

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут  
Кафедра агрометеорології та агроекології

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: Агрометеорологічні умови вирощування гороху у  
Дніпропетровській області

Виконав студент групи МКА-18  
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Кісельов Денис Ігорович  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, доцент  
Вольвач Оксана Василівна

Консультант \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ агрометеорології та агроекології \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 103 «Науки про Землю» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Гідрометеорологія \_\_\_\_\_  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
агрометеорології та агроекології  
\_\_\_\_\_ Польовий А.М.  
« 02 » березня 2022 року<sup>1</sup>

**З А В Д А Н Н Я**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

- студенту \_\_\_\_\_ Кісельову Денису Ігоровичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Агрометеорологічні умови вирощування гороху у Дніпропетровській області \_\_\_\_\_  
керівник роботи Вольвач Оксана Василівна, канд. геогр. наук, доцент, \_\_\_\_\_  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ОДЕКУ від « 21 » грудня 2021 року № 267 - С
2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 09 червня 2022 року \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_ Ряди середньообласної урожайності гороху по Дніпропетровській області за період 2000-2021 рр.; щорічні середньообласні дані про декадну температуру, декадні суми опадів, декадний дефіцит вологості повітря, запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту під горохом та дати настання основних фаз розвитку гороху за період з 2004 по 2018 рр. \_\_\_\_\_
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_ Проаналізувати динаміку урожайності гороху по Дніпропетровській області за методом гармонійних вагів; надати ймовірнісну характеристику урожайності; визначити основні агрометеорологічні показники по чотирьом міжфазним періодам гороху та за вегетаційний період гороху у цілому; за допомогою кореляційного аналізу визначити показники, що найбільше впливають на урожайність гороху; провести уточнення біологічного мінімуму по чотирьом міжфазним періодам. \_\_\_\_\_
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_ графік динаміки урожайності та лінія тренду, а також графік відхилень від \_\_\_\_\_

лінії тренду. Крива ймовірності середньообласних урожаїв. Графіки залежності сум активних температур від тривалості міжфазних періодів.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2022 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	02.03.2022 р. – 07.03.2022 р.	82	4 (добре)
2.	Написання першого та другого розділів кваліфікаційної роботи.	08.03.2022 р. – 14.03.2022 р.	84	4 (добре)
3.	Аналіз динаміки урожайності за методом гармонійних вагів. Написання третього розділу.	15.03.2022 р.- 20.03.2022 р.	80	4 (добре)
4.	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>16.05.2022 р.- 20.05.2022 р.</b>	82	4 (добре)
5.	Визначення показників агрометеорологічних умов вегетації, уточнення біологічного мінімуму.	24.05.2022 р. – 29.05.2022 р.	82	4 (добре)
6.	Проведення кореляційного та регресійного аналізу. Написання четвертого розділу.	30.05.2022 р. – 05.06.2022 р.	82	4 (добре)
7.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	06.06.2022 р - 09.06.2022 р.	82	4 (добре)
	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	09.06.2022 р.- 11.06.2022 р.	-	-
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>	-	<b>82,0</b>	-

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

Кісельов Д.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Вольвач О.В.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Фізико-географічний опис Дніпропетровської області.....	8
1.2 Кліматичні та агрокліматичні умови Дніпропетровської області.....	10
2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОХУ.....	15
2.1 Вимоги гороху до умов навколишнього середовища.....	15
2.2 Сучасні сорти гороху.....	19
3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ .....	21
3.1 Сучасні методи прогнозування тенденції врожайності .....	21
3.2 Аналіз динаміки урожайності гороху в Дніпропетровській області..	22
3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв гороху.....	25
4 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ГОРОХУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУРИ .....	28
4.1 Агрометеорологічні умови періоду сівба-сходи.....	29
4.2 Агрометеорологічні умови періоду сходи – утворення суцвіть....	35
4.3 Агрометеорологічні умови періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння.....	37
4.4 Агрометеорологічні умови періоду кінець цвітіння – дозрівання....	42
4.5 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду гороху.....	45
4.6 Вплив агрометеорологічних умов вирощування на продуктивність гороху.....	49
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57
ДОДАТКИ.....	60

## ВСТУП

В умовах сьогодення одним із першочергових завдань аграрного сектору економіки України залишається істотне збільшення та стабілізація виробництва зернобобових культур, зокрема гороху. Відомо, що горох за поживністю є передусім фуражною культурою, але деякі сорти селекційно відпрацьовані для використання зерна гороху на продовольчі цілі. Зерно гороху є джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно безпечного білка, що свідчить про його виняткове значення як важливого компонента кормової бази тваринництва, так і дієтичного продукту харчування населення [1].

Горох відноситься до родини Бобові (*Fabaceae*), рослини якої здатні з допомогою корневих азотфіксуючих бульбочкових бактерій засвоювати азот повітря, продукуючи таким чином біологічно чистий азот, що засвоюється організмом людини на 70-80% не спричиняючи побічних негативних ефектів і є важливим чинником збалансованого природокористування [2].

Велику роль грає горох і в проблемі відтворення ґрунтової родючості. Відомо, що в ґрунтах України натепер відчувається суттєвий дефіцит азоту біологічного походження, пов'язаний в першу чергу з різким зменшенням в останні роки обсягів внесення органічних добрив через значне скорочення поголів'я худоби в громадському секторі, і, як наслідок, мінімальним застосуванням традиційного органічного добрива – гною. Тому, досить актуальними є спроби збільшення кількості бульбочкових бактерій, інтенсифікації та продуктивності азотфіксації. Однією з найбільш поширених однорічних бобових культур, що дозволяє вирішити цю проблему є горох [2].

Горох здатен забезпечувати себе азотом на 60-70% і залишати в ґрунті 60-140 кг/га його біологічного еквіваленту. Але для цього необхідно забезпечити рослини мікроелементами, покращити їх доступність [3].

Горох – одна з найдавніших сільськогосподарських культур. Існує багато версій щодо батьківщини посівного гороху. По одній версії це Іран чи Туркменістан, де вирощують його дрібнонасінні види. На думку Л.І. Говорова, це можуть бути Афганістан та Індія, але науковець припускає наявність другого центру походження гороху - в Середземномор'ї. У середземноморських країнах (Іспанії, Італії, Сербії, Хорватії) він був відомий за 5 тис. років до н. е. На території України горох почали вирощувати за 500 років до н. е., про що свідчать розкопки, проведені поблизу Харкова [4, 5].

Відходи переробки та вимолочена зелена маса (до 10-20 т/га) – цінний високобілковий корм для тварин. При обмолоті зеленого горошку залишається 10-20 тон зеленої маси, яка використовується як чудовий високобілковий корм для тварин. Згодовування зеленої маси коровам підвищує не тільки надої, але й жирність молока. Додавання в корм вівцям і козам горохової соломи покращує якість шерсті. За розрахунками вчених-тваринників, нестача білку в кормах складає 5,5-6,0 млн. т щорічно, що викликає перевитрати концентрованих кормів, підвищення собівартості продукції, зниження її якості. Відповідно, використання зеленої маси і соломи овочевого гороху буде сприяти поповненню білку в кормах. Біологічну цінність білка овочевого гороху визначають його легка засвоюваність організмом людини [6].

Аналіз посівних площ зернобобових культур в степовій зоні України показав, що протягом періоду 1990–2020 рр. Відбулося їх суттєве скорочення від 468 тис. га у 1990 р. до 187 тис. га у 2020 р. Скорочення площ під зернобобовими культурами (особливо горохом) протягом досліджуваного періоду пов'язане як із занепадом кормової бази тваринництва, так і переорієнтацією виробництва на вирощування товарних культур з високим

попитом на ринку, таких як соняшник, ріпак, соя, що мають більш високий потенціал прибутковості [1].

На сьогоднішній день степова зона є провідною у виробництві зернобобових культур, хоча їх питома вага в загальній структурі посівних площ залишається не виправдано низькою. Наприклад, за загальної посівної площі, що становила у 2020 р. у Дніпропетровській області 1977 тис га, під горохом було зайнято лише 16,5 тис га [1].

У даній кваліфікаційній роботі вирішуються наступні питання:

1. Визначити біологічні особливості гороху та вимоги культури до умов навколишнього середовища.

2. Визначити агрометеорологічні умови чотирьох міжфазних періодів гороху та вегетаційного періоду у цілому для території Дніпропетровської області.

3. Провести уточнення біологічного мінімуму для кожного міжфазного періоду гороху.

4. Проаналізувати динаміку урожайності гороху в Дніпропетровській області.

5. Визначити агрометеорологічні показники, що найбільш впливають на урожайність гороху в Дніпропетровській області.

В якості вихідної інформації використовувались метеорологічні та агрометеорологічні дані спостережень по Дніпропетровській області за період 2004-2018 рр., а також дані про середньообласну урожайність гороху за 2000-2021 роки.

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 1.1 Фізико-географічний опис Дніпропетровської області

Дніпропетровська область розташована у південно-східній частині України, між  $49^{\circ} 12'$  і  $47^{\circ} 28'$  північної широти та  $33^{\circ}$  і  $37^{\circ}$  східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить 270 км, з півночі на південь – 200 км. Загальна площа області дорівнює 31,9 тис. км<sup>2</sup>, що складає 5,3 % території країни. На півночі Дніпропетровська область межує з Полтавською і Харківською областями, на сході – з Донецькою, на заході – з Миколаївською і Кіровоградською, на півдні – із Херсонською та Запорізькою областями. Дніпропетровська область розташована в басейні середньої і нижньої течії Дніпра.

**Геологічна будова.** Основу геологічної будови Дніпропетровської області складають два великих геоструктурних утворення: Український кристалічний щит і Дніпровсько-Донецька западина. Межа між Українським кристалічним щитом і Дніпровсько-Донецькою западиною проходить спочатку по долині р. Дніпро, потім – р. Самари. Майже вся правобережна частина області і південь лівобережжя відносяться до Українського кристалічного щита. З південного заходу в межі області заходить Причорноморська низовина.

**Рельєф.** Рельєф Дніпропетровської області рівнинний, сильно порізаний долинами р. Дніпро, її притоків, ярами та балками. Загальні риси рельєфу Дніпропетровської області визначаються особливостями геологічної будови. Українському кристалічному щиту відповідає велика геоморфологічна область – Придніпровська височина, Дніпровсько-Донецькій западині – Придніпровська низовина, і Причорноморській западині – Причорноморська низовина.



**Гідрографія.** У Дніпропетровській області нараховується близько 340 річок довжиною більше 10 км. З них 74 річки мають довжину більше 25 км і 266 – довжину від 10 до 25 км. Сумарна довжина всіх річок на території області становить понад 7 тис. км.

Вся територія Дніпропетровської області відноситься до басейну Дніпра. Головна водна артерія – р. Дніпро перетинає область з півночі на південь, потім протікає вздовж південної межі області зі сходу на захід. Протяжність Дніпра в межах області – 261 км, площа водозбору – 31925 км<sup>2</sup>. Головні притоки Дніпра: лівобережні – Оріль, Самара з Вовчою, Кільчень; правобережні – Мокра Сура, Базавлук, Інгулець з притоками Вісунь і Саксагань (всі вони належать до класу середніх річок).

Озер в області нараховується близько 200, їх загальна площа більше 25 км<sup>2</sup>. На території області розташовані частини трьох водосховищ Дніпровського каскаду: Дніпродзержинське, Дніпровське і Каховське, які належать до класу надвеликих (об'єм більше 1 млрд. м<sup>3</sup>). Крім того, в області розташоване одне велике водосховище (Карачунівське на р. Інгулець), 9 середніх і 96 малих.

**Ґрунти.** Ґрунтовий покрив області сформувався в умовах посушливого степового клімату, під впливом переважно степової рослинності – різнотравно-типчаково-ковилових степів на більшій частині області і типчаково-ковилових степів – на крайньому південному заході.

Основу ґрунтового покриву області складають чорноземи звичайні, що відрізняються як за потужністю гумусового шару, так і за механічним складом – від важкосуглинкових до легкоглинистих. На їхню частку припадає близько 74 % всієї площі с.-г. угідь. Ґрунти мають високу потенційну родючість та здатність забезпечувати с.-г. культури певною кількістю елементів живлення.

При переміщенні з півночі на південь області, чорноземи звичайні малогумусні потужні переходять спочатку в середньопотужні, потім – в малогумусні, а останні – у чорноземи південні.

Чорноземи лучні, лучно-чорноземні та лучні ґрунти розповсюджені у заплавах річок та на надзаплавних терасах. Використовуються під рілля, сінокоси, пасовища [7].

## 1.2 Кліматичні та агрокліматичні умови Дніпропетровської області

Клімат Дніпропетровської області помірно-континентальний. Ступінь континентальності збільшується із південного заходу на північний схід, на що вказує збільшення амплітуди добових та річних температур повітря.

Однією з особливостей клімату Дніпропетровщини є значні коливання погодних умов з року в рік. Помірно вологі роки змінюються різко посушливими, які нерідко посилюються дією суховіїв. Взагалі клімат характеризується відносно холодною зимою з нестійким сніговим покривом та жарким, посушливим літом.

Середня температура повітря за рік по області становить 8,4–9,8°C. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 2,3–4,0°C, середня температура липня (найтеплішого місяця) – плюс 21,4–22,9 °C.

Абсолютний мінімум температури повітря по області відмічався у січні 1987 року і становив 33,7°C морозу (М Павлоград), абсолютний максимум – 40,4°C тепла відмічався у липні 2002 року (М Лошкарівка).

Зимовий період на Дніпропетровщині триває 87–99 днів – з 27 листопада – 1 грудня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°C у бік похолодання і починається зима, до 25 лютого – 5 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°C у бік потепління – починається весна [7].

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°C і вище) триває 215–227 днів, починається 26 – 31 березня і закінчується 1 – 8 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5°C за цей період змінюється від 3345°C на заході області до 3650°C на півдні.

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря  $10^{\circ}\text{C}$  і вище) триває 174–183 дні, змінюючись в окремі роки від 147 до 199 днів, починається 14–16 квітня і закінчується 6–14 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  за цей період змінюється від  $3020^{\circ}\text{C}$  на заході області до  $3360^{\circ}\text{C}$  на півдні. В окремі роки ця сума коливається від  $2590$  до  $3650^{\circ}\text{C}$  [7].

Літній період (із середніми добовими температурами повітря  $15^{\circ}\text{C}$  і вище), триває в області 121–136 днів – з 12–17 травня до 15–25 вересня. Середня сума позитивних температур повітря вище  $15^{\circ}\text{C}$  за цей період змінюється від  $2320^{\circ}\text{C}$  на заході області до  $2725^{\circ}\text{C}$  на півдні.

Середня обласна кількість опадів за рік становить 523 мм, змінюючись по території від 460 до 607 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 253 до 914 мм. У теплий період року (квітень–жовтень) опадів випадає 282–386 мм або 60–68 % від річної кількості. У найбільш посушливі роки їх випадає в півтора – два рази менше. Недобір опадів порівняно з нормою, особливо в сукупності з високими температурами, обумовлює ґрунтову засуху [7].

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Але, значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток с.-г. культур.

Суворі атмосферна засуха (ГТК становить 0,4–0,6), яка звичайно поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур, буває здебільшого у 10–15% років, на півдні області – у 40% років. У 50–60% років відмічається дуже посушливий липень та серпень (ГТК менше 0,7).

Тривале бездощів'я, що нерідко спостерігається у період активної вегетації рослин, посилює сухість повітря.

Відносна вологість повітря у теплий період року по області коливається від 60% весною до 80% восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить здебільшого 30–44, лише місяцями на сході області – 18–19 днів [7].

Середня багаторічна дата перших осінніх заморозків по області у повітрі – 5–15 жовтня, а останніх весняних заморозків – 15–26 квітня. Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 21 травня 2002 року, а на ґрунті – 27 травня 2001 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі відмічався 19 вересня 1987 року, а на ґрунті – 9 вересня 1991 та 1998 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по області у повітрі становить 164–188 днів, на поверхні ґрунту – 140–165 днів.

У вегетаційний період на території області відмічається від 11 до 23 днів із суховіями різної інтенсивності. Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період відмічаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

Сніговий покрив на переважній частині території області утворюється в другій декаді грудня, а руйнується у другій та третій декадах лютого. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить по області 46–79 днів, середня найбільша висота снігу за зиму за даними снігозйомки становить 4–11 см, тоді як максимальна висота його в окремі роки досягає 30–57 см. В останні десятиріччя досить часто відмічаються роки без сталого снігового покриву, або взагалі безсніжні зими [7].

Середня з найбільших значень глибини промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 30 до 40 см. Максимальне промерзання ґрунту – 84 см відмічалось по області у 2003 році. Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму становить мінус 3,0–5,2°C. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см відмічалася в 1994 році і становила мінус 17,9°C.

Взимку, зазвичай, спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 45 до 56. Відлиги, які тривають більше 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин [7].

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує велика ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечно для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше відмічається у 10% років (два рази за 20 років).

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Дніпропетровської області поділено на три агрокліматичних райони. Карта-схема агрокліматичного районування території Дніпропетровської області представлена на рис. 1.1.

Кліматичні ресурси виділених агрокліматичних районів характеризуються наступними показниками:

- Північно-східний (I) – високого рівня теплозабезпечення, нестійкого зволоження: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – 1,0–1,1, кількість опадів за вегетаційний період – 350–380 мм, а за рік – 545–605 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10°C становить 3000–3050°C. Сстійкий сніговий покрив відмічається не кожний рік.

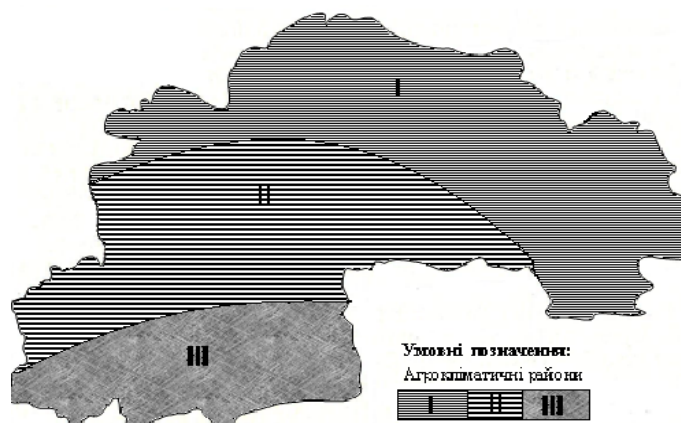


Рисунок 1.1 - Карта-схема агрокліматичного районування території Дніпропетровської області [7]

- Центральний (II) – високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження. Це менш зволожений район ніж північний. Величина ГТК становить 0,8–0,9, сума опадів за вегетаційний період – 310–340мм, а за рік – 470–540 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10°C становить 3060-3160°C. Стійкий сніговий покрив у 20-40% зим відсутній [7].

- Південний (III) – високого рівня теплозабезпечення, посушливий. Він відмічається найменшим, порівняно з іншими районами області, зволоженням. Величина ГТК становить 0,7; сума опадів за вегетаційний період – 280–300 мм, а за рік – 450–460 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10°C становить 3190–3360°C. Стійкий сніговий покрив у 65 % зим у цьому районі відсутній [7].

## 2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОХУ

### 2.1 Вимоги гороху до умов навколишнього середовища

*Вимоги до тепла.* Горох – одна з найбільш холодостійких культур. Насіння починає проростати при 4-6°C. Молоді рослини легко переносять заморозки до –6°C. Сходи при такій температурі (короткочасній) не вимерзають, хоча їх ріст затримується. Оптимальна температура для росту і розвитку гороху 15- 20°C. Температура більше 30°C негативно відбивається на рості рослин, особливо при нестачі вологи. Мозкові та великоплідні сорти гороху менш холодостійкі. Висока холодостійкість дає можливість висівати його у найбільш ранні строки. Якщо температура і вологість нормальні, то сходи з'являються на 11-17-й день після сівби. У наступні фази розвитку сорти овочевого гороху вибагливі до підвищеної температури, але якщо вона вище від граничної норми, то це дуже позначається на їх врожайності [8].

Надземна частина найбільш холодостійких сортів гороху за умов відповідного загартування здатна витримувати зниження від'ємної температури до 12°C. Надземна частина рослин зимостійких сортів переносить без ушкоджень зниження температури до – 22 – 20°C, однак їх коренева система менш морозостійка і ушкоджується вже при температурі – 8 – 10 °C на глибині 4-6 см. В період плодоносіння найбільш чутко реагують на зниження температури молоді боби, які підмерзають при зниженні температури до – 2°C [9].

Горох - рослина помірного клімату, оптимальні температури для росту і розвитку знаходяться в межах від 12 до 25° С. Навесні, на ранніх етапах росту рослин ймовірний вплив на них низьких, іноді негативних температур, а в період від цвітіння і до дозрівання високих позитивних, денні температури часто перевищують показник в 30°C [8].

Під час цвітіння і плодоношення гороху, на фоні достатньої вологозабезпеченості, вплив температур вище 30 °С призводить до зниження зав'язування бобів та їх щуплості. Підвищення температури до 35°C викликає припинення росту, що негативно відображається на продуктивності рослин. [4, 5].

Вплив високих температур на фоні недостатньої вологозабезпеченості справляє найбільш негативний ефект, так як рослини гороху слабостійкі до посухи. Посуха в період активного вегетативного росту, викликає гальмування утворення біомаси, а в період цвітіння і формування бобів – чинить негативний вплив на ріст коренів і вміст хлорофілу в листках, що в свою чергу знижує врожайність насіння до 47-84% [4].

*Вимоги до вологи.* Горох вимогливий до вологи. Найкраще він росте та розвивається при вологості ґрунту 70% найменшої вологоємності. Критичним періодом по відношенню до вологи у рослини гороху є фази утворення суцвіть (бутонізація) та цвітіння і формування бобів [5, 9].

У посушливих умовах південного Степу горох різко знижує урожай – опадають квітки, зменшується озерненість бобів і маса 1000 насінин, тому його доцільно вирощувати на зрошуваних землях, утримуючи вологу ґрунту на рівні 70% НВ.

Для проростання насіння гороху потрібно 150 % води від ваги насіння. В подальшому максимальна потреба у волозі приходить до періоду цвітіння і наливу бобів. Нестача вологи викликає обпадання квіток.

Горох – це рослина, яка витримує й надзволоження, але у цьому випадку умовах листки і боби його починають гнити, що знижує врожайність. Горох не витримує високого залягання підґрунтових вод. За надмірної вологості ґрунту розвивається велика вегетативна маса, рослини уражаються хворобами, погіршується аерація ґрунту, внаслідок чого формується дрібне насіння. В умовах надзволоження коренева система гороху відмирає, рослини жовтіють і гинуть [5].



Високі і сталі врожаї одержують тільки при оптимальній вологості повітря і ґрунту – 60-80 % від повної вологості. Горох стійкий проти короткочасних посух. Ця стійкість зумовлена міцною кореневою системою здатною проникати у глибокі шари ґрунту [10].

Транспіраційний коефіцієнт становить 500-600, це значить, що для утворення 1 кг сухої речовини горох, залежно від умов вирощування, витрачає від 500 до 600 кг води [4, 5].

Тривале перезволоження на ранніх етапах розвитку рослин (до цвітіння) пригнічує ріст, викликає передчасний хлороз листя і, як наслідок, зниження врожайності до 42%. Отримання високого врожаю зеленого горошку можливо при вологості ґрунту в період вегетації від 50 до 70% із зрошенням в фазі початку бутонізації та наливу бобів. Перезволоження провокує формування великої біомаси.

Надмірне зволоження також негативно впливає на продуктивність гороху овочевого – дуже розвивається вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин і врожай зерна значно знижується. Крім того, при цьому рослини дуже уражуються хворобами [11].

За результатами п'ятирічних досліджень [12] встановлено, що урожайність гороху в умовах північного Степу України суттєво залежить від наявності і розподілу продуктивних опадів впродовж вегетації рослин.

Режим зрошення гороху складається з вологозарядкового і вегетаційних поливів. Вологозарядковий полив проводять у нормі 800-1000 м<sup>3</sup>/га в роки з низькою вологозабезпеченістю ґрунтів в осінньо-зимовий період. Вегетаційні поливи здійснюють з урахуванням критичного періоду культури і погодних умов року. Нижня межа оптимальної вологозабезпеченості гороху в активному шарі ґрунту (0-60 см) становить 60-70% на легких і 70-80% НВ на важких ґрунтах.

На темно-каштанових і чорноземних ґрунтах півдня України горох, залежно від погодних умов поливають від одного до трьох разів, величина

поливної норми змінюється від 350 до 500 м<sup>3</sup>/га. Основні способи поливу гороху – дощування, напуском по смугах, по засіяних і незасіяних борознах [13].

*Вимоги до світла.* Рослини гороху досить вибагливі до світла. Коли його не вистачає, рослини стікають, утворення бобів уповільнюється, а врожай дуже знижується. Горох – рослина довгого дня, швидше розвивається в північних районах. Період вегетації, як правило, збільшується з півночі на південь [5].

*Вимоги до ґрунтів та мінерального живлення.* До ґрунтів у гороху підвищені вимоги. Найкращими для нього є середні за механічним складом суглинкові та супіщані родючі чорноземні ґрунти, багаті на фосфор, калій, з нейтральною та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину [5].

Він добре родить на осушених некислих торфовищах, на щільних глинистих, перезвожених ґрунтах, ґрунтах з неглибоким заляганням ґрунтових вод (50-60 см від поверхні) горох розвивається погано, тут пригнічується діяльність бульбочкових бактерій, рослини жовкнуть і припиняють ріст [5]. Малоприсадними для гороху овочевого є також бідні на поживні речовини легкі піщані, солонцюваті й солончакуваті ґрунти.

За тривалістю вегетаційного періоду горох овочевий належить до скоростиглих культур – визріває за 75-115 днів, тому його часто вирощують у незрошуваних умовах Лісостепу як парозаймаючу культуру [5]. Кращими попередниками для гороху овочевого є озимі зернові культури, кукурудза на силос, картопля, столові та цукрові буряки.

О.І. Зінченко та ін. не рекомендують висівати горох після або поблизу (ближче 1 км) інших бобових культур, з якими у нього багато спільних шкідників. Не слід також часто (через кожні 4–5 років) повертати горох на його попереднє місце у сівозміні, щоб запобігти так званій гороховтомі: горох сильно уражується кореневими гнилями, фузаріозом, пошкоджується нематодами, плодожеркою, бульбочковими довгоносіками, гороховим комариком [5].

Горох овочевий – самозапильна рослина, проте в жарку погоду спостерігається також і перехресне запилення. У рослин гороху виділяють чотири основні фази (проростання насіння, поява сходів, бутонізація – цвітіння, досягання) і XII етапів онтогенезу, які поділяють на 3 періоди: 1-й (I-II етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листків; 2-й (III-VIII етапи) – закладання, ріст генеративних органів суцвіть, квіток; 3-й (IX-XII етапи) – формування, ріст і досягання репродуктивних органів – бобів і насіння [14].

Овочевий горох дуже вибагливий до живлення, тому в ґрунт, призначений для його вирощування, треба вносити відповідну кількість органічних та мінеральних добрив. Для мозкових сортів гороху найважливішими є азотні добрива. Відомо, що для утворення врожаю гороху треба азоту в 2-3 рази більше, ніж для інших овочевих культур. Азотфіксуючі мікроорганізми і бульбочкові бактерії у весняний період мало активні внаслідок низької температури. У перші 20 днів вегетації, до початку розвитку бульбочкових бактерій, рослини дуже реагують на азотні добрива [15].

Дослідження із сучасними сортами Меценат, Отаман і Грегор, проведені в умовах Правобережного Лісостепу України, показали, що поряд із гідротермічними умовами у більшій мірі на формування величини урожаю суттєвий вплив мають такі фактори, як передпосівна обробка насіння та система живлення та захисту [16].

## 2.2 Сучасні сорти гороху

Більшість сучасних сортів гороху мають досить високий потенціал продуктивності, реалізація якого стримується через вплив несприятливих факторів середовища. Вибір кращих сортів для господарств різних ґрунтово-кліматичних зон, підзон і мікрозон з нестійкими погодними умовами має визначальне значення для збільшення врожайності та поліпшення якості

продукції. Він має бути науково обґрунтованим, з врахуванням характеристики екологічної пластичності, стабільності та потенціалу адаптивності нових сортів [17].

Селекційна робота в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва проводиться в напрямку створення сортів різного морфотипу та способу використання. Створені за останні роки 102 сорти повністю відповідають сучасним умовам виробництва, відзначаються стійкістю до вилягання та обсіпання насіння, придатні до прямого комбайнування, більше пристосовані, у порівнянні із зарубіжними сортами, до регіональних кліматичних умов і займають все більші площі на ланах України і мають потенціал урожайності до 6,0 т/га [18].

Окрім того сорти Девіз, Модус і Глянс вирізняються високою екологічною пластичністю. У сортів Отаман та Магнат нижча маса 1000 насінин, що дозволяє на 10 – 15 % скоротити витрати насіння на посів. Сорти Магнат і особливо Гейзер відрізняються більшою вегетативною масою і їх можливо використовувати в сумісних посівах з іншими культурами. Високі товарні та смакові якості має насіння сортів Царевич та Глянс. Різниця в тривалості вегетаційного періоду між сортами Царевич і Оплот в 8 – 10 днів дозволяє при їх вирощуванні знівелювати можливі погодні негаразди та подовжити оптимальні строки збирання.

Багаторічний досвід показує, що за комплексом господарськи цінних ознак сорти гороху селекції IP ім. В. Я. Юр'єва НААН в найбільшій мірі задовольняють вимоги виробництва, про що свідчить високий попит на насіння високих репродукцій. Впровадження цих сортів дозволяє більш ефективно використовувати матеріально-технічні ресурси, а за рахунок однофазного збирання зменшити втрати і покращити якість товарної і насінневої продукції [18].

### 3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

#### 3.1 Сучасні методи прогнозування тенденції врожайності

Визначаючи корисність та інформативність інтегрального показника ступеня сприяння клімату у вигляді врожайності, необхідно зазначити наступне. На абсолютну величину врожайності тієї чи іншої культури впливають не тільки кліматичні умови. Визначальним чинником є й культура землеробства, яка залежить, у свою чергу, від рівня селекційної роботи, енергозабезпеченості сільського господарства, вдосконалення агротехнічних прийомів (забезпеченості добривами, меліоративних заходів).

Тому для виявлення впливу погоди і клімату на врожайність останню виражають у відхиленнях від тренда, тобто від лінії усередненої в часі врожайності. В основу такої оцінки покладено ідею В.М. Обухова про можливість розкладання часового ряду врожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову. У такій постановці часовий ряд врожайності ( $Y_t = 1, 2, \dots, N$ ) можна представити загальною статистичною моделлю такого вигляду:

$$Y_t = f(t) + u_t, \quad (3.1)$$

де  $f(t)$  - стаціонарна складова;  $u_t$  - випадкова складова часового ряду. Стаціонарна складова визначає загальну тенденцію зміни врожайності за аналізований період. Вона представляється плавною лінією в результаті згладжування ряду і називається трендом. Випадкова складова обумовлюється погодними умовами окремих років і представляється відхиленнями від лінії тренду.

Таке розкладання обумовлюється тим, що рівень культури землеробства істотно впливає на урожайність сільськогосподарських культур не тільки в поточному році, але і в подальші роки, тобто сільське господарство характеризується певною інерційністю, внаслідок чого різких коливань урожаїв двох суміжних років, пов'язаних із зміною культури землеробства, як правило, не простежується. Тому лінія тренда достатньо точно характеризує середній рівень урожайності, обумовлений певною культурою землеробства, економічними і природними особливостями даного району.

Ясно, що в тих районах земної кулі, де природні ресурси краще, досягти бажаного рівня врожайності легше і зробити це вдається з меншими витратами, ніж в районах з менш сприятливими умовами.

В методах прогнозу по даному часовому ряду робиться припущення щодо виду тренда. Форма тренда і його параметри визначаються в результаті найкращої (за будь-яким з статистичних критеріїв) функції з числа тих, що є. В порівнянні з цими методами метод гармонійних вагів, запропонований в агрометеорології А.М. Польовим [19] має ту перевагу, що тут необхідності в таких припущеннях немає.

Принцип методу гармонійних вагів полягає у тому, що значення часового ряду зважують так, щоб більш пізні спостереження мали більшу вагу, тобто вплив більш пізніх спостережень повинен сильніше відбиватися на тенденції врожайності, ніж вплив більш ранніх.

### 3.2 Аналіз динаміки урожайності гороху в Дніпропетровській області

Для аналізу динаміки урожайності гороху використовувалися щорічні середньообласні дані по території дослідження за період з 2000 по 2021 роки, за даними державного управління статистики [20]. Розрахунок трендів здійснювався за методом гармонійних вагів, який в агрометеорології вперше запропонував А.М. Польовий [19].

Нами із застосуванням методу гармонійних вагів було проаналізовано часові ряди урожайності гороху, побудована лінія тренду та розраховані відхилення урожайності від лінії тренду. Результати цієї роботи представлені на рис. 3.1 та 3.2. На рисунках плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

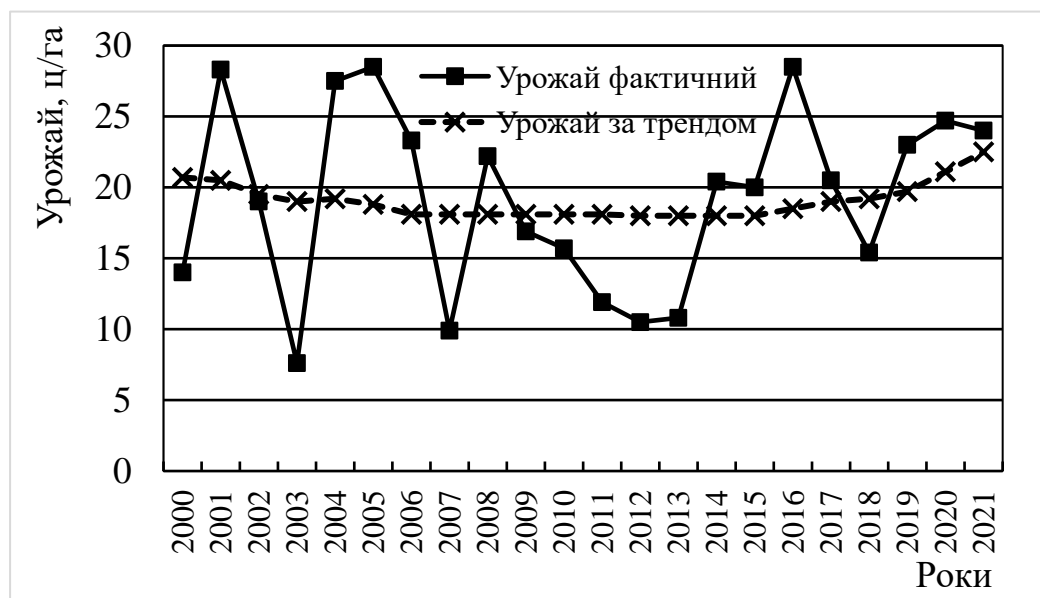


Рисунок 3.1 – Динаміка урожайності гороху та лінія тренду в Дніпропетровській області

Як видно з рис. 3.1, з 2000 до 2006 року відбувалось поступове дуже незначне зменшення трендової компоненти, що свідчить про деяке погіршення рівня культури землеробства за цей період. Так, на початку періоду дослідження урожайність за трендом складала 20,7 ц/га, а до 2006 року зменшилось до 18,1 ц/га, тобто всього на 2,6 ц/га. Потім протягом шести років (до 2015 р.) трендова компонента практично представляє собою пряму лінію, але з 2016 р. спостерігається досить суттєве її збільшення (на 4 ц/га). Таким чином тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, додатна і становить 0,5 ц/га. Середня за роки досліджень урожайність гороху склала 19,2 ц/га.

Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні коливання фактичної урожайності гороху на території дослідження. Наприклад, у 2001, 2004, 2005 і 2016 рр. були зібрані найвищі урожаї – порядку 27,5-28,5 ц/га. У 2003, 2007, 2012 та 2013 рр. було зібрано найменші урожаї, які не перевищували 10,8 ц/га.

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю гороху в Дніпропетровській області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.2). Найбільш несприятливими для вирощування гороху були 2003, 2007, 2012 та 2013 рр., саме у ці роки спостерігалися найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду –11,4, 8,2, 7,5 та 7,2 ц/га відповідно. Це свідчить про несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років.

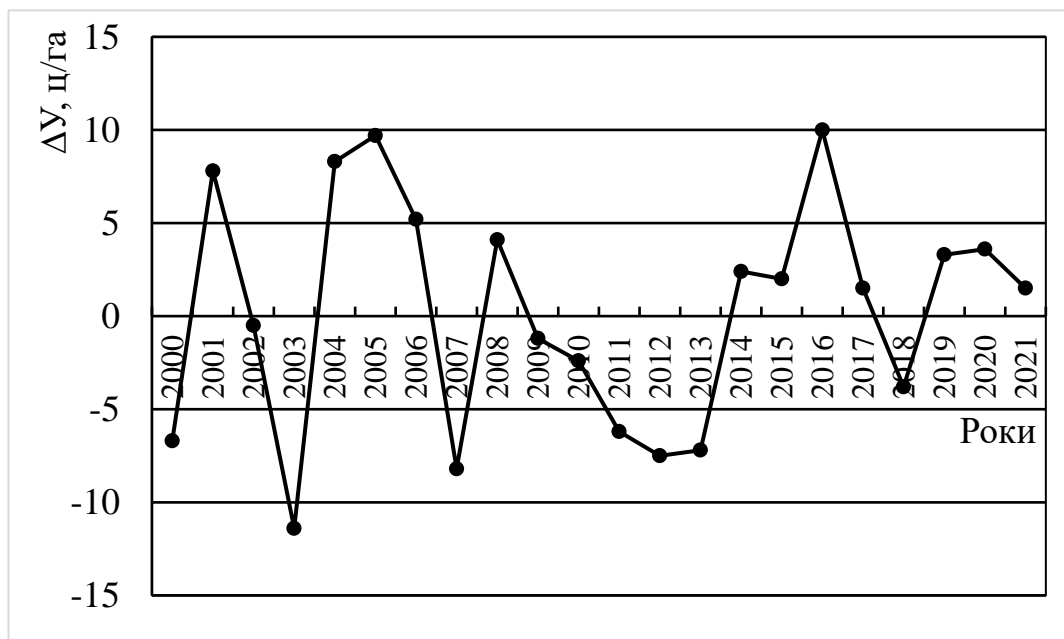


Рисунок 3.2 – Відхилення урожайності гороху від лінії тренду в Дніпропетровській області

У роки ж зі сприятливими погодними умовами вдавалося отримати збільшення врожаю за їх рахунок і відхилення від лінії тренду мали додатні значення. Найбільш сприятливими для вирощування гороху були 2001 та



2004, 2005 та 2016 рр., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 7,8, 8,3, 9,7 та 10 ц/га відповідно.

### 3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв гороху

У прикладній кліматології широко використовуються методи математичної статистики для розкриття просторово-часової структури основних параметрів клімату. З метою ущільнення метеорологічної інформації і підвищення рівня обслуговування сучасних запитів практики розробляються непрямі методи розрахунку складніших і необхідних параметрів клімату на додаток до середніх багаторічних характеристик. Велике практичне значення набуває знання не тільки середніх характеристик клімату, але і як вони були отримані, яка міра розсіяння значень випадкових величин щодо середньої, яка частота повторюваності кожного з членів сукупності. В цьому плані досить детально була досліджена просторово-часова структура різних характеристик термічного режиму повітря, оскільки для них є багато достовірних даних спостережень.

В агрометеорології для виявлення просторово-часової мінливості гідрологічних і агрокліматичних показників широко використовується графо-аналітичний метод Алексеєва [21]. Виходячи з теоретичних і практичних міркувань він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної імовірності формулу:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

де  $P_{(x_m)}$  - забезпеченість у відсотках, значення якої послідовно зростають,  $m = 1, 2, \dots, n$  – порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в порядку зменшення,  $n$  – число років або спостережень в ряді.

Вказаний метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю гороху для Дніпропетровської області. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 2000 по 2021 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.1

За цими даними були побудована крива сумарної ймовірності можливих урожаїв гороху щодо середніх багаторічних значень (рис. 3.3). При цьому ставилася задача виявити особливості в розподілі можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною.

Таблиця 3.1 – Розрахунок ймовірності урожаїв гороху в Дніпропетровській області

Рік	N	Ряд урожайності, ц/га		P <sub>x</sub> , %
		Фактичний	Ранжований	
2000	1	14	28,5	3
2001	2	28,3	28,5	8
2002	3	19	28,3	12
2003	4	7,6	27,5	17
2004	5	27,5	24,7	21
2005	6	28,5	24	26
2006	7	23,3	23,3	30
2007	8	9,9	23	34
2008	9	22,2	22,2	39
2009	10	16,9	20,5	43
2010	11	15,7	20,4	48
2011	12	11,9	20	52
2012	13	10,5	19	57
2013	14	10,8	16,9	61
2014	15	20,4	15,7	66
2015	16	20	15,4	70
2016	17	28,5	14	74
2017	18	20,5	11,9	79
2018	19	15,4	10,8	83
2019	20	23	10,5	88
2020	21	24,7	9,9	92
2021	22	24	7,6	97

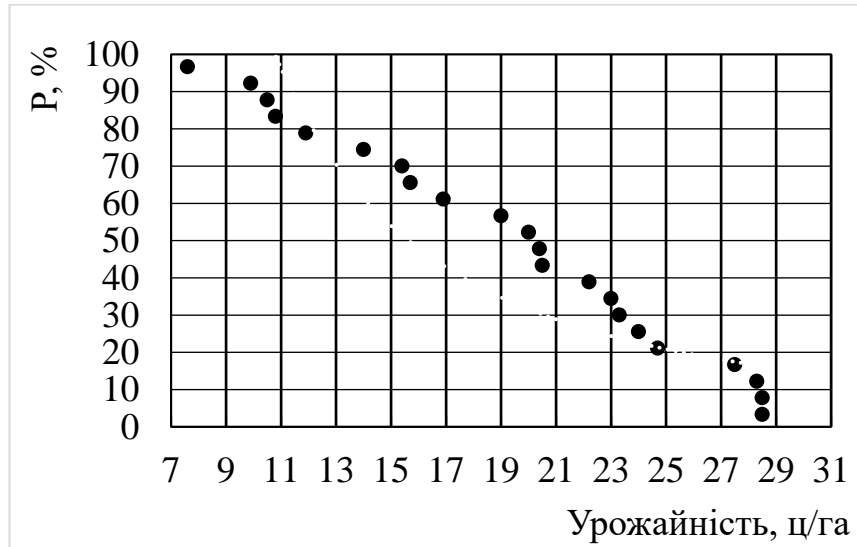


Рисунок 3.3. – Ймовірнісна крива урожайності гороху

Потім з кривої сумарної ймовірності знімалися значення урожаю гороху різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Забезпеченість урожаїв гороху в Дніпропетровській області

$\bar{Y}$ , ц/га	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
19,2	29	28	26	23	22	19,5	17	16	12	10	8

В Дніпропетровській області (рис. 3.3) урожаї гороху порядку 29 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), урожай 22 ц/га збирають з 40-відсотковою ймовірністю – тобто у 4 роках з десяти. Щорічно тут забезпечені урожаї лише близько 8 ц/га. Ймовірність отримання урожаїв порядку 16 ц/га – 70%, тобто у семи роках з десяти.

#### **4 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ГОРОХУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУРИ**

Вивчення взаємозв'язку вегетаційного та міжфазних періодів з метеорологічними факторами і врожайністю допомагає правильно районувати існуючі сорти гороху, що відзначаються достатньою пластичністю та високою продуктивністю, у відповідності до певних ґрунтово-кліматичних умов. Важливим показником є тривалість як окремих фаз росту і розвитку рослин, так і вегетаційного періоду в цілому [21].

Протягом життя у рослин виникають зовнішні морфологічні зміни, що характеризуються утворенням нових органів та збільшенням маси рослин. Такі зміни називаються фазами розвитку. Початком фази вважається період, коли її досягли 5–10% рослин; повною фазою – коли її досягли 50–75% рослин [22].

Відомо, що морфогенез з погляду функціонального значення органів, що формуються, дозволяє виділяти в життєвому циклі рослин три основні періоди. Перший період – формування та зростання вегетативних органів (коренів, стебел, листя), що виконують найважливіші функції живлення, дихання, водопостачання, синтезу та пересування речовин усередині самої рослини. У другий період відбувається утворення суцвіть і квіток – органів, які забезпечують процес запліднення. Третій період характеризується формуванням плодів та насіння. Він є одночасно періодом старіння материнської рослини та початком онтогенезу нового покоління, що виникає внаслідок запліднення [9].

Основні фази розвитку гороху та ознаки, якими вони характеризуються, наступні: сходи (у гороху з'явилися ростки), 1-й справжній лист (у гороху листя підраховують з 1-го справжнього листка), 5-й справжній лист (ознака фази – розгортання 3-го трійного листка), утворення

бокових пагонів (з'явилися зачатки перших бокових пагонів з пазух листя), утворення суцвіть (з'явилися зачатки перших суцвіть з пазух листя), початок цвітіння (розкрилися пелюстки перших квіток), утворення бобів (перші боби досягли довжини 1 см), кінець цвітіння (зачатки суцвіть у пазухах верхнього листка не розвиваються, вони починають засихати, тільки у деяких оглянутих рослин залишилися квіти), дозрівання (перші боби пожовтіли (побурили, почорніли), їх насіння має характерне забарвлення для даного сорту [22]).

У даній роботі було проведено комплексну агрометеорологічну оцінку умов вегетації гороху по міжфазним періодам та за весь вегетаційний період. Вегетаційний період культури був поділений на такі на такі міжфазні періоди: сівба – сходи; сходи – утворення суцвіть; утворення суцвіть-кінець цвітіння і кінець цвітіння-дозрівання. Дослідження фахівців Ніжинського агротехнічного інституту показали, що на тривалість періоду вегетації гороху різних за стиглістю сортів впливають тривалість фаз розвитку рослин (сходи, цвітіння, дозрівання), фактори зовнішнього середовища (температура, вологість, тривалість світлового дня), технологічні прийоми (підготовка насіння, забезпечення конвеєрного виробництва) та генетичні фактори [23].

Коротко результати проведених досліджень представлені у матеріалах V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Рубіновські читання» в рамках святкування «Дня науки» в Уманському національному університеті садівництва [24] та у матеріалах студентської конференції ОДЕКУ [25].

#### 4.1 Агрометеорологічні умови періоду сівба-сходи

Зростання та розвиток рослин гороху багато в чому визначається поєднанням кількості тепла та вологи за вегетаційний період, а також індивідуальною реакцією сортів ці умови, обумовленої генотипом. Велика кількість опадів та висока відносна вологість повітря, як і зниження

температури повітря, що призводять до збільшення тривалості вегетаційного періоду.

При близьких за роками досліджень температурних умовах та вологості тривалість період від посіву до сходів буває практично однаковою. Але у весняний період на фоні дефіциту вологи можуть проявитися сортові особливості. При достатній вологості тривалість періоду суттєво залежить від температури: чим нижча температура ґрунту, тим більша сума температур потрібна для початку сходів.

За умов недостатнього зволоження верхніх шарів ґрунту у період сівба-сходи, навіть при оптимальних температурах повітря тривалість періоду збільшується. Це можна пояснити тим, що для набубнявіння та початку проростання насіння поглинає велику кількість вологи - від 100 до 150% від своєї ваги [4, 5, 9].

Тому посів гороху проводиться на початку фізичної стиглості ґрунту одночасно з посівом ранніх ярих зернових (вівса, ячменю), з тривалістю не більше 5 днів. Рекомендовані терміни сівби коливаються в залежності від зони вирощування та від типу та властивостей ґрунту. Оптимальним терміном для умов Дніпропетровської області вважається I-II декада квітня, запізнення із посівом на тиждень знижує врожайність на 2-5 ц/га, тому що призводить до раннього вилягання, сильного пошкодження шкідниками та більшого ураження рослин хворобами.

Таким чином найбільший вплив на тривалість даного періоду справляє сукупна дія температури і опадів, що випали. Як зниження температури повітря за рясних опадів, так і зниження обох показників призводить до значного збільшення тривалості даного періоду.

Агрометеорологічні умови вирощування гороху у період сівба – сходи наводяться у табл. 4.1. Як видно з таблиці, сівба гороху в Дніпропетровській області в середньому за досліджуваний період відбувається 1 квітня, сходи з'являються в середньому 18 квітня. В залежності від метеорологічних умов конкретного року тривалість періоду, а також дати настання фаз суттєво

відрізняються. Так найраніша дата сівби відзначається у 2016 р. – 10 березня, найпізніше сівба гороху відбувалась у 2006 році – 13 квітня, у цьому ж році відзначалися і найпізніші сходи – 30 квітня. Найраніше з'явилися сходи у 2014 р. – 22 квітня.

Тривалість першого періоду вегетації рослин - від сівби до появи сходів - обумовлюється в першу чергу температурою проростання насіння і коливається по роках залежно від температури повітря. В Дніпропетровській області тривалість першого міжфазного періоду гороху становить у середньому 19 днів, при цьому середня температура за цей період становить 9,1 °С.

Найкоротший період сівба-сходи відмічається у 2005 р. і його тривалість становить 12 днів, а найдовше тривав період сівба-сходи у 2016 р. – 29 днів. У цьому році спостерігалась найнижча середня температура періоду – 5,9 °С, чим і пояснюється збільшення тривалості періоду. У 2018 р. середня температура першого міжфазного періоду була найвища за всі досліджувані роки – 13,5°С.

Забезпеченість теплом міжфазного періоду характеризується сумою активних та ефективних температур, за біологічний мінімум гороху прийнята температура 5 °С. Середня сума активних температур за 15-річний період від сівби до сходів становить 166°С, найбільша сума за цей період становила 207 °С в 2008 р., а найменша - 100°С в 2005 р. Середньобагаторічна сума ефективних температур за період сівба - сходи склала 72°С, найбільша сума ефективних температур за цей період становила 127°С в 2018 р., а найменша – 25°С в 2016 р.

Умови зволоження характеризуються перш за все сумами опадів, які випадають протягом міжфазного періоду гороху. Оподи характеризуються великою мінливістю по роках, в середньому за період сівба - сходи випадає 27 мм, найбільша кількість опадів - 108 мм зафіксована у 2015 р., опадів за перший міжфазний період взагалі не було в 2009 р.

Таблиця 4.1 - Агрометеорологічні показники умов вирощування гороху в період від сівби до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		T <sub>ср</sub> , °C	ΣR, мм	W <sub>ср</sub>			
	Сівба	Сходи		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	9.04	24.04	15	157	82	10,5	9	20	50	109	64
2005	12.04	24.04	<b>12</b>	<b>100</b>	40	8,3	28	25	63	117	69
2006	<b>13.04</b>	<b>30.04</b>	17	174	89	10,2	26	35	88	139	82
2007	28.03	16.04	19	150	55	7,9	2	<b>17</b>	<b>43</b>	108	64
2008	27.03	16.04	20	<b>207</b>	107	10,4	45	24	60	<b>99</b>	<b>58</b>
2009	02.04	16.04	14	113	43	8,1	<b>0</b>	31	78	157	92
2010	01.04	20.04	20	195	95	9,8	16	29	73	124	73
2011	06.04	28.04	22	202	92	9,2	23	25	63	134	79
2012	05.04	20.04	15	182	107	12,1	7	25	63	139	82
2013	01.04	18.04	18	180	90	10,0	14	30	75	156	92
2014	12.03	<b>04.04</b>	23	150	35	6,5	13	25	63	111	65
2015	17.03	12.04	26	160	30	6,2	<b>108</b>	<b>44</b>	<b>110</b>	<b>178</b>	<b>105</b>
2016	<b>10.03</b>	08.04	<b>29</b>	170	<b>25</b>	<b>5,9</b>	40	29	73	156	92
2017	1.04	18.04	18	154	64	8,6	61	27	68	148	87
2018	09.04	24.04	15	202	<b>127</b>	<b>13,5</b>	14	27	68	148	87
<b>Ср.</b>	<b>1.04</b>	<b>18.04</b>	<b>19</b>	<b>166</b>	<b>72</b>	<b>9,1</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>69</b>	<b>135</b>	79
Найменш.	10.03	4.04	12	100	25	5,9	0	17	43	99	58
Найбільш.	13.04	30.04	29	207	127	13,5	108	44	110	178	105



Запаси вологи орного шару ґрунту в Дніпропетровській області в перший міжфазний період гороху складають в середньому 28 мм (69 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2015 році - 44 мм (110 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2007 р. та склали 17 мм (43 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту за період сівба – сходи складають в середньому 135 мм (79 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2015 році - 178 мм (105 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2008 р. та склали 99 мм (58 % від НВ).

Кожна сільськогосподарська культура починає свій розвиток за конкретних значень температури. Протягом життєвого циклу потреби рослин у теплі змінюються, відповідно змінюється і біологічний мінімум.

Зі значенням біологічного мінімуму безпосередньо пов'язані такі поняття, як активна і ефективна температури. Для багатьох сільськогосподарських культур біологічні мінімуми давно відомі і широко застосовуються для успішного вирішення цілого ряду агрометеорологічних завдань. Це такі завдання, як агрометеорологічне прогнозування, агрокліматичне районування і т.д.

Але в останній час було введено у сільськогосподарське виробництво нові сорти, вдосконалені прийоми агротехніки, а головне, відбуваються суттєві зміни клімату, що потребує уточнення показників розвитку рослин за умов сьогодення.

Для уточнення біологічного мінімуму гороху ми використовували методику, представлену в [26], у відповідності з якою біологічний мінімум визначається при визначенні параметрів прямої

$$y = Bn + A, \quad (4.1)$$

де  $y$  – сума активних температур, °С;  $B$  – біологічний мінімум розвитку, °С;  $n$  – тривалість періоду, дні;  $A$  – сума ефективних температур.

Щоб побудувати графік залежності між сумами додатних температур за період ( $SumT$ ) і тривалістю міжфазного періоду ( $N$ ) ми скористалися методом найменших квадратів [26, 27]. Ми розглянули залежність між сумами додатних температур і тривалістю міжфазного періоду, яка описується рівнянням лінійної регресії виду (4.1).

Залежність між сумами температур та тривалістю періоду сівба - сходи гороху в Дніпропетровській області представлена на рис. 4.1. Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_1 = 3,0N_1 + 105, \quad (4.2)$$

де  $SumT$  – сума додатних температур, °С; 3,0 – біологічний мінімум, °С;  $N$  – тривалість періоду, дні; 105 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 1 – номер міжфазного періоду.

$R$  – коефіцієнт кореляції, що є мірою тісноти прямолінійного зв'язку, у даному випадку дорівнює 0,42. У відповідності з методикою [4-6], така величина коефіцієнту кореляції є значущою на 5%-ому рівні значущості. Це свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку є зв'язок.

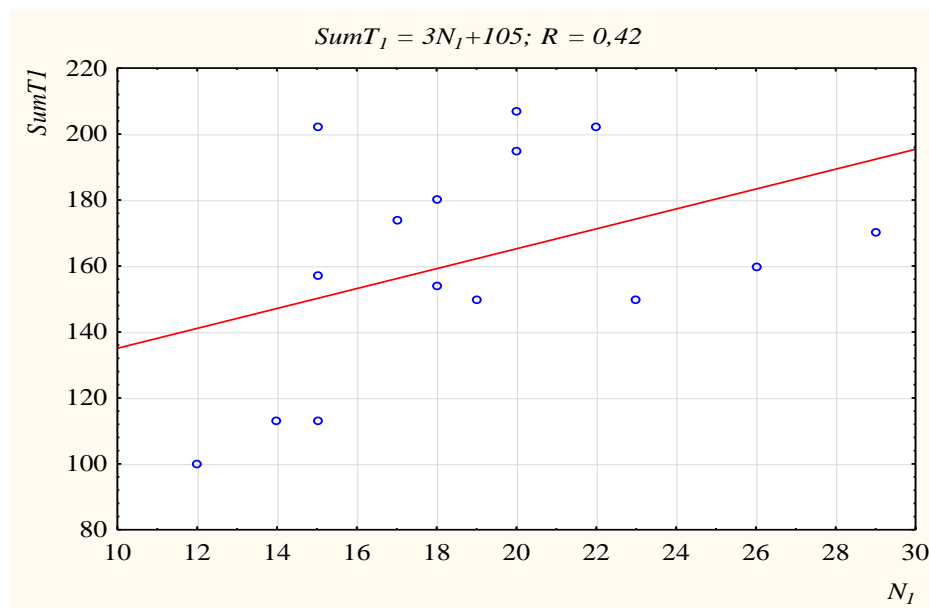


Рисунок 4.1 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сівба - сходи гороху

#### 4.2 Агрометеорологічні умови періоду сходи – утворення суцвіть

Тривалість періоду вегетації гороху залежить від тривалості різних міжфазних періодів. У період сходи – утворення суцвіть відбувається ріст та розвиток репродуктивних органів, які сприяють накопиченню вегетативної маси. На збільшення тривалості даного періоду більшою мірою впливають рясні опади [28].

Агрометеорологічні умови вирощування гороху в період сходи – утворення суцвіть в Дніпропетровській області представлені в табл. 4.2. Як видно з таблиці, утворення суцвіть в середньому спостерігається 24 травня, найраніше фаза почалася в 2014 р. – 10 травня, найпізніше – в 2007 та 2011 р. – 31 травня р. - 10 червня. Тривалість періоду сходи – утворення суцвіть в середньому складає 35 днів. Найдовшим цей період був в 2007 році – 45 днів, а найкоротшим в 2006 році – 26 днів.

Середня сума активних температур за 15-річний період склала 501°C. Найменша сума активних температур за цей же період склала 376°C в 2006 році, а найбільша - 719 °C в 2007 році. Середня сума ефективних температур за цей же період склала 347°C. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2007 р. і становила 494 °C, а найменша сума спостерігалась у 2014 р. - 228°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період 15,1 °C, екстремальні значення становлять відповідно 11,3 та 20,4°C і відзначались відповідно в 2014 та 2012 рр.

В середньому за другий міжфазний період гороху випадає 58 мм, найбільша кількість опадів - 155 мм зафіксована у 2016 р., найменша кількість опадів спостерігалася в 2013 р, коли їх у період сходи - утворення суцвіть випало лише 14 мм.

Запаси вологи орного шару ґрунту в другий міжфазний період гороху складають в середньому 24 мм (59 % від НВ), найбільше значення запасів

Таблиця 4.2 – Агрометеорологічні показники умов вирощування гороху в період від сходів до утворення суцвіть

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		T <sub>ср</sub> , °C	ΣR, мм	W <sub>ср</sub>			
	Сходи	Утворення суцвіть		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	24.04	26.05	32	434	274	13,6	102	23	58	116	68
2005	24.04	28.05	34	561	391	16,5	23	16	40	104	61
2006	<b>30.04</b>	26.05	<b>26</b>	<b>376</b>	246	14,5	100	32	80	135	79
2007	16.04	<b>31.05</b>	<b>45</b>	<b>719</b>	<b>494</b>	16,0	36	18	45	104	61
2008	16.04	26.05	40	521	321	13,0	84	23	58	111	65
2009	16.04	28.05	42	551	341	13,1	60	26	65	144	85
2010	20.04	20.05	30	469	319	15,6	40	17	43	103	61
2011	28.04	<b>31.05</b>	33	565	400	17,1	33	17	43	114	67
2012	20.04	20.05	30	611	461	<b>20,4</b>	16	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>96</b>	<b>56</b>
2013	18.04	18.05	30	518	368	17,3	<b>14</b>	25	63	142	84
2014	<b>04.04</b>	<b>10.05</b>	36	408	<b>228</b>	<b>11,3</b>	49	26	65	128	75
2015	12.04	20.05	38	487	297	12,8	69	32	80	141	83
2016	08.04	20.05	42	576	366	13,7	<b>155</b>	32	80	<b>158</b>	<b>93</b>
2017	18.04	24.05	36	469	289	13,0	47	<b>34</b>	<b>85</b>	156	92
2018	24.04	26.05	32	573	413	17,9	37	21	53	122	72
<b>Ср.</b>	<b>18.04</b>	<b>24.05</b>	<b>35</b>	<b>501</b>	<b>347</b>	<b>15,1</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>59</b>	<b>125</b>	<b>74</b>
Найменш.	4.04	10.05	26	376	228	11,3	14	13	33	96	56
Найбільш.	30.04	31.05	45	719	494	20,4	155	34	85	158	93

вологи було відмічене в 2017 році - 34 мм (85 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2012 р. та склали 13 мм (33 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту за період сходи – утворення суцвіть складають в середньому 125 мм (74 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2016 році - 158 мм (93 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2012 р. та склали 96 мм (56 % від НВ).

Для уточнення біологічного мінімуму періоду сходи – утворення суцвіть ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості другого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.2. Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_2 = 8,2N_2 + 233, \quad (4.3)$$

де  $SumT$  – сума додатних температур, °С; 8,2 – біологічний мінімум, °С;  $N$  – тривалість періоду, дні; 233 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 2 – номер міжфазного періоду. Досить високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,55, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує тісний зв'язок.

#### 4.3 Агрометеорологічні умови періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння

У період утворення суцвіть – цвітіння горох найбільше вимогливий до умов зволоження, цей період вважається критичним по відношенню до вологи, коли формуються плоди – боби в зародковому стані. Нестача вологи в цей період призводить до скидання бутонів, квіток і бобів, що зав'язуються. Також в цей період відбувається найбільший приріст вегетативної маси, тому рослини потребують значної кількості води. При нестачі вологи в цей період призупиняється зростання рослин, формування площі листя, це призводить

до порушення диференціації генеративних органів, що веде до недобору врожаю.

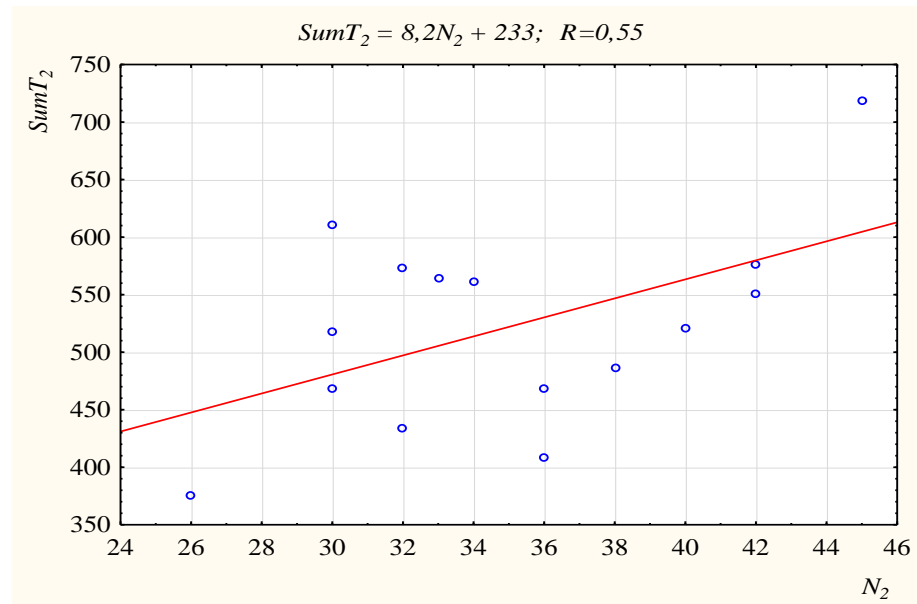


Рисунок 4.2 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сходи – утворення суцвіть гороху

Найчастіше у фазу бутонізації (утворення суцвіть) – цвітіння з'являються перші ознаки хвороб гороху – сірої гнилі, аскохітозів та борошнистої роси. Тому саме у цей період рекомендується проводити обприскування посівів рекомендованими препаратами [29].

Такий шкідник, як горохова попелиця стає небезпечною саме з фази бутонізації гороху. Пошкодження рослин супроводжується сильним пригніченням, деформаціями листя і прилистків та суцвіть; при висмоктуванні соків з молодих бобів спостерігається часткова або повна абортівність – насіння не зав'язується. Захисні заходи проти попелиці проводять тоді, коли її чисельність становить більше 7 особин на рослину [28].

Цвітіння гороху нерівномірне з тривалістю від 10 до 20 днів, залежно від сорту та погодних умов. На момент завершення цвітіння у гороху закінчується наростання листової поверхні, майже припиняється зростання

кореневої системи, уповільнюється поглинання поживних речовин, зупиняється фіксація азоту бульбочковими бактеріями [28].

Агрометеорологічні умови вирощування гороху в період бутонізація-кінець цвітіння представлені в табл. 4.3.

Як видно з таблиці, кінець цвітіння в середньому спостерігається 14 червня, найраніше фаза починалася в 2014 р. – 31 травня, найпізніше – в 2004 р. - 30 червня. Тривалість третього міжфазного періоду гороху в середньому складає 21 день. Найдовшим цей період був в 2004 році – 35 днів, а найкоротшим в 2007 році – 10 днів.

Середня сума активних температур третього міжфазного періоду за 15-річний період склала 398°C, а ефективних - 292°C. Найменша сума активних температур за цей період склала 207°C в 2007 році, в цьому ж році спостерігалася і найменша сума ефективних температур – 157°C. Найбільша сума активних температур - 591 °C – спостерігалася в 2004 році, і в цьому ж році спостерігалася найбільша сума ефективних температур - 416°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 19°C, екстремальні значення становлять відповідно 15,6 та 22,3°C і відзначались відповідно в 2017 та 2011 рр.

В середньому за період утворення суцвіть – кінець цвітіння випадає 48 мм, найбільша кількість опадів - 151 мм зафіксована у 2012 р., а у 2007 р. опади у цей період зовсім не спостерігалися.

Запаси вологи орного шару ґрунту в Дніпропетровській області в третій міжфазний період гороху складають в середньому 19 мм (49 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене у 2010, 2016 та 2017 рр. - 31 мм (78 % від НВ), найменші запаси вологи орного шару були в 2012 р. та склали 4 мм (10 % від НВ).

Запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту в третій міжфазний період складають в середньому 103 мм (61 % від НВ), найбільше значення було відмічене в 2016 році - 143 мм (84 % від НВ), найменші запаси вологи також були в 2012 р. та склали 42 мм (25 % від НВ).

Таблиця 4.3 – Агрометеорологічні показники умов вирощування гороху в період утворення суцвіть до кінця цвітіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		T <sub>ср</sub> , °C	ΣR, мм	W <sub>ср</sub>			
	Утворення суцвіть	Кінець цвітіння		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	26.05	<b>30.06</b>	<b>35</b>	<b>591</b>	<b>416</b>	16,9	132	29	73	138	81
2005	28.05	20.06	23	437	322	19,0	80	15	38	97	57
2006	26.05	22.06	27	516	381	19,1	43	13	33	76	45
2007	31.05	10.06	<b>10</b>	<b>207</b>	<b>157</b>	20,7	<b>0</b>	8	20	77	45
2008	26.05	10.06	15	251	176	16,7	3	24	60	119	70
2009	28.05	20.06	23	466	351	20,3	43	22	55	136	80
2010	20.05	14.06	25	472	347	18,9	91	<b>31</b>	<b>78</b>	67	39
2011	31.05	14.06	14	312	242	<b>22,3</b>	15	15	38	113	66
2012	20.05	10.06	21	390	285	18,6	<b>151</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	25
2013	18.05	04.06	17	331	246	19,5	17	19	48	114	67
2014	10.05	<b>31.05</b>	21	433	328	20,6	57	20	50	120	71
2015	20.05	10.06	21	424	319	20,2	16	15	38	78	46
2016	20.05	14.06	25	443	318	17,7	24	<b>31</b>	<b>78</b>	<b>143</b>	84
2017	24.05	14.06	21	328	223	<b>15,6</b>	19	<b>31</b>	<b>78</b>	140	82
2018	26.05	14.06	19	367	272	19,3	36	14	35	92	54
<b>Ср.</b>	<b>24.05</b>	<b>14.06</b>	<b>21</b>	<b>398</b>	<b>292</b>	<b>19,0</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>49</b>	<b>103</b>	61
Найменш.	10.05	31.05	10	207	157	15,6	0	4	10	42	25
Найбільш.	31.05	30.06	35	51	416	22,3	151	31	78	143	84



Для уточнення біологічного мінімуму періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння також була розглянута залежність сум активних температур від тривалості третього міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.3.

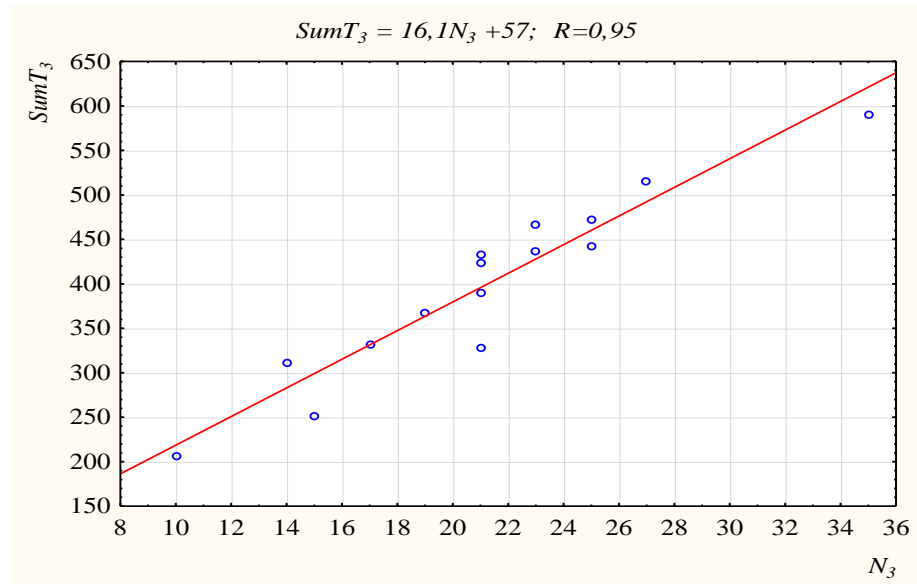


Рисунок 4.3 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду утворення суцвіть – кінець цвітіння

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_3 = 16,1N_3 + 57, \quad (4.4)$$

де  $SumT$  – сума додатних температур, °С; 16,1 – біологічний мінімум, °С;  $N$  – тривалість періоду, дні; 57 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 3 – номер міжфазного періоду.

Дуже високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,95, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний зв'язок.

#### 4.4 Агрометеорологічні умови періоду кінець цвітіння – дозрівання

Відомо, що низькі середні температури повітря негативно впливають на вегетаційний період, спричиняючи збільшення його тривалості, особливо у період цвітіння-дозрівання [23].

Як видно з таблиці 4.4, дозрівання гороху в середньому спостерігається 28 червня, найраніше фаза відзначалася в 2014 р. – 14 червня, найпізніше – в 2004 р. – 22 липня. Тривалість останнього міжфазного періоду в середньому складає 15 днів. Найдовшим цей період був в 2004 році – 22 днів, а найкоротшим два роки поспіль - в 2009 та 2010 рр. – 10 днів.

Середня сума активних температур за четвертий міжфазний період гороху склала 325°C. Найменша сума активних температур за цей же період склала 228 °C в 2010 році, а найбільша - 425 °C в 2004 році. Середня сума ефективних температур за цей же період становила 245°C. Найбільша сума ефективних температур накопичилася у 2008 р. і становила 319 °C, а найменша сума спостерігалась у 2010 р. - 178°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період кінець цвітіння-дозрівання 21,5 °C, екстремальні значення становлять відповідно 18,1 та 25,4°C і відзначались відповідно в 2005 та 2009 рр.

Опадів у середньому за цей період випадає 30 мм, найбільша їх кількість - 71 мм зафіксована у 2011 р., найменша кількість опадів спостерігалася в 2009 та 2012 рр., коли їх випало лише по 1 мм.

Запаси продуктивної вологи орного шару ґрунту в четвертий міжфазний період гороху складають в середньому 15 мм (38 % від НВ), а метрового шару - 79 мм (46 % від НВ). Найбільше значення запасів вологи в орному шарі було відмічене в 2011 році - 28 мм (70 % від НВ), а в метровому шарі – у 2009 р. – 137 мм (81 % від НВ). Найменші запаси вологи в орному шарі були в 2018 р. та склали 6 мм (15 % від НВ), а в метровому – в 2012 р. – 19 мм (11 % від НВ).

Таблиця 4.4 – Агрометеорологічні показники умов вирощування гороху в період від кінця цвітіння до дозрівання

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		Тер, °C	ΣR, мм	W ср			
	Кінець цвітіння	Дозрівання		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	30.06	<b>22.07</b>	<b>22</b>	<b>425</b>	315	19,3	28	20	50	95	56
2005	20.06	10.07	20	361	261	<b>18,1</b>	17	18	45	70	41
2006	22.06	8.07	16	346	266	21,6	14	8	20	30	18
2007	10.06	28.06	18	390	300	21,7	58	8	20	54	32
2008	10.06	30.06	20	419	<b>319</b>	21,0	31	20	50	116	68
2009	20.06	30.06	<b>10</b>	254	204	<b>25,4</b>	<b>1</b>	21	53	<b>137</b>	81
2010	14.06	24.06	<b>10</b>	<b>228</b>	<b>178</b>	22,8	29	17	43	52	31
2011	14.06	28.06	14	277	207	19,8	<b>71</b>	<b>28</b>	<b>70</b>	116	68
2012	10.06	22.06	12	277	217	23,1	<b>1</b>	9	23	<b>19</b>	11
2013	04.06	16.06	12	253	193	21,1	23	12	30	78	46
2014	31.05	<b>14.06</b>	14	286	216	20,4	58	19	48	114	67
2015	10.06	26.06	16	339	259	21,2	41	19	48	86	51
2016	14.06	26.06	12	277	217	23,1	21	12	30	84	49
2017	14.06	28.06	14	297	227	21,2	47	12	30	86	51
2018	14.06	30.06	16	369	289	23,1	12	<b>6</b>	<b>15</b>	52	31
<b>Ср.</b>	<b>14.06</b>	<b>28.06</b>	<b>15</b>	<b>325</b>	<b>245</b>	<b>21,5</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>79</b>	46
Найменш.	31.05	14.06	10	228	178	18,1	1	6	15	19	11
Найбільш.	30.06	22.07	22	425	319	25,4	71	28	70	137	81

Для уточнення біологічного мінімуму періоду викидання кінець цвітіння-дозрівання ми також розглянули залежність сум активних температур від тривалості четвертого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.4.

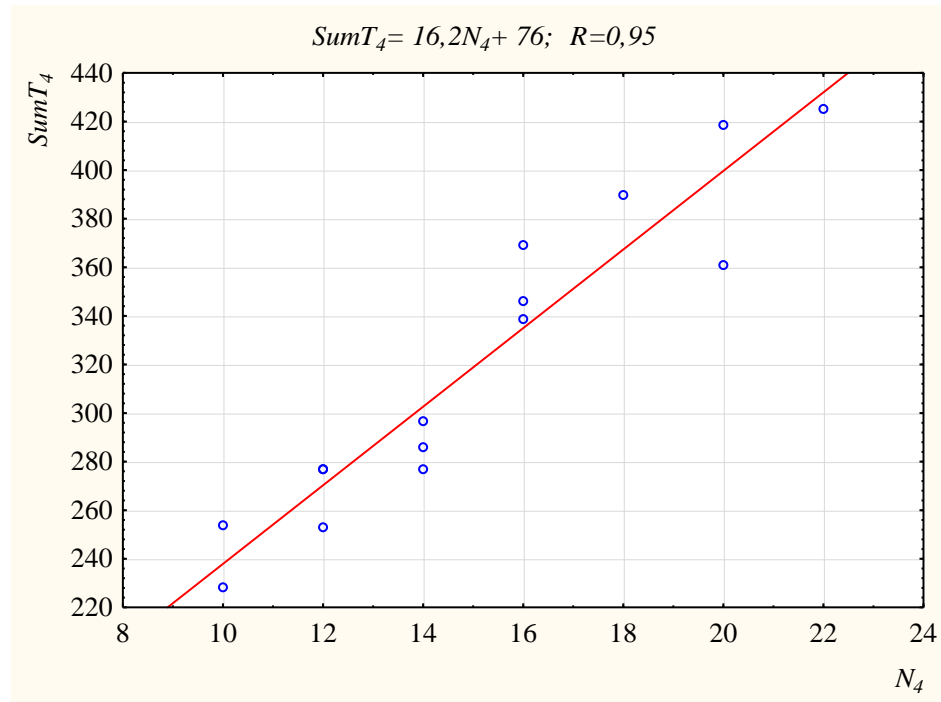


Рисунок 4.4 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду кінець цвітіння-дозрівання гороху

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_4 = 16,2N_4 + 76, \quad (4.5)$$

де  $SumT$  – сума додатних температур, °С; 16,2 – біологічний мінімум, °С;  $N$  – тривалість періоду, дні; 76 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 4 – номер міжфазного періоду. Дуже високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,95, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду і в даному випадку існує дуже тісний зв'язок.

#### 4.5 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду гороху

Агрометеорологічні умови вирощування гороху в Дніпропетровській області представлені в табл. 4.5. Середньобагаторічна дата сівби – 1 квітня, а дата дозрівання – 28 квітня.

Середня тривалість вегетаційного періоду гороху від сівби до дозрівання становить 90 днів. Найтриваліший період спостерігалася в 2016 р. - 108 днів, найменша тривалість періоду спостерігалася в 2013 р. і склала 77 днів.

Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1407°C, найбільша сума активних температур становить 1607°C і спостерігалась вона в 2004 році, найменша сума активних температур відзначена у 2018 р. і становить 1248 °C.

Сума ефективних температур за період в середньому становить 956°C, найбільша сума ефективних температур становила 1101°C в (2018 р.), а найменша - 807°C (2014 р.).

Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 163 мм, найменша кількість опадів спостерігалась у 2013 р. і становила 68 мм, найбільша - у 2004 році - 271 мм.

Дуже важливим є питання забезпеченості вологою вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин, тому що від цього значною мірою залежить і їхня продуктивність. Вологозабезпеченість вегетаційного періоду посівів гороху визначалася за допомогою біологічного методу, запропонованого О.М. Алпат'євим.

Таблиця 4.5 - Агрометеорологічні умови вирощування гороху в період сівба – дозрівання

Роки	Дата настання фаз		Тр-ть п-ду	Сума т-р вище 5°C		Сума опадів, мм	$\Delta W_{0-100}$ , мм	Еф, мм	$\Sigma d$ , мб	Е <sub>о</sub> , мм	V, %	Кількість декад	
	Сівба	Дозрівання		Акт.	Еф.							Зас.	Сух.
2004	9.04	<b>22.07</b>	104	<b>1607</b>	1087	<b>271</b>	83	309	682	332	93	2	1
2005	12.04	10.07	89	1511	1014	148	84	232	664	324	72	<b>5</b>	<b>0</b>
2006	<b>13.04</b>	8.07	86	1466	982	183	115	298	839	409	73	2	1
2007	28.03	28.06	92	1466	1006	96	50	146	861	420	<b>35</b>	<b>5</b>	3
2008	27.03	30.06	95	1460	923	163	<b>1</b>	164	620	302	54	2	<b>0</b>
2009	02.04	30.06	89	1459	939	104	37	<b>141</b>	762	371	38	1	<b>0</b>
2010	01.04	24.06	85	1412	939	176	79	255	649	316	81	<b>5</b>	2
2011	06.04	28.06	83	1410	941	142	37	179	<b>599</b>	<b>292</b>	61	4	2
2012	05.04	22.06	78	1398	1070	175	100	275	849	414	66	<b>0</b>	<b>7</b>
2013	01.04	16.06	<b>77</b>	1384	897	<b>68</b>	118	186	687	335	56	3	<b>0</b>
2014	12.03	<b>14.06</b>	94	1364	<b>807</b>	177	26	203	649	316	64	2	<b>0</b>
2015	17.03	26.06	101	1356	905	234	98	<b>332</b>	720	351	<b>95</b>	2	1
2016	<b>10.03</b>	26.06	<b>108</b>	1282	926	240	82	322	700	341	94	<b>0</b>	1
2017	1.04	28.06	89	1277	803	174	80	254	723	352	72	<b>0</b>	1
2018	09.04	30.06	82	<b>1248</b>	<b>1101</b>	99	<b>138</b>	237	<b>927</b>	<b>452</b>	52	2	1
<b>Сер.</b>	<b>1.04</b>	<b>28.06</b>	<b>90</b>	<b>1407</b>	<b>956</b>	<b>163</b>	<b>75</b>	<b>236</b>	<b>729</b>	<b>355</b>	<b>67</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Найм.	10.03	14.06	77	1248	807	68	1	141	599	292	35	0	0
Найб.	13.04	22.07	108	1607	1101	271	138	332	927	452	95	5	7

Вологопотреба рослин ( $E_o$ ), що прирівнюється до випаровуваності, розраховується за формулою:

$$E_o = k \sum d \quad , \quad (4.6)$$

де  $k$  – біофізичний коефіцієнт випаровуваності даної культури, визначається з літературних джерел: якщо ж він не визначений, то приймають його значення 0,65;  $\sum d$  - сума дефіцитів насичення вологою повітря за період, мм.

За методом Алпат'єва вологозабезпеченість рослин визначають як різницю між вологопотребою рослин та фактичним випаровуванням (вологоспоживанням).

Розрахунки фактичного вологоспоживання виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_{\Phi} = \sum r + (W_H - W_K) \quad (4.7)$$

де  $\sum r$  - кількість опадів, мм;  $W_H$  и  $W_K$  – запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту на початок і кінець вегетації, мм.

Вологозабезпеченість розраховується за формулою:

$$V = \frac{E_{\Phi}}{E_o} 100\% \quad , \quad (4.8)$$

Вологозабезпеченість культури слід оцінювати за такими критеріями: 85 % і вище - відмінна; 84 - 75 % - хороша; 74 - 65 % - задовільна; 64 - 50 - погана; менше 50 % - дуже погана.

Проаналізувавши результати розрахунків, представлені в табл. 4.5, можна зробити наступні висновки. Фактичне вологоспоживання гороху за вегетаційний період в середньому склало 236 мм, найбільше значення відзначалось у 2015 р. і становило 332 мм, найменше - 141 мм (2009 р.).

Величина вологопотреби гороху за вегетаційний період становить 355 мм, коливаючись від 292 мм (2011 р.) до 452 мм (2018 р.). Значення

вологозабезпеченості коливалися від 35 % (2007 р.) до 95 % (2015 р.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 67 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посівів гороху на території Дніпропетровської області є задовільною.

Спадкова природа сорту та сукупний вплив біо- та абіотичних факторів визначають темп та ритм розвитку рослин, час наступу окремих фенологічних фаз та довжину вегетаційного періоду в цілому. За сприятливих умов ранньостиглі сорти гороху закінчують розвиток за 45-50 днів, пізньостиглі дозрівають за 120-125 днів.

Тривалість вегетації від сівби до цвітіння дуже тісним чином залежить від суми середньодобових температур, а тривалість наливу зерна, крім суми температур, не меншою мірою залежить від умов зволоження. Прохолодна погода, низькі і знижені позитивні температури, змінюючи хід фізіолого-біохімічних процесів, затримують розвиток і формоутворення рослин, спричиняють збільшення тривалості вегетаційного періоду. В спекотну погоду, навпаки, відбувається прискорення розвитку [28].

Незважаючи на в цілому задовільне забезпечення вологою вегетаційного періоду гороху, інколи протягом вегетації бувають періоди із засушливими умовами. Особливо актуальним є це явище у зв'язку з сучасними змінами клімату, зокрема, збільшенню його посушливості.

Про наявність засушливих умов протягом вегетації гороху свідчить аналіз посушливості, що був виконаний за методом М.С. Кулика, який вважає посушливою декаду з запасами продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 20 мм, а сухою – менше 10 мм.

З таблиці 4.5 можна бачити, що протягом вегетації гороху в Дніпропетровській області у трьох роках з 15 зафіксовано по п'ять засушливих декад (2005, 2007 та 2010 рр.) а в одному році - 4 засушливі декади (2011 р.). Але протягом трьох років засушливих декад не було зовсім (2012, 2016 і 2017 рр.).



Також у дев'яти роках з 15 зустрічалися сухі декади. Причому їх кількість коливається від 1 (2004, 2006, 2015-2018 рр.) до екстремальної кількості – 7 сухих декад у 2012 р. Однак протягом п'яти років (2005, 2008, 2009, 2013 та 2014 рр.) сухих декад за вегетаційний період гороху взагалі не було.

Ми порівняли середню багаторічну суму температур за весь вегетаційний період із відомими з літературних джерел значеннями. Середньобагаторічна сума температур становить 1400°C. Враховуючі, що за літературними джерелами [4, 5, 9] ця сума становить 1200-1600°C, можна сказати, що у Дніпропетровській області посіви гороху, особливо середньостиглих сортів, повністю забезпечені теплом. Тому лімітуючим фактором при вирощуванні цієї культури може стати вологозабезпеченість вегетаційного періоду.

#### 4.6 Вплив агрометеорологічних умов вирощування на продуктивність гороху

Одним з основних напрямків розвитку агрометеорології є вивчення зв'язків урожаю з тими агрометеорологічними факторами, що обумовлюють цей урожай. Це зумовлено потребою розробки методики прогнозів урожайності основних сільськогосподарських культур з великою завчасністю, наявністю значного обсягу матеріалів спостережень мережі метеорологічних станцій за умовами погоди та урожаєм, а також створенням математичних методів обробки матеріалів цих спостережень.

На сьогоднішній день прогнозів урожайності гороху для території України існує досить мало. В Гідрометцентрі для прогнозування урожайності використовують методики, запропоновані ще минулого століття.

В Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті А.А. Левенко розроблена методика прогнозу середніх по області значень

врожайності і валового збору зерна гороху. За результатами випробування методики рекомендовано використовувати запропонований метод прогнозу середньої врожайності і валового збору гороху в Україні як основний у Дніпропетровській, Кіровоградській, Одеській, Черкаській, Полтавській, Донецькій, Луганській, Харківській та Київській областях. В інших областях України – як орієнтовний. Справджуваність методу склала в середньому 84 %.

При розробці методу прогнозу вся територія України умовно розділена на три зони. В першу зону ввійшли: Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Хмельницька, Тернопільська, Рівненська та Волинська області; в другу зону – Житомирська, Вінницька, Черкаська, Сумська, Полтавська та Харківська області; в третю зону – Кіровоградська, Одеська, Миколаївська, Херсонська, АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Луганська і Запорізька області.

Середні обласні значення очікуваної врожайності ( $u_n$ ) розраховується після 10 липня з завчасністю 40 – 50 днів [30].

На кафедрі агрометеорології та агроєкології В.В. Колосовська розробила метод прогнозу урожайності гороху на основі динамічної моделі А.М. Польового [31].

Нами було проведено кореляційний аналіз для встановлення статистично значимих зв'язків між рядом показників тепло й вологозабезпеченості, а також показниками стану посівів гороху (біометричними характеристиками) й урожайністю в окремі роки. Для цього були досліджені парні залежності між урожайністю гороху і такими факторами, як тривалість міжфазних періодів (сівба - сходи, сходи – утворення суцвіть, утворення суцвіть - кінець цвітіння, кінець цвітіння - дозрівання), суми активних температур за ці періоди, середня температура цих періодів, сума опадів по міжфазним періодам, запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту за міжфазні періоди, суми

температур та опадів за весь вегетаційний період, вологопотреба та вологозабезпеченість вегетаційного періоду.

Крім того, до розрахунків були долучені показники стану рослин - висота рослин на дати утворення суцвіть та кінець цвітіння, густина на початок цвітіння, маса зерна, с одного м<sup>2</sup>, загальна кількість сформованих бобів з м<sup>2</sup> і маса 1000 зерен. Фактичні дані для розрахунків представлені у таблиці 4.6.

Проаналізувавши кореляційну матрицю, представлену у Додатку Б, можна зробити висновки, що найбільш тісний зв'язок існує між урожайністю гороху і такими показниками, як сума активних температур за період утворення суцвіть-кінець цвітіння ( $\Sigma T_3$ ), вологозабезпеченістю вегетаційного періоду (V), висота рослин на дату кінець цвітіння (h) та загальна кількість сформованих бобів з м<sup>2</sup> (N).

Наступним кроком нашого дослідження було проведення множинного регресійного аналізу для визначення залежності урожайності гороху від трьох вибраних предикторів. Згідно з методикою, запропонованою в агрометеорології Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [27], рівняння цієї залежності має вигляд

$$u = ax + by + cz + d,$$

де  $u$  – урожайність,  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – предиктори,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – параметри рівняння. Треба обов'язково враховувати, що незалежні величини (предиктори) можуть корелювати між собою, тому цей факт необхідно обов'язково враховувати при визначенні коефіцієнтів рівняння регресії.

Таблиця 4.6 – Вихідні дані для розрахунку рівняння множинної кореляції чотирьох змінних величин

У, ц/га Var1	Предиктори																				
	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22
	N <sub>1</sub>	ΣT <sub>1</sub>	$\bar{t}_1$	R <sub>1</sub>	W <sub>1 0-20</sub>	N <sub>2</sub>	ΣT <sub>2</sub>	$\bar{t}_2$	R <sub>2</sub>	W <sub>20-20</sub>	N <sub>3</sub>	ΣT <sub>3</sub>	$\bar{t}_3$	R <sub>3</sub>	W <sub>30-20</sub>	N <sub>4</sub>	ΣT <sub>4</sub>	$\bar{t}_4$	R <sub>4</sub>	W <sub>4 0-20</sub>	ΣT
27,5	15	157	10,5	9	20	32	434	13,6	102	23	35	591	16,9	132	29	22	425	19,3	28	20	1607
28,5	12	100	8,3	28	25	34	561	16,5	23	16	23	437	19,0	80	15	20	361	18,1	17	18	1511
23,3	17	174	10,2	26	35	26	376	14,5	100	32	27	516	19,1	43	13	16	346	21,6	14	8	1466
9,9	19	150	7,9	2	17	45	719	16,0	36	18	10	207	20,7	0	8	18	390	21,7	58	8	1466
22,2	20	207	10,4	45	24	40	521	13,0	84	23	15	251	16,7	3	24	20	419	21,0	31	20	1460
16,9	14	113	8,1	0	31	42	551	13,1	60	26	23	466	20,3	43	22	10	254	25,4	1	21	1459
15,7	20	195	9,8	16	29	30	469	15,6	40	17	25	472	18,9	91	31	10	228	22,8	29	17	1412
11,9	22	202	9,2	23	25	33	565	17,1	33	17	14	312	22,3	15	15	14	277	19,8	71	28	1410
10,5	15	182	12,1	7	25	30	611	20,4	16	13	21	390	18,6	151	4	12	277	23,1	1	9	1398
10,8	18	180	10,0	14	30	30	518	17,3	14	25	17	331	19,5	17	19	12	253	21,1	23	12	1384
20,4	23	150	6,5	13	25	36	408	11,3	49	26	21	433	20,6	57	20	14	286	20,4	58	19	1364
20	26	160	6,2	108	44	38	487	12,8	69	32	21	424	20,2	16	15	16	339	21,2	41	19	1356
28,5	29	170	5,9	40	29	42	576	13,7	155	32	25	443	17,7	24	31	12	277	23,1	21	12	1282
20,5	18	154	8,6	61	27	36	469	13,0	47	34	21	328	15,6	19	31	14	297	21,2	47	12	1277
15,4	15	202	13,5	14	27	32	573	17,9	37	21	19	367	19,3	36	14	16	369	23,1	12	6	1248

## Продовження таблиці 4.6

У, ц/га Var1	Предиктори*													
	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35	Var36
	$\Sigma R$	$E_{\phi}$	$E_o$	V	$W_{1\ 0-100}$	$W_{20-100}$	$W_{3\ 0-100}$	$W_{4\ 0-100}$						
27,5	271	309	332	93	109	116	138	95	28	84	98	872	674	226
28,5	148	232	324	72	117	104	97	70	34	47	153	486	450	230
23,3	183	298	409	73	139	135	76	30	37	57	149	1013	546	95
9,9	96	146	420	35	108	104	77	54	25	31	141	289	77	160
22,2	163	164	302	54	99	111	119	116	52	58	165	273	153	201
16,9	104	141	371	38	157	144	136	137	40	56	138	307	303	230
15,7	176	255	316	81	124	103	67	52	29	75	222	391	340	208
11,9	142	179	292	61	134	114	113	116	35	44	137	359	456	254
10,5	175	275	414	66	139	96	42	19	31	42	141	323	463	350
10,8	68	186	335	56	156	142	114	78	28	46	123	484	363	235
20,4	177	203	316	64	111	128	120	114	26	51	128	559	398	232
20	234	332	351	95	178	141	78	86	30	72	130	923	1292	237
28,5	240	322	341	94	156	158	143	84	70	80	293	721	938	200
20,5	174	254	352	72	148	156	140	86	60	66	293	904	938	266
15,4	99	237	452	52	148	122	92	52	35	57	185	728	684	223

\* Var31 – висота рослин на дату утворення суцвіть, см Var33 – густина на початок цвітіння росл./м<sup>2</sup> Var35 – маса зерна, г/м<sup>2</sup>

Var32 – висота рослин на дату кінець цвітіння, см Var34 - загальна кількість сформованих бобів з м<sup>2</sup> Var36 – маса 1000 зерен, г

Отримане рівняння множинної регресії для визначення врожайності гороху за вегетаційний період має наступний вигляд:

$$Y = 0,01 \sum T_3 + 0,06V + 0,12h + 0,01N + 0,47, \quad R = 0,69.$$

Це рівняння статистично значиме, воно може бути використане в прогностичних цілях для розрахунку очікуваного врожаю.

## ВИСНОВКИ

Із застосуванням методу гармонійних вагів було проаналізовано часові ряди урожайності гороху за 2000-2021 рр.

З 2000 до 2006 року відбувалось поступове дуже незначне зменшення трендової компоненти, що свідчить про деяке погіршення рівня культури землеробства за цей період. Потім протягом шести років (до 2015 р.) трендова компонента практично представляє собою пряму лінію, але після 2016 р. спостерігається досить суттєве її збільшення (на 4 ц/га). Таким чином тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, додатна і становить 0,5 ц/га. Середня за роки досліджень урожайність гороху склала 19,2 ц/га.

У 2001, 2004, 2005 і 2016 рр. були зібрані найвищі урожаї – порядку 27,5-28,5 ц/га. У 2003, 2007, 2012 та 2013 рр. було зібрано найменші урожаї, які не перевищували 10,8 ц/га. Найбільш несприятливими для вирощування гороху були 2003, 2007, 2012 та 2013 рр., саме у ці роки спостерігалися найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду –11,4, 8,2, 7,5 та 7,2 ц/га відповідно.

Найбільш сприятливими для вирощування гороху були 2001 та 2004, 2005 та 2016 рр., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 7,8, 8,3, 9,7 та 10 ц/га відповідно. В Дніпропетровській області урожаї гороху порядку 29 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), щорічно тут забезпечені урожаї лише близько 8 ц/га.

Для уточнення біологічного мінімуму гороху по міжфазних періодах були отримані рівняння зв'язку між тривалістю періоду і сумами активних температур. Вони мають вигляд:

- період сівба – сходи:  $SumT_1 = 3,0N_1 + 105$ ;

- період сходи – утворення суцвіть:  $SumT_2 = 8,2N_2 + 233$ ;

- період утворення суцвіть-кінець цвітіння (критичний період гороху):

$$SumT_3 = 16,1N_3 + 57;$$

- період кінець цвітіння – дозрівання:  $SumT_4 = 16,2N_4 + 76$ .

Значення коефіцієнтів кореляції свідчать проте, що отримані зв'язки є тісними. Уточненні біологічні мінімуми становлять відповідно 3, 8,2, 16,1, 16,2 °С. Можна сказати, що вимоги рослин до тепла збільшуються протягом вегетації.

Середньобагаторічна дата сівби гороху в Дніпропетровській області – 1 квітня, а дата дозрівання – 28 червня.

Середня тривалість вегетаційного періоду гороху від сівби до дозрівання за 15 - річними даними склала 90 днів. Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1407°С. Сума ефективних температур в середньому становить 956°С. Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 163 мм.

Фактичне вологоспоживання за вегетаційний період в середньому склало 236 мм, величина вологопотреби гороху за вегетаційний період становить 355 мм. Значення вологозабезпеченості коливалися від 35 % (2007 р.) до 95 % (2015 р.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 67 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посівів гороху є задовільною, а теплом вони повністю забезпечені.

Проведений множинний регресійний аналіз показав, що урожайність гороху в Дніпропетровській області залежить від суми активних температур за період утворення суцвіть-кінець цвітіння ( $\Sigma T_3$ ), вологозабезпеченості вегетаційного періоду ( $V$ ), висоти рослин на дату кінець цвітіння ( $h$ ) та загальної кількості сформованих бобів з м<sup>2</sup> ( $N$ ). Коефіцієнт множинної кореляції становить 0,69, що свідчить про статистичну значущість отриманої залежності.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лемішко С.М., Кулик А.О. Виробництво зерна гороху в зоні Степу України та підвищення його ефективності шляхом застосування біологічних препаратів. Зернові культури. Том 5. № 2. 2021. С. 310–320. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0190>
2. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Динаміка кількості та маси бульбочок азотофіксуючих бактерій гороху овочевого. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 20. С. 49-59. [DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4)
3. Алмашова А.С., Гамаюнова В.В. Агроекологічні аспекти окремих прийомів вирощування гороху овочевого на півдні України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2007. Вип. 2. С. 246-251.
4. Шульга М.С. Горох Київ: Урожай, 1971. 139 с.
5. Рожков А. О. Рослинництво: навчальний посібник / А.О. Рожков, Є. М. Огурцов. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
6. Андрюшко А., Сологуб Ю., Пономаренко І. Специфіка попиту та споживання овочевої продукції в Україні. Агрогляд. 2004. №6. С. 47-51.
7. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986–2005 рр.) / за ред. О.Т. Прохоренко. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 125 с.
8. Стригун В.М. Влияние факторов внешней среды на продолжительность вегетационного периода гороха овощного (*Pisum sativum* L.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 4 (25). С. 63-67.
9. Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А. и др. Зернобобовые культуры /Под ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 2000. 264 с.
10. Чекригін П.М., Решетников М.В., Тимчук С.М. Продуктивність і якість зерна гороху в умовах Лісостепу України. С.-г. науки. НАУУ. 1999. Вип. 62. С.107-111.
11. Лісовий М.П. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. 148 с.

12. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я., Бочевар О.В., Ільєнко О.В. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України Зернові культури. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273 <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>
13. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство: електронний підручник. - Херсон, 2003. Режим доступу: <http://VukLib.net/books/34334/>
14. Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я., Козяр О.М. Рослинництво: Підручник / За редакцією О.Я. Шевчука. Київ: НАУУ, 2005. 502 с.
15. Телекало Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування гороху на забезпеченість ґрунту азотом. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 6. Том 1. С. 97-102.
16. Телекало Н.В. Агроекологічні прийоми вирощування (*Pisum sativum*) в умовах Лісостепу Правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2018. № 9. С. 92-101. [DOI: 10.37128/2707-5826-2018](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2018)
17. Присяжнюк О. И., Король Л. В. Оцінка адаптивних особливостей нових сортів гороху. Новітні агротехнології. 2014. № 1(2). С. 12-22.
18. Безуглий І.М., Василенко А.О., Глянцев А.В., Шевченко Л.М. Інноваційні розробки по селекції гороху в інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2016. Випуск 20. С. 99-106.
19. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
20. Сайт статистичного управління Дніпропетровської області. Режим доступу <http://www.dneprstat.gov.ua/>
21. Сухова Г. І. Продуктивність гороху залежно від сортових особливостей в умовах Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. №7. С. 88-94.
22. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: Конспект лекцій. Одеса: “ТЕС”, 2004. 150 с.

23. Стригун В.М. Влияние факторов внешней среды на продолжительность вегетационного периода гороха овощного (*Pisum sativum* L.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 4. С. 63-67.
24. Вольвач О.В., Кисельов Д.І. Дослідження біологічного мінімуму міжфазних періодів гороху в Дніпропетровській області. Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Рубіновські читання» в рамках святкування «Дня науки». Умань, 13 травня 2022 р. Умань: УНУС.
25. Кисельов Д.І. Агрометеорологічні умови формування сходів гороху в Дніпропетровській області. Матеріали студентської наукової конференції. Одеса, травень 2022 р. ОДЕКУ.
26. Польовий, А. М. та Божко, Л. Ю. та Ситов, В. М. та Ярмольська, О. Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса, 2001. 400 с.
27. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1969. 198 с.
28. Коробов А.П., Коробова Н.А., Лысенко А.А., Шапошникова Ю.В. Вегетационный период коллекционных образцов гороха. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Агрономия и лесное хозяйство. 2016. Вып. 3(59). С. 52-55.
29. Бояр Д.М. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания гороха на зерно. Гродно : ГГАУ, 2010. 16 с.
30. Польовий А.М, Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агрометеорологічні прогнози. Одеса, ТЕС, 2017. 508 с.
31. Иконникова В.В. Моделирование продукционного процесса гороха по Украине. Культура народов Причерноморья. 2013. № 263. С. 112-114.

## **ДОДАТКИ**

\*\*\*\*\*

РОЗРАХУНОК ТЕНДЕНЦІЇ УРОЖАЮ ЗА МЕТОДОМ  
ГАРМОНІЙНИХ ВАГІВ

\*\*\*\*\*

$N = 22$   $K = 16$

$N$  – довжина ряду,  $K$  - параметр згладжування

Фактичні значення урожаю по роках, ц/га

14.0 28.3 19.0 7.6 27.5 28.5 23.3 9.9 22.2 16.9 15.7 11.9

10.5 10.8 20.4 20.0 28.5 20.5 15.4 23.0 24.7 24.0

+++++

Згладжені значення урожаю - тренд, ц/га

20.7 20.5 19.5 19.0 19.2 18.8 18.1 18.1 18.1 18.1 18.1 18.1

18.0 18.0 18.0 18.0 18.5 19.0 19.2 19.7 21.1 22.5

+++++

Фактичні значення урожаю мінус тренд, ц/га

-6.7 7.8 -0.5 -11.4 8.3 9.7 5.2 -8.2 4.1 -1.2 -2.4 -6.2

-7.5 -7.2 2.4 2.0 10.0 1.5 -3.8 3.3 3.6 1.5

+++++

Прогноз тенденції урожаю на наступний рік

$ws=0.532$   $yr=23.03$   $sumy1=422.600$   $ysr=19.21$

$disSum=42.94$

$disz=1.55$   $cp=0.33$

## Кореляційна матриця урожайності гороху та показників вегетаційного періоду

STATISTICA - Workbook1\* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1\* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Base ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance Advanced/Multivariate

QC Charts Multivariate Predictive Process Analysis DOE Six Sigma Industrial Statistics

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats Tools

Correlations (Spreadsheet2)  
Marked correlations are significant at  $p < ,05000$   
N=15 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Means	Std.Dev.	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17
Var1	18,800	6,4756	1,000000	0,100174	-0,361194	-0,327389	0,322548	0,111523	0,069462	-0,465263	<b>-0,564326</b>	<b>0,694719</b>	0,438939	<b>0,657473</b>	<b>0,561277</b>	<b>-0,515207</b>	0,125783	0,511716	0,449227
Var2	18,867	4,6578	0,100174	1,000000	0,319932	<b>-0,631405</b>	<b>0,520184</b>	0,331186	0,358982	-0,063977	-0,411638	0,486226	0,442201	-0,161344	-0,134809	0,125698	-0,452367	0,278170	-0,240293
Var3	166,400	31,1467	-0,361194	0,319932	1,000000	0,506415	0,049635	0,005387	-0,337136	-0,041824	0,297279	0,041301	-0,116638	-0,244154	-0,290134	-0,053380	-0,128701	0,011179	-0,116994
Var4	9,147	2,1253	-0,327389	<b>-0,631405</b>	0,506415	1,000000	-0,409401	-0,257506	<b>-0,596844</b>	0,048241	<b>0,643884</b>	-0,341134	-0,461003	0,027093	-0,037929	-0,194396	0,369711	-0,265356	0,124254
Var5	27,067	27,9808	0,322548	<b>0,520184</b>	0,049635	-0,409401	1,000000	<b>0,656978</b>	0,156963	-0,243538	-0,398588	0,263053	<b>0,569343</b>	-0,012473	-0,062595	-0,223812	-0,377800	0,173675	0,134748
Var6	27,533	6,3004	0,111523	0,331186	0,005387	-0,257506	<b>0,656978</b>	1,000000	-0,176463	-0,408540	-0,224356	0,180610	<b>0,564208</b>	0,188110	0,307329	0,132636	-0,211376	0,013019	-0,351607
Var7	35,067	5,4310	0,069462	0,358982	-0,337136	<b>-0,596844</b>	0,156963	-0,176463	1,000000	<b>0,517485</b>	-0,437755	0,263523	0,173278	-0,388511	-0,419704	0,038856	-0,496435	0,133464	0,067429
Var8	522,533	86,7549	-0,465263	-0,063977	-0,041824	0,048241	-0,243538	-0,408540	<b>0,517485</b>	1,000000	<b>0,538551</b>	-0,297418	-0,513840	<b>-0,623735</b>	<b>-0,624881</b>	0,261132	-0,172844	-0,444589	-0,030886
Var9	15,053	2,4622	<b>-0,564326</b>	-0,411638	0,297279	<b>0,643884</b>	-0,398588	-0,224356	-0,437755	<b>0,538551</b>	1,000000	<b>-0,570364</b>	<b>-0,701946</b>	-0,267622	-0,237233	0,221304	0,325964	<b>-0,595625</b>	-0,143386
Var10	57,667	38,6461	<b>0,694719</b>	0,486226	0,041301	-0,341134	0,263053	0,180610	0,263523	-0,297418	<b>-0,570364</b>	1,000000	<b>0,606015</b>	0,495242	0,411243	-0,385006	-0,114769	0,499430	0,160822
Var11	23,667	6,7047	0,438939	0,442201	-0,116638	-0,461003	<b>0,569343</b>	<b>0,564208</b>	0,173278	-0,513840	<b>-0,701946</b>	<b>0,606015</b>	1,000000	0,267415	0,211457	-0,317986	-0,456825	0,440676	-0,088468
Var12	21,133	5,9626	<b>0,657473</b>	-0,161344	-0,244154	0,027093	-0,012473	0,188110	-0,388511	<b>-0,623735</b>	-0,267622	0,495242	0,267415	1,000000	<b>0,951327</b>	-0,427248	<b>0,638513</b>	0,457900	0,083908
Var13	397,867	100,9313	<b>0,561277</b>	-0,134809	-0,290134	-0,037929	-0,062595	0,307329	-0,419704	<b>-0,624881</b>	-0,237233	0,411243	0,211457	<b>0,951327</b>	1,000000	-0,143772	<b>0,621357</b>	0,313032	-0,028336
Var14	19,027	1,7511	<b>-0,515207</b>	0,125698	-0,053380	-0,194396	-0,223812	0,132636	0,038856	0,261132	0,221304	-0,385006	-0,317986	-0,427248	-0,143772	1,000000	-0,203389	<b>-0,561911</b>	-0,258757
Var15	48,467	46,0045	0,125783	-0,452367	-0,128701	0,369711	-0,377800	-0,211376	-0,496435	-0,172844	0,325964	-0,114769	-0,456825	<b>0,638513</b>	<b>0,621357</b>	-0,203389	1,000000	-0,056182	0,020405
Var16	19,400	8,5340	0,511716	0,278170	0,011179	-0,265356	0,173675	0,013019	0,133464	-0,444589	<b>-0,595625</b>	0,499430	0,440676	0,457900	0,313032	<b>-0,561911</b>	-0,056182	1,000000	-0,109696
Var17	15,067	3,6930	0,449227	-0,240293	-0,116994	0,124254	0,134748	-0,351607	0,067429	-0,030886	-0,143386	0,160822	-0,088468	0,083908	-0,028336	-0,258757	0,020405	-0,109696	1,000000
Var18	319,867	62,8977	0,366106	-0,223884	-0,020024	0,210311	0,117340	-0,320287	0,165429	0,057807	-0,140576	0,241881	-0,027552	0,027287	-0,093346	-0,288038	-0,053667	-0,156519	<b>0,949634</b>
Var19	21,527	1,8069	-0,350953	0,051374	0,124303	0,110136	-0,193023	0,249633	0,224720	0,237392	0,072546	0,120632	0,133446	-0,043447	0,003389	0,042877	-0,052319	0,018251	<b>-0,687499</b>
Var20	30,133	21,0878	-0,171830	0,491786	0,147922	-0,425359	0,224177	-0,226909	0,259993	0,002301	-0,298801	-0,109237	0,040248	-0,446091	-0,433512	0,309774	-0,447357	0,065966	0,170477
Var21	15,267	6,2160	0,167694	0,171544	-0,111272	-0,340016	0,144450	0,027115	0,147546	-0,217245	-0,365017	0,023887	-0,109119	0,052934	0,130193	0,257852	-0,015703	0,298120	0,073849
Var22	1406,667	94,9396	0,205669	-0,451250	-0,328513	0,066988	-0,338113	-0,328667	-0,084597	-0,097167	-0,048441	0,029500	-0,354784	0,303925	0,308538	0,025922	0,395495	-0,080843	<b>0,523034</b>
Var23	163,333	56,9582	<b>0,667795</b>	0,402149	0,003221	-0,291448	0,447586	0,190550	-0,048799	-0,460188	-0,430148	<b>0,674584</b>	0,336800	<b>0,680456</b>	<b>0,589640</b>	-0,420761	0,378596	0,403226	0,254909
Var24	235,533	63,8926	0,508687	0,272193	0,077809	-0,057585	0,478789	0,448344	-0,360549	-0,408305	-0,068571	0,491560	0,371612	<b>0,681715</b>	<b>0,618370</b>	-0,382232	0,389549	0,185862	0,074914
Var25	355,133	47,9715	-0,312463	-0,346760	0,000392	0,420711	-0,225849	0,018654	-0,056515	0,341149	0,408003	-0,108278	-0,022060	-0,077480	-0,063549	0,050633	0,068780	<b>-0,554103</b>	-0,037954

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready

CAP NUM ЗАП

EN 0:44 22.05.2022



## Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook\* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook\* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance

QC Charts Multivariate Predictive Six Sigma Process Analysis DOE Industrial Statistics

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats Tools

Correlations (Spreadsheet2)  
Marked correlations are significant at  $p < .05000$   
N=15 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35	Var36
Var1	0,366106	-0,350953	-0,171830	0,167694	0,205669	<b>0,667795</b>	0,508687	-0,312463	<b>0,614501</b>	-0,131370	0,285888	0,464077	0,203282	0,455139	<b>0,632263</b>	0,250764	<b>0,524473</b>	0,395430	-0,29441
Var2	-0,223884	0,051374	0,491786	0,171544	-0,451250	0,402149	0,272193	-0,346760	0,410908	0,251527	0,405732	0,166959	0,232073	0,346696	0,325619	0,342491	0,161443	0,409804	-0,1253
Var3	-0,020024	0,124303	0,147922	-0,111272	-0,328513	0,003221	0,077809	0,000392	0,049980	-0,023107	-0,165059	-0,232790	-0,215479	0,069611	0,086735	0,126682	-0,043852	-0,027612	0,0112
Var4	0,210311	0,110136	-0,425359	-0,340016	0,066988	-0,291448	-0,057585	0,420711	-0,256158	-0,161235	-0,456313	-0,350821	-0,449271	-0,224977	-0,157198	-0,175995	-0,093377	-0,274540	0,1676
Var5	0,117340	-0,193023	0,224177	0,144450	-0,338113	0,447586	0,478789	-0,225849	<b>0,537641</b>	0,448738	0,419799	0,043858	0,119015	0,348724	0,404552	0,281961	0,504100	<b>0,749481</b>	0,0276
Var6	-0,320287	0,249633	-0,226909	0,027115	-0,328667	0,190550	0,448344	0,018654	0,390059	<b>0,780589</b>	<b>0,524926</b>	-0,156524	-0,023278	0,081813	0,337076	0,060376	0,468945	<b>0,612188</b>	-0,0988
Var7	0,165429	0,224720	0,259993	0,147546	-0,084597	-0,048799	-0,360549	-0,056515	-0,283449	-0,044825	0,212275	0,383286	0,503019	0,351102	-0,051023	0,190240	-0,301619	-0,052417	-0,0738
Var8	0,057807	0,237392	0,002301	-0,217245	-0,097167	-0,460188	-0,408305	0,341149	-0,499949	-0,017692	-0,324196	-0,144621	0,011239	-0,533162	0,037003	-0,600961	-0,294860	0,2258	0,2258
Var9	-0,140576	0,072546	-0,298801	-0,365017	-0,048441	-0,430148	-0,068571	0,408003	-0,243296	0,064130	<b>-0,528103</b>	<b>-0,599802</b>	<b>-0,628372</b>	-0,308670	-0,500083	-0,143881	-0,353066	-0,243690	0,3681
Var10	0,241881	0,120632	-0,109237	0,023887	0,029500	<b>0,674584</b>	0,491560	-0,108278	0,510663	0,064422	0,468726	0,446050	0,189514	<b>0,591059</b>	<b>0,684104</b>	0,325591	0,473660	0,380922	-0,4661
Var11	-0,027552	0,133446	0,040248	-0,109119	-0,354784	0,336800	0,371612	-0,022060	0,343111	0,493970	<b>0,909113</b>	0,493943	0,253238	<b>0,521493</b>	0,500087	0,370195	<b>0,717694</b>	<b>0,609571</b>	-0,3520
Var12	0,027287	-0,043447	-0,446091	0,052934	0,303925	<b>0,680456</b>	<b>0,681715</b>	-0,077480	<b>0,680158</b>	0,062012	0,180897	0,192780	-0,074195	0,062871	<b>0,738671</b>	0,043483	<b>0,569593</b>	0,389445	-0,0642
Var13	-0,093346	0,003389	-0,433512	0,130193	0,308538	<b>0,589640</b>	<b>0,618370</b>	-0,063549	<b>0,613841</b>	0,137523	0,151967	0,090106	-0,050833	-0,105068	<b>0,629436</b>	-0,107585	0,504690	0,345506	-0,0976
Var14	-0,288038	0,042877	0,309774	0,257852	0,025922	-0,420761	-0,382232	0,050633	-0,371487	0,130071	-0,198628	-0,307465	0,101152	<b>-0,579968</b>	<b>-0,541802</b>	<b>-0,516447</b>	-0,347426	-0,247122	-0,0697
Var15	-0,053667	-0,052319	-0,447357	-0,015703	0,395495	0,378596	0,389549	0,068780	0,338842	-0,222977	-0,475769	-0,313280	-0,364066	-0,340285	0,184893	-0,229628	-0,008987	-0,034952	0,4321
Var16	-0,156519	0,018251	0,065966	0,298120	-0,080843	0,403226	0,185862	<b>-0,554103</b>	0,427213	-0,025351	0,452730	<b>0,690297</b>	0,456511	<b>0,530297</b>	<b>0,776529</b>	<b>0,552841</b>	0,239483	0,231003	-0,0993
Var17	<b>0,949634</b>	<b>-0,687499</b>	0,170477	0,073849	<b>0,523034</b>	0,254909	0,074914	-0,037954	0,102315	<b>-0,553550</b>	0,335095	0,084583	0,023974	-0,127864	0,018226	-0,339966	0,218591	-0,021087	-0,2672
Var18	1,000000	-0,440538	0,066253	-0,093443	0,420431	0,202942	0,057109	0,183212	-0,009039	-0,483455	-0,289153	0,033922	-0,036881	-0,063813	0,026214	-0,288221	0,219732	-0,026297	-0,3362
Var19	-0,440538	1,000000	-0,483740	-0,345365	-0,398084	-0,234327	-0,091453	0,494300	-0,301887	0,461374	0,268163	-0,110105	-0,092055	0,226119	0,069994	0,286463	-0,181884	-0,037062	0,0327
Var20	0,066253	-0,483740	1,000000	0,390962	-0,069440	0,044918	-0,233954	-0,426071	-0,017954	-0,281944	-0,031091	0,173530	0,345210	-0,113755	-0,160966	-0,018327	-0,036306	-0,005809	-0,0735
Var21	-0,093443	-0,345365	0,390962	1,000000	0,369928	0,219232	-0,222140	<b>-0,813371</b>	0,132551	-0,168728	-0,079725	0,385158	<b>0,774029</b>	-0,069007	0,161720	-0,288490	-0,255951	-0,053286	0,1934
Var22	0,420431	-0,398084	-0,069440	0,369928	1,000000	0,147645	-0,144005	-0,229548	-0,025571	<b>-0,570146</b>	-0,496206	-0,038045	0,096338	-0,433925	-0,063725	<b>-0,633612</b>	-0,202448	-0,456394	-0,2217
Var23	0,202942	-0,234327	0,044918	0,219232	0,147645	1,000000	<b>0,796746</b>	-0,286608	<b>0,877633</b>	-0,020327	0,128474	0,135404	0,020808	0,255384	<b>0,752641</b>	0,167174	<b>0,548317</b>	<b>0,596258</b>	0,0191
Var24	0,057109	-0,091453	-0,233954	-0,222140	-0,144005	<b>0,796746</b>	1,000000	0,096316	<b>0,904073</b>	0,356229	0,232995	-0,148547	-0,419099	0,185440	<b>0,679728</b>	0,265244	<b>0,761201</b>	<b>0,790269</b>	0,0204
Var25	0,183212	0,494300	-0,426071	<b>-0,813371</b>	-0,229548	-0,286608	0,096316	1,000000	-0,329136	0,252689	-0,033111	-0,456606	<b>-0,632152</b>	-0,138821	-0,274834	-0,016067	0,179083	0,039183	-0,1194

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready

EN 0:45 22.05.2022

## Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook1\* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1\* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance QC Charts Multivariate Predictive Process Analysis DOE Six Sigma

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Correlations (Spreadsheet2)  
Marked correlations are significant at  $p < .05000$   
N=15 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Means	Std.Dev.	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17
Var13	397,867	100,9313	<b>0,561277</b>	-0,134809	-0,290134	-0,037929	-0,062595	0,307329	-0,419704	<b>-0,624881</b>	-0,237233	0,411243	0,211457	<b>0,951327</b>	1,000000	-0,143772	<b>0,621357</b>	0,313032	-0,028336
Var14	19,027	1,7511	<b>-0,515207</b>	0,125698	-0,053380	-0,194396	-0,223812	0,132636	0,038856	0,261132	0,221304	-0,385006	-0,317986	-0,427248	-0,143772	1,000000	-0,203389	<b>-0,561911</b>	-0,258757
Var15	48,467	46,0045	0,125783	-0,452367	-0,128701	0,369711	-0,377800	-0,211376	-0,496435	-0,172844	0,325964	-0,114769	-0,456825	<b>0,638513</b>	<b>0,621357</b>	-0,203389	1,000000	-0,056182	0,020405
Var16	19,400	8,5340	0,511716	0,278170	0,011179	-0,265356	0,173675	0,013019	0,133464	-0,444589	<b>-0,595625</b>	0,499430	0,440676	0,457900	0,313032	<b>-0,561911</b>	-0,056182	1,000000	-0,109696
Var17	15,067	3,6930	0,449227	-0,240293	-0,116994	0,124254	0,134748	-0,351607	0,067429	-0,030886	-0,143386	0,160822	-0,088468	0,083908	-0,028336	-0,258757	0,020405	-0,109696	1,000000
Var18	319,867	62,8977	0,366106	-0,223884	-0,020024	0,210311	0,117340	-0,320287	0,165429	0,057807	-0,140576	0,241881	-0,027552	0,027287	-0,093346	-0,288038	-0,053667	-0,156519	<b>0,949634</b>
Var19	21,527	1,8069	-0,350953	0,051374	0,124303	0,110136	-0,193023	0,249633	0,224720	0,237392	0,072546	0,120632	0,133446	-0,043447	0,003389	0,042877	-0,052319	0,018251	<b>-0,687499</b>
Var20	30,133	21,0878	-0,171830	0,491786	0,147922	-0,425359	0,224177	-0,226909	0,259993	0,002301	-0,298801	-0,109237	0,040248	-0,446091	-0,433512	0,309774	-0,447357	0,065966	0,170477
Var21	15,267	6,2160	0,167694	0,171544	-0,111272	-0,340016	0,144450	0,027115	0,147546	-0,217245	-0,365017	0,023887	-0,109119	0,052934	0,130193	0,257852	-0,015703	0,298120	0,073849
Var22	1406,667	94,9396	0,205669	-0,451250	-0,328513	0,066988	-0,338113	-0,328667	-0,084597	-0,097167	-0,048441	0,029500	-0,354784	0,303925	0,308538	0,025922	0,395495	-0,080843	<b>0,523034</b>
Var23	163,333	56,9582	<b>0,667795</b>	0,402149	0,003221	-0,291448	0,447586	0,190550	-0,048799	-0,460188	-0,430148	<b>0,674584</b>	0,336800	<b>0,680456</b>	<b>0,589640</b>	-0,420761	0,378596	0,403226	0,254909
Var24	235,533	63,8926	0,508687	0,272193	0,077809	-0,057585	0,478789	0,448344	-0,360549	-0,408305	-0,068571	0,491560	0,371612	<b>0,681715</b>	<b>0,618370</b>	-0,382232	0,389549	0,185862	0,074914
Var25	355,133	47,9715	-0,312463	-0,346760	0,000392	0,420711	-0,225849	0,018654	-0,056515	0,341149	0,408003	-0,108278	-0,022060	-0,077480	-0,063549	0,050633	0,068780	<b>-0,554103</b>	-0,037954
Var26	67,067	18,7024	<b>0,614501</b>	0,410908	0,049980	-0,256158	<b>0,537641</b>	0,390059	-0,283449	-0,499949	-0,243296	0,510663	0,343111	<b>0,680158</b>	<b>0,613841</b>	-0,371487	0,338842	0,427213	0,102315
Var27	134,867	22,8469	-0,131370	0,251527	-0,023107	-0,161235	0,448738	<b>0,780589</b>	-0,044825	-0,017692	0,064130	0,064422	0,493970	0,062012	0,137523	0,130071	-0,222977	-0,025351	<b>-0,553550</b>
Var28	124,933	20,1405	0,285888	0,405732	-0,165059	-0,456313	0,419799	<b>0,524926</b>	0,212275	-0,324196	<b>-0,528103</b>	0,468726	<b>0,909113</b>	0,180897	0,151967	-0,198628	-0,475769	0,452730	-0,335095
Var29	103,467	30,7638	0,464077	0,166959	-0,232790	-0,350821	0,043858	-0,156524	0,383286	-0,217230	<b>-0,599802</b>	0,446050	0,493943	0,192780	-0,307465	-0,313280	<b>0,690297</b>	0,084583	
Var30	79,267	33,6695	0,203282	0,232073	-0,215479	-0,449271	0,119015	-0,023278	0,503019	-0,144621	<b>-0,628372</b>	0,189514	0,253238	-0,074195	-0,050833	0,101152	-0,364066	0,456511	0,023974
Var31	37,333	13,2107	0,455139	0,346696	0,069611	-0,224977	0,348724	0,081813	0,351102	0,011239	-0,308670	<b>0,591059</b>	<b>0,521493</b>	0,062871	-0,105068	<b>-0,579968</b>	-0,340285	<b>0,530297</b>	-0,127864
Var32	57,733	15,1397	<b>0,632263</b>	0,325619	0,086735	-0,157198	0,404552	0,337076	-0,051023	<b>-0,533162</b>	-0,500083	<b>0,684104</b>	0,500087	<b>0,738671</b>	<b>0,629436</b>	<b>-0,541802</b>	0,184893	<b>0,776529</b>	0,018226
Var33	166,400	58,7365	0,250764	0,342491	0,126682	-0,175995	0,281961	0,060376	0,190240	0,037003	-0,143881	0,325591	0,370195	0,043483	-0,107585	<b>-0,516447</b>	-0,229628	<b>0,552841</b>	-0,339966
Var34	575,467	261,7820	<b>0,524473</b>	0,161443	-0,043852	-0,093377	0,504100	0,468945	-0,301619	<b>-0,600961</b>	-0,353066	0,473660	<b>0,717694</b>	<b>0,569593</b>	0,504690	-0,347426	-0,008987	0,239483	0,218591
Var35	538,333	322,2558	0,395430	0,409804	-0,027612	-0,274540	<b>0,749481</b>	<b>0,612188</b>	-0,052417	-0,294860	-0,243690	0,380922	<b>0,609571</b>	0,389445	0,345506	-0,247122	-0,034952	0,231003	-0,021087
Var36	223,133	54,1544	-0,294469	-0,125371	0,011273	0,167692	0,027664	-0,098826	-0,073863	0,225863	0,368117	-0,466155	-0,352009	-0,064210	-0,097628	-0,069789	0,432156	-0,099349	-0,267203

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready CAP NUM ЗАП 1:21 22.05.2022



## Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook\* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook\* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help Options

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance

QC Charts Multivariate Predictive Six Sigma Process Analysis DOE Industrial Statistics

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats Tools

Correlations (Spreadsheet2)  
Marked correlations are significant at  $p < .05000$   
N=15 (Casewise deletion of missing data)

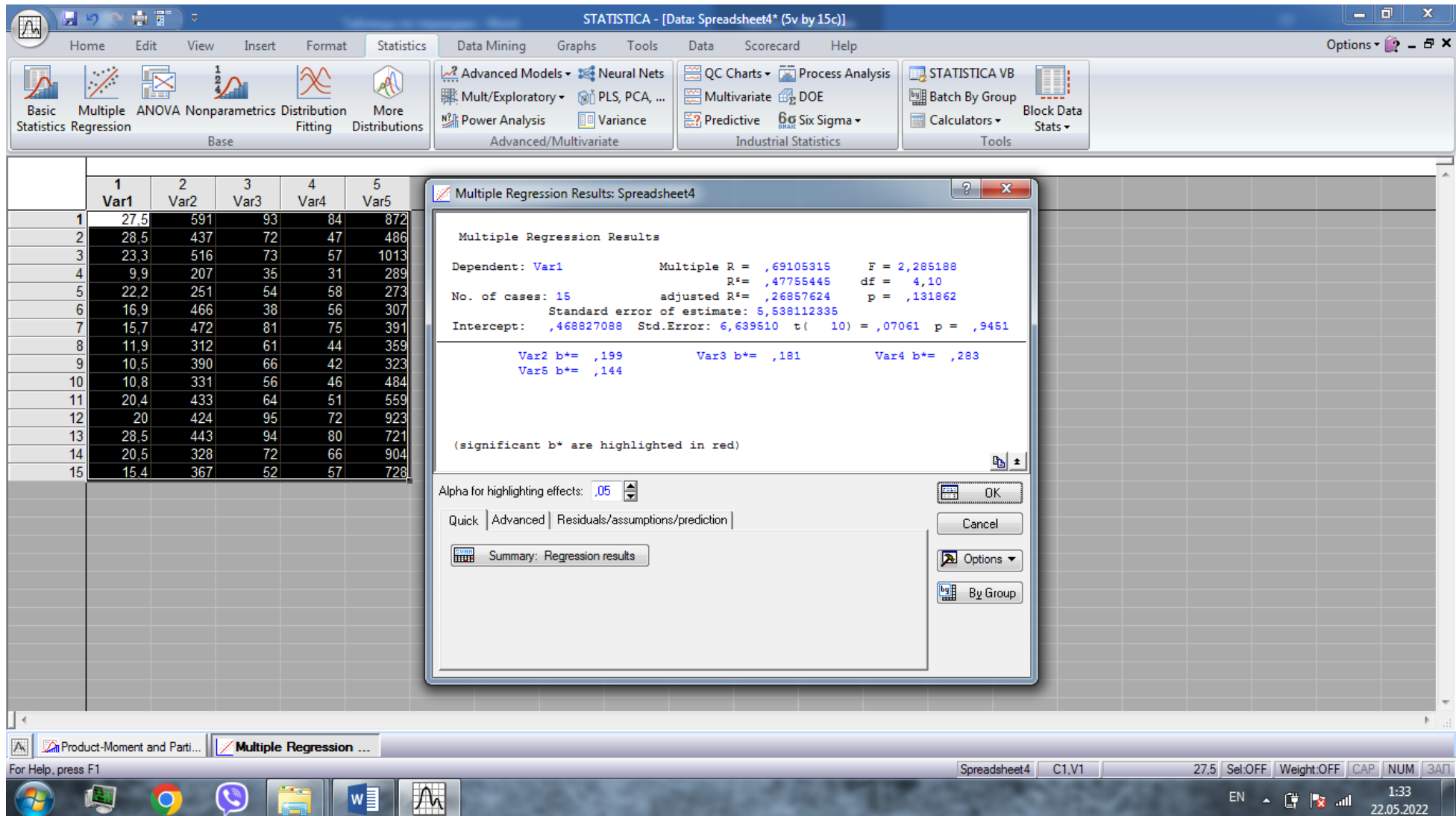
Variable	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35	Var36
Var13	-0.093346	0.003389	-0.433512	0.130193	0.308538	<b>0.589640</b>	<b>0.618370</b>	-0.063549	<b>0.613841</b>	0.137523	0.151967	0.090106	-0.050833	-0.105068	<b>0.629436</b>	-0.107585	0.504690	0.345506	-0.097621
Var14	-0.288038	0.042877	0.309774	0.257852	0.025922	-0.420761	-0.382232	0.050633	-0.371487	0.130071	-0.198628	-0.307465	0.101152	<b>-0.579968</b>	<b>-0.541802</b>	<b>-0.516447</b>	-0.347426	-0.247122	-0.069711
Var15	-0.053667	-0.052319	-0.447357	-0.015703	0.395495	0.378596	0.389549	0.068780	0.338842	-0.222977	-0.475769	-0.313280	-0.364066	-0.340285	0.184893	-0.229628	-0.008987	-0.034952	0.432111
Var16	-0.156519	0.018251	0.065966	0.298120	-0.080843	0.403226	0.185862	<b>-0.554103</b>	0.427213	-0.025351	0.452730	<b>0.690297</b>	0.456511	<b>0.530297</b>	<b>0.776529</b>	<b>0.552841</b>	0.239483	0.231003	-0.099311
Var17	<b>0.949634</b>	<b>-0.687499</b>	0.170477	0.073849	<b>0.523034</b>	0.254909	0.074914	-0.037954	0.102315	<b>-0.553550</b>	-0.335095	0.084583	0.023974	-0.127864	0.018226	-0.339966	0.218591	-0.021087	-0.267211
Var18	1.000000	-0.440538	0.066253	-0.093443	0.420431	0.202942	0.057109	0.183212	-0.009039	-0.483455	-0.289153	0.033922	-0.036881	-0.063813	0.026214	-0.288221	0.219732	-0.026297	-0.336211
Var19	-0.440538	1.000000	-0.483740	-0.345365	-0.398084	-0.234327	-0.091453	0.494300	-0.301887	0.461374	0.268163	-0.110105	-0.092055	0.226119	0.069994	0.286463	-0.181884	-0.037062	0.032711
Var20	0.066253	-0.483740	1.000000	0.390962	-0.069440	0.044918	-0.233954	-0.426071	-0.017954	-0.281944	-0.031091	0.173530	0.345210	-0.113755	-0.160966	-0.018327	-0.036306	-0.005809	-0.073511
Var21	-0.093443	-0.345365	0.390962	1.000000	0.369928	0.219232	-0.222140	<b>-0.813371</b>	0.132551	-0.168728	-0.079725	0.385158	<b>0.774029</b>	-0.069007	0.161720	-0.288490	-0.255951	-0.053286	0.193407
Var22	0.420431	-0.398084	-0.069440	0.369928	1.000000	0.147645	-0.144005	-0.229548	-0.025571	<b>-0.570146</b>	-0.496206	-0.038045	0.096338	-0.433925	-0.063725	<b>-0.633612</b>	-0.202448	-0.456394	-0.221721
Var23	0.202942	-0.234327	0.044918	0.219232	0.147645	1.000000	<b>0.796746</b>	-0.286608	<b>0.877633</b>	-0.020327	0.128474	0.135404	0.020808	0.255384	<b>0.752641</b>	0.167174	<b>0.548317</b>	<b>0.596258</b>	0.019135
Var24	0.057109	-0.091453	-0.233954	-0.222140	-0.144005	<b>0.796746</b>	1.000000	0.096316	<b>0.904073</b>	0.356229	0.232995	-0.148547	-0.419099	0.185440	<b>0.679728</b>	0.265244	<b>0.761201</b>	<b>0.790269</b>	0.020415
Var25	0.183212	0.494300	-0.426071	<b>-0.813371</b>	-0.229548	-0.286608	0.096316	1.000000	-0.329136	0.252689	-0.033111	-0.456606	<b>-0.632152</b>	-0.138821	-0.274834	-0.016067	0.179083	0.039183	-0.119446
Var26	-0.009039	-0.301887	-0.017954	0.132551	-0.025571	<b>0.877633</b>	<b>0.904073</b>	-0.329136	1.000000	0.214328	0.218844	0.054567	-0.130364	0.211235	<b>0.774270</b>	0.262081	<b>0.639179</b>	<b>0.729787</b>	0.052743
Var27	-0.483455	0.461374	-0.281944	-0.168728	<b>-0.570146</b>	-0.020327	0.356229	0.252689	0.214328	1.000000	<b>0.668710</b>	0.001111	-0.048792	0.223561	0.214034	0.232541	0.386133	<b>0.667303</b>	0.189778
Var28	-0.289153	0.268163	-0.031091	-0.079725	-0.496206	0.128474	0.232995	-0.033111	0.218844	<b>0.668710</b>	1.000000	<b>0.608630</b>	0.342782	<b>0.570561</b>	0.406602	0.433796	<b>0.555201</b>	<b>0.578596</b>	-0.154218
Var29	0.033922	-0.110105	0.173530	0.385158	-0.038045	0.135404	-0.148547	-0.456606	0.054567	0.001111	<b>0.608630</b>	1.000000	<b>0.776357</b>	<b>0.539155</b>	0.375868	0.254343	0.168986	0.144551	-0.053847
Var30	-0.036881	-0.092055	0.345210	<b>0.774029</b>	0.096338	0.020808	-0.419099	<b>-0.632152</b>	-0.130364	-0.048792	0.342782	<b>0.776357</b>	1.000000	0.219628	0.163256	-0.100719	-0.182450	-0.036552	0.076095
Var31	-0.063813	0.226119	-0.113755	-0.069007	-0.433925	0.255384	0.185440	-0.138821	0.211235	0.223561	<b>0.570561</b>	<b>0.539155</b>	0.219628	1.000000	0.394749	<b>0.804633</b>	0.201246	0.339478	-0.038006
Var32	0.026214	0.069994	-0.160966	0.161720	-0.063725	<b>0.752641</b>	<b>0.679728</b>	-0.274834	<b>0.774270</b>	0.214034	0.406602	0.375868	0.163256	0.394749	1.000000	0.397735	<b>0.580648</b>	<b>0.613235</b>	-0.093870
Var33	-0.288221	0.286463	-0.018327	-0.288490	<b>-0.633612</b>	0.167174	0.265244	-0.016067	0.262081	0.232541	0.433796	0.254343	-0.100719	<b>0.804633</b>	0.397735	1.000000	0.213472	0.352792	-0.010213
Var34	0.219732	-0.181884	-0.036306	-0.255951	-0.202448	<b>0.548317</b>	<b>0.761201</b>	0.179083	<b>0.639179</b>	0.386133	<b>0.555201</b>	0.168986	-0.182450	0.201246	<b>0.580648</b>	0.213472	1.000000	<b>0.786385</b>	-0.274727
Var35	-0.026297	-0.037062	-0.005809	-0.053286	-0.456394	<b>0.596258</b>	<b>0.790269</b>	0.039183	<b>0.729787</b>	<b>0.667303</b>	<b>0.578596</b>	0.144551	-0.036552	0.339478	<b>0.613235</b>	0.352792	<b>0.786385</b>	1.000000	0.166724
Var36	-0.336231	0.032736	-0.073510	0.193407	-0.221721	0.019135	0.020415	-0.119446	0.052743	0.189778	-0.154218	-0.053847	0.076095	-0.038006	-0.093870	-0.010213	-0.274727	0.166724	1.000000

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready CAP NUM ЗАП 1:21 22.05.2022

## Результати визначення множинного коефіцієнту кореляції



## Результати регресійного аналізу

