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів на території з неоднорідною підстильною поверхнею, особливо в гірському і горбистому рельєфі дозволяє значно деталізувати традиційну інформацію про агрокліматичні ресурси, що дає змогу з більшою точністю їх оцінювати стосовно до умов вирощування культур. Але з врахуванням мікроклімату вирішувалися ті ж самі завдання – забезпечення сільськогосподарських культур ресурсами світла, тепла і вологи та оцінка морозо- і заморозконебезпечності територій для них.

В 70 роки, у зв'язку з вирішенням державної наукової проблеми програмування урожаїв сільськогосподарських культур, разом з розробкою агротехнічних принципів, за якими розроблялися системи технологічних заходів вирощування культур, в тому числі, формування оптимальних структур посівів польових культур і плантацій багаторічних культур, чи не

найголовніша задача полягала в агрометеорологічному і агрокліматичному обґрунтуванні можливості отримання врожаїв, які забезпечені ресурсами світла, тепла і вологи. Розвивався напрямок агрокліматичної оцінки формування продуктивності сільськогосподарських культур, який базувався на теорії фотосинтезу і фотосинтетичної діяльності посівів.

Дослідження цього розділу дисертаційної роботи спрямовані на вирішення задачі агрокліматичної оцінки формування потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур, які вирощуються в центральних районах Одеської області з горбистим рельєфом – озимої пшениці, ярого ячменю кукурудзи, соняшнику і винограду.

В попередніх розділах послідовно виконувався аналіз елементів рельєфу або морфометричних показників рельєфу, радіаційних ресурсів і ресурсів вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності. Значна увага зверталася на методи визначення потенційних і кліматично можливих врожаїв. Отримані результати цих досліджень є основою для визначення забезпечених агрокліматичними ресурсами рівнів врожайності сільськогосподарських культур.

Визначення забезпечених агрокліматичними ресурсами рівнів врожайності здійснювалося на прикладі території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області загальною площею 2991,934 га. Близько 50% (1470,519га) території відводиться під польові культури (озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, соняшник) і 15,99% (478,481га) - під виноградник. Площа під садами і овочевими культурами не перевищує 5%. Така структура сільськогосподарських угідь характерна для більшості центральних районів Одеської області, що дозволяє поширювати на ці райони отримані результати.

5.1 Формування потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур на рівнинних землях Одеської області

Для визначення потенційних і кліматично можливих врожаїв на рівнинних землях вихідною інформацією є радіаційні ресурси і ресурси вологи, показниками яких, згідно із розробленими Тоомінгом Х.Г. і Польовим А.М. [95, 113] методами, сума фотосинтетично активної радіації і показник зволоження, який визначається як відношення середніх за вегетацію запасів вологи у напівметровому шарі ґрунту і величини найменшої вологості на даній території для середньосуглинкового гранулометричного складу ґрунту.

В табл. 4.1 наведено середні, максимальні і мінімальні величини сум фотосинтетично активної радіації ΣQ_{fi} і показника зволоження $\frac{W_i}{W_{нв}}$, які визначені нами для фонових умов – тобто такі, які характеризують рівнинні ділянки досліджуваної території [48, 50].

Для розрахунку потенційних і кліматично можливих врожаїв біологічні показники взято із літературних джерел. Ці показники отримують експериментально. Вважається, що найчастіше озимою пшеницею і кукурудзою засвоюється радіації η на рівні 3%, ярим ячменем і соняшником – 2%, а виноградом засвоюється не більше 1,5% сонячної радіації, яка надходить на рослинний покрив.

Коефіцієнт господарської цінності продукції визначається коефіцієнтом, який є відношенням господарсько цінної частини врожаю до загальної біомаси, з врахуванням стандартної вологості (у зернових культур становить 14%, а у соняшника – 30%, а у винограду – 80%) становить для культур відповідно 0,55; 0,45, 0,58; 0,38 і 1,5. Теплотворна здатність одиниці

врожаю складає у культур 16705 -18630 КДж/кг. Найбільша вона у пшениці і кукурудзи, а найменша у винограду.

Ці показники, як зазначалося раніше, змінюються в залежності від багатьох факторів, але виявити їх мінливість можна тільки за умови проведення польового дослідю. Ми використовували осередненні дані.

Розрахунки потенційних і кліматично можливих врожаїв виконували за формулами 3.24 і 3.25 відповідно. Виявлено, що на рівнинних ділянках (табл. 5.1) середні потенційні врожаї озимої пшениці і кукурудзи складають 95 ц/га, ярого ячменю і соняшнику – 55 ц/га, а винограду - 206 ц/га. Також виконували розрахунки потенційних врожаїв за максимальними і мінімальними величинами сумарної фотосинтетично активної радіації і показника ресурсів вологи. Отримані результати розрахунків свідчає, що в окремі роки потенційні врожаї можуть як знижуватися на 3-5 ц/га, так і підвищуватися на 5-8 ц/га. Коливання потенційного врожаю винограду в окремі роки значно більші.

На рівнинних землях досліджуваної території кліматично можливі врожаї культур менше потенційних на 20-30 ц/га. Навіть за максимальних величин суми фотосинтетично активної радіації в окремі роки кліматично можливі врожаї не наближуються до потенційних, як очікувалось. Причина такої різниці полягає в нестачі вологи – показний ресурсів вологи дуже низький. Навіть у винограду за високого рівня кліматично можливого врожаю в окремі роки він тільки перебиває мінімальний потенційний врожай. Треба також відмітити, що максимальні рівні як потенційних, так і кліматично можливих врожаїв відзначаються у озимої пшениці і кукурудзи, а мінімальні – у ярого ячменю і соняшнику.

Таблиця 5.1

Коливання врожайності сільськогосподарських культур на рівнинних ділянках

Культури	Потенційні врожаї, ц/га			Кліматично можливі врожаї, ц/га		
	Сер.	Макс.	Мін.	Сер.	Мін.	Макс.
Озима пшениця	95	115	90	65	75	50
Ярий ячмінь	55	70	40	35	45	30
Кукурудза	95	115	70	65	80	55
Соняшник	55	65	45	35	40	30
Виноград	205	220	140	155	180	110

5.2 Особливості просторової мінливості потенційних і кліматично можливих врожаїв польових культур в горбистому рельєфі

В умовах горбистого рельєфу розміщення польових і технічних культур за агротехнічними правилами дуже обмежене. Зважаючи на те, що звичайно посіви цих культур здійснюють масивами значною площею, під них в горбистому рельєфі відводяться суходільні і привододільні рівнини, широкі долини і схили крутістю до 6 - 7°. Тому не мало сенсу визначати потенційні і кліматично можливі врожаї на схилах крутістю більше 7°. Таким чином, із 28 виділених місцеположень розглядалися тільки 15 ділянок.

Визначення потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур в горбистому рельєф вимагає попередніх розрахунків мінливості сум фотосинтетично активної радіації і показника зволоження, які входять до формул розрахунку цих рівнів врожайності (формули 3.26 -3.27). Для кожного із елементів рельєфу уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників фотосинтетично активної радіації K'_{of} і показника зволоження K'_w , з наступним виправленням його за показником вологозабезпеченості - K''_w . Параметр мікрокліматичної мінливості фотосинтетично активної радіації K'_{of} для виділених місцеположень по території змінюються від 0,98 до 1,02, параметр мікрокліматичної мінливості показника K'_w - від 0,46 до 1,30, а після виправлення на зональну величину вологозабезпеченості K'_w – від 0,51 до 0,85 (табл. 4.2 - 4.3).

Низька мінливість параметру мікрокліматичної мінливості сум фотосинтетично активної радіації пояснюється відсутністю схилених ділянок значної крутості. На параметр мікрокліматичної мінливості показника ресурсів вологи такі обмеження у виборі ділянок не вплинули, так як контрастні за ресурсами вологи вододільні поверхні і дно долини залишаються [56-60].

Для розрахунку потенційної і кліматично можливої врожайності біологічні показники взято із літературних джерел, які отримано експериментальним шляхом. Вважається, що найчастіше озимою пшеницею і кукурудзою використовується 3%, ярим ячменем і соняшником – 2%, а виноградом - тільки 1,5% фотосинтетично активної радіації. Коефіцієнт господарської цінності продукції з врахуванням її стандартної вологості (у зернових - 14%, соняшника – 30%. Теплотворна здатність одиниці врожаю складає у культур 16705 -18630 КДж/кг. Максимальна величина теплотворної здатності відзначається у культур з високим вмістом білка.

Для досліджуваної території, згідно із агрокліматичним районуванням України [9] величина фотосинтетично активної радіації $\Sigma Qf_i''$ для рівнини за вегетаційний період озимої пшениці становить відповідно 1600-1700 Мдж/м², ярого ячменю – 1600-1650 Мдж/м², кукурудзи – 1850-1950 Мдж/м², соняшника – 1850-1950 Мдж/м². Величина показника зволоження $\frac{\overline{W_i''}}{W_{HB}''}$ в межах цього макрорайону складає для озимої пшениці і ярого ячменю 0,59-0,75; а для кукурудзи і соняшника - 0,71-0,80.

Потенційні врожаї польових культур на різних елементах рельєфу склали для озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи і соняшника відповідно 95, 51-55, 91-95 і 51-55 ц/га (табл.5.2), що значно перевищує виробничі врожаї в більшості господарств. На різних місцезположеннях коливання потенційних врожаїв від 1-2 до 4 ц/га. Що, знову ж таки, пояснюється незначною контрастністю місцезположень. Максимальна величина відзначається на південних схилах, а мінімальна – на північних [52, 99].

Розрахунки кліматично можливої врожайності (KVU) здійснюється за даними потенційної врожайності на рівнинних ділянках і за виправленим зональною вологозабезпеченістю параметром мікрокліматичної мінливості ресурсів води ($K''w$) для різних місцезположень.

Виявлено, що кліматично можливі врожаї нижче потенційних, на більшу величину відрізняються по культурам. Вплив місцезположення відчувається максимально (табл. 5.3). Так, кліматично можлива врожайність озимої пшениці змінюється на досліджуваній території від 44 до 81 ц/га, ярого ячменю і соняшника – від 23 до 43 ц/га, кукурудзи – від 51 до 77 ц/га. Максимальні врожаї можливі на ділянках з вищим рівнем зволоження – на дні широких долин та в нижній частині північних схилів, мінімальна – на вододілах і верхніх частинах схилів.

Просторова мінливість потенційної врожайності культур ПУ (ц/га) в
різних місцезонах рельєфу

Місцезона		$K'Qf$	Озима пшениця	Ярий ячмінь	кукурудза	соняшник
Рівнина		1,0	95	51-55	91-95	51-55
Вододільне плато		1,0	95	51-55	91-95	51-55
Південний схил	верх	1,02	97	52-56	52-56	52-56
	середина	1,02	97	52-56	52-56	52-56
	низ	1,02	97	52-56	52-56	52-56
Північний схил	верх	0,98	93	50-54	50-54	50-54
	середина	0,98	93	50-54	50-54	50-54
	низ	0,98	93	50-54	50-54	50-54
Західний схил	верх	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	середина	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	низ	0,99	94	50-54	50-54	50-54
Східний схил	верх	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	середина	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	низ	0,99	94	50-54	50-54	50-54
Дно широкої долини		1,00	94	51-55	90-94	51-55

Особливості розрахунку цього рівню врожайності - врахування двох основних факторів життя рослин – світла і вологи, в межах оптимальних ресурсів тепла, (достатніх для визрівання і отримання кондиційної продукції), їх перевищення виробничих врожаїв обумовлене порушенням агротехніки вирощування.

Таблиця 5.3.

Мінливість кліматично можливої врожайності KVU (ц/га) в різних
місцезонах рельєфу

Місцезона	$K'w$	Озима	Ярий	Кукурудза	Соняшник
-----------	-------	-------	------	-----------	----------

			пшениця	ячмінь		
Рівнина		0,61-0,70	56-65	31-35	51-65	31-35
Вододільне плато		0,61-0,70	58-66	31-36	56-64	31-36
Південний схил	верх	0,46-0,50	44-48	23-26	42-46	23-26
	середина	0,56-0,60	53-57	29-31	51-55	29-31
	низ	0,66-0,70	63-66	34-36	60-64	34-36
Північний схил	верх	0,56-0,60	53-57	29-31	51-55	29-31
	середина	0,66-0,70	63-66	34-36	60-64	34-36
	низ	0,81-0,85	77-81	41-43	74-77	41-43
Західний схил	верх	0,51-0,55	48-52	26-28	46-50	26-28
	середина	0,61-0,65	58-62	31-33	56-59	31-33
	низ	0,66-0,70	72-76	39-41	72-76	39-41
Східний схил	верх	0,51-0,55	48-52	26-28	46-50	26-28
	середина	0,61-0,65	58-62	31-33	56-59	31-33
	низ	0,76-0,80	63-66	34-36	60-64	34-36
Дно широкої долини		0,81-0,85	77-81	41-43	74-77	41-43

(потенційної і кліматично можливої врожайності основних сільськогосподарських культур) в різних місцезонах рельєфу. Одержана інформація може стати доповненням в існуючі земельні кадастри та застосовуватися для розробки ефективних, без додаткового капіталовкладення, сівозмін.

5.3 Районування території Надлиманської сільської ради за кліматично можливою врожайністю винограду

рівнина	-	-	-	1,0	206	1,0	0,75	154
вододіл	-	-	-	1,0	206	0,65	0,49	101
Схил	південна	верхня	3-7	1,0	206	0,65	0,49	101
			8-12	1,05	216	0,60	0,45	97
		середня	3-7	1,0	206	0,80	0,60	124
			8-12	1,05	216	0,85	0,64	138
		нижня	3-7	1,0	206	1,25	0,94	194
			8-12	1,05	216	1,30	0,98	212
	північна	верхня	3-7	0,98	202	0,75	0,56	113
			8-12	0,90	185	0,70	0,52	96
		середня	3-7	0,98	202	0,90	0,68	136
			8-12	0,90	185	0,95	0,71	132
		нижня	3-7	0,98	202	1,30	0,98	198
			8-12	0,90	185	1,25	0,94	173
	Західна	верхня	3-7	0,98	202	0,70	0,52	105
			8-12	0,97	200	0,65	0,49	98
		середня	3-7	0,98	202	0,85	0,64	129
			8-12	0,97	200	0,80	0,60	120
		нижня	3-7	0,98	202	1,30	0,98	198
			8-12	0,97	200	1,30	0,98	196
	східна	верхня	3-7	0,98	202	0,70	0,52	105
			8-12	0,97	200	0,65	0,49	98
		середня	3-7	0,98	202	0,85	0,64	129
			8-12	0,97	200	0,80	0,60	120
		нижня	3-7	0,98	202	1,30	0,98	198
			8-12	0,97	200	1,25	0,94	188

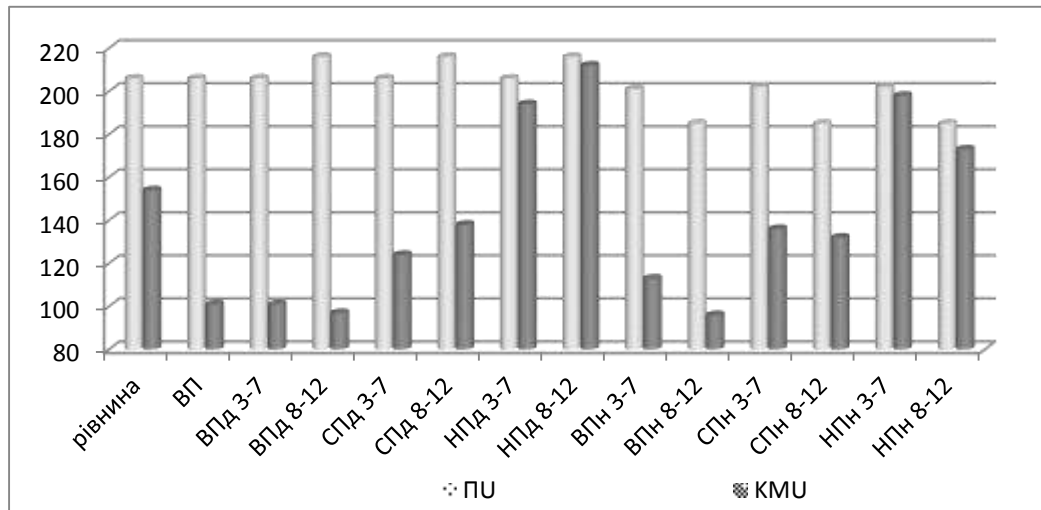


Рисунок 5. 1 Просторова мінливість потенційної і кліматично можливої врожайності винограду. ВП –привододільна рівнина, відповідно ВПд 3-7, СПд3-7, НПд 3-7 – верх, середина і низ південного схилу крутістю 3-7°, ВПд 8-12, СПд 8-12 і НПд 8-12 – ті ж місцеположення крутістю 8-12°, ВПн 3-7, СПн 3-7, НПн 3-7 – верх, середина і низ північного схилу крутістю 3-7° та ВПн 8-12, СПн 8-12 і НПн 8-12 – ті ж місцеположення крутістю 8-12°

Впродовж виконання роботи широко застосовувався картографічний метод досліджень при аналізі підстильної поверхні і виділені ділянок земель з різною формою рельєфу, експозицією і крутістю схилів. Картографічною основою була гіпсометрична карта території Надлиманської сільської ради у масштабі 1:10000. Виділення ділянок здійснювалося із застосуванням ГІС-технологій за допомогою програмної оболонки ArcGIS. Було виділено рівнинні ділянки, вододільні плато, схили південної, північної, східної і західної та проміжних експозицій.

Застосовувався цей метод і для районування території Надлиманської сільської ради за кліматично можливою врожайністю винограду. Паралельно здійснювалося традиційне групування різних ділянок за певною кліматично можливою врожайністю винограду (табл.. 5.5б)

Таблиця 5.5.

Угрупування місцеположень за потенційною (а)
і кліматично забезпеченою (б) врожайністю винограду

Рівень врожаїв, ц/га	Місцеположення в рельєфі
а)	
вище 210	Верхня, середня і нижня частина південного схилу крутизною 8-12°
191-210	Рівнина, вододільна рівнина , верхня, середня і нижня частини південних і північних схилів крутизною 3-7°, верхня, середня і нижня частина західних і східних схилів крутизною 3-12°
190 та нижче	Верхня, середня і нижня частина північного схилу крутизною 8-12°
б)	
вище 190	Нижня частина південного схилу крутизною 3-12°, північного схилу крутизною 3-7°, західного схилу крутизною 3-12° і східного схилу крутизною 3-7°.
171-190	Нижня частина північного і східного схилів крутизною 8-12°
151-170	Рівнина
131-150	Середня частина південного схилу крутизною 8-12° і північного схилу крутизною 3-12°,
111-130	Вододільна рівнина, середня частина південного схилу крутизною 3-7°, верхня частина північного схилу крутизною 3-7°, середня частина західного і східного схилу крутизною 3-12°
110 і нижче	Верхня частина південного схилу крутизною 3-12°, верхня частина північного, західного і східного схилів крутизною 8-12°

Паралельно, складалася електронна карта у оболонці ArcGIS (Рис. 5.2). Складена карта районування території Надлиманської сільської ради за рівнем кліматично можливого врожаю винограду пізніх сортів. Наочно видно перевагу картографічного предсталення матеріалів дослідження.

Важливо відмітити, що незважаючи на високий рівень потенційних врожаїв, нижні частини схилів і долини під закладання винограду не рекомендуються.

Висновки до розділу 5

Розділ присвячений визначенню рівнів потенційної і кліматично можливої врожайності польових культур і винограду. Досліджувалася врожайність озимої пшениці, кукурудзи, соняшнику і винограду на рівнинних землях і в горбистому рельєфі. Для виділених місцеположень уточнено величини сум фотосинтетично активної радіації і показника

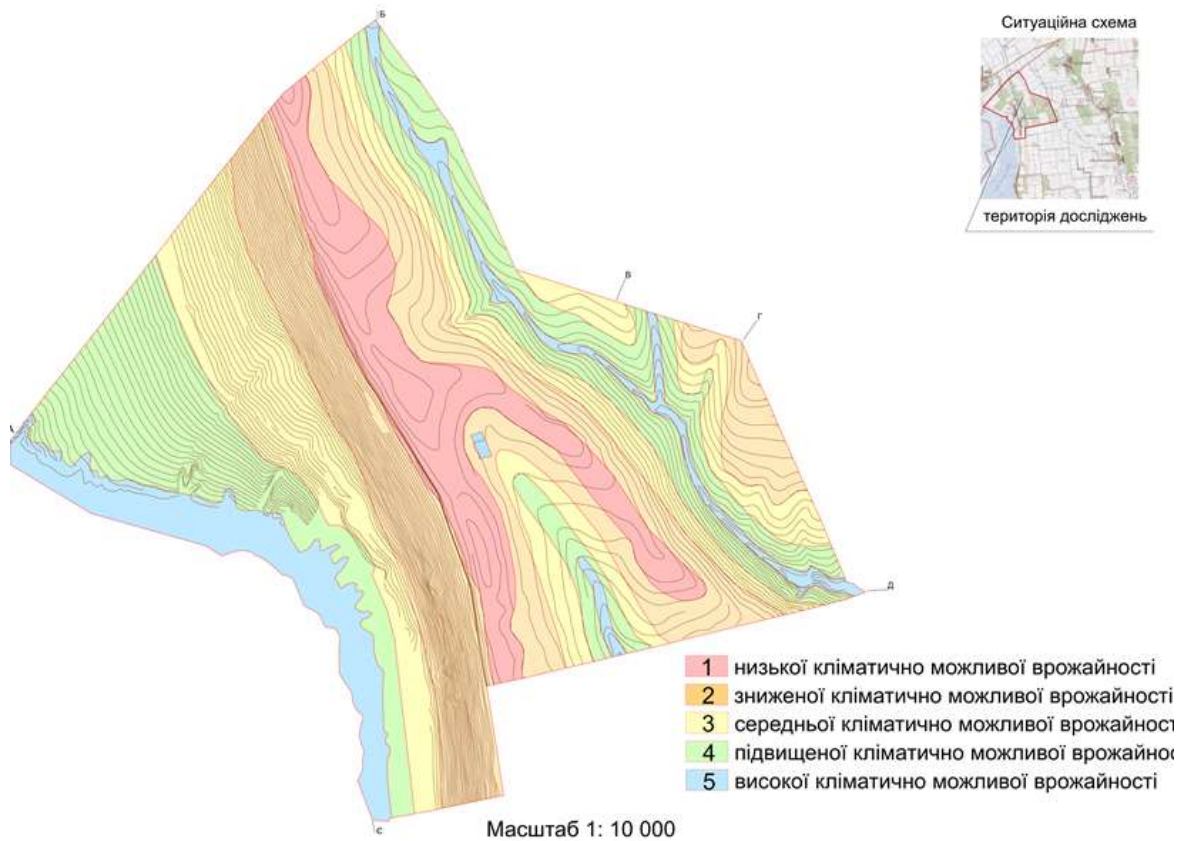


Рисунок 5.2. Мікрорайонування земель Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області за кліматично можливою врожайністю винограду. Легенда до карти в табл. 6

зволоження та виконано розрахунки потенційної і кліматично можливої врожайності польових культур (озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, соняшнику і винограду). Выявлен особливості формування потенційних і кліматично можливих врожаїв в різних місцезположеннях в рельєфі. За кліматично можливою врожайністю в різних місцезположеннях рельєфу виконано районування території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району.

ВИСНОВКИ

Виконана дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішена актуальна задача щодо оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі.

1. Обґрунтовано методи оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі.

2. За загальноприйнятою в мікрокліматології методикою виділено ділянки з різними морфометричними показниками, що зумовлюють

просторовий перерозподіл показників агрокліматичних ресурсів в горбистому рельєфі. Для показників радіаційно-світлових ресурсів такими показниками є експозиція і крутість схилів; для ресурсів вологи – глибина вертикального розчленування рельєфу, форма рельєфу, експозиція і крутість схилів та місцеположення на схилі; для умов морозо- і заморозконебезпечності - глибина вертикального розчленування рельєфу, форма рельєфу, місцеположення на схилі. За виділеними морфометричними показниками у програмі ArcGIS, MAP складено великомасштабну карту рельєфу для території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району.

3. Для території Овідіопольського і Тарутинського районів та Надлиманської сільської ради уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників ресурсів світла, вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності (K'_{Qf} , K'_w , $\Delta T'_{min}$, $\Delta N'_{\text{бп}}$) для 28 виділених ділянок з різними морфометричними показниками.

4. Проведено розрахунки показників радіаційно-світлових ресурсів, ресурсів вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності для фонових умов центральних районів Одеської області.

5. Визначені показники морозо- і заморозконебезпечності для 10 ділянок з різними елементами рельєфу, які надалі були угруповані у 5 мікрорайонів за ступенем морозо- і заморозконебезпечності. Встановлено, що величина середнього із абсолютних мінімумів температури взимку змінюється з 50 і 10%-вою імовірністю відповідно від -15 C° та вище і -17 C° та вище на вершинах горбів до -21 C° та нижче і -23 C° та нижче – в долинах. Тривалість беззаморозкового періоду змінювалась у вказаних мікрорайонах відповідно від 185 до 170 і від 180 до 165 діб. За результатами районування складена мікрокліматична карта морозо- і заморозконебезпечності для території Овідіопольського і Тарутинського районів та Надлиманської сільської ради. На підставі складеної карти

виділяються ділянки, непридатні для вирощування теплолюбних культур з низькою морозо- і заморозкостійкістю.

6. На основі результатів розрахунку агрокліматичних ресурсів для різних місцеположень визначено рівні потенційних і кліматично можливих врожаїв сільськогосподарських культур (озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, соняшника та винограду), що вирощуються на досліджуваній території. Встановлено, що потенційна врожайність по території змінюється від 65 до 80 ц/га у озимої пшениці, від 40 до 58 ц/га – у ярого ячменю і соняшника і від 70 до 86 ц/га – у кукурудзи. Кліматично можливі врожаї культур нижчі за потенційні і складають відповідно у озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи та соняшнику 36-64, 20-38, 36-73 і 24-47 ц/га.

7 Встановлено, що мінливість кліматично можливих врожаїв в залежності від місцеположення значно більша мінливості потенційних врожаїв і становить відповідно у озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи та соняшнику 28, 18, 37 і 23 ц/га проти 15, 18, 28 і 16 ц/га, що пов'язано з більшою мінливістю показника ресурсів вологи.

8. Виявлено вплив різних елементів рельєфу на мінливість потенційних і кліматично можливих врожаїв: максимальні потенційні врожаї відзначаються на південних схилах, а мінімальні – на північних схилах. Експозиція схилів впливає й на мінливість кліматично можливих врожаїв, проте значна більший вплив на їх мінливість мають місцеположення на схилі та форма рельєфу. Максимальні кліматично можливі врожаї спостерігаються в долинах і в нижній частині схилів, а мінімальні – на вершинах горбів.

9. Встановлено й аналогічні закономірності просторового розподілу потенційних і кліматично можливих врожаїв винограду, які відповідно змінюються від 165 ц/га на північних схилах до 216 ц/га – на південних схилах і від 98 ц/га – на верхній частині південних схилів до 198 ц/га – в долині. Проте за умовами морозо- і заморозконебезпечності нижні частини схилів і долини непридатні для вирощування винограду.

10. Здійснено мікрорайонування території Надлиманської сільської ради Овідіопольського району за кліматично можливою врожайністю і складено великомасштабну карту кліматично можливої врожайності винограду, на якій виділено мікрорайони з різним рівнем врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрокліматичний довідник по Одеській області (1986–2005pp.) /за ред. В. М. Ситова і Т. І. Адаменко. Одеса : Астропринт, 2011. 204 с.
2. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 108 с.

3. Агроклиматические ресурсы и микроклимат Молдавии /под ред. З. А. Мищенко. Кишинев: Штиинца, 1988. 161 с.
4. Алпатьев А. М. Влагооборот культурных растений. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 248 с.
5. Алпатьев А. М. Влагообороты в природе и их преобразование. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 248 с.
6. Амирджанов А. Г. Солнечная радиация и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 208 с.
7. Арутюнян А. Ф., Погосян А.С. База данных для размещения виноградников в Армении. / Виноделие и виноградарство, 2002. № 4. С. 17.
8. Атлас «Агрокліматичні ресурси України» /за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. К., 2016. 90 с.
9. Атлас Одеської області / за ред. О. Г. Топчієва. Одеса: ХОРСТ, 2002. С. 6–23.
10. Атлас природных условий и естественных ресурсов в Украинской ССР. М.: ГУГК, 1978. 183 с.
11. Васил'єв І. А. Метод картографування запасів продуктивної вологи у ґрунті за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) / Метеорологія, гідрологія і кліматологія. Одеса, 1998. Вип. 38. С. 175–183.
12. Васильев И А. Фенологическое картирование средствами ГИС IDRISI. / Метеорологія, гідрологія і кліматологія. Одеса, 1998. Вип. 38. С. 184–191.
13. Вериго С. А. Почвенная влага. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 327 с.
14. Витченко А. Н. Агроклиматическая оценка условий формирования урожая сельскохозяйственных культур / Актуальные проблемы общественных и естественных наук. Минск: Вышэйшая школа, 1981. С. 145–146.
15. Витченко А. Н., Полевой А.Н. Методика агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов Белоруссии

/ Вестник Белорусского университета. Сер. 2: химия, биология, география. 1986. № 2. С. 56–59.

16. Власов В. В., Ляшенко Г.В., Власова Е.Ю. Вопросы комплексной оценки ампелозекологических ресурсов на территории Северного Причерноморья / Материалы междунар. науч.-практ. конферен. «Новые технологии производства и переработки винограда для интенсификации отечественной виноградовинодельческой отрасли». Новочеркасск, 2006. С. 22-27.

17. Власов В. В., Ляшенко Г.В., Власова Е.Ю. Комплексная оценка ампелозекологических ресурсов на примере отдельного административного района Одесской области / Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Е. И. Захаровой «Агротехнологические и экологические аспекты развития виноградовинодельческой отрасли». Новочеркасск, 2007. С. 69–74.

18. Власов В. В., Ляшенко Г.В. Характеристика просторового розподілу агрокліматичних ресурсів на півдні України як складової загальних ампелоекологічних ресурсів / Виноградарство і виноробство. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2009. Вип. 46 (2). С. 9–15.

19. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Бузовська М.Б., Булаєва Ю.Ю. Великомасштабна картографічна модель ампелоекологічного районування / Вісник аграрної науки. К., 2016. № 5 (759). С. 16–20.

20. Власов В.В., Власова О.Ю., Ляшенко Г.В. [та ін.]. Виділення місцевостей для вирощування винограду з метою виробництва вин КНП / Аграрна наука – виробництву. К.: Наук.-інформ. бюлетень завершених наукових розробок, 2016. № 2. С. 15.

21. Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. 486 с.

22. Гойса Н. И. Радиационные факторы и продуктивность сельскохозяйственных культур / Труды УкрНИГМИ. К., 1978. Вып. 164. С. 49–72.

23. Гойса Н. И., Олейник Р.С., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 230 с.
24. Голубова Т. А., Мищенко З.А., Пигольцина Г.Б. Микроклиматическая изменчивость суммарной и фотосинтетически активной радиации на склонах / Труды ГГО. Л.: Гидрометеиздат, 1977. Вып. 385. С. 3–12.
25. Гольцберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 196 с.
26. Гольцберг И. А. Агроклиматическое районирование территории административных областей. Л.: Гидрометеиздат, 1967. С. 52–79.
27. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. Introduction to Database Systems. М.: Вильямс, 2005. 8-е изд. 1328 с.
28. Жуков В.А., Полевой, А. Н., Витченко А.Н., Даниелов С.А. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 207 с.
29. Жуков В. А. Принципы оценки агроклиматических ресурсов в задаче агроэкологического районирования / Труды ВНИИСХМ. Л.: Гидрометеиздат, 1994. Вып. 30. С. 23–44.
30. Захарова А. Ф. Радиационный режим северных и южных склонов в зависимости от географической широты / Ученые записки ЛГУ. Сер. геогр., 1959. Вып. 13. № 269. С. 24–49.
31. Ефимова Н. А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 215 с.
32. Іванченко В. І., Ляшенко Г.В. Оцінка умов морозонебезпечності та теплозабезпеченості винограду з врахуванням мікроклімату на території Бахчисарайського району / Виноградарство и виноделие. Ялта: Изд-во «Магарач», 2008. Т. XXXVIII. С. 30–32.

33. Каринг П. Г., Ёыги Я.О. К методике составления и анализа крупномасштабных комплексных микроклиматических карт при помощи ЭВМ /Труды ГГО. Л.: Гидрометеиздат, 1974. Вып. 339. С. 3-16.
34. Каринг П. Х. Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов мезо- и микроклимата в сельском хозяйстве : автореф. дисс. на соик. ученой степени докт. геогр. наук : спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология». Ленинград, 1991. 64 с.
35. Каушила К. А. Микроклимат и его учет в сельском хозяйстве. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 140 с.
36. Каюмов М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Учебник. М.: Агропромиздат, 1989. 320 с.
37. Кисиль М. Ф., Рапча М.П., Перстнев Н.Д.. Рекомендации по научно-обоснованной оценке ампелозекологических ресурсов территории Республики Молдова. Кишинев, 2002. 27 с.
38. Климатические и микроклиматические исследования в Молдавии / под ред. З. А. Мищенко. Кишинев: Штиинца, 1985. 168 с.
39. Кондратьев К. Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 214 с.
40. Константинова Т. С. Агроклиматические ресурсы территорий со сложным рельефом (теоретические основы оценки и методы их учета в практических задачах) : автореф. дисс. на соик. ученой степени докт. геогр. наук : спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология». Москва, 1992. 45 с.
41. Костріков С. В. Комп'ютерне моделювання у фізичній географії – передвісник і передумова впровадження ГІС-технологій для геоєкологічних задач / Культура народів Причорномор'я. Сімферополь, 2004. № 51. С. 19–25.
42. Круківська А. В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення території України у період вегетації

сільськогосподарських культур : автореф. дисер. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.09. «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія». К., 2008. 20 с.

43. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 2-е изд. 484 с.

44. Ляхова С. В. Микроклиматическая изменчивость суммарной радиации и ФАР на склонах в Украине / Метеорологія, кліматологія и гидрологія. Одесса, 1998. Вып. 35. С. 209–222.

45. Ляшенко В.А., Маринченко Е.О. Детальная оценка агроклиматических ресурсов с учетом микроклимата / Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. № 18. С. 85-92.

46. Ляшенко В.О., Польовий А.М. Оптимізація розміщення сільськогосподарських культур у межах незначних за площею територій / Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». ОДЕКУ, 7-9 жовтня 2014 р. С. 34-35.

47. Ляшенко В.О. Застосування картографічного методу для аналізу просторового розподілу агрокліматичних ресурсів / Матеріали міжнародної конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецк: Научно-информационный центр «Знание», 16 сентября 2014 г. С. 56-61.

48. Ляшенко В.О. Оцінка потенційних врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на території з неоднорідною поверхнею / Фізична географія та геоморфологія. Київ, 2015. Вип. 3 (78). С. 138-145.

49. Ляшенко В.О. Картографування показників агрокліматичних ресурсів для територій з пагорбкватим рельєфом / Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 17 травня 2015 р. С. 32-33.

50.

Ляшенко В.А. Оценка потенциальных урожаев сельскохозяйственных культур

по агроклиматическим ресурсам на территории с неоднородной подстилающей поверхностью /Матеріали міжнародної конференції «Інноваційні підходи і сучасна наука». Київ: Центр наукових публікацій «Велес», 30 квітня 2015 р. С. 120-122.

51.

Ляшенко В.О. Аналіз елементів рельєфу як підстава розрахунку мікрокліматичної мінливості показників агрокліматичних ресурсів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 29-30 квітня 2015 р. С. 35-38.

52.

Ляшенко В.О. Оцінка врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 4 - 13 травня 2016 р. С. 27-29.

53.

Ляшенко В.О. Агрокліматична оцінка земель з горбистим рельєфом за формуванням врожайності винограду /Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С. 30-31.

54. Ляшенко Г.В., Прикуп Л.О., Ляшенко В.О. Агроекологічне районування півдня Одеської області за якістю ґрунтів / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Том 2 (29). С. 96-103.

55. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2 (82). С. 110-117.

56.Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С., Маринин Е.И., Ляшенко В.А. Тенденция влияния изменения климата на урожайность винограда / Напитки. Технологии. Инновации. 2016. № 4. С. 48-50.

57.Ляшенко Г. В. Агроклиматическое районирование административного района с учетом микроклимата (на примере Суворовского района Молдовы) : автореф. дисс. на соиск. ученой степени

канд. геогр. наук.: спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология / Г. В. Ляшенко. Одесса, 1991. 28 с.

58. Ляшенко Г. В. Структура пространственной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур на ограниченной территории / Метеорология, климатология и гидрология. 1999. Вып. 39. С. 161–167.

59. Ляшенко Г. В., Соборова О. М., Ляшенко Г. В. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2 (82). С. 110–117.

60. Ляшенко Г. В., Жигайло Т. С., Маринин Е. И., Ляшенко Г. В. Тенденция влияния изменения климата на урожайность винограда / Напитки. Технологии. Инновации. 2016. № 4. С. 48–50.

61. Ляшенко Г. В., Прикуп Л. О., Ляшенко В. О. Агроекологічне районування півдня Одеської області за якістю ґрунтів / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т. 2 (29). С. 96–103.

62. Ляшенко Г. В. Вклад микроклимата в изменение зональной границы размещения виноградных плантаций / Виноградарство і виноробство. Одеса: Optimum. 2006. Вип. 43. С. 87–95.

63. Ляшенко Г. В. Агроклиматические ресурсы Северного Причерноморья / Виноградарство Северного Причерноморья. Арциз: ФП Петров. 2009. С. 24–31.

64. Ляшенко Г. В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине: монография. Одесса: ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова». 2011. 249 с.

65. Ляшенко Г. В., Данілова Н. В. Практикум з мікрокліматології. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2015. 150 с.

66. Ляшенко Г. В. Комплексне агрокліматичне районування територій із застосуванням ГІС-технологій / З'їзд географічної спілки України. Чернівці, 2004. С. 298–299.

67. Ляшенко Г. В. Методологические аспекты применения ГИС–технологий при агроклиматическом районировании территорий / Культура народів Причорномор'я. Сімферополь, 2007. Вип. 104. С. 128–132.

68. Маринін Є. І., Ляшенко В.О. Метод рисков повреждения винограда заморозками и его реализация на Примере Северо-Западного Причерноморья с неоднородной подстилающей поверхностью / Фізична географія та геоморфологія. 2014. Вип. 4 (76). С. 138-144.

69. Методические указания по обобщению результатов микроклиматических исследований для целей сельскохозяйственного производства. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 87 с.

70. Методические указания по расчету климатически обеспеченного и действительно возможного урожая с конкретного поля при разработке систем земледелия колхозов и совхозов. Москва: МСХ РСФСР, 1985. 32 с.

71. Методи оцінки і районування мікрокліматичної мінливості радіаційно-теплових ресурсів України для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур / під ред. М. І. Кульбіді, З. А. Міщенко. К. : УкрГМЦ, 2004. 111 с.

72. Власов В.В., Власова О.Ю., Ляшенко Г.В. та ін. Методика систематики земель стосовно виділення місцевостей для вирощування вин КНП. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2016. 35 с.

73. Миронова Е. А. Опыт морфометрической характеристики эрозионных процессов / Сельскохозяйственная эрозия и новые методы ее изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1968. С. 193–222.

74. Микроклимат СССР / под ред. И. А. Гольцберг. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 286 с.

75. Микроклимат холмистого рельефа и его влияние на сельскохозяйственные культуры / под ред. И.А.Гольцберг. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 250 с.

76. Мищенко З. А. Новый метод агроклиматического районирования с учетом микроклимата для развития адаптивного растениеводства

/ Актуальные проблемы агроклиматического обеспечения «Продовольственной программы СССР». Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 33–54.

77. Мищенко З. А. Микроклимат сельскохозяйственных культур, выращиваемых в условиях холмистого рельефа / Селскостопанска метеорология. София: БАН, 1989. Том III. С. 34–58.

78. Мищенко З. А. Биоклимат дня и ночи. Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 280 с.

79. Мищенко З. А. Учет микроклимата при размещении виноградников и садов. Кишинев: Штиинца, 1986. 103 с.

80. Мищенко З. А., Ляшенко Г.В. Крупномасштабное картографирование микроклимата по условиям заморозко – и морозоопасности / Изд. АН МССР. Серия биол. и хим. наук. Кишинев: Штиинца, 1990. № 3. С. 40-47.

81. Мищенко З. А., Ляшенко Г.В. Мікрокліматологія : навчальний посібник. К.: КНТ, 2007. 336 с.

82. Млявая Г. В. Оценка микроклиматической изменчивости режима ветра в условиях пересеченного рельефа Республики Молдова / Сборник научных статей «Академику Л.С. Бергу –135 лет». Бендеры: Есо-TIRAS, 2011. С. 234–237.

83. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / Тимирязевское чтение. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 1–93.

84. Омар Фарід М. Агрокліматичне районування території України стосовно вирощування плодово-овочевих культур : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.09 «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія». Одеса, 2001. 19 с.

85. Перснева И. Ф. Агроклиматическая оценка продуктивности ландшафтов Молдавии применительно к возделыванию различных по скороспелости сортов кукурузы : автореф. дисс. на соискание учен. степени

канд. геогр. наук : спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология». Санкт-Петербург, 2000. 21 с.

86. Пивоварова З. И. Радиационные характеристики климата на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 335 с.

87. Пигольцина Г. Б. Радиационные факторы мезо и микроклимата. Санкт-Петербург : СПбЛТА, 2003. 199 с.

88. Плотникова В. В. Оценка агроклиматических условий возделывания кукурузы на территории Рыбинского района / Вестник Приднестровского университета. Тирасполь, 1996. № 1/4. С. 79–82.

89. Плотникова В. В. Агроклиматическая оценка продуктивности природно-территориальных комплексов левобережья Днестра : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. геогр. наук : спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология». 1998. 20 с.

90. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.

91. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 320 с.

92. Полевой А. Н. Васильев И.А. Картирование агроклиматических характеристик с помощью геоинформационных систем / Метеорология и гидрология. 1999. № 5. С. 108–116.

93. Полевой А. Н., Перснева И.Ф. Оценка агроклиматических ресурсов различных ландшафтов Молдавии применительно к возделыванию кукурузы / Метеорология и гидрология. М.: Гидрометеиздат, 2001. № 6. С. 107–116.

94. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС. 2003. 248 с.

95. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / Метеорологія, кліматологія і гідрологія. Одеса, 2004. Вип. 48. С. 195–205.

96. Польовий А.М. Моделювання гідротермічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Підручник. Одеса: Екологія. 2013. 432 с.
97. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Підручник. Одеса: ТЕС. 2013. 630 с.
98. Польовий А. М., Ляшенко Г.В. Структура моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур / Культура народів Причорномор'я. Сімферополь, 2006. № 86. С. 140–144.
99. Польовий А. М., Ляшенко В.О. Просторова мінливість врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами в умовах неоднорідного рельєфу / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Вип. 2 (37). 2015. С.126-131.
100. Польовий А.М., Ляшенко В.О. Мікрокліматична мінливість врожайності винограду в межах окремого господарства / Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю. Одеса, 22-23 березня 2017 р. С. 91-92.
101. Рекомендации по оценке микроклиматических ресурсов Нечерноземной зоны РСФСР / под ред. Е. Н. Романовой. М.: Гидрометеоиздат, 1981. 81 с.
102. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. Т. 1. 663 с.
103. Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 280 с.
104. Романова Е. Н., Мосолова Г.И., Береснева И.А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 245 с.
105. Романова Е. Н., Гобарова Е.О., Жильцова Е.Л. Методы мезо – и микроклиматического районирования для целей оптимизации размещения сельскохозяйственных культур с применением технологии

автоматизированного расчета. Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 2003. 104 с.

106. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 341 с.

107. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Л.: Гидрометеиздат, 1950. 242 с.

108. Светличный А. А., Андерсен В.М., Плотницкий С.В. Географические информационные системы: технологии и приложения / под ред. Г. И. Швевса. Одесса: Астропринт, 1997. 200 с.

109. Софрони В. Е., Молдован А.И. Агроэкологический подход к микрорайонированию полевых культур в условиях расчлененного рельефа Молдавии. Кишинев : Институт экологической генетики АН МССР, 1987. 47 с.

110. Софрони В. Е., Молдован А.И., Стоев В.Г. Агроклиматические аспекты склонового земледелия в Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1990. 195 с.

111. Софрони В. Е. Агроэкологический анализ территорий с расчлененным рельефом для оптимизации природопользования (теоретические и прикладные аспекты): дисс. на соискание ученой степени докт. геогр. наук: спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология». Санкт-Петербург, 1995. 29 с.

112. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 200 с.

113. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.

114. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 223 с.

115. Фурса Д. И. Климат, орошение и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 197 с.

116. Чирков Ю. И. Обеспеченность фотосинтетической деятельности

посевов некоторых сельскохозяйственных культур ресурсами климата и проблема урожая / Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. С. 108–127.

117. Шатилов И. С. Принципы программирования урожайности / Вестник сельскохозяйственной науки. 1973. № 3. С. 8–14.

118. Шатилов И. С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожаяев. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.

119. Щербань М. И. Микроклиматология. К.: Изд-во Киевского ун-та, 1968. 248 с.

120. Щербань М. И. Микроклимат естественных и преобразованных ландшафтов равнинной части Украинской ССР : автореф. дисс. на соик. ученой степени докт. геогр. наук : спец. 11.00.11 «Метеорология, климатология, агрометеорология». К., 1974. 53 с.

121. Стойчо Василев Стойчев. Макро– и микроклимат на лозата в България : автореф. дисс. на соик. ученой степени докт. с.-х. наук. София, 2006. 54 с.

122. Ambrosetti P., Mariani L., Scioli P. Climatology of north foehn in Canton Ticino and Western Lombardy / Rivista Italiana di Agrometeorologia. 2005. Anno 10. № 2. Pp. 24-30.

123. Andresen A., Jeffrey Robert P., Dale Paul V. Prediction of county – level corn yields using an energy – crop growth index / Clim. 1989. № 1. Pp. 48-56.

124. Cjocaru Rodica. Influenta conditiilor agrometeorologice asupra productivitatii culturii de floarea-soarelui / Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca Centrală a AȘM și pe pagina web a C.N.A.A.. Chișinău, 2016. 26 p. www.cnaa.md.

125. Cojocari R. Particularitățile teritoriale și variabilitatea climatică a valorii recoltei la cultura de floarea-soarelui / Simpozionul Științific Internațional „Agricultura Modernă – Realizări și Perspective” consacrat aniversării de 80 de ani

de la Înființarea Universității Agrare de Stat din Moldova / Lucrări Științifice. Agronomie și ecologie. Chișinău, 2013. Vol. 39.

126. Constantinov T., Nedeačov M., Daradur M. and etc. Tehnologiile GIS în studiul resurselor climatice / Conferința națională a utilizatorilor de tehnici GIS, Ediția a II-a, 11 martie 2005. București, 2005. P. 7-8.

127. Constantinov T., Mleavaia G. Applying GIS-technologies methods to wind energetic resources mapping / Lucrările Simpozionului Internațional «Sisteme Informaționale Geografice». Geografie, Iași: Universitatea «Al. I. Cuza», 2009. P. 109-117.

128. Constantinov T., Nedeačov M., Lyashenko G. Sig in evaluarea regimului înghețurilor – parte componenta a potențialului agroclimatic / Lucrările simpozionului “Sis-teme informationale geogra-fige”. Analele științifice ale universității “Al.I.Cuza” din Iasi. Rumunia, serie nova Geografie. Nr 7, tomul XLVII, 2001. P. 109-111.

129. Dalla Marta, Gozzini A., Grifoni B., Orlandini D. Analisi territoriale del rischio di infezione di plasmopara viticola mediante applicazione di modelli meteorologici ad area limitata / Convegno nazionale Associazione Italiana di Agrometeorologia. 2003. Pp. 86 -101.

130. Darcangelo M., Orlandini S., Marta A. Dalla, Storchi P. Effetto del microclima sul comportamento di alcuni modelli previsionali della perospora della vite nell'azienda poggio casciano / III Giornate Di Studio Metodi Numerici, Statistici E Informatici Nella Difesa Colture Agrarie. 2004. Pp. 58-63.

131. DeMers M. N. Fundamentals of GIS. New York: John Wiley and Sons, 1997, I nc. 484 p.

132. Hanks R. J. Model for predicting plant yields as influenced by water use / Agrom. J. 1974. № 65. P. 660-665.

133. Harlfinger O., Knees G. Klimahanbuch der Osterreichischen Bodenschazung. Klimatographie. / Teil 1. Klimareferat der Osterreichischen Bodenschazung. Wien. Universitatsverlag Wagner, Innsbruck, 1999. 387 p.

134. Harlfinger O., Mitarbeit von E. Koch, Scheifinger Harlfinger O.

Klimahanbuch der Osterreichischen Bodenschätzung in Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik / Wien. Universitätsverlag Wagner. Innsbruck, 2002. 523 p.

135. Karing P. Practical Applications of Micro-climatic Knowledge and information to Agriculture / WMO, TD-No, Rapport CMAg. 1995. № 62. 60 p.

136. Lena B.Di., Antenucci F., Dias D., Giandomenico F., Odoardi M. Caratterizzazione microclimatica di un'area viticola della provincia Di Chieti / Atti Convegno AIAM. Matera, 2004.

137. Lyashenko V.A. Application of mapping method in the agro-climatic research / International journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2015. No.01. Vol. 03. Pp. 49-52.

138. Mariani L., Failla O. Agroclimatic characterisation of European mountain viticultural areas / Atti primo congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza. Saint Vincent (Aosta), 2006.

139. Marinin E.I., Lyashenko V.A. Tendency in frost damage changes in 2011-2050 on the South of Ukraine (based on climate change scenarios A1B and A2) / European Applied Sciences. 2014. № 10. Pp. 64-66.

140. Marletto V. Zinoni F. L'informazione agrometeorologica per l'ottimizzazione della gestione idrica delle colture (riassunto) / Atti del III convegno AISSA. Reggio Emilia. 2005. P. 25.

141. Michel S., Königer S., Schwab A. Micro and topoclimatic conditions of terroirs in cool climatic regions / Paysages de vignes et de vins. Colloque International. Abbaye Royale de Fontevraud. 2003. P. 159-161.

142. Mischenko Z. A. Agroclimatic Mapping of the Continents / Agricultural Meteorology. CagM. Report. Geneva: WMO, 1984. № 23. 131 p.

143. Mleavaia G. The assessment of wind mode changes over the 20th and early 21st centuries on the Republic of Moldova's territory / Materialele Simpozionului Internațional «Sisteme Informaționale Geografice», Ediția a XXIIa. Chișinău: P.P. Mediul Ambient, 2015. P. 79-83.

144. Murada G., Failla O., Mariani L., Minelli R. Scienza Viticultural zoning of Valtellina (Northern Italy) / Atti primo congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza. Saint Vincent: Aosta, 2006.
145. Nedealkova M., Răileanu, Chirică E. Atlas Resursele climatice ale Republicii Moldova. Chişinău: Ştiinţa and Strih, 2013. № 76. P. 77.
146. Nedealcov M. Tehnologie SIG în estimarea resurselor agroclimatice ale Republicii Moldova / Buletinul Institutului politehnic din Iaşi, Universitatea Tehnică. „Gheorghe Asachi” Tomul LV (LIX) fasc, 1 Secţia Hidrotehnică, 2009. P. 19-27.
147. Orlandini S., Dalla Marta A., Ghironi M., Mancini M. La caratterizzazione climatica per la qualità della produzione agricola / XXXV Congresso della Società Italiana di Agronomia. 2003. Pp. 261-262.
148. Orlandini S., Moriondo M., Mancini M. Analisi delle relazioni fra le condizioni microclimatiche ed alcune caratteristiche fenologiche e qualitative del vitigno Sangiovese clone R10 / Simposio Internazionale "Il Sangiovese". 2001. Pp. 169-173.
149. Obrebska- Starkova B. Detaillierte Karticrung der mezo u microclimatischen Verhaltnisse in Mittelgebirgen / Zesl. Nauk. V.U. Prase geogr, 1971. Bd. 224. S. 309-316.
150. Primauet par M. Bernard. Etude meso – climatique du canton de Vaud. Lausenn: Office cantonal vaudois de J'urbanism. 1972. P. 186.
151. R. G. Allen R.G., Pruitt W.O., Wright G.L. and etc. Standardized urface resistance for hourly calculations of reference ETo by the FAO56 Penman Monteith ethod / Agricultural Water Management. 2006. 81. P. 1-22.
152. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2017. No.1. Vol. 8. Pp. 1-6.

ДОДАТКИ

Додаток А1

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

від « ____ » _____ 2017р.

Ми, що нижче підписалися, Начальник Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) Державної служби України з надзвичайних ситуацій, в подальшому «**Підприємство**» Ситов Віктор Миколайович, з одного боку, та проректор з наукової роботи Одеського державного екологічного університету, у подальшому «**Університет**», Тучковенко Юрій Степанович, з іншого боку, склали цей акт про те, що результати дисертаційного дослідження Ляшенко Віталія Олександровича «**Агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі**», які виконувалися в 2013-2016 рр., впровадженні в діяльність підприємства при агрометеорологічному забезпеченні сільськогосподарських підприємств Одеської області.

Назва впровадження	Досягнутий ефект	
	Науково-	Економічний

	господарський, науковий, соціальний та ін.	
Оцінка забезпеченої агрокліматичними ресурсами врожайності сільськогосподарських культур в різних місцезнаходженнях горбистого рельєфу Одеської області, наприкладі земель Надлиманської сільської ради	Результати роботи можуть використовуватися при оцінці закономірностей просторового розподілу врожайів сільськогосподарських культур за різних природних умов	Врахування особливостей агрокліматичних ресурсів при оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в різних місцезнаходженнях може зменшити ризики щорічної втрати врожайності в межі 0,5-1,5 ц/га

Університет:

Одеський державний екологічний університет Міністерства освіти і науки України (ОДЕКУ МОН)

65016 Україна, м.Одеса, вул.Львівська, буд.15

Проректор з наукової роботи
_____ Тучковенко Ю.С.

МП

Підприємство:

Гідрометеорологічний центр Чорного і Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) Державної служби України з надзвичайних ситуацій

65009 Україна, м.Одеса, вул. Французький бульвар, буд.89
Начальник

_____ Ситов В.М.

МП

ДОДАТОК А2

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

від «___» _____ 2017р.

Ми, що нижче підписалися, заступник директора з наукової роботи Національного наукового центру «Інститут виноградарства та виноробства ім.В.Є.Таїрова» Національної академії аграрних наук України (ННЦ «ІВіВ ім.В.Є.Таїрова» НААНУ) Н.А.Мулюкіна, в подальшому «**Підприємство**» Мулюкіна Ніна Анатоліївна, з одного боку, та проректор з наукової роботи Одеського державного екологічного університету, у подальшому «**Університет**», Тучковенко Юрій Степанович, з іншого боку, склали цей акт про те, що результати дисертаційного дослідження Ляшенко Віталія Олександровича «**Агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур в горбистому рельєфі**», які виконувалися в 2013-2016 рр., впровадженні в діяльність підприємства при агрометеорологічному забезпеченні сільськогосподарських підприємств Одеської області.

Назва впровадження	Досягнутий ефект	
	Науково-	Економічний

	господарський, науковий, соціальний та ін.	
Оцінка забезпеченої агрокліматичними ресурсами врожайності сільськогосподарських культур в різних місцеположеннях горбистого рельєфу Одеської області, на прикладі земель Надлиманської сільської ради	Результати роботи можуть використовуватися при оцінці закономірностей просторового розподілу врожаїв сільськогосподарських культур за різних природних умов	Врахування особливостей агрокліматичних ресурсів при оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в різних місцеположеннях може зменшити ризики щорічної втрати врожайності в межах 0,5-1,5 ц/га

Університет:
 Одеський державний екологічний
 університет Міністерства освіти
 виноградарства
 і науки України (ОДЕКУ МОН)
 Таїрова»

65016 Україна, м.Одеса, вул.Львівська,
 буд.15

Проректор з наукової роботи
 _____ Тучковенко Ю.С.

МП

Підприємство:
 Національний науковий центр
 «Інститут виноградарства та
 ім.В.Є.Таїрова» (ННЦ «ІВіВ ім.В.Є.

НААН України
 65496 Україна, Одеса, смт Таїрове,
 вул. 40-річчя Перемоги, буд.27

Заступник директора з наукової роботи
 _____ Мулюкіна Н.А.

МП

Додаток 2 - СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті в фахових зарубіжних виданнях

1. Ляшенко Г.В., Прикуп Л.О., Ляшенко В.О. Агроекологічне районування півдня Одеської області за якістю ґрунтів / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Том 2 (29). С. 96-103 (розрахунки і аналіз одержаних результатів) .

2. Ляшенко В.А., Маринченко Е.О. Детальная оценка агроклиматических ресурсов с учетом микроклимата / Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. № 18. С. 85-92 (постановка завдання, аналіз одержаних результатів, висновки).

3. Маринін Є.І., Ляшенко В.О. Метод рисков повреждения винограда заморозками и его реализация на Примере Северо-Западного Причерноморья с неоднородной подстилающей поверхностью / Фізична географія та геоморфологія. 2014. Вип. 4 (76). С. 138-144 (розрахунки і аналіз).

4. Польовий А.М., Ляшенко В.О. Просторова мінливість врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами в умовах неоднорідного рельєфу / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Вип. 2 (37). С. 126-131 (розрахунки і аналіз одержаних результатів).

5. Ляшенко В.О. Оцінка потенційних врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на території з неоднорідною поверхнею / Фізична географія та геоморфологія. 2015. Вип. 3 (78). С. 138-145.

6. Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. Агроекологічна модель формування якості винограду / Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 2 (82), С. 110-117 (участь у постановці завдання, обґрунтування структури моделі).

Статті в фахових зарубіжних виданнях

7. Marinin E.I., Lyashenko V.A. Tendency in frost damage changes in 2011-2050 on the South of Ukraine (based on climate change scenarios A1B and A2) /European Applied Sciences. 2014. № 10. Pp. 64-66 (розрахунки).

8. Lyashenko V.A. Application of mapping method in the agro-climatic research / International journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2015. No. 01. Vol. 03. Pp. 49-52.

9. Soborova O., Lyashenko V. Evaluation of radiation- thermal resources during a grapes growing period / International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences. 2017. No.1. Vol. 8. Pp. 1-6 (розрахунки).

Статті в інших виданнях

10. Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С., Маринин Е.И., Ляшенко В.А. Тенденция влияния изменения климата на урожайность винограда / Напитки. Технологии. Инновации. 2016. № 4. С. 48-50 (розрахунки).

Тези доповідей і матеріали конференцій

1. Ляшенко В.О., Польовий А.М. Оптимізація розміщення сільськогосподарських культур у межах незначних за площею територій / Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та

шляхи їх вирішення». ОДЕКУ, 7-9 жовтня 2014 р. С. 34-35 (розрахунки і аналіз).

2. Ляшенко В.О. Застосування картографічного методу для аналізу просторового розподілу агрокліматичних ресурсів / Матеріали міжнародної конференції «Наука как основа возрождения общества и экономики». Донецк: Научно-информационный центр «Знание», 16 сентября 2014 г. С. 56-61.

3. Ляшенко В.О. Картографування показників агрокліматичних ресурсів для територій з пагорбкуватим рельєфом / Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 17 травня 2015 р. С. 32-33.

4. Ляшенко В.А. Оценка потенциальных урожаев сельскохозяйственных культур по агроклиматическим ресурсам на территории с неоднородной подстилающей поверхностью / Матеріали міжнародної конференції «Інноваційні підходи і сучасна наука». Київ: Центр наукових публікацій «Велес», 30 квітня 2015 р. С. 120-122.

5. Ляшенко В.О. Аналіз елементів рельєфу як підстава розрахунку мікрокліматичної мінливості показників агрокліматичних ресурсів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 29-30 квітня 2015 р. С. 35-38.

6. Ляшенко В.О. Оцінка врожаїв винограду за агрокліматичними ресурсами на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 4-13 травня 2016 р. С. 27-29.

7. Польовий А.М., Ляшенко В.О. Мікрокліматична мінливість врожайності винограду в межах окремого господарства / Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною

участю. Одеса, 22-23 березня 2017 р. С. 91-92 (розрахунки, написання тексту).

8. Ляшенко В.О. Агрокліматична оцінка земель з горбистим рельєфом за формуванням врожайності винограду /Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 3-13 травня 2017 р. С. 30-31.

