

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим
України

Виконав студентка 6 курсу групи ММК-61
спеціальності 8.04010507 «Кліматологія»
Гергі Юлія Олександрівна

Керівник к.геогр.н., доц.
Катеруша Галина Павлівна

Консультант _____

Рецензент к.геогр.н., доц.
Лужбин Анатолій Михайлович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010507 кліматологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метеорології та кліматології

Івус.Г.П

“ 1 ” листопада 2016 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гергі Юлії Олександрівній

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України

керівник роботи Катеруша Галина Павлівна, к.геогр.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “14” вересня 2017 року № 270 С.

2. Строк подання студентом роботи 1 лютого 2017

3. Вихідні дані до роботи

а) Максимальна за добу і середня добова температури повітря з квітня по жовтень за період 2011-2050 рр. на двадцяти семи станціях країни
Дані отримані на основі моделі RCP 4.5 для всіх областей України.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

а) Відомості про кліматоутворювальні чинники та особливості клімату України;

б) Загальна характеристика впливу очікуваних змін клімату на здоров'я населення;

в) Дослідження динаміки жарких днів у різних регіонах країни та аналіз їх просторового розподілу;

г) Аналіз змін кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С у часі та просторі;

д) Визначення ймовірнісних характеристик клімату;

е) Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику;

ж) Відомості про ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

а) Карти просторового розподілу кількості жарких днів у липні, за літній сезон і рік;

б) Карти просторового розподілу кількості днів з середньою добовою температурою вище 25° С за літній сезон та їх повторюваності (%) у липні і серпні.

в) Карти просторового розподілу максимальної добової температури повітря, можливої 1 раз в 100 і 50 років, та розподілу ймовірності (%) максимальної температури вище 25, 30 і 35 °С у липні.

г) Карти просторового розподілу річної суми загальної тривалості періодів з температурою $\geq 30^{\circ}\text{C}$ та періодів з середньою добовою температурою вище 2°C ;

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 1 листопада 2016

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи	з 1 листопада 2016р.		
2.	Підготовка вихідних даних: перетворення даних (сценарій <i>RCP 4.5</i>) для двадцяти семи станцій України з <i>txt</i> в <i>EXCEL</i>	листопад 2016		
3.	Обробка даних, здобутих на основі сценарію <i>RCP 4.5</i> , за допомогою графо-розрахункового пакету <i>EXCEL</i> та програми <i>NORM</i>	листопад 2016р.		
4.	Отримання статистичних параметрів рядів максимальної температури і середньої добової температури та кількості жарких днів і днів з середньою добовою температурою вище 25°C . Побудова карт.	листопад 2016р.		
5.	Визначення ймовірнісних характеристик клімату. Побудова карт.	листопад-грудень 2016р.		
6.	Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику. Побудова карт.	грудень 2016р.		
Атестація		5-9 грудня 2016р.		
7.	Аналіз отриманих результатів	грудень 2016-31 січня 2017р.		
8.	Оформлення магістерської роботи	31 січня 2017		
9.	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи	лютий 2017р.		
10.	Попередній захист магістерської роботи	лютий 2017р.		
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)				

Студент _____ Гергі Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Катеруша Г.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України»

Автор: Гергі Ю.О.

Актуальність: За останні 100 років температура повітря підвищилась приблизно на $0,75^{\circ}\text{C}$. За останні 25 років темпи глобального потепління прискорились, більше ніж на $0,18^{\circ}\text{C}$ за десятиріччя. В умовах глобального потепління клімату існує необхідність дослідження, врахування та кількісної оцінки його впливу на біокліматичний режим України для подолання негативних наслідків або адаптації до кліматичних змін.

Метою даної роботи є оцінка впливу очікуваних екстремальних термічних умов на біокліматичний режим України на основі модельних даних (сценарій RCP 4.5).

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі**:

- опрацювання механізму дії високої температури на організм людини та особливості впливу сучасних змін клімату на здоров'я населення і його смертність;
- дослідження динаміки жарких днів у різних регіонах країни та аналіз їх просторового розподілу;
- вивчення змін кількості днів з середньою добовою температурою вище 25°C у просторі та часі;
- визначення ймовірнісних характеристик клімату;
- оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику.

Об'єкт дослідження – максимальні та середні добові температури повітря, кількість жарких днів, кількість днів з середньою добовою температурою вище 25°C .

Предмет дослідження – кліматичні характеристики екстремальних температур, фізико-статистичні характеристики екстремальних температур і кількості днів з аномальними температурами.

Методи дослідження – фізико-статистичний та кліматичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі вперше для території України:

- досліджено динаміку жарких днів та кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °C у часі за сценарієм RCP 4.5 у різних регіонах країни ;
- побудовано карти просторового розподілу кількості жарких днів та кількості днів з середньою добовою температурою вище 25° C;
- визначено максимальні температури повітря, можливі 1 раз в 100 і 50 років, а також імовірність температур вище 25, 30 і 35 °C та побудовано відповідні карти їх просторового розподілу;
- побудовано карти просторового розподілу річної суми загальної тривалості періодів з температурою ≥ 30 °C та періодів з середньою добовою температурою вище 25 °C ;
- виконано оцінку соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику.

Практичне значення отриманих результатів. Прогностична оцінка кількості днів з екстремальними температурами може бути дуже корисною при розробці профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію впливів факторів ризику для здоров'я та смертності населення України.

Магістерська робота в обсязі 143 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 29 джерел, 2 додатків, містить 60 рисунків та 38 таблиць.

Ключові слова: максимальна температура повітря, середня добова температура вище 25 °C, кількість жарких днів, кількість днів з температурою вище 25 °C, імовірнісні характеристики клімату, соціально-економічний ризик

SUMMARY

Theme: «The impact of the expected extreme climate conditions on bioclimatic regime in Ukraine».

Author: Gergi Y.A.

Relevance: Over the past 100 years the temperature has risen by about 0,75°C. Over the past 25 years, the pace of global warming has accelerated, more than 0,18°C per decade. In terms of global warming, there is the need to study and quantify the consideration of its impact on bioclimatic regime Ukraine to overcome the negative effects or adapt to climate change.

The aim of this work is to assess the impact of expected extreme thermal conditions in Ukraine bioclimatic regime based on the model data (scenario RCP 4.5).

According to this goal have been resolved following tasks:

- study the mechanism of high temperature on the human body and features of the influence of contemporary climate changes on the health of the population and its mortality;
- study the dynamics of hot days in different regions and analyze their spatial distribution;
- study of changes in the number of days with average daily temperature above 25°C in space and time;
- determining the probability characteristics climate;
- assessment of socio-economic consequences of climatic temperature risk.

Object of study – maximum and average air temperature, the number of hot days, the number of days with an average temperature above 25°C.

Subject of research – the climate of extreme temperatures, physical and statistical characteristics of extreme temperature and number of days with abnormal temperatures.

Research methods - physical and climatic and statistical analysis.

Scientific novelty of the results.

In this work, a first for Ukraine:

- investigated the dynamics of hot days and number of days with average daily temperature above 25°C in time according to the scenario RCP 4.5 in different regions of the country ;
- built map the spatial distribution of the number of hot days and the number of days with average daily temperature above 25 ° C;
- determined maximum air temperature possible 1 per 100 and 50, as well as the probability of temperatures above 25, 30 and 35 ° C and Corresponding maps of their spatial distribution;
- built maps of the spatial distribution of annual total duration of periods with temperatures ≥ 30 ° C and periods with average daily temperature above 25 ° C;
- the estimation of socio-economic consequences of climatic temperature risk.

The practical significance of the results. Prognostic assessment of the number of days with extreme temperatures can be very useful in the development of preventive measures to minimize the impact of health risks and mortality Ukraine.

Master's thesis in the volume of 143 pages consists of 4 chapters, conclusions, list of references from 29 sources 2 application contains 60 figures and 38 tables.

Key words: maximum temperature, average daily temperature is above 25 ° C, the number of hot days, the number of days with temperatures above 25 ° C, the probabilistic characteristics of the climate, socio-economic risk

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	11
ВСТУП.....	12
1 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ КЛІМАТУ УКРАЇНИ.....	14
1.1 Фізико-географічні умови.....	14
1.2 Сонячна радіація.....	15
1.3 Циркуляція атмосфери.....	18
1.4 Підстильна поверхня.....	28
2 ВПЛИВ ПРОЕКЦІЙ МАЙБУТНІХ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПОКАЗНИКИ БІОКЛІМАТИЧНОГО РЕЖИМУ УКРАЇНИ.....	33
2.1 Прямий і непрямий вплив змін клімату на здоров'я населення.....	33
2.2 Екстремальні температури повітря і здоров'я населення.....	36
2.3 Деякі сценарії змін клімату.....	44
2.4 Очікуваний просторово-часовий розподіл жарких днів по території України.....	51
2.5 Часові зміни і просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С.....	60
3 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ	67
3.1 Апроксимація емпіричного розподілу максимальної та середньої добової температури повітря теоретичним законом.....	67
3.2 Імовірнісний прогноз температури повітря.....	75
4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ КЛІМАТИЧНОГО РИЗИКУ ВІД АНОМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ.....	83
4.1 Структура і класифікація ризиків.....	83

4.2	Оцінка соціальних і економічних ризиків від екстремальної температури у різних регіонах України.....	86
4.3	Ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні.....	98
	ВИСНОВКИ.....	104
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	107
	ДОДАТОК А.....	111
	ДОДАТОК Б.....	113

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПВФЗ – полярна висотна фронтальна зона;

ЄТР – європейська територія Росії;

МГЕЗК – міжурядова група експертів зі зміни клімату;

ВМО – всесвітня метеорологічна організація;

ВООЗ – всесвітня організація охорони здоров'я;

SRES – спеціальна доповідь про сценарії викидів;

RCP – траєкторії змін концентрації;

МЗЦ – моделі загальної циркуляції;

ІФР – інсуліноподібний фактор росту;

НЯ – небезпечні явища;

ВВП – валовий внутрішній продукт;

ООН – організація об'єдинених націй.

ВСТУП

В останні роки глобальне потепління клімату, яке відбувається, вийшло за межі, що дозволяють розглядати цю проблему як виключно наукову. Швидкість потепління і переконливість наукових доказів того, що головною причиною його стає діяльність людини, – великі. Це привело провідні країни світу до необхідності формулювання і здійснення національної політики у відношенні до змін клімату і його наслідків, а також врахування національних інтересів у міжнародному переговорному процесі навколо цієї проблеми.

Існують значні невизначеності в оцінках того, як очікувані кліматичні зміни будуть відбуватись і як вони впливатимуть на екосистеми, економічну діяльність і соціальні процеси у різних країнах та регіонах. Можливі як позитивні, так і негативні наслідки, особливо в умовах розвинутої економіки і великої чисельності населення.

Вплив клімату та його змін на людину належить до найбільш важливих і складних проблем. Біокліматичні описи різних територій ґрунтуються на різних спеціалізованих показниках, які іноді малоінформативні і не порівнянні між собою. В результаті біокліматичну інформацію не використовують при розв'язанні низки важливих державних задач: планування рекреаційних зон, туристичної діяльності, нормування оплати робіт на відкритому повітрі тощо, де важливість її використання важко переоцінити. Одною з головних причин цього є відсутність задокументованої надійної і достатньо повної інформації про стан людини за тривалий період спостережень, тому що фізіологічні аналізи хворих і здорових людей довго не зберігаються і не підлягають серйозній статистичній обробці. Прорив у цій області наступить лише за умови тісної співпраці кліматологів і лікарів з використанням великої кількості об'єктивних аналізів стану людини і різних

метеорологічних та геофізичних даних. Розв'язання цієї проблеми потребує великих організаційних зусиль і поодиноких ініціатив лікарів і кліматологів.

Метою даної роботи є оцінка впливу очікуваних екстремальних термічних умов на біокліматичний режиму України на основі модельних даних (сценарій RCP 4.5). Для її виконання нами розв'язувались наступні задачі:

1. Опрацювання механізму дії високої температури на організм людини та особливості впливу сучасних змін клімату на здоров'я населення і його смертність.
2. Дослідження динаміки жарких днів у різних регіонах країни та аналіз їх просторового розподілу.
3. Вивчення змін кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °C у просторі та часі.
4. Визначення ймовірнісних характеристик клімату.
5. Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику.

Робота виконувалась в рамках науково-дослідної теми № 166 «Оцінка кліматичних ризиків для галузей економіки України в умовах глобальних змін клімату».

Основні результати дослідження було викладено у доповіді на науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ (травень 2016 р) та опубліковано статтю у Збірнику статей по матеріалах конференції (2016 р). Перелік їх додається.

1 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

1.1 Фізико-географічні умови

Україна розташована в межах трьох фізико-географічних країн. Основна рівнинна частина її займає південний захід Східно-Європейської рівнини, на заході території підносяться Українські Карпати, на півдні уздовж Південного берега Кримського півострова – Кримські гори.

В рельєфі України переважають низинні рівнини з висотами 100-300 м над рівнем моря. Північну, центральну і південну частини її території займають Поліська, Придніпровська, Причорноморська і Приазовська низини. Останні через Перекопський перешийок поєднуються з Південно-Кримською рівниною. В північно-східну частину країни входять відроги Середньоруської височини з максимальними висотами до 220-240 м. На заході розташована Волино-Подільська височина з середніми висотами 300 м. В межах України найбільшої висоти вона сягає в західній своїй частині (471 м – г. Камула) і, далі знижуючись, доходить до Дніпра. В західному і південно-західному напрямку ця височина поступово переходить в Прикарпатську височину і в Карпати. В межах України розташовані тільки Східні Карпати, які простягаються з північного заходу на південний схід. Середня висота цього хребта над рівнем моря сягає 1000-1500 м, а окремі вершини перевищують 2000 м. Тут же знаходиться найвища точка України – гора Говерла висотою 2061 м. На Правобережжі простягається Придніпровська височина.

На північ від Азовського моря знаходиться невелика Приазовська височина і Донецький кряж з висотою до 369 м (Могила-Мечетна). На півдні Кримського півострова піднімаються Кримські гори, які складаються з трьох гряд: південної, з найвищою вершиною Роман-Кош (1545 м), яка стрімко обривається до берега Чорного моря, і двох інших, розташованих на північ

(внутрішня, яка піднімається до 723 м, і зовнішня з найбільшою висотою до 342 м).

Територія України перерізана багатьма річками, головними з яких є Дніпро з чисельними притоками (найбільші з них Прип'ять і Десна), що перетинає країну і ділить її навпіл, на Правобережну і Лівобережну, а також Дністер, Південний Буг і Північний Донець, які належать до басейну Чорного і Азовського морів. Лише на крайньому заході прикордонні річки Сан і Західний Буг – притоки р. Вісла, впадають в Балтійське море.

Озера в Україні більш поширені в Поліссі (Світязь, Тур, Біле та ін.), в Криму (Сасик, Доузлав, Сакське, Узунларське) і на узбережжі Чорного та Азовського морів (озера – лимани Кагул, Ялпуг, Хаджибей, Тилігул і ін.). Крім того, на Дніпрі створено кілька великих штучних водоймищ: водосховища Канівське, Каховське, Кременчуцьке. Багато води містять в собі і болота, що займають найбільші площі в Поліссі. Загальна площа болот та заболочених земель на Україні сягає 19 тис.км² [1, 2, 3].

1.2 Сонячна радіація

Крайнє південне положення території України на Європейському континенті зумовлює сприятливий радіаційний режим тут. Прихід сумарної сонячної радіації в середньому за рік досить високий – близько 4200-5020 МДж/м², що свідчить про значні природні енергетичні ресурси країни (рис. 1.1).

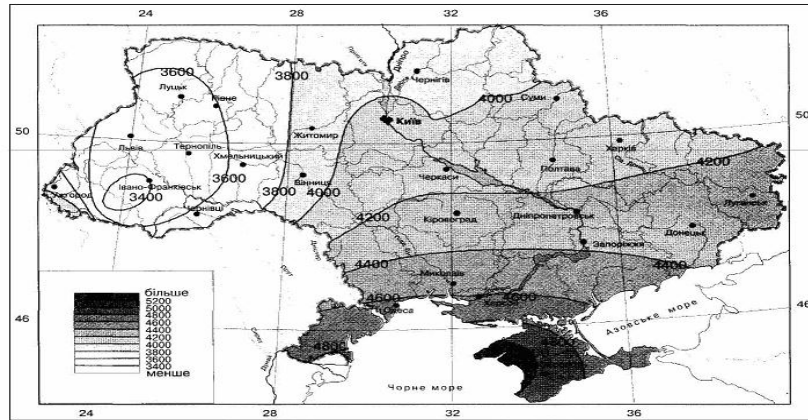


Рис. 1.1. Сумарна сонячна радіація (МДж/м²). Рік

Взимку сумарна радіація порівняно невелика – близько 300 МДж/м² на півночі і 460 МДж /м² на півдні. Протягом весни вона значно збільшується майже по всій території і сягає 1340-1500 МДж/м². Влітку відбувається подальше збільшення притоку тепла і в липні-серпні він становить 1720-2050 МДж/м². Восени надходження сумарної радіації помітно знижується і за жовтень - листопад не перевищує 700-1000 МДж/м², тобто майже в 1,5-2 рази менше, ніж навесні.

Більш повне уявлення про кліматичне значення радіаційного фактору надає радіаційний баланс підстильної поверхні, тобто різниця між поглинутою радіацією і ефективним випромінюванням. Від нього залежать процеси нагрівання і охолодження ґрунту і прилеглих шарів повітря, випаровування, трансформації повітряних мас та ін. В цілому за рік на території України він додатний і його величина коливається від 1200 МДж/м² на північному заході до 2100-2200 МДж/м² у південному Степу і на Південному березі Криму (рис. 1.2).

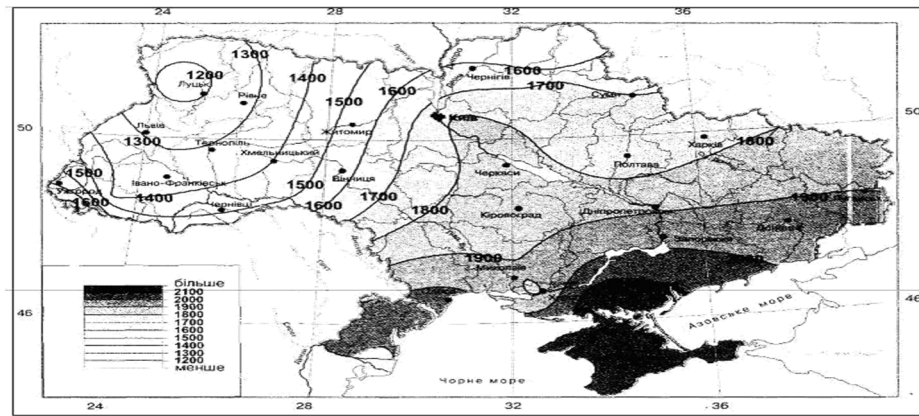


Рис. 1.2. Радіаційний баланс (МДж/м²). Рік

Взимку на переважній частині території радіаційний баланс від'ємний, на сході, у південному Степу і в Криму – додатний (рис.1.3).

Протягом зими він змінюється від – 80 МДж/м² на північному заході до 70 МДж/м² у Криму. В Українських Карпатах радіаційний баланс близький до нульових значень.

До початку весни з підвищенням радіаційного балансу (на півночі до 500 МДж/м² і на півдні до 750 МДж/м²) відбувається поступове прогрівання нижніх шарів повітря, що сприяє підвищенню середніх місячних температур.

Влітку радіаційний баланс досягає свого максимуму: на північному заході країни він досягає 700 МДж/м² і на Південному березі Криму перевищує 1000 МДж/м², що зумовлює значний прогрів тропосфери до великих висот. Мінімальні значення його спостерігаються в Українських Карпатах і зумовлюються послабленням сумарної радіації (рис. 1.4).

Різке зниження радіаційного балансу спостерігається восени, коли його значення втричі менша за весняне і становить тільки 160 МДж/м² на північному заході до 320-340 МДж/м² у Південному Степу і Криму [4, 1].

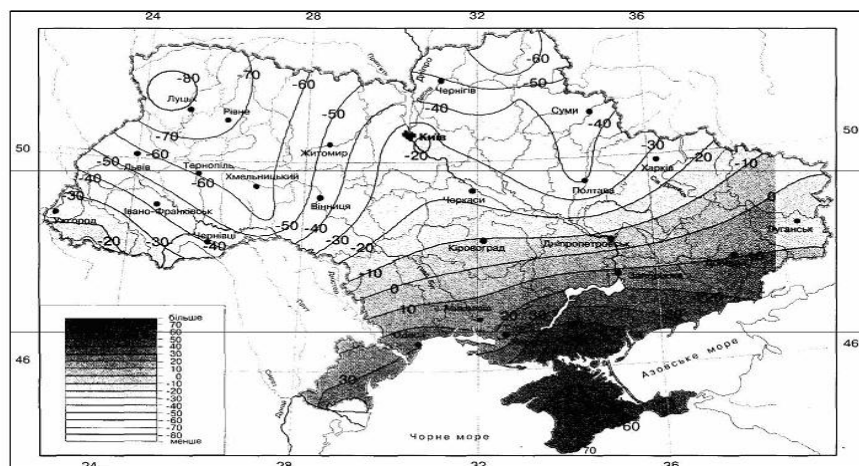


Рис. 1.3. Радіаційний баланс (МДж/м²). Зима

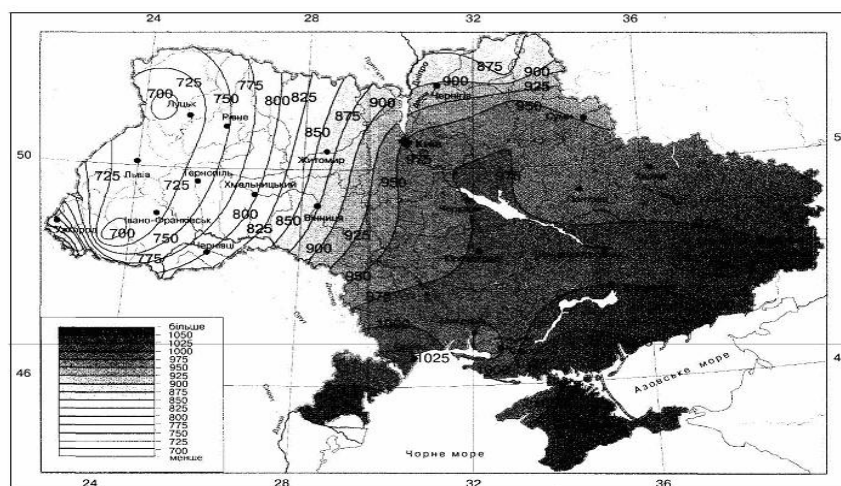


Рис. 1.4. Радіаційний баланс (МДж/м²). Літо

1.3 Циркуляція атмосфери

В процесі формування клімату радіаційні умови тісно взаємодіють з атмосферною циркуляцією, яка сприяє перерозподілу по території тепла і вологи.

Атмосферна циркуляція, тобто повітряні течії та баричні утворення, що характерні для України і визначають тут погодні умови, в значній мірі зумовлені фізико-географічними особливостями, які відрізняють її від інших регіонів. По-перше, це те, що територія України розташована в західній частині Європейсько-Азіатського материка, неподалік від великого водяного

простору Атлантичного океану. Завдяки значній різниці у властивостях підстильної поверхні між цим континентом і океаном територія східної і західної Європи протягом значної частини року являє собою район інтенсивних атмосферних процесів. Друга особливість полягає в тому, що західні, північні і східні райони, прилеглі до України, являють собою рівнину, південно-західні райони зайняті горами, а на півдні берега країни омивають Чорне і Азовське моря. Рівнинні простори території дають можливість арктичним вторгненням просуватися майже до південних кордонів. Чорне море впливає на температуру нижніх шарів повітряних мас, що проходять над ним.

Завдяки цьому в Україні часто пересуваються морські повітряні маси з північних районів Атлантики і арктичних морів (повітря помірних широт і арктичне повітря), рідше – з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря (морське тропічне повітря). Найбільшу повторюваність має континентальне повітря, яке формується над широкими рівнинами материка Євразії з мас арктичного або морського повітря помірних широт, що сюди надходить, а далі переміщується на Україну.

На Україні, в порівнянні з центральними і північними районами Східної Європи, виділяють три характерні особливості циркуляції:

- послаблення активності атмосферних процесів;
- різноманітність і складність сезонних змін циркуляції;
- послаблення циклонічної діяльності і посилення антициклонічної.

Про інтенсивність атмосферних процесів дає уявлення повторюваність полярної висотної фронтальної зони (ПВФЗ), яка над Україною зменшена до 5 – 15%. Зона максимальної повторюваності ПВФЗ розташована на північ і на південь від її території. Взимку та навесні під впливом термічної неоднорідності суходолу та моря вона формується над Середземним морем . Друга її гілка знаходиться приблизно на 52° півн.ш. Влітку та восени, коли температурні контрасти більш згладжені, відмічається тільки одна ПВФЗ – над центральними районами Європейської території Росії. Послаблення

міжширотного обміну і зменшення градієнтів тиску і температури в порівнянні з більш північними районами зумовлюють ту обставину, що циклони і антициклони частіше переміщуються за межами України, що є характерною особливістю циркуляції атмосфери над її територією.

Циркуляційні процеси України суттєво різняться в окремі сезони року, що накладає відбиток на розподіл атмосферного тиску, режиму хмарності і опадів, вітру та ін. Розглянемо їх сезонні особливості.

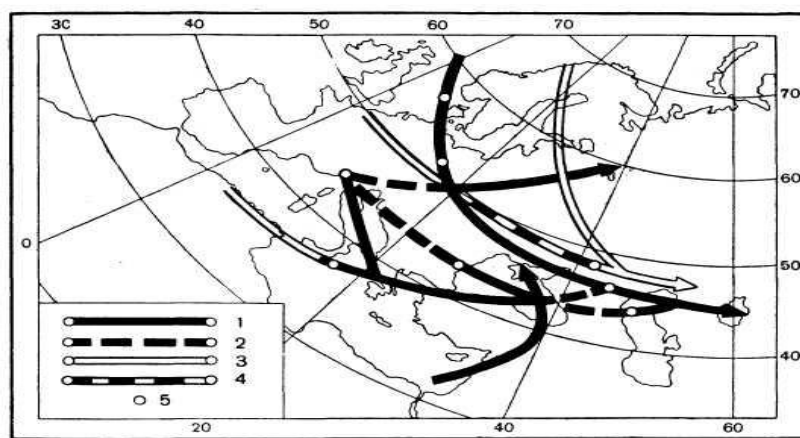
Кліматоутворювальна роль циркуляційного фактора помітно переважає в холодне півріччя. Значення радіаційного фактора в надходженні тепла в цей період значно зменшується внаслідок малої висоти сонця над горизонтом, малої тривалості дня, значної хмарності. Взимку на Україні, особливо в більш високих широтах, дуже розвинута циклонічна діяльність і її територія знаходиться на південній периферії циклонів, що пересуваються, головним чином, зі східною складовою. Саме в цей сезон більшість циклонів перетинають територію України, що визначає інтенсивний міжширотний обмін повітря. Звичайно, це західні, північно-західні і південно-західні циклони. Останні приходять з районів Чорного моря, Малої Азії, півночі Італії, так звані “південні” циклони, які пов'язані з середземноморською гілкою полярного фронту, інші з центральних районів Європи (рис. 1.5).

З ними пов'язані відлиги, опади, заметілі, що найбільш інтенсивні при виході південних і південно-західних циклонів, які в своїх теплих секторах приносять морське тропічне повітря з Середземного моря. Для зими характерні і “пірнаючі” циклони, з якими на Україну відбувається вторгнення холодного арктичного повітря.

Відзначимо, що в цей сезон акваторія Чорного моря та Українські Карпати є осередками місцевого циклогенезу.

Другим важливим для зими процесом є східний вплив, що зумовлено посиленням антициклона над Сибіром, виступ якого часто поширюється на Україну. Крім того, південний схід ЄТР і України під впливом комплексу факторів (циркуляційних, орографічних і радіаційних) може бути також

районом антициклогенезу або стаціонавання антициклонів, які приходять сюди з районів Атлантики і Арктичного басейну. Це посилює виступ східного антициклону, по периферії якого переміщуються маси вихолодженого над континентом Євразії повітря, які, головним чином, поширюються на лівобережжя Дніпра і зумовлюють тут різке зниження температури повітря, що супроводжується сильним вітром і низовими заметілями.



1. – Шляхи циклонів, 2. – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
3. – Шляхи антициклонів, 4. – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
5. – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів.

Рис. 1.5. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів взимку

Для заходу ж України характерною формою баричного рельєфу залишається виступ Азорського антициклону, який послаблений в цю пору року і займає лише південь Західної Європи. Територія України стає межею подальшого східного і західного поширення відповідно Азорського і Азіатського (або Сибірського) антициклонів. Це визначає формування над континентом Європи вітророздільної лінії приблизно в напрямку Мадрид – Кишинів – Полтава – Харків – Катеринбург, яка в кліматології має назву “велика вісь материка” або “вісь Воєйкова”. Її також часто називають віссю

позатропічного максимуму. По обидва боки від цієї осі панують вітри різного напрямку: на північ від неї – вітри з західною складовою (південно -західні), що переносять повітряні потоки з Атлантики , на південь – зі східною складовою (північно-східні), що зумовлено наявністю Сибірського антициклону.

В холодну пору року завдяки цьому процесу на заході і північному заході України (в Поліссі і Лісостепу) переважають південно-західні і південні вітри ; на сході і південному сході (в Степу) – східні і південно-східні вітри, а на крайньому півдні завдяки наявності депресії над Чорним морем переважають північно-східні і північні вітри.

Взимку значне вихолодження території України перетворює її в район формування континентального повітря з атлантичного повітря завдяки його охолодженню і зменшенню вологості.

Перехід до весняного сезону характеризується підвищенням ролі радіаційного фактора і посиленням впливу підстильної поверхні. Зменшення температурних контрастів між морем і суходолом послаблює процеси адвекції. У зв'язку з поступовим прогрівом Євразійського материка руйнується східний Азіатський (Сибірський) антициклон, а над Атлантикою розвивається Азорський антициклон. І за умовами циркуляції початок весни пов'язаний з послабленням північно-східних і східних впливів і посиленням західних.

Виступ Азорського антициклону і окремі його ядра поступово поширюються на Європейський континент. Над Україною вони представлені у вигляді виступів, орієнтованих із заходу на схід . Це часто зумовлює теплу сонячну погоду без опадів. Повторюваність північно-західних циклонів весною зменшується, південні і південно-західні циклони виходять на західні райони України (рис. 1.6).

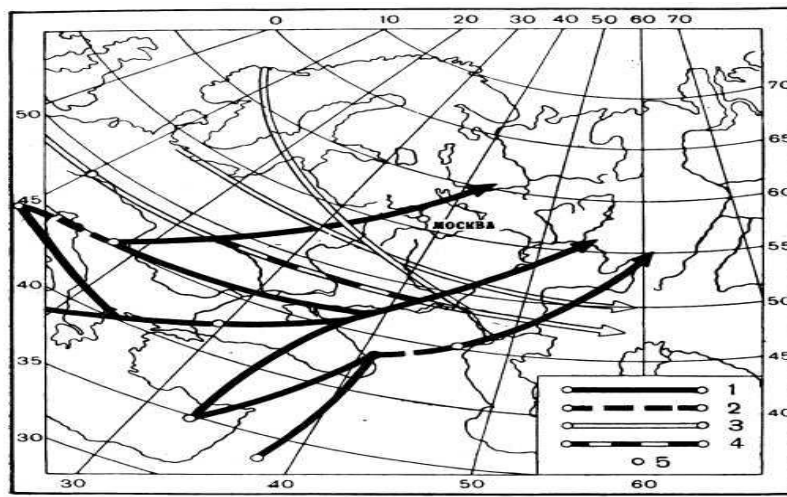
У другу половину сезону відбувається подальше послаблення міжширотного обміну над півднем Східної Європи. Частота циклонів зменшується, посилюється виступ Азорського антициклону. За рахунок

прогріву земної поверхні підвищується температура повітря. В травні на фронтах оклюзії починаються зливи, розвивається грозова діяльність

Літній сезон на Україні характеризується високою інтенсивністю сонячної радіації, зменшенням баричних градієнтів і слабкою адвекцією. Помітний вплив має підстильна поверхня, яка зумовлює, особливо на півдні країни, інтенсивну трансформацію повітря, що накладає відбиток на циркуляційні процеси.

Влітку значного розвитку набуває Азорський максимум, виступ якого поширюється далеко на схід. Антициклони його походження через Британські острови і Біскайську затоку виходять на Європейський континент і просуваються далі, через Україну, на схід і південний схід.

Інколи над півднем ЄТР спостерігаються виступи східних антициклонів, які в окремих випадках можуть стаціонаувати над внутрішніми морями при спільній дії орографії (Кавказського хребта) і температури морської поверхні. Це зумовлює утворення над південними районами Західної і Східної Європи добре вираженої смуги підвищеного тиску, яка частіше за все має вигляд орієнтованих з заходу виступів стаціонарних антициклонів над Центральною Європою. Завдяки цьому над Україною встановлюється північно-західний потік повітря помірних широт, який пересуваючись над її великими рівнинами і, особливо, південними районами, значно прогривається і висушується, тобто трансформується з морського в континентальний.



1. – Шляхи циклонів, 2. – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
3. – Шляхи антициклонів, 4. – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
5. – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів

Рис. 1.6. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів навесні

По північній периферії термічної депресії, яка формується над просторими прогрітими районами Середньої Азії, на Україну зрідка надходить сухе континентальне повітря помірних широт, а інколи тропічне континентальне повітря з Середньої Азії. А панування процесу антициклогенезу і сприятливі радіаційні умови призводять до того, що південні степні її райони самі можуть ставати осередком формування континентального тропічного повітря.

Для літнього сезону України взагалі характерне послаблення циклонічної діяльності, особливо на півдні. Загальна кількість циклонів помітно зменшується на початку літа. Області низького тиску представлені переважно слабо вираженими циклонами та улоговинами, які переміщуються із заходу на схід. Інколи на територію України виходять південно-західні циклони, які приносять сюди вологі середземноморські повітряні маси. Висотна фронтальна зона піднімається до півночі і розташовується над центральними і північними районами ЄТР, тому північно-західні циклони влітку проникають на Україну дуже рідко.

В середині літа (завдяки зростанню різниці температур між водною поверхнею Чорного моря і значно прогрітим континентом) число циклонів знову збільшується за рахунок утворення місцевих циклонів, які слабо

виражені в баричному полі і тривалість яких невелика (15-18 годин).

На території України виділяють два основних райони місцевого циклогенезу. Це район Карпат, східні схили, тобто підвітряна сторона, де мають місце сприятливі умови для падіння тиску. Тут циклони можуть виникати як взимку, так і влітку. Але влітку вони виникають частіше завдяки дії не тільки орографічного, але й термічного фактора. Другим осередком місцевого циклогенезу є південь і південний схід України. Влітку земна поверхня в цих районах України сильно прогрівається. Близькість більш холодного Чорного моря сприяє збільшенню термічних і баричних градієнтів і формуванню місцевих циклонів. Південно-східні циклони, які виникають тут, в літні місяці спостерігаються на Україні найчастіше. Основні шляхи переміщення циклонів і антициклонів показано на рис. 1.7.

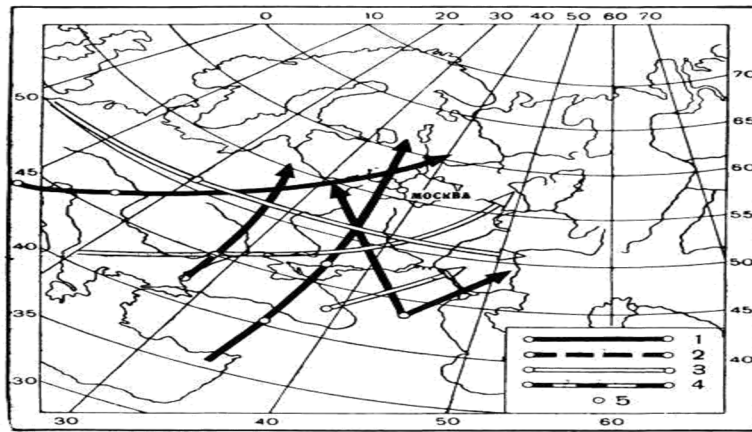
Проходження неглибоких циклонів і пов'язаних з ними фронтів через територію України зумовлюють випадіння короткочасних опадів. Більша кількість їх спостерігається в північно-західній частині країни, де циклони проходять частіше, ніж на півдні.

Фронтальні розділи звичайно приходять на Україну в розмитому вигляді і більше половини всіх атмосферних фронтів проходять через степові райони “сухими”, тобто без опадів.

Літні процеси продовжуються до середини серпня, в подальшому характер циркуляції змінюється.

Атмосферні процеси восени схожі з весняними, тільки розвиваються вони в зворотному напрямку. Початок сезону позначається послабленням впливу Азорського антициклону: повторюваність виступів підвищеного тиску, орієнтованих з заходу, зменшується і окремі ядра антициклону над Атлантикою все рідше виходять на територію Європи. Перша половина осені відрізняється переважанням циклонів в районі Ісландії. Однак атлантичні циклони виходять ще рідко. В цей час на Україні панує суха тепла погода без опадів. В подальшому поступово збільшується меридіональність висотного баричного поля. І в зв'язку з початком затоку холодного повітря з півночі з

вересня відбувається помітне зниження температури повітря.



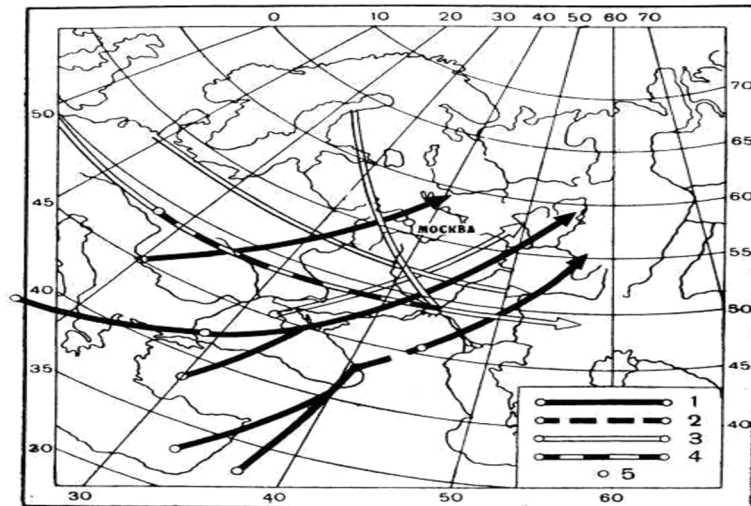
- 1 – Шляхи циклонів, 2. – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
3 – Шляхи антициклонів, 4. – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
5 – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів.

Рис. 1.7. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів влітку

Протягом осіннього сезону Азорський кліматичний антициклон значно слабшає. Замість нього в жовні-листопаді починається розвиток Сибірського антициклону, в систему якого також входять антициклони, що переміщуються з заходу. Одночасно в другу половину осені, внаслідок збільшення контрасту температури між суходолом і морем, посилюється циклонічна діяльність. Зростає повторюваність південних і західних циклонів (рис. 1.8), які приносять на Україну вологе повітря з Атлантики і Середземного моря і зумовлюють на більшій частині території України похмуру з дощами погоду.

Узагальнюючи попереднє, відзначимо, що в цілому за рік на території України області низького тиску (циклони та улоговини) становлять близько 42% усіх баричних утворень. Щорічно спостерігається у середньому 43 циклони та 60 улоговин. Області низького атмосферного тиску в основному переміщуються із заходу, південного та північного заходу. Найінтенсивнішими і найтривалішими є південні циклони. Місцеві циклони

бувають рідше і тривалість їх значно менша (місцевий циклогенез формує в середньому 17 циклонів і найчастіше це відбувається влітку). Це південно-східні циклони, центр виникнення яких звичайно розташований над східною частиною акваторії Чорного моря, що потім переміщуються на схід країни, або південні циклони, яка під впливом південно-східного виступу змінили свою південну траєкторію на східну.



- 1 – Шляхи циклонів, 2 – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
 3 – Шляхи антициклонів, 4 – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
 5 – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів

Рис. 1.8. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів восени

Антициклонічний тип погоди за тривалістю протягом року переважає над циклонічним, але повторюваність антициклонів, виступів і гребенів менша – 40%. Ці баричні утворення приходять на територію України з різних районів, що визначає винос повітряних мас самого різного походження. Основні траєкторії руху антициклонів в Україні: західні, південно-західні, північно-західні, північні, північно-східні та південно-східні. Влітку часто розвиваються західні та південно-західні антициклони у вигляді виступу або окремого ядра, які є продовженням Азовського максимуму. На пізню осінь і

зиму припадає найбільша повторюваність антициклонів з північного заходу, рідше з півночі та північного сходу, які несуть холодну арктичну повітряну масу. Серед місцевих процесів антициклогенезу виділяється розвиток і поширення на захід південно-східного виступу у районі Донецької височини, а також формування баричного поля підвищеного атмосферного тиску влітку над центральною частиною країни.

Не менш важливими для формування синоптичних процесів і найпоширенішими є відроги та виступи із західною та східною спрямованістю осі. В основному це периферії Азовського та Азіатського антициклонів, і як відомо, територія України є межею їх подальшого східного або західного поширення, яку називають “віссю Воєйкова”.

Таким чином, внесок циркуляції атмосфери в формування клімату України полягає в тому, що вона, як основний механізм тепло- і вологообміну між океаном і суходолом, між високими та низькими широтами, зумовлює погодні умови на її території в різні пори року [1].

1.4 Підстильна поверхня та її кліматоутворювальна роль

Підстильна поверхня, нарівні з сонячною радіацією та циркуляцією атмосфери, відіграє значну роль в формуванні клімату України, територія якої розташована серед великої поверхні суходолу. Влітку Україна знаходиться під впливом основного процесу, що відбувається над усім континентом. Таким процесом є формування теплого континентального повітря із арктичних і атлантичних повітряних мас, що приходять сюди. На південному сході України, де прогрів особливо інтенсивний, континентальне повітря помірної зони перетворюється на континентально-тропічне повітря, яке характеризується високою температурою і великою сухістю, але частіше такого роду трансформація відбувається за межами її території. Інколи трапляються випадки, коли в межах України формується субтропічне

повітря.

Висхідні токи, які виникають над нагрітим сонцем ґрунтом, переносять тепло і вологу в вище розташовані шари, що прискорює завершення трансформації: кліматичне значення континенту виявляється найбільшим у процесі літньої трансформації.

Взимку територія України також являє собою область формування континентального повітря за рахунок охолодження і зменшення вологовмісту атлантичного повітря над сніговим покривом в умовах стійких антициклональних систем, пов'язаних з південною частиною східного виступу Азіатського антициклона. Вплив підстильної поверхні на повітряні маси обмежений переважно нижнім шаром.

Крім того, різні форми рельєфу, що є характерним для підстильної поверхні України, наявність внутрішніх водоймищ, близькість морів змінюють радіаційний режим та циркуляцію атмосфери і утворюють тут місцеві особливості клімату.

Вплив рельєфу на клімат різнобічний і визначається зміною висоти місцевості над рівнем моря, різноманітністю форм рельєфу, крутизною схилів та їх орієнтацією відносно сторін світу та повітряних течій. Він найбільш проявляється в особливостях атмосферної циркуляції в окремих регіонах України. Так, під впливом Карпат відбувається еволюція західних і південно-західних циклонів, які мають тенденцію перевалювати через Карпати, і на їх східних схилах як взимку, так і влітку можуть виникати циклони. Це один з районів місцевого циклогенезу.

Для рельєфу України характерні чергування низин та височин, переважна більшість з яких орієнтована з північного заходу на південний схід. Західні і південно-західні схили Українських Карпат і південні схили Кримських гір є навітряними по відношенню до теплого вологого повітря, яке переміщується з Атлантики і Середземного моря. Для цієї повітряної маси гірські хребти України не є перешкодою, вона швидко підіймається по їх схилах і перевалює через хребет. При вторгненні ж холодного арктичного

повітря з півночі або південного сходу Карпати є захисним бар'єром для Закарпаття, Кримські гори – для Південного узбережжя Криму. Завдяки цьому тут формуються відмінні від інших територій термічні умови. Так, різниця між температурою в Північному Криму і на його Південному узбережжі взимку в окремих випадках сягає 20°C.

Гірські хребти сприяють посиленню упорядкованих висхідних рухів і конвекції, особливо влітку. Завдяки цьому над горами нерідко виникають умови для активізації фронтальних розділів, які супроводжуються інтенсивними зливами, грозами і шквалами, що особливо характерно для Закарпаття. Одною з відмінностей цього регіону є також опади «передсходження» (за Дроздовим), максимум яких утворюється біля підніжжя гір, до підйому по схилу (Ужгород). За хребтами, на їх підвітряних схилах кількість опадів значно зменшується. За багаторічними даними річна кількість опадів на південно-західних схилах Карпат складає 1200 мм, а на північно-східних – 790 мм.

Майже аналогічне явище спостерігається в Кримських горах: на південних схилах гір, які частіше підпадають під вплив циклонів, особливо взимку, опадів випадає більше, ніж на північних. Значна роль в зменшенні опадів тут належить фьонам.

Підвищені форми рельєфу суттєво впливають на вітровий режим: вони сприяють посиленню вітру, зміні напрямку повітряних потоків і виникненню своєрідних місцевих циркуляцій.

Чорне і Азовське моря, які омивають південні райони України, впливають на кліматичні умови її південного узбережжя. Відомо, що поверхня води в морі нагрівається і охолоджується повільніше, ніж поверхня суші, тому Чорне і Азовське моря взимку тепліші, а влітку холодніші розташованих поруч ділянок суші. Завдяки цьому взимку морські басейни сприяють підвищенню температури повітря в прилеглих районах суходолу, а влітку завдяки їх охолоджувальній дії – зниженню. Так, середня температура січня в Криму (на 45 -й паралелі) на 5,8 °C вища, а в липні на 1,4 °C нижча,

ніж у всій східній півкулі на цій же паралелі. Тобто, Чорне і Азовське моря значно зменшують континентальність клімату Кримського півострова, особливо його південної частини.

У теплий період року в прибережних районах виникає місцева циркуляція атмосфери – бризи, яка в значній мірі впливає на радіаційний режим приморської смуги: тут збільшується повторюваність безхмарних днів і зростає величина сумарної радіації, яка сягає 2100 МДж/м² за сезон. На відстані 30-40 км у глиб суходолу, де бризи припиняються, хмарність збільшується і сумарна радіація різко зменшується.

Чорне і Азовське моря, незважаючи на відносно малі розміри, помітно впливають на атмосферні процеси. Влітку у зв'язку зі збільшенням контрасту температури між прогрітою сушею і більш холодним морем на півдні і південному сході України виникають місцеві циклони, з якими пов'язані незначні опади. В період з квітня по вересень над східною частиною Чорного моря нерідко складаються сприятливі умови для утворення невеликих ядер високого тиску, які потім зміщуються на Україну. В термобаричному полі ці слабкорозвинені баричні утворення погано виражені і їх дія носить локальний характер.

В холодний період над морями формується Чорноморська депресія, яка суттєво впливає на циклонічну діяльність і режим зволоження над півднем України. Тобто в зимовий сезон акваторія Чорного моря є ще одним осередком місцевого циклогенезу.

Вплив теплого Чорного моря взимку поширюється в глиб території України на 140-280 км, Азовського моря – на 90-120 км. Однак, якщо безпосередньо вплив цих морів на кліматичний режим проявляється лише в прибережній смузі України, то за рахунок адвекції повітря їх вплив може поширюватися далі. Так, в холодну пору року адвективні тумани часто, особливо на правобережжі, утворюються при виносі теплого вологого повітря з Чорного і Середземного морів при його подальшому охолодженню над більш холодною поверхнею землі. Найчастіше вони спостерігаються на

західній і південно-західній периферії баричних відрогів, орієнтованих зі сходу.

Слід зазначити і про вплив Кавказьких гір, який виявляється в виникненні орографічних циклонів (влітку) і антициклонів (взимку), деякі з яких переміщуються в східні райони України і в Крим.

Таким чином, завдяки своєрідним орографічним умовам на території України формуються осередки місцевого циклогенезу: перший – південні і східні райони країни, де циклони виникають переважно влітку, другий – східні схили Карпат, де їх виникнення можливе в літній і зимовий сезони. Взимку осередком циклогенезу є також акваторія Чорного моря. В теплий період над східною частиною Чорного моря нерідко утворюються невеликі ядра високого тиску, які потім зміщуються на Україну. Всі місцеві циклони і антициклони слабкорозвинені утворення, погано виражені в баричному полі. Вони мають тенденцію затримуватись в районі виникнення і їх вплив на атмосферні процеси і погоду України вузько локалізований [4, 1, 3, 5, 6].

2 ВПЛИВ ПРОЕКЦІЙ МАЙБУТНІХ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПОКАЗНИКИ БІОКЛІМАТИЧНОГО РЕЖИМУ УКРАЇНИ

2.1 Прямий і непрямий вплив змін клімату на здоров'я населення

Всесвітня організація охорони здоров'я протягом низки років підкреслювала, що ризики для здоров'я, які зумовлені кліматичними змінами, є значними, поширеними у всьому світі та важко оборотними. Фактори ризику і хвороби, пов'язані з кліматом, наразі знаходяться серед найважливіших факторів, які сприяють зростанню глобального тягара хвороб.

Вплив змін клімату на здоров'я людини здійснюється різними шляхами. Прямий вплив пов'язаний в основному з посиленням екстремальності клімату – збільшенням кількості днів з дуже високими і низькими температурами, частоти та інтенсивності повеней, штормів, тайфунів тощо. Непрямий, опосередкований, вплив відбувається через дію екологічних і соціально-економічних факторів. Він пов'язаний в основному зі зменшенням об'ємів доступної доброякісної питної води, зростанням площ посушливих земель, збільшенням частоти рівнів забруднення повітря за несприятливих метеорологічних умов, появою «нових» хвороб і зміною ареалів кліматозалежних хвороб людини тощо. Наприклад, потепління клімату суттєво підвищує ризик виникнення пожеж, одним з головних наслідків яких є значне зростання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Забруднення повітря продуктами горіння, посилюючи вплив промислових і транспортних викидів забруднюючих речовин, призводить до загострення хронічних захворювань органів дихання (зокрема, захворювань верхніх дихальних шляхів, астми, пневмонії і хронічних захворювань). До непрямих факторів можна віднести і енергетичну бідність

Потепління клімату призводить до змін умов поширення інфекційних хвороб людини, у тому числі й трансмісивних. При цьому змінюються умови існування популяцій переносників трансмісивних хвороб і умови розвитку збудників у переноснику, що спричиняє зміну можливостей передачі багатьох хвороб людини. Підвищення температури прискорює розвиток збудника в організмі переносника, а сам процес передачі робить більш ефективним, поширює його нозоареал, полегшує передачу хвороби [7].

Якщо у холодному кліматі збудники інфекцій, попадаючи з організму зараженої людини у зовнішнє середовище, не можуть у ньому існувати, то в теплих умовах ситуація кардинально змінюється.

На рис. 2.1 схематично надано можливий вплив (прямий і непрямий) змін клімату на здоров'я населення, який відбувається на фоні дії інших факторів не кліматичної природи [8].

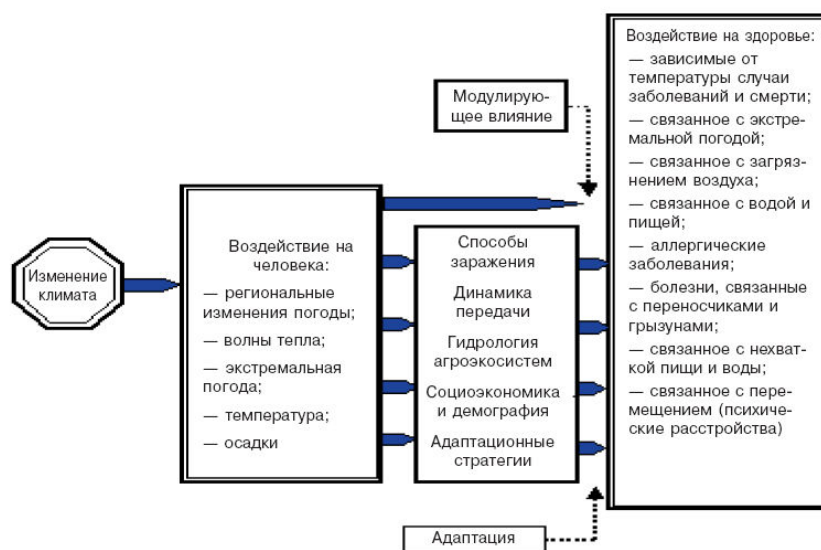


Рис. 2.1. Шляхи впливу змін клімату на здоров'я людини [8]

Глобальні зміни клімату проявляється і в тому, що діапазон добових температур зменшується у багатьох точках земної кулі. У середньому мінімальна температура зростає приблизно в два рази швидше, ніж

максимальна (0,2 проти 0,1 °C за десятиріччя). Підвищується і кількість жарких днів, а от кількість холодних днів зменшується.

Очікується, що вплив діяльності людини через викиди парникових газів

в атмосферу буде продовжуватись і надалі, вже у XXI сторіччі. Завдяки цьому змінюватиметься склад атмосфери та клімат.

У рамках сценаріїв, наданих МГЕЗК, глобальна середня температура зросте. Так, у період з 1990р. по 2100 р. підвищиться на 1,4-5,8 °C і це може стати катастрофою для людей, які мешкають на планеті Земля.

Результати останніх робіт з глобальною моделлю показують, що потепління найпомітніше буде проявлятися у північних районах Америки і у північній частині Центральної Азії, де згідно з прогнозами, підвищення температури буде перевищувати глобальне середнє її значення на більше, ніж 40%.

Зміни клімату будуть мати різні наслідки на екосистеми, економіку і здоров'я населення, як позитивні, так і негативні. При цьому основна увага, природно, має приділятися оцінці та вивченню несприятливих наслідків змін клімату.

Через потепління, як вже згадувалось, підвищиться ризик поширення інфекційних паразитарних хвороб, у тому числі малярії, зросте смертність, зумовлена тепловим стресом і забрудненням міського повітря. Так вже тепер, за оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я у Європі щорічно кліматичні зміни є причиною від 1 до 10% смертей серед старших вікових груп, а у світі – більше 150 тис. Додаткових смертей і 5,5 млн років непрацездатності у рік. Це становить 0,3% загальної кількості смертельних випадків і 0,4% загальної кількості років непрацездатності [9].

До 2050 року очікується подальше збільшення кількості смертельних випадків, зумовлених потеплінням клімату, ще приблизно на 1-1,5%.

Економічні збитки від додаткової смертності через кліматичні зміни у світі коливаються у великому інтервалі: від 6 до 88 млрд доларів за рік.

Потепління відбувається нерівномірно по земній кулі, тому й уразливість до змін клімату в різних регіонах світу неоднакова (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Оцінка вразливості до змін клімату країн Східної Європи і Середньої Азії (Всесвітній Банк , 2008)

2.2 Екстремальні температури повітря і здоров'я населення

Екстремально високі температури можуть впливати на здоров'я людей безпосередньо. Основне біокліматичне значення температури повітря полягає у її впливі на тепловий обмін організму з навколишнім середовищем: висока температура утрудняє віддачу тепла, низька, навпаки, збільшує її. Якщо людина знаходиться в умовах низької температури, то у неї посилюється теплопродукція і зменшується діаметр периферичних судин шкіри, що призводить до зниження температури шкіри, у 6-7 разів зменшується теплопровідність шкіри та поверхневих тканин, посилюється приплив крові до глибоких тканин і внутрішніх органів. Артеріальний тиск

має тенденцію до підвищення (особливо при м'язовому тремтінні). За підвищеної температури у людини знижуються рівень та інтенсивність теплопродукції і збільшується діаметр периферичних судин шкіри, зростає температура шкіри, знижується приплив крові до глибоких тканин і внутрішніх органів. В обох випадках організм людини намагається пристосуватись до умов зовнішнього середовища завдяки складним терморегуляторним механізмам.

Відомо, що в основі фізичної терморегуляції теплового балансу організму лежать різні механізми тепловіддачі. Основні з них: випромінювання тепла з поверхні тіла; конвекція – нагрівання повітря, що прилягає до поверхні тіла людини; випаровування вологи зі шкіри і слизових оболонок дихальних шляхів. У стані спокою і теплового комфорту теплові втрати конвекцією становлять в середньому 15,3 %, випромінюванням – 55,6 % і випаровуванням – 29,1 %. В умовах високих або низьких температур повітря, або під час інтенсивної фізичної роботи ці величини значно змінюються. Проте можливості механізмів терморегуляції далеко не безмежні. За умови тривалого знаходження в несприятливих температурних умовах (висока або низька температура повітря) може наступити зрив адаптації механізмів терморегуляції, який супроводжується порушенням теплової рівноваги між організмом і середовищем. У свою чергу це може призвести до функціональних (перегрівання або переохолодження, тепловий удар) або глибоких патологічних порушень.

Коли людина тривалий час перебуває в умовах високої температури повітря, то підвищується температура її тіла, кількість серцевих скорочень змінюється, підвищується або знижується артеріальний тиск, порушуються обмінні процеси, особливо водно-сольовий, порушується функціональний стан органів шлунково-кишкового тракту. Одночасно знижується розумова і фізична працездатність. Наприклад, працездатність людини при температурі 24 °C знижується на 15 % порівняно з її рівнем у комфортних умовах, а при температурі 28 °C – вже на 30 %.

В умовах жаркого клімату знижується імунобіологічна реактивність організму людини, що призводить до зниження його опірності різним інфекційним захворюванням.

Тривалий вплив відносно низьких температур повітря (або короточасні впливи особливо низьких температур) викликає значне порушення функціонального стану. У таких умовах часто виникають різні простудні захворювання або загострення хронічних захворювань (м'язів і зв'язково-суглобового апарату; ревматизму; радикуліту тощо). У результаті постійного охолодження організму підвищується частота виникнення простудних та інфекційних захворювань.

Слід зазначити, що про несприятливий вплив низьких температур на здоров'я людини свідчать сезонні коливання смертності. Між смертністю взимку і температурою повітря спостерігається лінійний зв'язок. Проте лише невелика кількість смертей у зимовий період безпосередньо пов'язана з низькою температурою тіла (гіпотермією). Причиною смерті частіше є серцево-судинні і респіраторні захворювання. Порушення серцево-судинної системи посилюється з продовженням холодного періоду. Кількість серцевих неадекватних збільшується після 1-2 днів холодної погоди, серцевих нападів – після 3-4 днів, захворювань пневмонією і бронхітом – через 7 днів.

Ефект «холодової хвилі» наочно демонструє ситуація у січні-лютому 2006 року, коли у Москві аномально низькі температури спостерігались протягом 26 днів. Достеменно було встановлено негативні ефекти хвилі холоду у цей період у людей похилого віку старше 75 років [10]. При впливі низьких температур у групи ризику входять також і люди без певного місцепроживання.

Зміни клімату супроводжуються зростанням кількості днів з аномально високою температурою. Тривалий період аномально жаркої погоди називають хвилею тепла. Дотепер немає загально прийнятного визначення цього поняття. Проте, за рекомендацією ВМО, хвиля тепла визначається як середня добова максимальна температура, значення якої

більше, ніж п'ять діб поспіль перевищує середню максимальну температуру за період 1961-1990 рр. на 5 °С . Відомо, що стійка, тривала жарка погода викликає підвищення смертності і загострень серцево-судинних хвороб.

До групи найбільшого ризику належать діти молодшого віку і люди пенсійного віку, особи, професійна діяльність яких пов'язана з перебуванням на відкритому повітрі, і люди з низьким рівнем доходів, для яких адаптаційні можливості (наприклад, використання кондиціонерів) малодоступні. У великих містах групою ризику є також люди, які мешкають або працюють в «островах тепла». Під цим терміном розуміють центральну частину міста, що характеризується щільною багатоповерховою забудовою, великими заасфальтованими просторами, мінімальною кількістю зелених насаджень і відкритих водойм. У таких умовах вплив жары є найбільш згубним. Сучасне потепління клімату супроводжується зростанням кількості днів з екстремально високою температурою .

У Європі літо 2003 року визнано найжаркішим літом за останні 500 років (рис. 2.3)[11] . Аномально високі температури спостерігались у липні-серпні: у Великобританії – до 38,1 °С, Баварії – до 40,4 °С, на півночі Італії – до 40 °С, у горах Австрії – до 52 °С, у Франції – до 35 °С протягом 11 днів. За останні роки у деяких містах різко збільшилась амплітуда коливань літніх температур (у Парижі, наприклад, коливання середніх місячних температур раніш знаходились у межах 8°С, а під час жары 2003 року зросли до 12°С). Так у Франції з 1 по 20 серпня 2003 року, коли максимальна температура повітря була вище 35 °С, кількість додаткових випадків смерті на 60% перевищила даний показник у цей же період часу 1999-2002 років (рис. 2.4) . У 70 % випадків вмирали люди старше 75 років.

Жаркий серпень 2003 року став причиною до 6 тисяч додаткових смертей в Іспанії та 1,3 тис. у Лісабоні.

В цілому влітку 2003 року у Західній та Центральній Європі в результаті екстремальної жары загинуло, за різними оцінками, від 27 до 40 тисяч людей.

Літо 2010 року в Росії стало абсолютним рекордсменом за весь період регулярних метеорологічних спостережень: перманентна хвиля жари з середньою добовою температурою вище 25 °C тривала 40 днів, що призвело до підвищення смертності у країні порівняно з липнем-серпнем 2009 року на 54 тис. випадків (за офіційними даними Росстата).

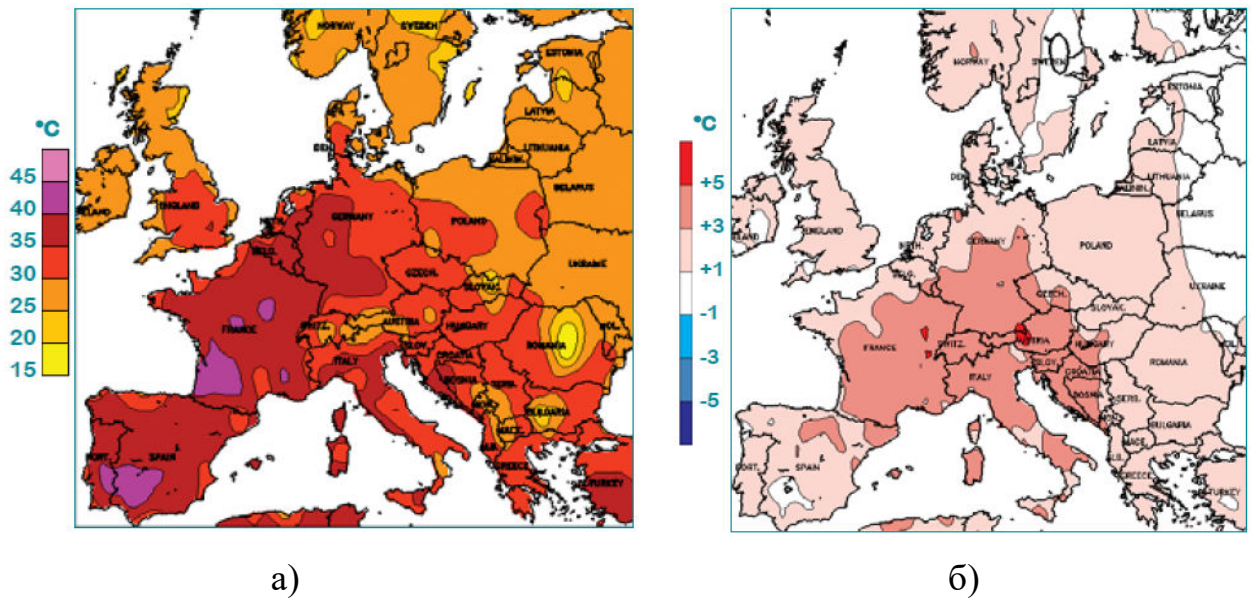


Рис. 2.3. Осереднене поле максимальних температур на території Європи в період 3-10 серпня 2003 р. (а) та поле відхилень середніх температур літку 2003 р. від середньої кліматичної норми 1961–1990 рр. (б). [11]

Найбільш різке збільшення відбулось у серпні від захворювань органів дихання через пожежі. Значно зросла смертність спричинена інфекційними і паразитарними захворюваннями (на 61,5%), новоутворення (на 70,2 %). У липні 2010 року її зростання зумовили також і зовнішні причин, тобто втома, вбивства, самогубства, травми, дорожньо-транспортні події тощо (на 52,9 % порівняно з липнем попереднього року). Із зовнішніх причин найбільше зросла смертність від самогубств – у липні на 63 випадки або 101,6%, і серпні

на 38 випадків або 52,1 % [10]. Про те, що під час жари підвищується кількість випадків суїцидів повідомляють і інші автори.

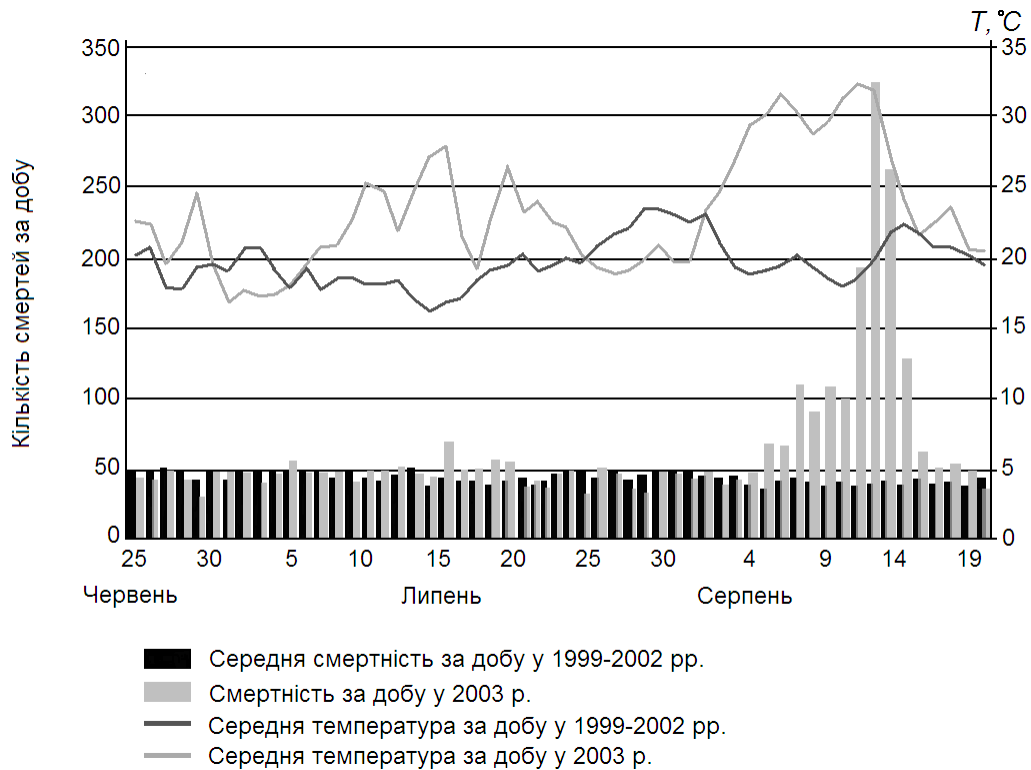


Рис. 2.4. Додаткова смертність у Парижі під час хвилі тепла на початку серпня 2003 р. (INVS, 2003)

У мільйонів людей знизився імунітет і підвищилась уразливість відносно простудних та інфекційних захворювань, що спричинило зростання ризику епідемій в осінньо-зимовий сезон 2010-2011 рр. У майбутньому при збільшенні кількості днів з аномально високою температурою кількість додаткових випадків летального результату може зростати.

Аналіз залежності смертності населення у п'ятидесяти містах США за 1998-2000 рр. (більше 7,5 млн випадків смертей) від максимальної і мінімальної температури, кількості днів з високою і дуже низькою температурою виявив тісні зв'язки між екстремальними значеннями температури і смертністю від діабету. Смертність від серцево-судинних

захворювань у цій країні більше залежала від екстремально низьких, ніж екстремально високих температур .

Надзвичайно жарка погода, особливо в областях з помірним кліматом, призводить до зростання захворюваності і летальних наслідків, оскільки населення таких регіонів часто дезадаптивоване до різких змін метеорологічних умов

Слід зазначити, що наслідки потепління клімату для населення можуть бути різними у північних і південних регіонах, через те що мешканці півдня краще адаптовані до жару . Виконані ВООЗ дослідження по визначенню порога температурної комфортності, перевищення якого призводить до підвищення смертності жителів міст світу показали аналогічні результати: в різних регіонах різкий підйом кривої смертності починається за різної температури повітря (наприклад, у середземноморських містах у середньому вище 28 °С, у Хельсинки – 23,6 °С). Обговорювалась необхідність використання і інших метеорологічних показників – максимальної та мінімальної добової температури, перепадів температури протягом дня.

Дані по Росії підтверджують цю закономірність. Було виявлено зв'язок між кількістю звернень за екстреною медичною допомогою, загальною смертністю і смертністю від низки причин (травми, утоплення і самогубства), з одного боку, і температурою повітря у літній період, з другого. При підвищенні максимальної добової температури на 10 °С кількість звернень і смертність від окремих причин зростали вдвічі, показник загальної смертності – на 8 %.

Епідеміологічні дослідження у Москві дозволили встановити, що пороговою для збільшення смертності є середня добова температура 25 °С [10].

Якщо температура у майбутньому залишиться навіть такою ж як сучасна, то у тих країнах і регіонах, де спостерігається старіння населення, кількість захворювань, спричинених хвилями тепла, буде зростати через

високий рівень чутливості осіб похилого віку до дії термічного фактора. У Європі відмічається зростання очікуваної тривалості життя і старіння населення. Найвищим індексом старіння (відношення чисельності населення старше 65 років до чисельності населення у віці 0-14 років) характеризуються Німеччина, Італія та Іспанія (рис. 2.5).

Слід зазначити, що МГЕЗК прогнозує підвищення середньої температури поверхні Землі у ХХІ столітті на 1,4-5,8 °С. Як наслідок цього, прогнозується антропогенне потепління в середньому на 0,1-0,5 °С кожні десять років протягом поточного століття. Після ХХІ століття можна очікувати ще більших змін.

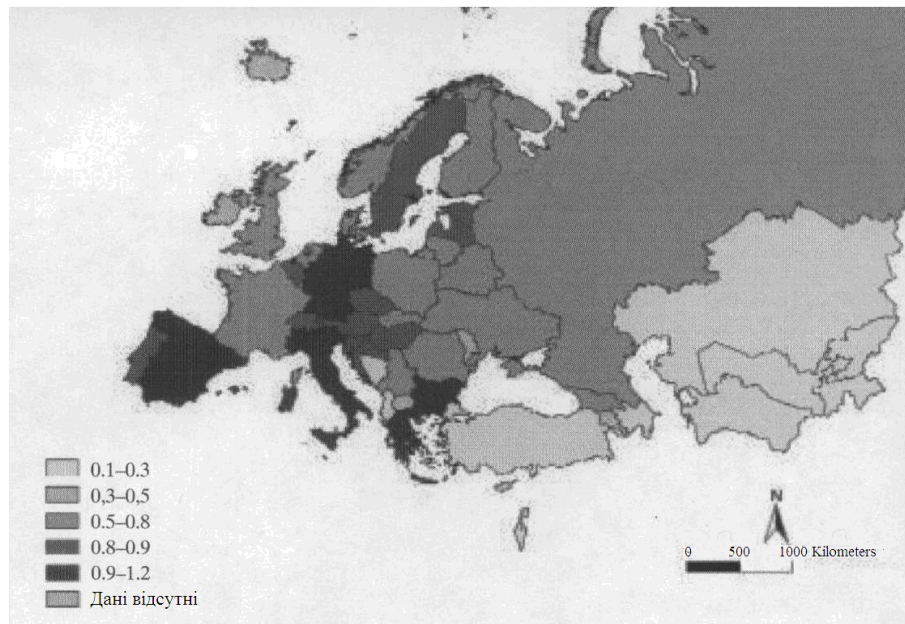


Рис. 2.5. Індекс старіння у країнах Європейського регіону ВООЗ
(База даних «Здоров'є для всіх» Європейського бюро ВООЗ, 2005)

Вплив екстремальної літньої жари на здоров'я людини може посилюватися підвищенням вологості повітря. Періоди сильної жари зазвичай настають у синоптичних ситуаціях, які характеризуються чітко вираженим уповільненим розвитком і рухом повітряних мас, що веде до

інтенсивного і затяжного теплового стресу. Проте навіть короточасні або помірні епізоди жари негативно впливають на здоров'я людини.

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я річний показник додаткової смертності у літній період, яка може бути віднесена на рахунок змін клімату, до 2050 року зросте у декілька разів. Тому експерти ВООЗ наполегливо рекомендують системі охорони здоров'я відігравати більш активну роль у боротьбі з сучасними і очікуваними наслідками впливу змін клімату.

В Україні зміни клімату можуть негативно вплинути на такі групи захворювань, як серцево-судинні, респіраторні, інфекційні, онкологічного профілю, захворювання опорно-м'язової системи, травми різної етіології.

Виходячи зі сказаного, країнам і містам вже тепер треба думати про створення систем попереджень про настання сильної жари.

2.3 Деякі сценарії змін клімату

Прогноз еволюції кліматичної системи є одною з найважливіших і найскладніших задач її дослідження. МГЕЗК розробила довгострокові сценарії емісії парникових газів і аерозолів у XXI столітті, які опубліковано у Спеціальній доповіді про сценарії викидів (SRES) у 2000 році. Ці сценарії мають деяку невизначеність в оцінках майбутніх змін клімату. Саме цим зумовлена перевага у використанні в науковій літературі терміна «проекція клімату» на відміну від терміна «прогноз клімату», оскільки це підкреслює той факт, що результати моделювання залежать від вибраного сценарію та гіпотези, на якій базується цей сценарій. Ці сценарії використовуються також для аналізу впливу, адаптації і вразливості щодо майбутніх змін, тобто забезпечують послідовний підхід для аналізу соціально-економічних і кліматичних проблем.

Сценарії SRES здобути шляхом послідовних розрахунків і оцінок. Спочатку визначались головні рушійні фактори, які впливають на викиди в залежності від демографічного, суспільного та економічного розвитку. Для цього оцінювались приріст населення, майбутні інтенсивність господарської діяльності та рівень товарообміну між різними країнами, можливості розвитку технології у різних країнах тощо. На основі цих оцінок за допомогою моделей розраховувались сценарії майбутніх викидів парникових газів і аерозолів та змін у землекористуванні. З'ясувалося, що різні комбінації демографічних і соціально-економічних змін можуть призводити до схожих траєкторій змін викидів. Наприклад, значний приріст населення у поєднанні з ефективними технологіями і використанням відновлюваної енергії може спричинити зростання викидів, кількість яких аналогічна ситуації з незначним зростанням населення Землі, але з менш ефективними і більш енергоємними технологіями [12].

Загальна кількість сценаріїв SRES становить 40, і всі вони об'єднані у чотири основні сюжетні лінії – A1, A2, B1 та B2. Еволюція концентрацій різних парникових газів в атмосфері (CO_2 , CH_4 , N_2O тощо) протягом XXI століття визначалась за допомогою сучасних фотохімічних і вуглецевих моделей. Кожен сценарій являє собою конкретне кількісне тлумачення одної з чотирьох сюжетних ліній. Усі сценарії, які ґрунтуються на одній сюжетній лінії, являють собою сценарну «родину». У сюжетних лініях та підсумкових сценаріях відображаються фактори викиду парникових газів, а саме демографічні зміни, соціально-економічний розвиток, технологічні зміни, використання ресурсів та регулювання забруднення.

Кожна родина (A1, A2, B1 та B2) включає так званий «сюжет», який послідовно описує зроблений вибір розвитку подій. Ці чотири сім'ї можна дуже стисло описати таким чином [13]:

1) Родина A1 описує майбутній світ, який характеризується швидким економічним зростанням і збільшенням чисельності населення Землі, причому показники його досягають максимальних значень у середині XXI

століття з подальшим зменшенням, а також швидким впровадженням нових і більш ефективних технологій. Відбувається поступова інтеграція регіонів, створення потенціалу і активізації культурних і соціальних взаємозв'язків при значному зменшенні регіональних розбіжностей у доходах на душу населення.

2) Родина A2 (*«найгірший сюжет»*) відповідає сценарію повільного зближення між регіонами і високого приросту населення. Розвиток світу відбувається при збереженні місцевої самобутності і опори на власні природні ресурси, а також при постійному зростанні загальної чисельності населення у світі. Економічний розвиток має регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни більш фрагментарні і відбуваються повільніше порівняно з іншими сюжетними лініями. У результаті такого розвитку очікується значне зростання концентрації основних парникових газів в атмосфері.

3) Родина B1 (*«найбільш оптимістичний сюжет»*) відповідає умовам низького приросту населення і значним темпам глобалізації економіки, як і в сюжетній траєкторії A1. Але, на відміну від сюжету A1, найбільш швидкі зміни відбуваються у напрямі розвитку сервісної та інформаційної економіки із зменшенням ресурсоемності матеріального виробництва, впровадженням чистих і ресурсозберігаючих технологій, зумовлених вимогами світової кліматичної політики.

4) Родина B2 відповідає проміжним темпам зростання населення і економіки у порівнянні з сюжетними родинами B1 і A1, а також з менш швидким впровадженням нових технологій. Головна увага приділяється вирішенню проблем економічної, соціальної і екологічної сталості на місцевому та регіональному рівнях на відміну від сюжету B1, де ці проблеми вирішуються на глобальному рівні.

На основі цих сюжетних родин, різними групами дослідників в межах кожної родини було запропоновано сценарії майбутніх змін в залежності від переважання тих чи інших параметрів, з яких були відібрані чотири

характерних сценарії по одному з кожного сюжету (рис. 4.8) [8]. Крім того, родина A1 розділена на групи, які дають опис альтернативних варіантів майбутніх технологічних змін в енергетичній системі.

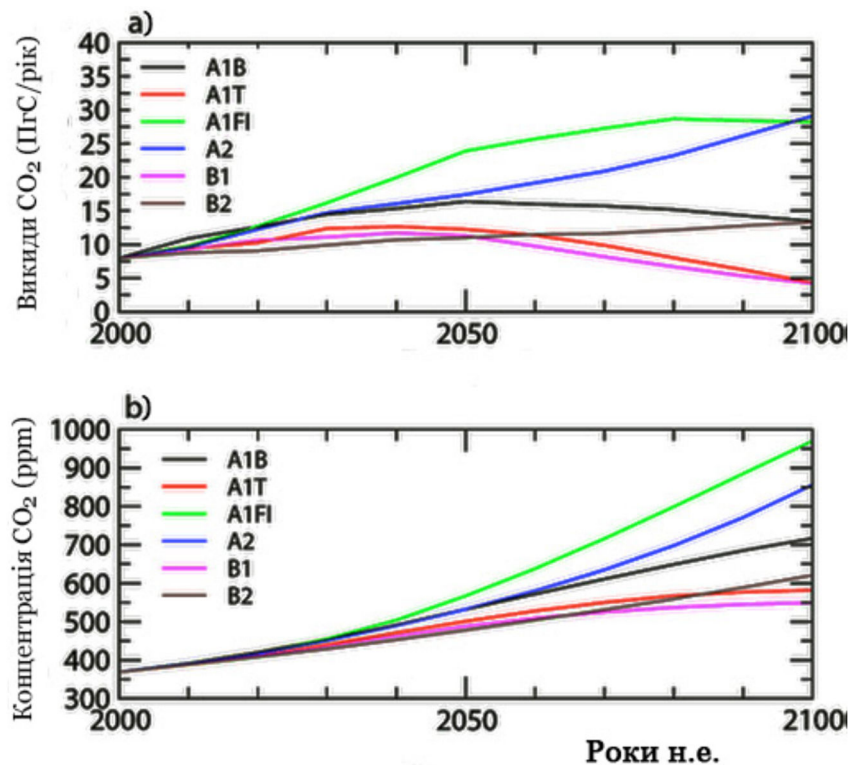


Рис. 2.6. Динаміка: (а) глобальних викидів (у ПгС за рік) і (б) концентрації CO_2 в атмосфері (у ppm) за сценаріями SRES. (Goosse H. et al., 2009)

Сценарії SRES надають оцінки майбутніх викидів і концентрацій інших парникових газів (наприклад, N_2O і CH_4), а також викидів двоокису сірки (SO_2), через які в атмосфері утворюються сульфатні аерозолі. На відміну від CO_2 , у всіх сценаріях викиди SO_2 досягають свого максимуму протягом першої половини XXI століття, а потім відбувається їх поступове зменшення (рис. 4.9) завдяки політиці скорочення забруднення атмосфери у всіх індустріальних країнах [8].

Так, наприклад, за сценарієм A1B (рівновага між викопними і невикопними (альтернативними) видами палива) до 2100 року концентрація основних парникових газів в атмосфері зросте порівняно з 1990 роком,

взятим за базовий: CO_2 – у 2,03, CH_4 – у 1,16 і N_2O – у 1,21 рази. Зазначимо, що згідно з [13] концентрація основних парникових газів в атмосфері становила у 1990 році: CO_2 – 353 млн⁻¹, CH_4 – 1700 млрд⁻¹, N_2O – 308 млрд⁻¹. За сюжетною лінією A2 («найгірший сюжет» або «жорсткий») до 2100 року концентрація основних парникових газів в атмосфері зростає порівняно з 1990 роком: CO_2 – у 2,42, CH_4 – у 2,19 і N_2O – у 1,45 рази. У середині XXI століття прогнозується підвищення температури по відношенню до сучасного десятиліття для A2 від 0,8 до 1,6°C з усередненим значенням $1,2 \pm 0,3^\circ\text{C}$. У подальшому в основному збережеться тенденція до зростання середньої річної температури повітря.

Слід зазначити, що жоден з цих сюжетних сценаріїв не містить будь-яких чітких кліматичних ініціатив або регулюючих вимог, пов'язаних з кліматом, хоча політичні альтернативи, описані в різних сценаріях, звісно мають істотний вплив на викиди парникових газів і аерозолів.

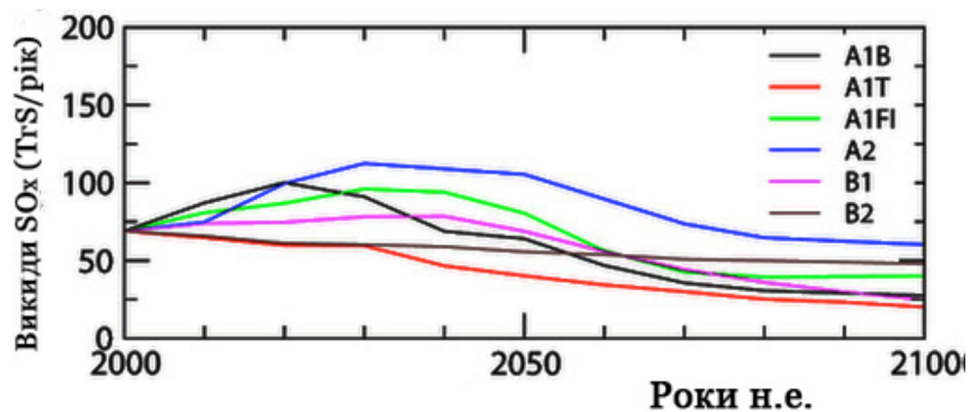


Рис. 2.7. Динаміка глобальних викидів оксидів сульфату (у Тг SO_2 за рік) за сценаріями SRES (Goosse H. et al., 2009)

МГЕЗК в своєму наступному аналізі опирається на чотири характерні траєкторії змін концентрації RCP (Representative Concentration Pathways) викидів. Найекстремальніша траєкторія RCP8.5 представляє сценарій

безперервного зростання радіаційного форсингу протягом XXI століття зі значенням майже $8,5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ у 2100 році.

Траєкторії RCP6.0 і RCP4.5 прогнозують стале зростання радіаційно-го форсингу протягом XXI століття зі значеннями у 2100 році близько 6,0 і 4,5 $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ відповідно і подальшу стабілізацію цих значень після 2100 р. І остання траєкторія RCP3-PD (пік і зниження) передбачає, що радіаційний форсинг досягне максимуму близько $3,0 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ перед 2100 роком, а потім відбудеться його зниження.

Відповідні розраховані глобальні викиди і концентрації CO_2 в атмосфері для цих траєкторій представлені на рис. 4.10. Як й очікувалося, часові зміни концентрації CO_2 в атмосфері, як найбільшого фактора радіаційного форсингу, співпадають зі змінами радіаційного форсингу протягом XXI століття.

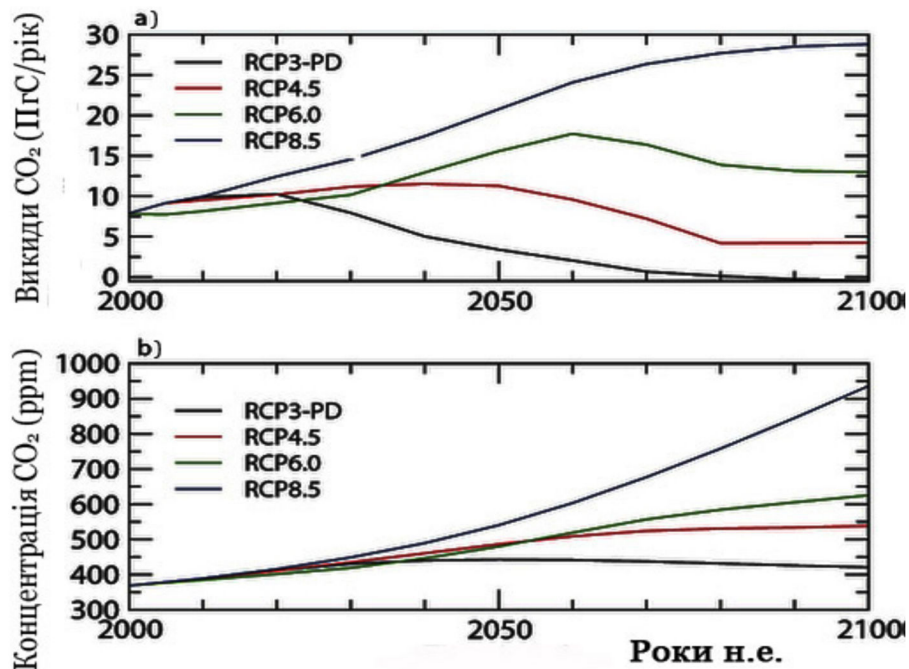


Рис. 2.8. Динаміка: (а) глобальних викидів CO_2 (у ПгС за рік) і (б) концентрації CO_2 в атмосфері (у ppm) для чотирьох траєкторій RCP (Goosse H. et al., 2009).

Кожна RCP також включає оцінки викидів значної кількості парникових газів і атмосферних забруднюючих речовин (CH_4 , N_2O , хлорфторуглеці, SO_2 , сажа тощо), а також й оцінки майбутніх змін у землекористуванні. Наприклад, у всіх траєкторіях передбачається зменшення викидів SO_2 навіть більше ніж в SRES.

Представляє інтерес ще й модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки (GFDL) Національної адміністрації по океану та атмосфері США версії 2.1, розділення якої становить 2° широти $\times$ $2,5^\circ$ довготи, тобто дозволяє вивчити регіональні особливості майбутніх змін різноманітних кліматичних характеристик і над територією України. Ця модель має чутливість до подвоєння CO_2 $4^\circ C$.

На жаль, всі зазначені підходи поки що не дозволяють розробити надійні прогнози майбутніх змін клімату. Але наразі можна вважати чисельні моделі загальної циркуляції (МЗЦ) атмосфери та океану найбільш досконалим інструментом для побудови сценаріїв зміни клімату. Ці моделі дозволяють отримати оцінки кліматичних параметрів для упорядкованої сітки точок на усій земній кулі. Хоча і МЗЦ не спроможні реалістично відтворювати процес зміни клімату на регіональному рівні. Через це доцільно для оцінки вразливості природних ресурсів і соціально-економічних секторів використовувати декілька сценаріїв зміни клімату [14].

Для прогнозування наслідків змін клімату в якості базових періодів фахівці по змінах клімату часто вибирають періоди від теперішнього часу до 2050 року і до 2100 року. Проте є доцільним оцінювати потенціальні наслідки як у короткостроковій (на найближчі 10-20 років), так і у довгостроковій перспективі (до 2050 року). Акцент на короткострокову перспективу дозволяє мати актуальну інформацію в межах часового періоду планування, звичайного для органів охорони здоров'я. Друга ж потреба є в тому, щоб вийти за рамки найближчого майбутнього і заглянути далі, щоб можна було виробити усеосяжні заходи адаптації.

2.4 Очікуваний просторово-часовий розподіл жарких днів по території України

Для прогнозування наслідків змін клімату в якості базових періодів фахівці по змінах клімату часто вибирають періоди від теперішнього часу до 2050 року і до 2100 року. Нами досліджено часову зміну кількості жарких днів в окремі місяці (квітень-жовтень), суми таких днів за всі вказані місяці і за літній сезон за період з 2011 по 2050 роки на чотирьох станціях у різних регіонах України на основі даних по максимальній за добу температурі повітря по сценарію RCP4.5. Крім того, вивчався характер розподілу у часі кількості днів з середньою добовою температурою повітря вище 25 °С.

Характеристикою термічних умов місцевості у літній час є так звані жаркі дні. У біокліматології існують методи оцінки жаркої погоди. Як вже згадувалось, така погода викликає негативні реакції в організмі людини, пов'язані з порушенням терморегуляції. Жарким вважається день, коли максимальна температура повітря $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В Україні влітку і навіть у перехідні сезони часто формуються умови для підвищення температури до таких значень. Висока температура може встановитись під час надходження сухого континентального повітря помірних широт або тропічного повітря з Нижнього Поволжжя і Середньої Азії. Істотне підвищення температури може відбутись і у малорухомих термічних депресіях, які виникають внаслідок інтенсивного нагрівання повітря, а також у відрогах і часткових антициклонах Азорського максимуму, які поширюються на територію нашої країни із заходу [14].

Жаркі дні на півночі, заході і сході країни за цим сценарієм очікуються щорічно з травня по вересень, але в окремі роки вони можуть спостерігатись у квітні та жовтні; на півдні – щорічно з квітня по жовтень (табл. 2.1). Найбільша повторюваність їх припадає на липень-серпень: у Семенівці – 9 жарких днів, Ужгороді – 10-13, Біловодську – 21-22, Ізмаїлі – 26-28 днів в

середньому на місяць. Мінливість (середній квадратичний відхил) кількості жарких днів за окремі місяці становить 2-7 днів.

На рис. 2.9 наведено часову зміну кількості жарких днів протягом року на станціях, розташованих в різних регіонах країни.

Таблиця 2.1 – Кількість жарких днів. 2011 – 2050 рр.

Кількість днів	Місяць							Сума, рік	Сума, літо
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Семенівка									
Сума	-	36	128	369	363	72	-	968	860
Середнє	-	0,9	3,2	9,2	9,1	1,8	-	24,2	21,5
Ужгород									
Сума	11	35	145	442	100	69	1	1103	987
Середнє	0,3	0,9	3,6	11,1	10,0	1,7	0,03	27,6	24,7
Ізмаїл									
Сума	49	178	581	1097	1041	412	43	3401	2719
Середнє	1,2	4,5	14,5	27,4	26,0	10,3	1,1	85,0	68,0
Біловодськ									
Сума	8	124	408	877	836	204	9	2466	2121
Середнє	0,2	3,1	10,2	21,9	20,9	5,1	0,2	61,5	53,0

Слід зазначити, що в окремі роки в Ізмаїлі та Біловодську кількість днів з максимальною температурою вище 25 °С у липні і серпні може спостерігатись навіть впродовж всього місяця, у Семенівці і Ужгороді – 25-27 днів.

На рис. 2.10 наведено часову зміну кількості таких днів в Ізмаїлі у липні протягом досліджуваного періоду. Повторюваність жарких днів у цьому місяці становить 17% . Визначений лінійний тренд в окремі місяці 40-

річного періоду, який характеризує динаміку кількості жарких днів, найчастіше показує їх зростання

Середній квадратичний відхил жарких днів за рік коливається в межах 11-15 днів. Кількість жарких днів протягом 40 років на всіх досліджуваних станціях коливається у широкому діапазоні: 5-49 днів у Семенівці, 8-63 – Ужгороді, 53-111 – Ізмаїлі, 24-92 днів – Біловодську.

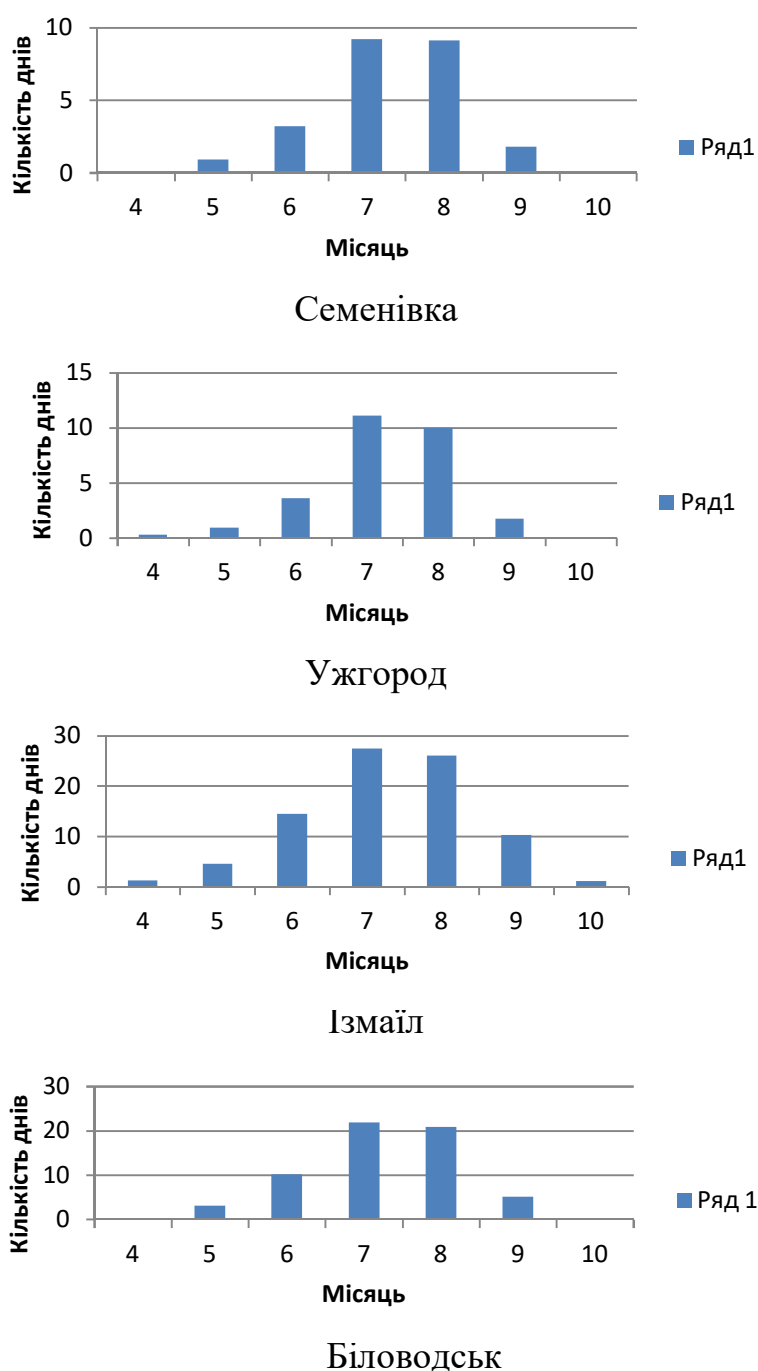
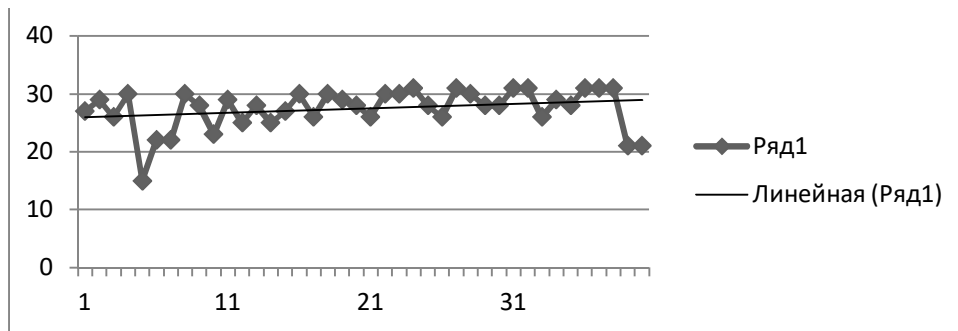


Рис. 2.9. Середня кількість жарких днів протягом року



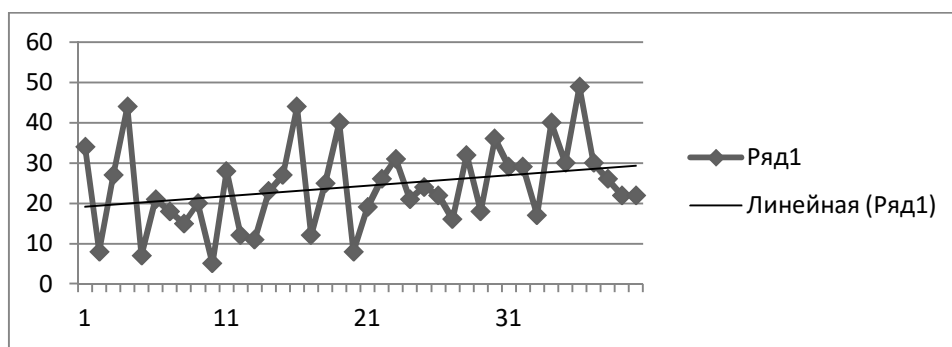
по осі x – роки з 2011 по 2050
по осі y – кількість днів

Рис. 2.10. Динаміка кількості жарких днів. Липень. Ізмаїл

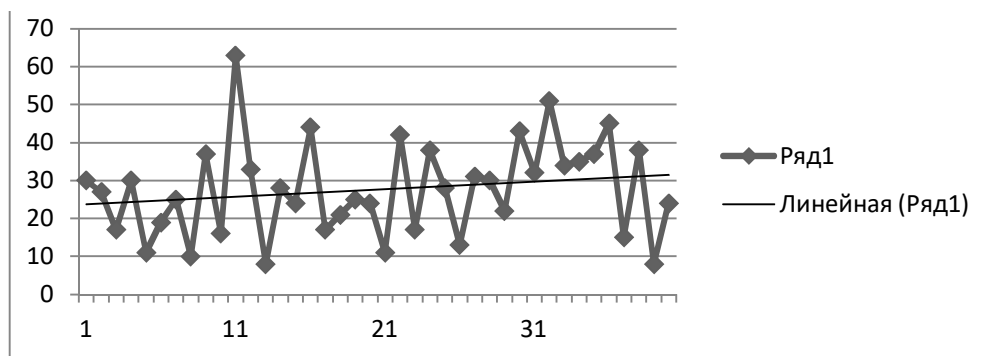
Такі коливання кількості жарких днів з року в рік дозволяють простежити їх часову динаміку (рис. 2.11). Визначений лінійний тренд річної кількості жарких днів свідчить про їх зростання.

Далі нами досліджувався просторовий розподіл кількості жарких днів по території України з квітня по жовтень за період з 2011 по 2050 рр. на основі модельних рядів за сценарієм RCP 4.5 по двадцяти семи станціях країни.

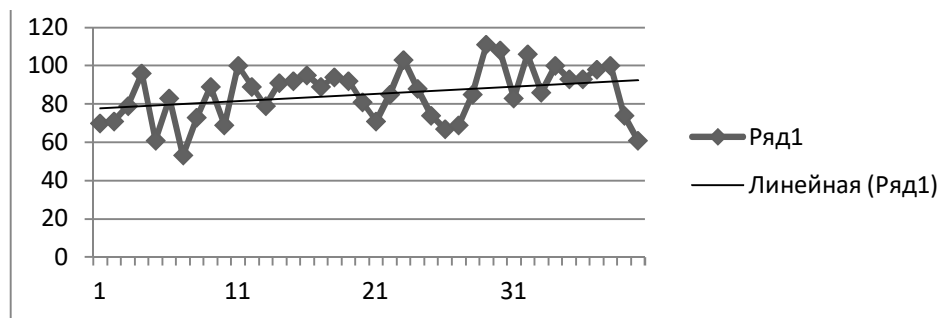
У табл. 2.2 і 2.3 наведено суму кількості днів з максимальною добовою температурою вище 25°C по місяцях, за літній сезон і в цілому за рік. Аналіз табл. 2.2 показує, що жаркі дні майже на території країни будуть спостерігатись з квітня по жовтень за винятком північних регіонів. Найбільша кількість їх зазвичай у липні та серпні. Абсолютний максимум сумарної тривалості періодів з максимальною температурою вище 25°C очікується у липні на ст. Клепініне і становитиме 1113 днів, за літній сезон – також на цій станції (2769 днів), а за весь рік – на ст. Ізмаїл (3401 день); абсолютний мінімум і за сезон, і за рік – у Передкарпатті (ст. Коломия, відповідно 683 і 785 днів).



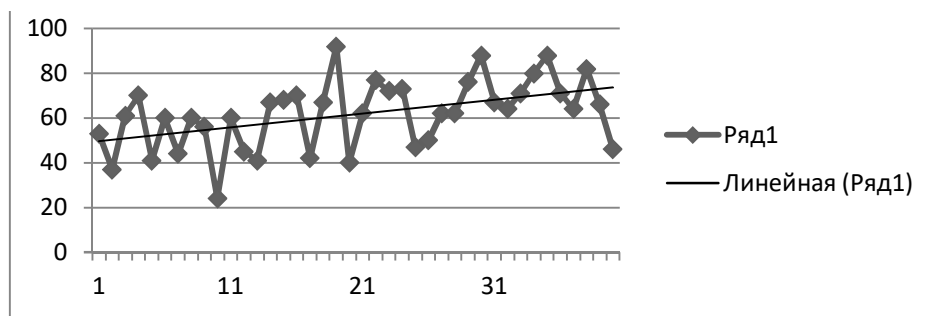
Семнівка



Ужгород



Ізмаїл



Біловодськ

по осі x – роки з 2011 по 2050; по осі y – кількість днів

Рис. 2.11. Динаміка річної кількості жарких днів

Таблиця 2.2 – Кількість жарких днів. 2011-2050 рр.

Назва станції	Місяць							Сума, рік	Сума, літо
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Семенівка	-	36	128	369	363	72	-	968	860
Глухів	4	31	116	402	397	74	-	1024	915
Ковель	12	46	137	318	315	67	1	896	770
Коростень	5	31	152	406	387	83	2	1066	945
Нежин	5	45	179	502	481	101	2	1315	1162
Рівне	10	45	131	359	351	77	3	976	841
Фастів	5	40	150	492	461	101	2	1251	1103
Стрий	10	32	106	358	352	69	2	929	816
Тернопіль	11	29	99	320	326	60	2	847	745
Хмельницький	6	28	120	376	364	67	1	962	860
Черкаси	11	82	265	705	633	156	9	1861	1603
Веселий Поділ	10	77	270	730	646	144	6	1883	1646
Вінниця	5	28	133	456	445	92	2	1161	1034
Ужгород	11	35	145	442	100	69	1	1103	987
Коломия	10	30	97	303	283	58	4	785	683
Чернівці	19	53	161	446	403	98	6	1186	1010
Бобринець	9	75	338	815	756	188	11	2192	1909
Вознесенськ	12	96	373	931	854	247	13	2526	2158
Пришиб	13	138	458	1004	944	281	20	2858	2406
Красноармійськ	9	132	492	1038	1022	289	7	2989	2552
Одеса	8	61	377	981	906	215	7	2555	2264
Нова Каховка	16	161	519	1048	976	304	18	3042	2543
Ізмаїл	49	178	581	1097	1041	412	43	3401	2719
Клепініне	26	118	590	1113	1066	376	40	3329	2769
Харків	12	82	294	799	748	169	5	2109	1841
Біловодськ	8	124	408	877	836	204	9	2466	2121
Кайдаки	22	141	410	916	842	230	16	2577	2168

Таблиця 2.3– Повторюваність (%) жарких днів. 2011 – 2050 рр.

№ п/ п	Назва станції	Місяць				
		Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
1	Семенівка	2,9	10,7	29,8	29,3	6,0
6	Глухів	2,5	9,7	32,4	32,0	6,2
7	Ковель	3,7	11,4	25,6	25,4	5,6
11	Коростень	2,5	12,7	32,7	31,2	6,9
12	Нежин	3,6	14,9	40,5	38,8	8,4
19	Рівне	3,6	10,9	29,0	28,3	6,4
23	Фастів	3,2	12,5	39,7	37,2	8,4
27	Стрий	2,6	8,8	28,9	28,4	5,8
29	Тернопіль	2,3	8,3	25,8	26,3	5,0

Продовження табл.2.3						
30	Хмельницький	2,3	10,0	30,3	29,4	5,6
34	Черкаси	6,6	22,1	56,9	51,0	13,0
35	Веселий Поділ	6,2	22,5	58,9	52,1	12,0
40	Вінниця	2,3	10,7	36,8	35,9	7,7
45	Ужгород	2,8	12,1	35,6	8,1	5,8
47	Коломия	2,4	8,1	24,4	22,8	4,8
49	Чернівці	4,3	13,4	36,0	32,5	8,2
52	Бобринець	6,0	28,2	65,7	61,0	15,7
55	Вознесенськ	7,7	31,1	75,1	68,9	20,6
57	Пришиб	11,1	38,2	81,0	76,1	23,4
63	Красноармійськ	10,6	41,0	83,7	82,4	24,1
64	Одеса	4,9	31,4	79,1	73,1	17,9
66	Нова Каховка	13,0	43,3	84,5	78,7	25,3
67	Ізмаїл	14,4	48,4	88,5	84,0	34,3
72	Клепінине	9,5	49,2	89,8	86,0	31,3
73	Харків	6,6	23,7	64,4	60,3	14,1
79	Біловодськ	10,0	34,0	70,7	67,4	17,0
80	Кайдаки	11,4	34,2	73,9	67,9	19,2

Найчастіше жаркі дні можливі на станціях Клепінине та Ізмаїл (майже 90% днів від загальної тривалості місяця); на станція Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка – більше 80% (табл. 2.3). В окремі роки, зрозуміло, повторюваність може досягати і 100%, як на цих станціях, так і на інших. Зовсім рідко (з повторюваністю приблизно 8%) таке явище очікується у серпні у Закарпатті (ст. Ужгород).

На рис. 2.12-2.14 представлено просторовий розподіл кількості жарких днів середньої за липень, літній сезон і рік. Особливістю розподілу цього параметра є збільшення його у напрямі з північного заходу на південь і південний схід влітку та з заходу, північного заходу, півночі на південь і південний схід в цілому за рік. Це зумовлено факторами, які впливають на формування такої температури – складовими теплового балансу, синоптичних процесів, підстильної поверхні тощо.

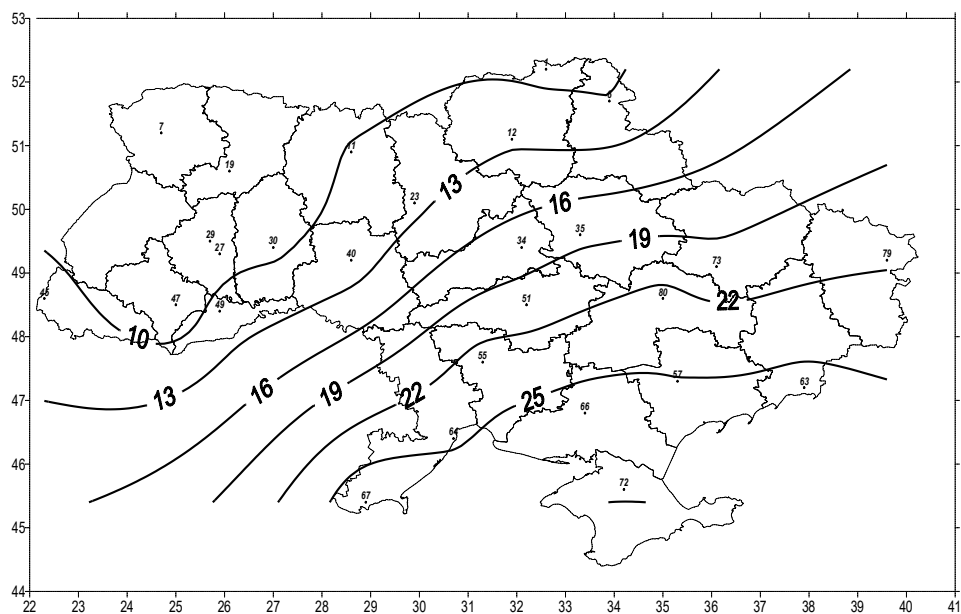


Рис. 2.12. Просторовий розподіл середньої кількості жарких днів.

Липень

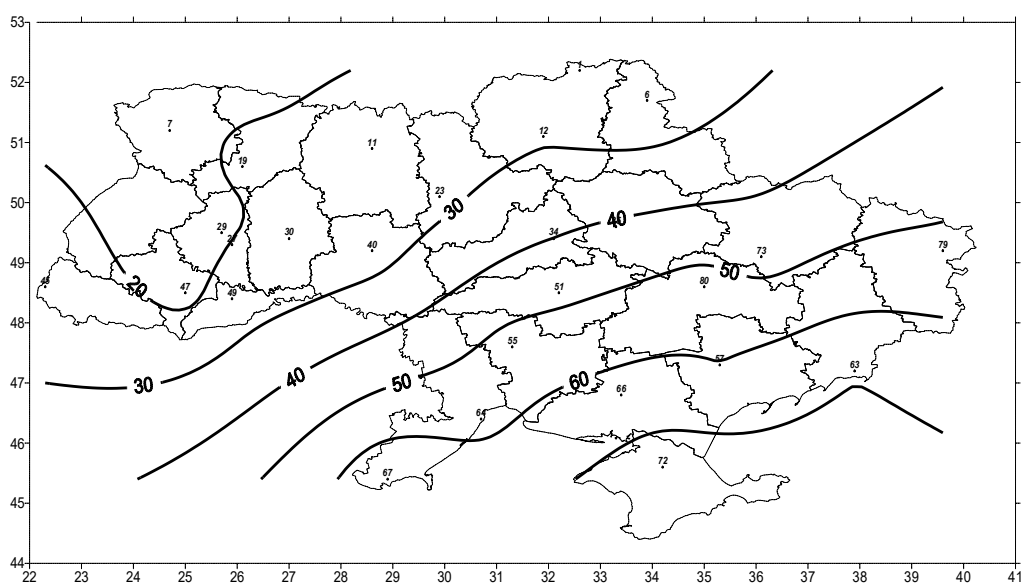


Рис. 2.13. Просторовий розподіл середньої за літо кількості жарких

днів

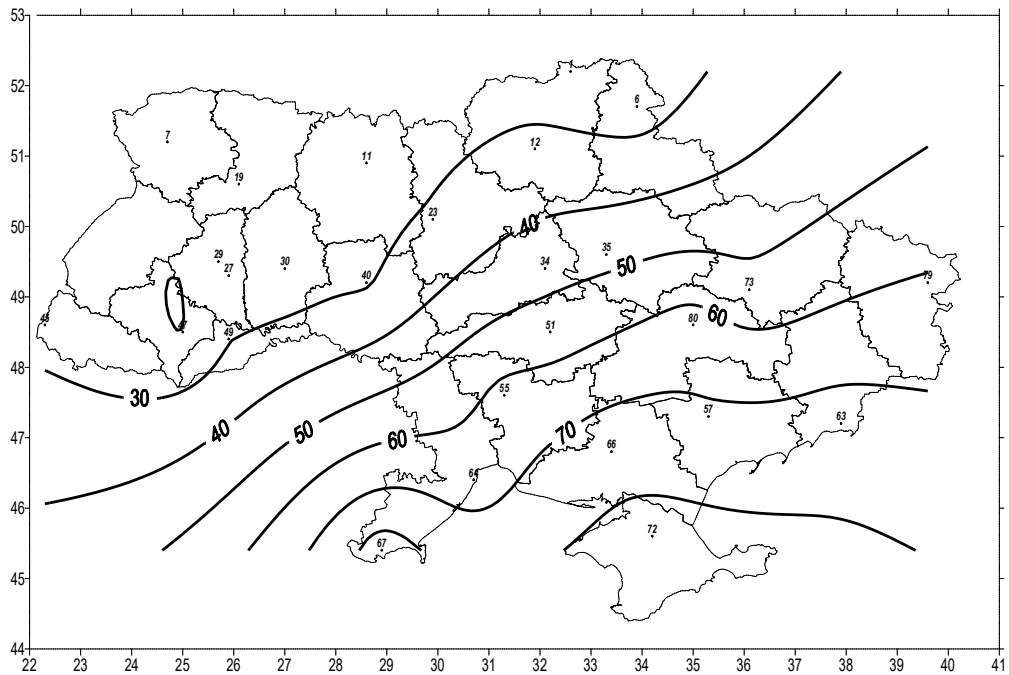


Рис. 2.14. Просторовий розподіл середньої за рік кількості жарких днів

На півдні та степовій частині Криму кількість днів з максимальною добовою температурою вище 25 °С за рік становить відповідно 85,0 (Ізмаїл) і 83,2 (Клепінине). На захід, північний захід і північ їх кількість зменшується до 19,6 у Передкарпатті (ст. Коломия).

Абсолютний максимум кількості таких днів за літо становить 75,5 дні (Клепінине), абсолютний мінімум – 17,1 днів (Коломия).

Просторово-часовий розподіл кількості жарких днів зумовлюється радіаційними умовами, циркуляцією атмосфери і характером підстильної поверхні, які визначаються широтою місцевості, ступенем континентальності і макрорельєфом, а також місцевими фізико-географічними умовами.

2.5 Часові зміни і просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

Багато дослідників вважають, що саме середня добова температура є мірою температурного стресу і розглядають її як фактор ризику для здоров'я людини. Виходячи з того, що середню добову температуру повітря 25 °С можна вважати пороговою для збільшення смертності у помірних широтах [15, 16-18, 19], нами досліджено деякі статистичні показники розподілу кількості днів з середньою добовою температурою $> 25^{\circ}\text{C}$ та динаміку їх у різних районах країни (табл. 2.4).

Дні, коли середня добова температура перевищує 25 °С, очікуються на території країни в літні місяці, в основному у липні та серпні. Причому, на півночі і заході у перший місяць літа вони взагалі відсутні або можливі 1-2 рази за сорок років. Навіть у липні і серпні такі температури не будуть фіксуватись щорічно. Середній квадратичний відхил кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С перебільшує середнє значення їх у 2-3 рази. Асиметрія і ексцес, які характеризують міру скошеності та гостровершинності кривої розподілу відповідно, дуже великі по своїй величині.

Таблиця 2.4 – Кліматичні показники кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

Місяць	Показник				
	$\bar{x}$	σ	A	E	%
1	2	3	4	5	6
Семенівка					
червень	0,1	-	-	-	0,2
липень	0,3	0,8	3,68	14,65	0,8
серпень	0,4	1,1	3,13	10,11	1,4

Ужгород					
червень	-	-	-	-	-
липень	0,6	1,3	3,40	13,69	1,8
серпень	0,3	1,0	3,66	13,38	1,0
Ізмаїл					
червень	0,9	1,6	1,82	2,17	3,1
липень	7,5	5,7	0,34	-0,85	24,1
серпень	6,3	5,5	0,82	-0,23	20,4
Біловодськ					
червень	0,7	1,4	2,05	3,11	2,4
липень	5,4	5,3	1,35	1,14	17,3
серпень	4,5	4,6	1,28	1,17	14,4

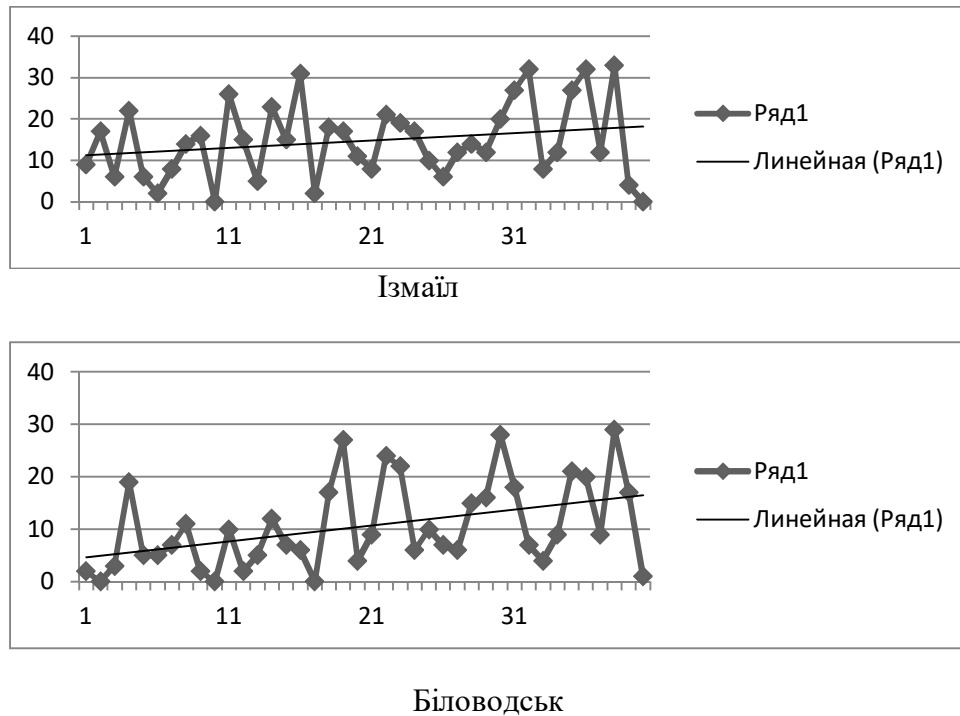
Найбільша повторюваність днів з середньою добовою температурою вище 25 °С в Ізмаїлі (у липні – 24,17%), трішки менша у Біловодську (17,3%). Асиметрія є великою ($> 0,50$) і додатною (крива розподілу їх має правосторонній скос). Екссес в Ізмаїлі має від’ємні значення (тобто крива розподілу є менш гостровершинною порівняно з кривою нормального розподілу) менші 1, а в Біловодську – додатні значення (крива розподілу є більш гостровершинною порівняно з кривою нормального розподілу) більші 1. Тому є сенс дослідити динаміку вказаного показника лише двох станцій, розташованих на півдні та сході країни.

На рис. 2.14 наведено часовий хід кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С в Ізмаїлі і Біловодську.

Побудований лінійний тренд кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С свідчить про їх зростання за досліджуваний період.

В Ізмаїлі повторюваність днів з температурою, вищою за порогову, тобто небезпечною для здоров’я людей, влітку становить 16,0%, у Біловодську – 11,5%.

Далі досліджувався просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С по території України за період з 2011 по 2050 рр. на основі модельних рядів за сценарієм RCP 4.5 по двадцяти семи станціях країни.



по осі x – роки з 2011 по 2050; по осі y – кількість днів

Рис. 2.14. Динаміка кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Літо

Дні з середньою добовою температурою повітря вище 25 °С будуть спостерігатись з травня по вересень. У табл. 2.5 наведено деякі характеристики повторюваності лише для літніх місяців. Найчастіше ця температура перевищуватиме зазначену позначку у липні і серпні. Так на ст. Красноармійськ це відбуватиметься максимально часто (31,5% від всіх днів липня) і зовсім рідко на заході, північному заході і півночі країни (0,1-0,3%).

Загальна кількість таких днів за досліджуваний період коливатиметься у широких межах: від 5-15 днів (ст. Коломия, Ужгород, Чернівці) до 787 і 717 днів (ст. Красноармійськ і Нова Каховка відповідно).

На рис. 2.15 і 2.16 представлено просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С у місяці, коли вона найбільша, а також сумарної за літо кількості таких днів. Особливості розподілу характеристик кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С зберігаються і в окремі місяці, і в цілому за літо. Вони дуже повільно зростають із заходу, північного заходу і півночі до відповідної ізолінії, що проходить через Вінницьку, Київську, Чернігівську і Сумську області, а потім на південь і південний схід їх зростання прискорюється.

Таблиця 2.5 – Повторюваність днів з середньою добовою температурою >25°C

№ ст	Назва станції	Червень			Липень			Серпень		
		к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%	к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%	к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%
1	Семенівка	2	0,1	0,2	10	0,3	0,8	17	0,4	1,4
6	Глухів	1	0,0	0,1	18	0,5	1,5	23	0,6	1,9
7	Ковель	3	0,1	0,3	12	0,3	1,0	13	0,3	1,0
11	Коростень	1	0,0	0,1	8	0,2	0,6	14	0,4	1,1
12	Нежин	1	0,0	0,1	30	0,8	2,4	35	0,9	2,8
19	Рівне	1	0,0	0,1	9	0,2	0,7	11	0,3	0,9
23	Фастів	1	0,0	0,1	14	0,4	1,1	29	0,7	2,3
27	Стрий	0	0,0	0,0	5	0,1	0,4	8	0,2	0,6
29	Тернопіль	0	0,0	0,0	4	0,1	0,3	6	0,2	0,5
30	Хмельницький	0	0,0	0,0	8	0,2	0,6	7	0,2	0,6
34	Черкаси	10	0,3	0,8	117	2,9	9,4	106	2,7	8,5
35	Веселий Поділ	12	0,3	1,0	121	3,0	9,8	92	2,3	7,4
40	Вінниця	0	0,0	0,0	13	0,3	1,0	15	0,4	1,2
45	Ужгород	0	0,0	0,0	1	0,0	0,1	13	0,3	1,0
47	Коломия	0	0,0	0,0	3	0,1	0,2	2	0,1	0,2
49	Чернівці	0	0,0	0,0	8	0,2	0,6	7	0,2	0,6
52	Бобринець	12	0,3	1,0	126	3,2	10,2	99	2,5	8,0
55	Вознесенськ	23	0,6	1,9	215	5,4	17,3	173	4,3	14,0
57	Пришиб	37	0,9	3,1	292	7,3	23,5	258	6,5	20,8
63	Красноармійськ	59	1,5	4,9	391	9,8	31,5	325	8,1	26,2
64	Одеса	26	0,7	2,2	255	6,4	20,6	214	5,4	17,3

Продовження табл. 2.5										
66	Нова Каховка	52	1,3	4,3	359	9,0	29,0	292	7,3	23,5
67	Ізмаїл	38	1,0	3,2	297	7,4	24,0	249	6,2	20,1
72	Клепінине	36	0,9	3,0	322	8,1	26,0	259	6,5	20,9
73	Харків	10	0,3	0,8	143	3,6	11,5	112	2,8	9,0
79	Біловодськ	31	0,8	2,6	210	5,3	16,9	176	4,4	14,2
80	Кайдаки	32	0,8	2,7	201	5,0	16,2	169	4,2	13,6

Примітка. Повторюваність надано кількістю випадків (к.в.) і у відсотках (%)

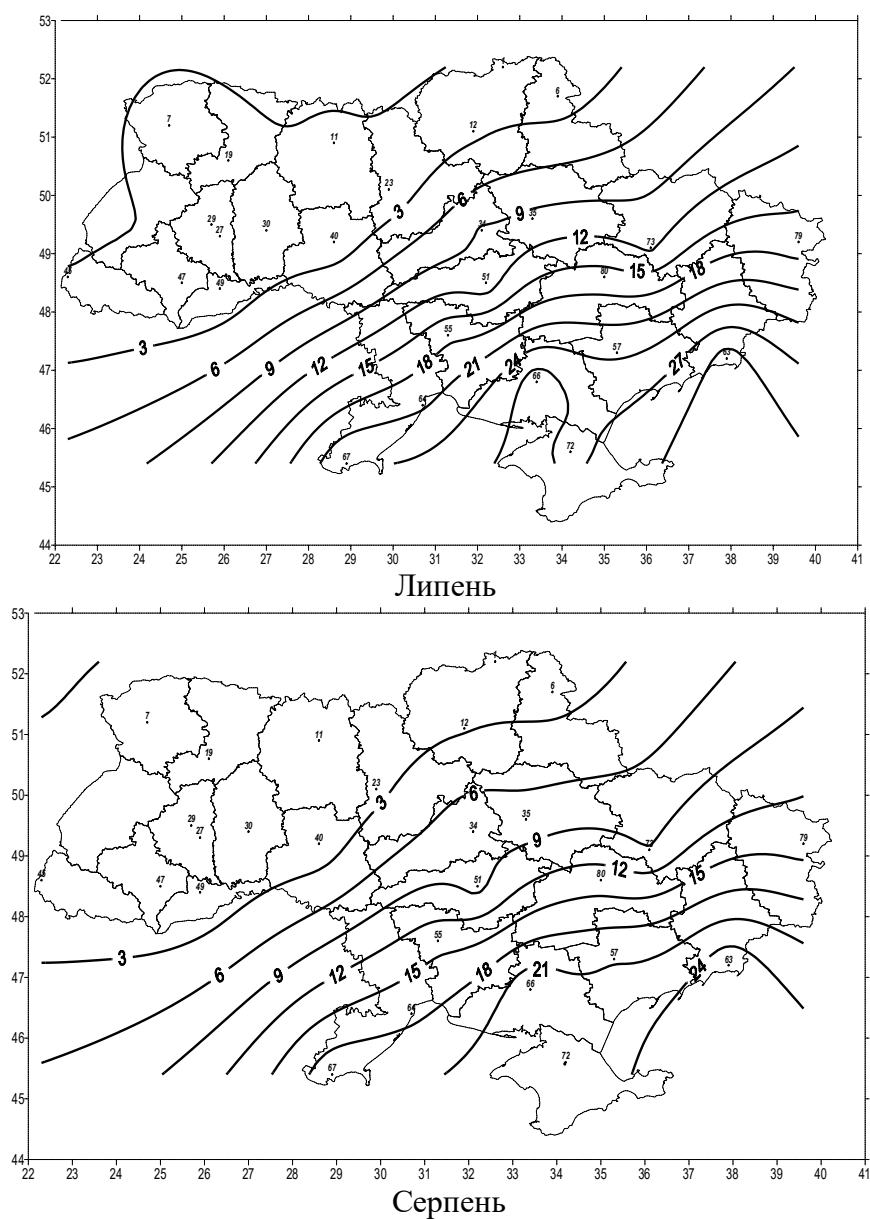


Рис. 2.15. Просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

За досліджуваний період найвища середня добова температура повітря 34,2 і 34,1 °С очікується у липні 2041 року на ст. Нова Каховка і Красноармійськ відповідно.

Зазначимо, що група кліматологів під керівництвом А.Занобетті з Гарвардської школи суспільного здоров'я у Бостоні оцінила як змінювалась смертність серед літніх мешканців США під час відносно жарких сезонів, проаналізувавши статистику, зібрану державною службою медичного страхування Medicare за 1985-2005 рр.. Виявилось, що смертність американців зростала достатньо сильно з підвищенням відхилення середньої температури літнього дня від норми того регіону, де мешкав учасник дослідження. Так, збільшення цього відхилення на 1 °С супроводжувалось зростанням смертності на 2% серед людей із захворюваннями серцево-судинної системи і на 4% для діабетиків. Вони вважають, що у середньому, загальна смертність серед всіх категорій населення повинна зрости приблизно на 5 % з кожним додатковим градусом відхилення температури.

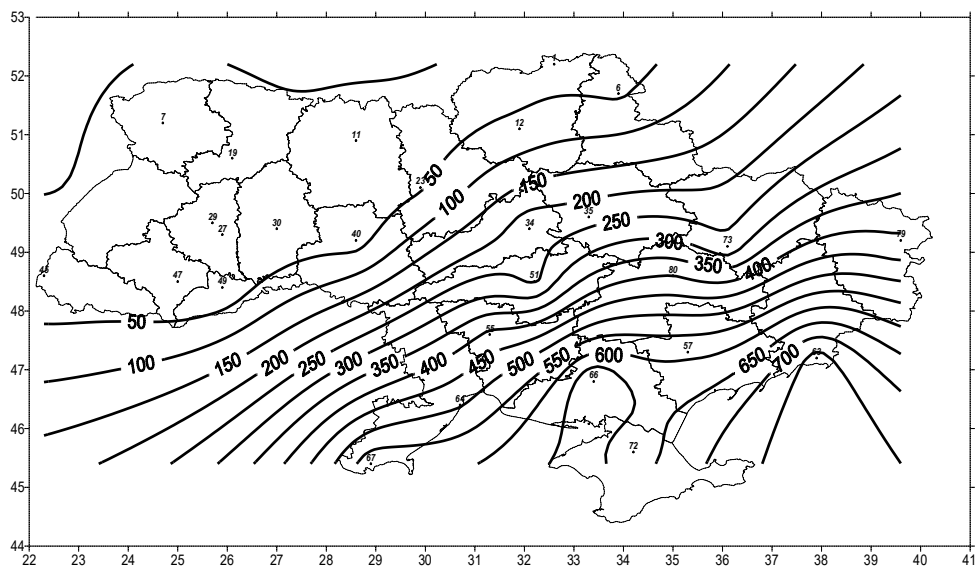


Рис. 2.16. Просторовий розподіл сумарної за літо кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

У майбутньому у всьому світі смертність через літню жару буде зростати. За сучасними розрахунками медиків з Британського міністерства охорони здоров'я і дослідницьких інститутів, до 2020 року смертність підвищиться на 66 %, а до 2050 року – на 257 %.

Глобальне потепління клімату дає помітний негативний внесок у зміни здоров'я населення, хоча поки оцінка потенційного впливу змін клімату на здоров'я містить в собі велику ступінь невизначеності [20].

3 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

3.1 Апроксимація емпіричного розподілу максимальної та середньої добової температури повітря теоретичним законом

Законом розподілу випадкової величини називають будь-яку відповідність між можливими значеннями випадкової величини та їх ймовірностями. Для випадкової величини закон розподілу є вичерпною характеристикою. Знання закону, якому підпорядковується та чи інша гідрометеорологічна величина, дає можливість методично правильно організувати дослідження статистичної структури її. Підібравши закон розподілу до статистичного ряду (вибірки), можна розрахувати ймовірність того, що випадкова величина знаходиться у заданому інтервалі або ймовірність того, що випадкова величина прийме значення менше (більше) деякого конкретного числа із області значень цієї випадкової величини.

Закон розподілу випадкової величини X може визначатися у вигляді функції розподілу $F(x)$ або щільності ймовірності $f(x)$. Дуже часто його представляють сукупністю інтервальних ймовірностей p_i або інтервальних теоретичних частот $\tilde{m}_i$. Якщо область значень гідрометеорологічної величини розділяється на K часткових інтервалів довжиною C , то знаючи щільність ймовірності, яка притаманна цій випадковій величині, можна знайти, використовуючи відомі властивості цієї функції, ймовірність того, що випадкова величина належить до будь-якого i -того часткового інтервалу з його серединою $\tilde{x}_i$.

Щільність імовірності та функція розподілу нормального закону для випадкової величини X визначаються рівняннями:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left\{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}\right\}, \quad (3.1)$$

$$F(x) = P(X < x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx \quad (3.2)$$

Параметрами цього закону є математичне сподівання m_x (параметр масштабу) і дисперсія σ_x^2 (параметр форми).

Нормальному закону підпорядковуються, наприклад, температура повітря, парціальний тиск водяної пари, атмосферний тиск біля земної поверхні та у вільній атмосфері і деякі інші метеорологічні та гідрологічні ряди спостережень. Тому саме цей розподіл (закон Гаусса) часто використовується в статистичних дослідженнях атмосфери та гідросфери.

Термін “нормальний розподіл” застосовується в умовному сенсі як загально прийнятий в літературі термін. Так, твердження, що якась ознака підпорядковується нормальному закону розподілу, зовсім не означає наявність будь-яких непорушних норм, таких, що полягають в основі явища, відбиттям якого є ознака, яка розглядається. Підпорядкування іншим видам законів не означає аномальність цього явища. Головна особливість нормального закону полягає у тому, що він є граничним законом, до якого наближаються інші закони розподілу.

Нижче наводиться алгоритм розрахунку інтервальних теоретичних частот нормального розподілу.

Процес дослідження закону розподілу складається з таких етапів:

- по-перше, від простої статистичної сукупності досліджуваної випадкової величини необхідно перейти до згрупованого ряду і представити його графічно у вигляді полігону або гістограми, з урахуванням статистичних оцінок моментів розподілу, а потім із заданою ймовірністю сформулювати гіпотезу H_0 про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону;

- по-друге, на основі статистичних оцінок моментів розподілу досліджуваної гідрометеорологічної величини знайти оцінки параметрів нормального закону;
- на третьому етапі для кожної градації за відповідними формулами розрахувати теоретичні інтервальні частоти $\tilde{m}_i$. Для з'ясування якісних розбіжностей між емпіричними m_i і теоретичними $\tilde{m}_i$ частотами в кожному інтервалі доцільно побудувати полігони даного емпіричного та визначеного теоретичного розподілів;
- на завершальному етапі, виконати кількісну оцінку розбіжності між емпіричними та теоретичними інтервальними частотами, тобто на заданому рівні значущості α за допомогою відомих критеріїв з'ясувати статистично значущими чи незначущими є ці розбіжності. Якщо розбіжності статистично незначущі, то вони пояснюються тільки випадковими обставинами, пов'язаними, наприклад, з обмеженою кількістю спостережень. Якщо розбіжності суттєві (статистично значущі), то пов'язані вони з тим, що теоретичний закон розподілу випадкової величини з заданою ймовірністю не відповідає емпіричному розподілу. Задачу апроксимації емпіричного розподілу теоретичним законом (за умови прийняття основної гіпотези H_0) слід завершувати аналітичним представленням отриманого теоретичного розподілу, використовуючи для цього або щільність ймовірності $f(x)$, або функцію розподілу $F(x)$.

Розрахунок інтервальної теоретичної частоти для i -того часткового інтервалу проводиться таким чином. Спочатку від меж i -того часткового інтервалу вихідної гідрометеорологічної величини (x_{i-1} і x_{i+1}) потрібно перейти до відповідних нових центрованих і нормованих величин для лівої межі (t_{i-1}) і правої межі (t_{i+1}) кожної градації. Для цього використовують такі формули:

$$t_{i-1} = \frac{x_{i-1} - \bar{x}}{S_x} \quad (i = \overline{1, k}); \quad (3.3)$$

де S_x – оцінка середнього квадратичного відхилу випадкової величини X ;
 $\bar{x}$ – середнє значення, яке є оцінкою математичного сподівання випадкової величини X .

Обчислення інтервальних теоретичних частот нормального розподілу передбачає використання значень щільності ймовірності нормованого нормального розділу $f(t)$:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{(-t^2/2)}. \quad (3.4)$$

Для розрахунку теоретичної інтервальної частоти i -того часткового інтервалу використовується формула:

$$\widetilde{m}_i = \frac{nc}{S_x} f(t_i) \quad (i = \overline{1, k}), \quad (3.5)$$

де t_i - безрозмірне значення випадкової величини на середині i -того часткового інтервалу, що розраховується за формулою:

$$t_i = \frac{t_{i+1} + t_{i-1}}{2}. \quad (3.6)$$

Функція $f(t)$ є функцією парною: $f(-t) = f(t)$ [21].

Для виявлення характеру розподілу екстремальних значень температури повітря нами спочатку були розраховані такі кліматичні показники: середнє $\bar{x}$, середній квадратичний відхил S_x , коефіцієнт варіації C_v , коефіцієнт асиметрії A_s , і коефіцієнт ексцесу E у липні з 2011 по 2050 рр. для декількох досліджуваних станцій, але в якості прикладу наведемо лише розрахунки для ст. Ізмаїл.

В таблицях 3.1 і 3.2 наведено алгоритм проведення перевірки відповідності нормальному закону розподілу, а на рисунках 3.1 і 3.2 – полігони теоретичних частот нормального розподілу.

Рівень значущості α задавався таким, що дорівнює 0,05, кількість ступенів волі – $\nu = k' - 3$. $\chi^2 = 1,46$, $\chi_{кр}^2 = 11,10$ (при $\nu = 5$).

Перевірка на відповідність емпіричного розподілу максимальної температури нормальному закону виконувалась за допомогою програми NORM.

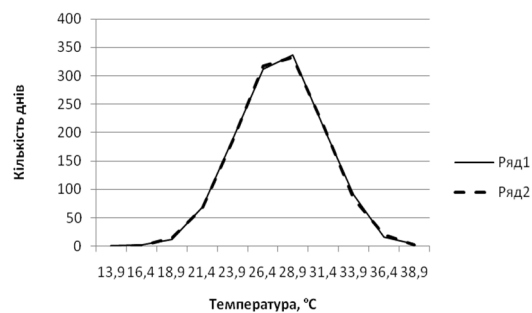


Рис. 3.1 – Полігон емпіричних m_i (ряд 1) і теоретичних $\tilde{m}_i$ (ряд 2) частот нормального розподілу максимальної за добу температури. Ізмаїл

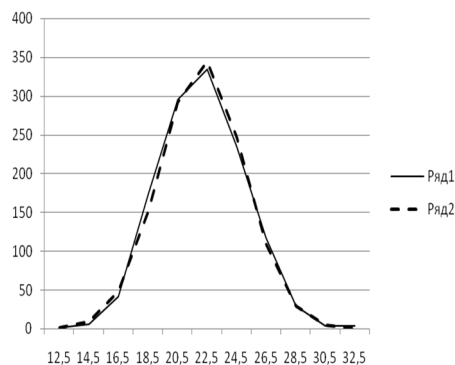


Рис. 3.2 – Полігон емпіричних m_i (ряд 1) і теоретичних $\tilde{m}_i$ (ряд 2) частот нормального розподілу середньої добової температури. Ізмаїл

Порівняння розрахункових значень χ^2 з відповідними критичними значеннями його показало, що $\chi^2 < \chi_{кр}^2$. Через це нульова гіпотеза приймається, тобто емпіричний розподіл максимальної за добу і середньої добової температури у липні можна апроксимувати нормальним законом розподілу з такими $f(x)$ і $F(x)$:

- для максимальної за добу температури повітря

$$f(x) = 0,213 e^{-\frac{(x-29,1)^2}{25,92}}, \quad (3.7)$$

$$F(x) = P(X < x) = -\int_{-\infty}^x f(x) dx = 0,213 \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-29,1)^2}{25,92}}; \quad (3.8)$$

- для середньої добової температури повітря

$$f(x) = 0,265 e^{-\frac{(x-23,2)^2}{16,82}}, \quad (3.9)$$

$$F(x) = P(X < x) = -\int_{-\infty}^x f(x) dx = 0,265 \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-23,2)^2}{16,82}}. \quad (3.10)$$

Таблиця 3.1 – Статистичні показники та результати перевірки відповідності емпіричного закону розподілу максимальної за добу температури повітря нормальному закону. Ізмаїл. Липень

№ п/п	Градації, °C	m_i	Нові градації	t_i	$f(t_i)$	$\tilde{m}_i$	$p_i, \%$	$p(X > x)$
1	13,9 – 16,3	1	-4,26 – -3,56	-3,91	0,0002	0,2	0,02	100,00
2	16,4 – 18,8	2	-3,56 – -2,86	-3,21	0,0023	2,0	0,16	99,98
3	18,9 – 21,3	12	-2,16 – -2,16	-2,51	0,0171	14,8	1,19	99,82
4	21,4 – 23,8	69	-2,16 – -1,46	-1,81	0,0774	67,0	5,40	98,63
5	23,9 – 26,3	189	-1,46 – -0,76	-1,11	0,2149	186,2	15,02	93,22
6	26,4 – 28,8	311	-0,76 – -0,06	-0,41	0,3662	317,3	25,60	78,20
7	28,9 – 31,3	336	-0,06 – 0,63	0,29	0,3830	331,9	26,77	52,60
8	31,4 – 33,8	210	0,63 – 1,33	0,98	0,2456	312	17,18	25,83
9	33,9 – 36,3	90	1,33 – 2,03	1,68	0,0968	83,9	6,77	8,65
10	36,4 – 38,8	16	2,03 – 2,73	2,38	0,0234	20,3	1,64	1,88
11	38,9 – 41,3	4	2,73 – 3,43	3,08	0,0035	3,0	0,24	0,24

$t_{max}, ^\circ C$	$t_{min}, ^\circ C$	$\bar{x}$	S_x	A	E	χ^2	α	ν	$\chi^2_{\alpha, \nu}$	$\chi^2_{\alpha, \nu} > \chi^2, H_0!$
40,8	13,9	29,1	3,6	-0,03	-0,03	1,46	0,05	5	11,10	

Таблиця 3.2 – Статистичні показники та результати перевірки відповідності емпіричного закону розподілу середньої добової температури повітря нормальному закону. Ізмаїл. Липень

№ п/п	Градації, °C	m_i	Нові градації	t_i	$f(t_i)$	$\tilde{m}_i$	$p_i, \%$	$p(X > x)$
1	12,5 – 14,4	1	-3,75 – -3,09	-3,42	0,0013	1,1	0,09	100,00
2	14,5 – 16,4	5	-3,05 – -2,39	-2,72	0,0108	9,4	0,76	99,91
3	16,5 – 18,4	41	-2,35 – -1,68	-2,02	0,0555	48,3	3,89	99,15
4	18,5 – 20,4	174	-1,65 – -0,98	-1,32	0,1747	152,0	12,25	95,26
5	20,5 – 22,4	296	-0,95 – -0,28	-0,61	0,3365	292,8	23,60	83,00
6	22,5 – 24,5	335	-0,25 – 0,42	0,09	0,3962	344,8	27,79	59,41
7	24,5 – 26,4	236	0,46 – 1,12	0,79	0,2853	248,3	20,01	31,62
8	26,5 – 28,4	117	1,16 – 1,82	1,49	0,1256	109,3	8,81	11,61
9	28,5 – 30,4	29	1,86 – 2,53	1,19	0,0338	29,4	2,37	2,80
10	30,5 – 32,4	3	2,56 – 3,23	2,89	0,0056	4,9	0,39	0,43
11	32,5 – 34,4	3	3,26 – 3,93	3,60	0,0006	0,5	0,04	0,04

$t_{max}, ^\circ C$	$t_{min}, ^\circ C$	$\bar{x}$	S_x	A	E	χ^2	α	ν	$\chi^2_{\epsilon\delta}(\alpha, \nu)$	$\chi^2_{\epsilon\delta}(\alpha, \nu) > \chi^2,$ $H_0!$
33,0	12,5	23,2	2,9	0,15	0,00	7,74	0,05	6	12,60	

3.2 Імовірнісний прогноз температури

Важливе значення мають імовірнісні характеристики, які широко використовуються в практиці обслуговування різних напрямів діяльності людини. Ці характеристики можна дістати на основі дослідження законів розподілу окремих метеорологічних величин або комплексних показників, які враховують їх вплив. Правильно підібрана теоретична функція розподілу дозволяє розв'язувати велику кількість задач, пов'язаних з діагнозом і прогнозом стану метеорологічних величин.

У разі нормального розподілу середня, як найбільш поширена характеристика режиму будь-якої метеорологічної величини, відбиває найбільш імовірні її значення. Якщо розподіл відрізняється від нормального, середнє може бути більшим або меншим в порівнянні з її модальними значеннями.

З іншого боку, вимоги практики в області кліматології, зокрема прикладної кліматології, виходять далеко за рамки середніх і екстремальних значень величин. Все частіше і настійливіше надходять запити від різних господарських організацій та установ про задоволення їх не тільки середніми кліматичними показниками, але й, головним чином, можливими відхиленнями цих показників за часом та у просторі. Іншими словами, все більш підвищується попит на ймовірнісні характеристики клімату.

Імовірнісні характеристики клімату – це значення метеорологічних величин заданої забезпеченості.

Знаходження ймовірнісних значень метеорологічної величини можна здійснити аналітично на основі функції її розподілу, тобто задача обчислення ймовірнісних характеристик зводиться до встановлення закону розподілу метеорологічної величини, що досліджується.

На практиці цю задачу вирішують за допомогою емпіричної кривої інтегрального розподілу, для побудови якої розроблено різні методи.

Найбільш поширеними в кліматології є гістограмний і розрахунковий методи.

У даній роботі імовірнісні характеристики клімату визначались гістограмним методом. Наразі вихідна статистична сукупність надавалась у вигляді статистичного розподілу. Для побудування кривої інтегрального розподілу розраховувались інтегральні повторюваності величин вище (або нижче) заданої межі шляхом послідовного додавання диференціальних повторюваностей значень метеорологічної величини в окремих градаціях. При цьому враховувалось, що кількість градацій $k = 5 \lg n$, а розмір градацій c визначався за формулою $c = (x_{max} - x_{min}) / k$.

У табл. 3.3 і Додатку (табл. А.1) наведено характеристики розподілу максимальної температури для всіх досліджуваних станцій у липні. Виходячи з того, що розподіл максимальної температури підпорядковується нормальному закону розподілу, для побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу нами використовувалась напівлогарифмічна клітчатка спрямлення (значення випадкової величини на ній подано у лінійній шкалі, а значення інтегральної повторюваності – в логарифмічній). На основі побудованої кривої визначались імовірнісні характеристики. У табл. 3.4 представлено значення максимальної температури повітря, можливі 1 раз в 5, 10, 20, 50 і 100 років, а також імовірність максимальної температури вище заданої межі.

Таблиця 3.3 – Диференціальна та інтегральна повторюваності
Розподілу максимальної температури повітря. Ізмаїл.
Липень

№ п/п	Градації, °С		m_i	p_i	$p(X > x)$
1	13,9	16,3	1	0,1	100
2	16,4	18,8	2	0,2	99,9
3	18,9	21,3	12	1,0	99,7
4	21,4	23,8	69	5,6	98,8
5	23,9	26,3	189	15,2	93,2

Продовження табл. 3.3					
6	26,4	28,8	311	25,1	78,0
7	28,9	31,3	336	27,1	52,9
8	31,4	33,8	210	16,9	25,8
9	33,9	36,3	90	7,3	8,8
10	36,4	38,8	16	1,3	1,6
11	38,8	41,3	4	0,3	0,3

Тут $p(X > x_i) = \sum_k^1 p_i$ – інтегральні повторюваності значень

метеорологічної величини вище заданих границь.

Таблиця 3.4 – Максимальна температури повітря (°C), можлива 1 раз в n років, та ймовірність її вище заданої межі (%). Липень

Назва станції	Повторюваність 1 раз в n років					Максимальна температура, °C			
	5	10	20	50	100	≥25	≥30	≥35	≥40
Семенівка	≥32,7	≥33,2	≥33,8	≥35,2	≥35,6	32	5	0,07	-
Глухів	≥33,2	≥33,6	≥34,0	≥35,4	≥35,8	36	4	0,1	-
Ковель	≥31,7	≥32,5	≥33,2	≥34,4	≥34,8	28	4	0,03	-
Коростень	≥31,7	≥32,4	≥33,2	≥34,0	≥34,8	32	3	0,02	-
Ніжин	≥33,8	≥34,6	≥35,2	≥36,7	≥37,2	43	7	0,25	-
Рівне	≥31,1	≥32,0	≥32,5	≥33,0	≥33,1	24	3	-	-
Фастів	≥33,0	≥33,2	≥33,5	≥35,4	≥35,8	38	6	0,1	-
Стрий	≥30,7	≥31,2	≥31,4	≥33,5	≥33,8	26	1,5	-	-
Тернопіль	≥32,5	≥34,2	≥34,3	≥34,5	≥34,8	28	3	-	-
Хмельницький	≥30,5	≥32,2	≥32,5	≥35,7	≥35,8	30	2	-	-
Черкаси	≥35,0	≥35,2	≥35,8	≥36,0	≥36,3	60	12	0,6	-
Веселий Поділ	≥35,2	≥35,9	≥36,8	≥38,0	≥38,4	55	13	0,4	-
Вінниця	≥32,0	≥32,5	≥32,9	≥33,5	≥34,3	42	3,5	-	-

Продовження табл.3.4									
Ужгород	≥33,4	≥34,0	≥34,5	≥35,9	≥36,3	40	5	0,1	-
Коломия	≥31,0	≥31,2	≥31,5	≥33,9	≥34,5	18,5	1,6	-	-
Чернівці	≥34,2	≥35,0	≥35,9	≥36,8	≥37,7	56	10	0,3	-
Бобринець	≥37,2	≥39,5	≥40,2	≥41,2	≥42,2	88	38	5,5	-
Вознесеньк	≥37,2	≥37,8	≥38,8	≥39,6	≥40,8	76	20,6	4,0	-
Пришиб	≥40,8	≥42,0	≥42,8	≥44,2	≥44,9	91	56	16	-
Красноармійське	≥37,9	≥38,5	≥38,9	≥39,5	≥39,9	80	42	5,0	0,2
Одеса	≥37,6	≥37,9	≥38,2	≥38,4	≥38,6	73	23,5	3,6	-
Нова Каховка	≥38,8	≥39,2	≥39,8	≥40,8	≥41,0	82,2	40	5	0,2
Ізмаїл	≥37,8	≥38,6	≥39,4	≥40,3	≥41,0	88	40	5	0,09
Клепінине	≥38,2	≥38,6	≥39,0	≥39,2	≥39,6	88	42	4,2	-
Харків	≥37,3	≥37,9	≥38,3	≥39,2	≥39,6	60	15	1,0	-
Біловодськ	≥38,7	≥39,0	≥40,4	≥41,0	≥41,5	72,3	29,7	4,0	0,16
Кайдаки	≥38,3	≥38,8	≥39,0	≥39,1	≥39,2	64	20	3,0	-

За даними цієї таблиці для наочності представлено просторовий розподіл максимальної температури повітря, можливої 1 раз в 100 і 50 років (рис. 3.3 і 3.4), а також просторовий розподіл імовірності максимальної температури вище 25, 30 і 35 °C (рис. 3.5-3.7) у липні. З них випливає, що у липні найвищі температури, можливі 1 раз в 100 років ($\geq 44,9$ °C) і 50 років ($\geq 44,2$ °C), очікуються на південному сході країни (ст. Пришиб). У цьому ж регіоні найбільших значень досягає і ймовірність максимальної добової температури вище 25, 30 і 35 °C (відповідно 91, 56 і 16%). В цілому зростання максимальної температури та її певної ймовірності очікується з північного заходу на південний схід країни.

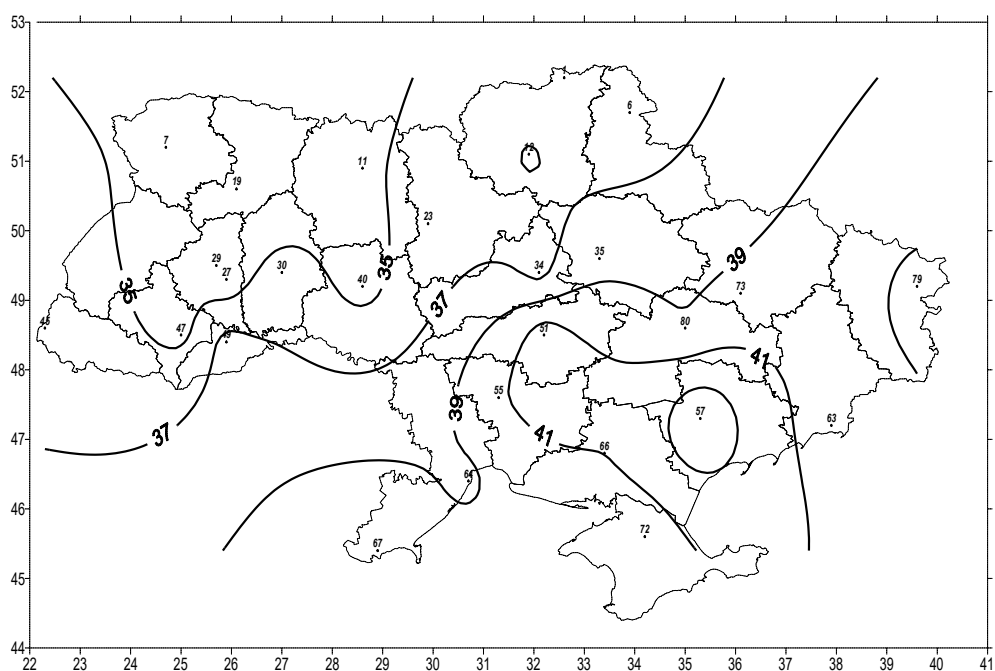


Рис. 3.3. Просторовий розподіл максимальної температури повітря (°C),
можливої 1 раз в 100 років. Липень

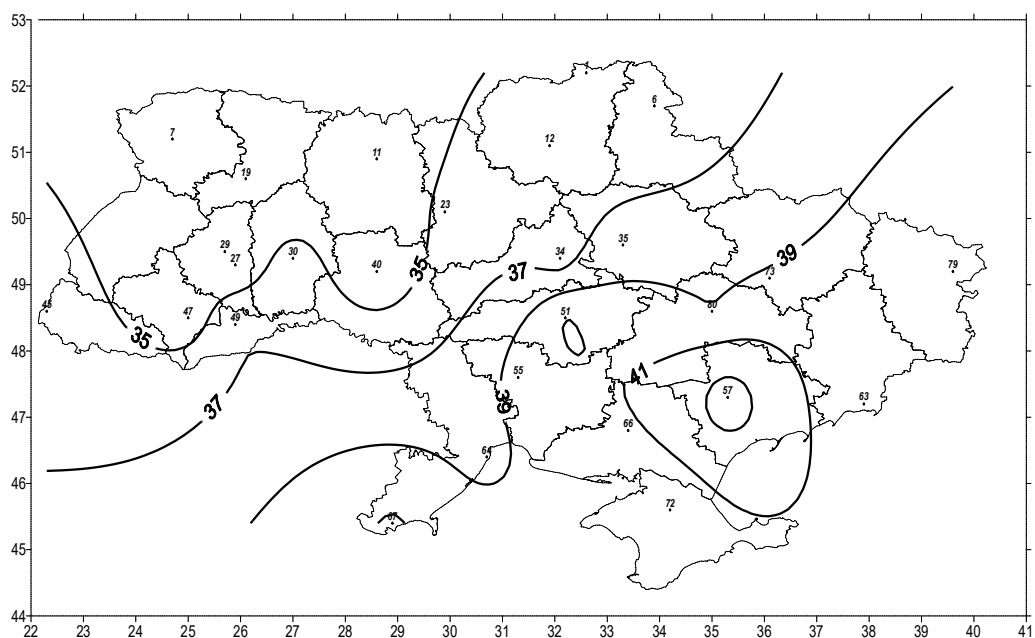


Рис. 3.4. Просторовий розподіл максимальної температури повітря
(°C), можливої 1 раз в 50 років. Липень

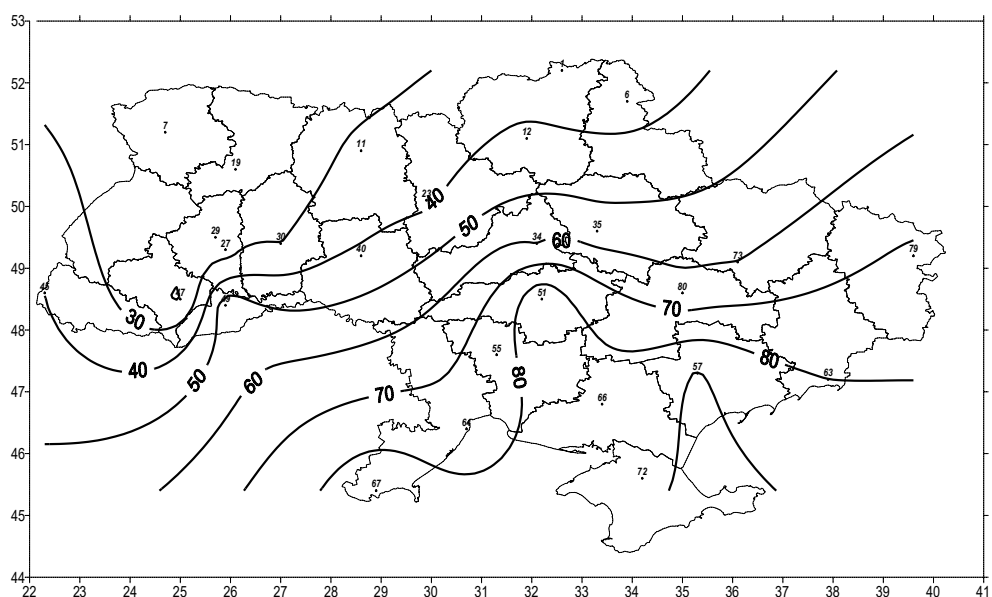


Рис. 3.5. Просторовий розподіл імовірності (%) максимальної температури вище 25 °С. Липень

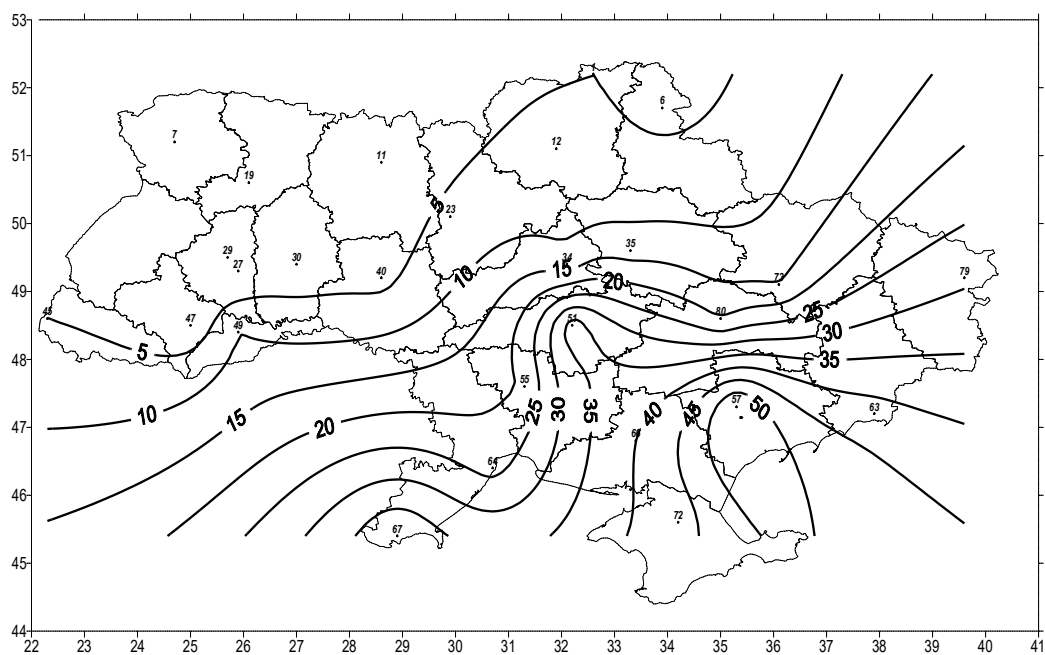


Рис. 3.6. Просторовий розподіл імовірності (%) максимальної температури повітря вище 30 °С. Липень

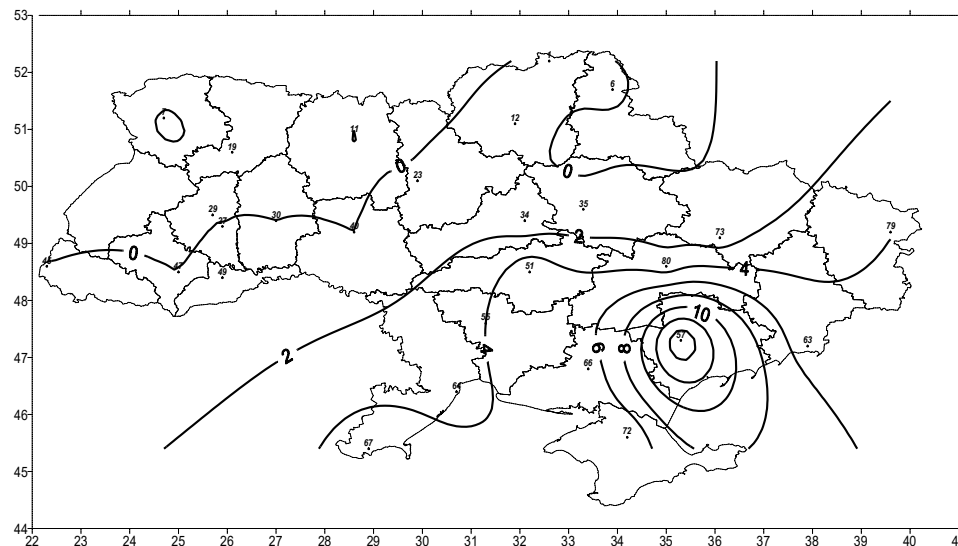


Рис. 3.7. Просторовий розподіл імовірності (%) максимальної температури повітря вище 35 °С. Липень

Розподіл середньої добової температури повітря також підпорядковується нормальному закону розподілу (п. 3.1), тому для побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу її нами використовувалась напівлогарифмічна клітчатка спрямлення. На основі побудованої кривої визначались імовірнісні характеристики у різних регіонах країни (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Середня добова температура повітря (°С), можлива 1 раз в n років, та ймовірність її вище заданої межі (%). Липень

Назва станції	Повторюваність 1 раз в n років					Температура, °С			
	5	10	20	50	100	≥ 25	≥ 30	≥ 35	≥ 40
Ужгород	$\geq 26,0$	$\geq 26,9$	$\geq 27,5$	$\geq 28,6$	$\geq 29,2$	1,5%	0,012%	-	-
Ізмаїл	$\geq 30,1$	$\geq 30,6$	$\geq 31,2$	$\geq 32,1$	$\geq 32,6$	22%	0,7%	-	-
Біловодськ	$\geq 31,5$	$\geq 32,2$	$\geq 33,3$	$\geq 34,1$	$\geq 35,0$	19%	1,7%	0,03%	-
Семенівка	$\geq 26,3$	$\geq 27,0$	$\geq 27,9$	$\geq 28,8$	$\geq 29,5$	1,7%	0,02%	-	-

З останньої таблиці випливає, що у липні найвищі середні добові температури, можливі 1 раз в 100 років ($\geq 35,0$ °С) і 50 років ($\geq 34,1$ °С),

очікуються на сході країни (ст. Біловодськ). Найбільша ймовірність (22%) таких температур вище 25 °С становитиме в Ізмаїлі. На всіх станція, хоча і з малою ймовірністю (від 0,012% в Ужгороді до 1,7% у Біловодську), можливі середні добові температури вище 30 °С.

Таким чином, використовуючи ймовірнісні характеристики клімату, можна вивчати внутрішню структуру метеорологічної величини, зокрема аномальної температури. Крім того, застосування таких характеристик дає можливість статистичної екстраполяції кривої розподілу і отримання значень метеорологічних величин, які рідко спостерігаються, із зазначенням ймовірності їх появи. Такі ймовірнісні характеристики клімату часто використовується в якості розрахункового параметра при різних технічних розрахунках. Споживача не завжди цікавить ймовірність появи всіх значень метеорологічної величини. Частіше виникає необхідність знати, як часто значення метеорологічної величини будуть вище або нижче певного (часто критичного) значення. Через це актуальнішим є визначення інтегральної ймовірності (забезпеченості) різних значень метеорологічної величини.[21]

4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ КЛІМАТИЧНОГО РИЗИКУ ВІД АНОМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

4.1 Структура і класифікація ризиків

Ризик – кількісний показник невизначеності при альтернативному виборі рішень на початку і в процесі конкретної діяльності, що виражає ймовірність витіснення, заміщення користі шкодою в структурі очікуваних результатів діяльності за певний період [22].

Рівень ризику висловлює або частоту такого заміщення, або розміри заміщає компонента в його натуральному або вартісному вираженні. З цього випливає, що ризик є показником стійкості бінарних систем.

Обставини, при яких виникає загроза значного заміщення користі шкодою, прийнято називати ризиковими ситуаціями. Їх структурна модель має вигляд: «джерело ризику – об'єкт ризику – фактори ризику – наслідки ризику».

Джерело ризику – це будь-яка потенційна небезпека, здатна заподіяти шкоду, шкоду певних об'єктів – жертвам ризику.

Об'єктами (жертвами) ризику можуть стати будь-які компоненти живої та неживої матерії, на які можуть впливати певні джерела ризику в минулому, сьогоденні і майбутньому.

Фактори ризику – це підсилювачі джерел ризику. Вони підвищують інтенсивність, силу впливу джерела на об'єкт ризику. Ними можуть бути стану, властивості самих джерел і об'єктів ризику, а також компонентів, процесів і результатів діяльності, в тому числі людини і навколишнього середовища.

Негативними наслідками ризику є втрати, збитки, заподіяні джерелами ризику його об'єктів.

Сукупність об'єктів, одночасно піддаються впливу ідентичних джерел і чинників ризику (ІФР) являє собою групу ризику.

Просторова область, в якій постійно, періодично або епізодично виникають ІФР – це зона ризику.

Ризики зручніше класифікувати [22] по виду об'єктів ризику. У життєдіяльності людини таких об'єктів безліч. Однак на принципах антропоцентризму їх завжди можна співвіднести з одним з наступних видів:

- 1) здоров'я, життя людини;
- 2) навколишнє природне середовище;
- 3) технічні об'єкти і системи;
- 4) майно, капітал, гроші;
- 5) суспільство, населення.

Відповідні цим об'єктам ризикові ситуації отримують назви:

- 1) небезпечна;
- 2) небезпечна екологічна;
- 3) аварійна;
- 4) кризова;
- 5) надзвичайна.

На цих же принципах всі ризики можна розділити на 5 основних видів: валеологічний, екологічний, технічний, економічний і соціальний (табл. 4.1).

Валеологічний ризик – це кількісний показник невизначеності, що виражає ймовірність заподіяння шкоди, збитку здоров'ю, загибелі людини в розглянутих умовах життєдіяльності за певний період. Такий ризик буде індивідуальним, якщо стосується однієї людини, або загальним – для групи людей. Він може бути вимушеним (проживання поблизу небезпечного об'єкта, транспортної магістралі, заклик на війну і т.п.) або добровільним (куріння, робота за наймом, заняття спортом, туризмом і т.д.). Ризик, що виникає в зв'язку з виконанням службових обов'язків, буде професійним.

Екологічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність забруднення, руйнування екологічних об'єктів і систем внаслідок господарської чи іншої діяльності людини за певний період.

Таблиця 4.1 – Класифікація ризиків

Вид ризику	Об'єкт ризику	Вид ризикової ситуації	Негативні наслідки ризику
Валеологічний	здоров'я, життя людини	небезпечна	зниження працездатності, захворювання, травма, інвалідність, летальний результат
Екологічний	навколишнє природне середовище	небезпечна екологічна	забруднення води, повітря, ґрунту, руйнування екологічних об'єктів і систем
Технічний	технічні об'єкти і системи	аварійна	аварія, вибух, обвалення, пожежа, поломка, руйнування
Економічний	майно, капітал, гроші	кризова	втрата майна, капіталу, продукції, що випускається, грошей, очікуваної вигоди
Соціальний	суспільство, населення	надзвичайна	пошкодження здоров'я, загибель людей, руйнування техносфери, ландшафтів, втрата майна

Технічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність аварії, поломки, руйнування технічного об'єкта або системи за певний період. Він служить показником надійності техніки і техносфери в цілому.

Економічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність втрати, псування майна, економічних ресурсів, грошових коштів, а також можливостей їх примноження за певний період. Він містить в собі ознаки технологічного, підприємницького і фінансового ризиків.

Соціальний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність виникнення і масштаби поширення надзвичайних ситуацій, що створюють загрозу значним контингентам людей, їх майну, сформованим умовам життєдіяльності, які вони займають територіям.

4.2 Оцінка соціальних і економічних ризиків від екстремальної температури у різних регіонах України

Сучасне потепління клімату, яке характеризується зміною кліматичних параметрів, супроводжується зростанням повторюваності небезпечних гідрометеорологічних явищ (НЯ), а це призводить до соціального і економічного збитків в різних регіонах країни. Небезпечні явища часто, окрім прямих збитків, можуть посилювати інші негативні фактори середовища і різного роду лиха. Так, підвищення тривалості періодів з високими або низькими температурами впливає як безпосередньо на стан здоров'я людей, так і опосередковано через якість води, продуктів харчування, стану забруднення повітря. Крім того, екстремальні значення температури впливають на стійкість і міцність будівельних конструкцій, робочі характеристики техніки, багато в чому визначають екологічну ситуацію території (пожежонебезпечність, рівень забруднення), стан інфраструктури житлово-комунального господарства, інших галузей економіки. Таким чином, удосконалення управління кліматичною інформацією, системний аналіз характеристик НЯ вкрай актуальні і є основою соціально орієнтованих систем попередження [23] в рамках

організації робіт по зниженню передбачуваних або таких, що відбулися, збитків, пов'язаних з кліматичними ризиками.

Як вже згадувалось, у сучасному суспільстві темі ризиків, зокрема гідрометеорологічних, приділяється значна увага. Низка дослідників під гідрометеорологічними ризиками розуміють статистичні імовірності настання тих або інших аномальних або небезпечних явищ погоди [24, 25]. Найчастіше використовують непрямі методи для розрахунку соціально-економічних складових ризиків, тому що існує проблема відсутності достовірної і доступної інформації по економічних збитках від НЯ, по кількості загиблих і постраждалих людей в результаті прояви окремих небезпечних явищ.

Авторами [24, 26] запропоновано співвідносити економічні втрати з чисельністю населення, що дозволяє оцінити уразливість на основі даних про ВВП на одного мешканця. При цьому вважається, що збитки, створені відповідним НЯ, компенсуються за рахунок ВВП у переліку на населення, яке потрапило в зону дії НЯ. Валовий внутрішній продукт (ВВП), англ. *Gross Domestic Product* (GDP) – макроекономічний показник, який відбиває ринкову вартість всіх кінцевих товарів та послуг, зроблених за рік у всіх галузях економіки на території держави для споживання, експорту і накопичення, незалежно від національної приналежності використаних факторів виробництва.

Безпосередньо до небезпечних явищ відносять сильну жару і сильний мороз, періоди з аномально холодною/жаркою погодою, тоді як низькі/високі температури належать до НЯ лише у сполученні з іншими несприятливими факторами (сильний вітер тощо). Низкою дослідників запропоновано характеристики критеріїв НЯ. Так високими вважаються максимальні за добу температури повітря зі значеннями ≥ 30 °C будь-якої тривалості. Аномально жарка погода характеризується максимальною температурою ≥ 30 °C протягом 5 діб і більше. Сильна жара має ознаки: значення максимальної температури досягають 35 °C і вище протягом 3 діб і більше.

Нами визначено соціальні і економічні збитки, зумовлені екстремальними проявами температурного режиму (високою температурою і середньої добовою температурою вище 25 °C) в різних регіонах України на основі даних траєкторії RCP4.5 з 2011 по 2050 рр..

Абсолютний максимум в модельних рядах максимальної температури очікується у липні 2041 року (41,9 °C, ст. Нова Каховка); у цей же час ще на низці станцій сходу і півдня України максимальна за добу температура може перебільшувати сорока градусну позначку. Абсолютний максимум середньої добової температури очікується також у 2041 році (34,2 °C, ст. Нова Каховка).

Максимальні за добу температури повітря ≥ 30 °C будуть спостерігатись з травня по вересень (у травні лише на 30% від всіх станцій загальна тривалість їх від 2 до 15 днів за 40 років). Найбільша кількість періодів з високою температурою (144) на території країни за досліджуваний інтервал очікується на ст. Клепініне (табл. 4.2), що у сумі складе 530 днів. Максимальна безперервна тривалість таких періодів на різних станціях становитиме від 2 (Коломия) до 26 (Клепініне) днів у липні і 5 (Ковель) - 20 (Нова Каховка) днів у серпні. Цікаво, що загальна тривалість таких періодів у липні вища, ніж у серпні у Передкарпатті, Закарпатті, на східних і південних районах країни, на решті території навпаки.

Суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік суттєво зростають з південного заходу і заходу (42 дні, Тернопіль) на південний схід (1175днів, Красноармійськ) і південь (1180 днів, Клепініне) (рис. 4.1).

Повторюваність днів з високою температурою по території України за 40-річний досліджуваний період у липні-серпні буде коливатись від 1,6 (Тернопіль) до 42,7% (Клепініне), у перехідні сезони від 0,0 до 8,9% (Клепініне).

Максимум кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °C на території країни буде на ст. Красноармійськ (Донецька область), де

Таблиця 4.2 – Характеристики температурних ризиків (періоди високих температур)
на станціях. 2011-2050 рр.

№ п/ п	Назва станції	Червень				Липень				Серпень				Вересень			
		<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>
1	Семенівка	8	3	5	7,5	39	28	3	45,0	70	32	9	57,5	6	2	5	5,0
2	Глухів	7	5	2	10,0	56	32	4	52,5	85	38	7	60,0	6	2	5	5,0
3	Ковель	8	4	5	10,0	29	18	3	32,5	39	23	5	35,0	1	1	1	2,5
4	Коростень	7	5	2	10,0	35	23	4	37,5	55	27	9	50,0	3	2	2	5,0
5	Нежин	16	8	6	12,5	79	39	6	62,5	104	46	9	67,5	10	6	3	12,5
6	Рівне	6	3	3	7,5	30	21	3	37,5	41	24	5	47,5	2	2	1	5,0
7	Фастів	9	5	3	12,5	66	43	4	60,0	83	42	12	60,0	7	4	3	10,0
8	Стрий	1	1	1	2,5	25	16	3	30,0	30	20	5	42,5	1	1	1	2,5
9	Тернопіль	1	1	1	2,5	20	15	3	27,5	20	13	5	27,5	1	1	1	2,5
10	Хмельницький	5	5	1	12,5	24	15	3	30,0	38	19	11	45,0	1	1	1	2,5
11	Черкаси	32	18	4	25,0	171	74	11	92,5	187	74	13	75,0	22	12	3	27,5
12	Веселий Поділ	34	16	6	30,0	187	73	12	90,0	203	69	15	77,5	26	12	5	25,0
13	Вінниця	7	5	2	12,5	51	35	3	52,5	77	39	11	57,5	3	3	1	7,5
14	Ужгород	0	1	1	2,5	58	36	5	45,0	44	25	6	42,5	1	1	1	2,5

Продовження табл. 4.2																	
15	Коломия	3	3	1	5,0	26	18	2	30,0	18	12	5	22,5	1	1	1	2,5
16	Чернівці	14	10	3	17,5	51	33	4	47,5	45	25	5	42,5	2	2	1	5,0
17	Бобринець	39	20	5	30,0	231	85	13	90,0	255	94	15	87,5	26	16	3	30,0
18	Вознесенськ	9	28	5	45	321	106	12	90,0	324	100	18	87,5	39	18	3	35,0
19	Пришиб	80	36	5	52,5	429	125	18	100	410	118	18	95,0	58	26	6	47,5
20	Красноармійськ	100	42	9	60,0	520	133	25	100	481	138	17	100	68	34	5	5,0
21	Одеса	45	20	7	37,5	305	99	14	92,5	297	91	17	90,0	20	12	3	27,5
22	Нова Каховка	99	39	8	60,0	476	131	18	100	442	119	20	97,5	60	27	5	47,5
23	Ізмаїл	96	47	6	65,0	497	151	16	100	456	125	20	95,0	66	36	6	62,5
24	Клепінине	107	51	8	65,0	530	144	26	100	481	128	19	100	60	34	5	55,0
25	Харків	37	22	6	35,0	236	89	14	92,5	261	92	9	95,0	32	18	5	30,0
26	Біловодськ	68	35	7	57,5	331	101	21	92,5	326	109	12	97,5	42	23	3	35,0
27	Кайдаки	71	31	1	50,0	326	108	14	97,5	331	105	18	95,0	50	23	6	40,0

Примітка до таблиці. s – загальна кількість днів, n – кількість періодів, τ – максимальна безперервна тривалість періодів, p – повторюваність періодів, %

до 2050 року очікується 787 таких днів (рис. 4.2). У цьому ж місці передбачається і найбільша кількість їх серій – 249. Максимальна безперервна тривалість цих серій становитиме 25 днів (табл. 4.3). Найрідше дні з середньою добовою температурою вище 25 °С будуть спостерігатись у Передкарпатті (Коломия, 5 днів за 40 років). Максимальна безперервна тривалість їх – 2 дні.

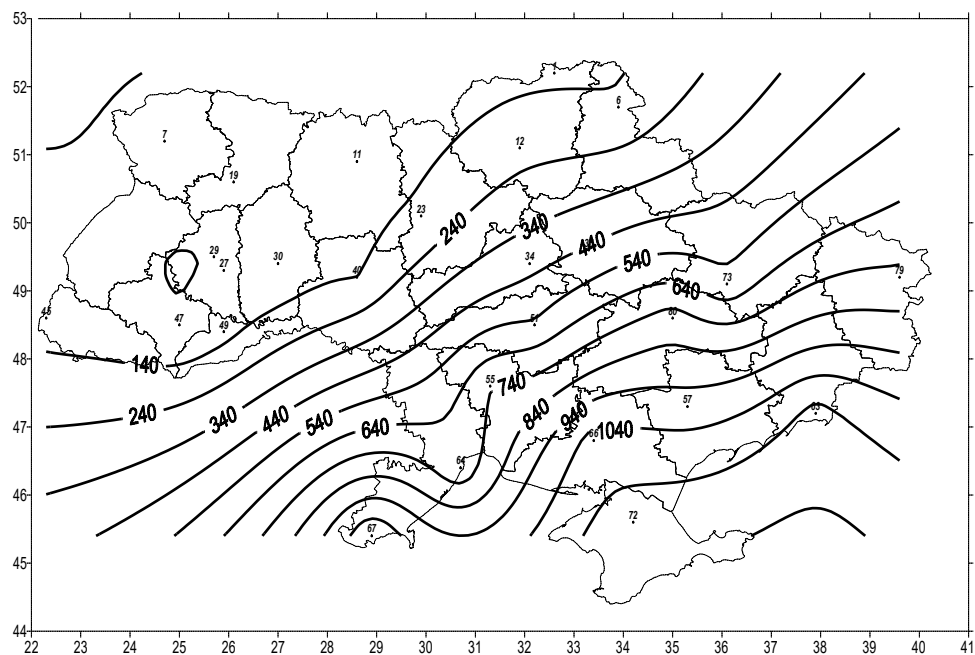


Рис. 4.1. Просторовий розподіл суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік. 2011-2050 рр.

Повторюваність днів з середньою добовою температурою вище 25 °С за досліджуваний період у липні-серпні очікується від 0,2 (Коломия, Семенівка) до 31,0% (Красноармійськ). На 56% станцій сумарна кількість днів вища у липні, а на 41% – у серпні і лише у Коломиї в обидва місяці їх кількість однакова (2 дні).

На основі здобутих даних по повторюваності аномальних явищ, використовуючи методику, запропоновану в роботах [24, 26], проведено

розрахунки можливих соціальних і економічних ризиків для території країни стосовно згаданих двох критеріїв.

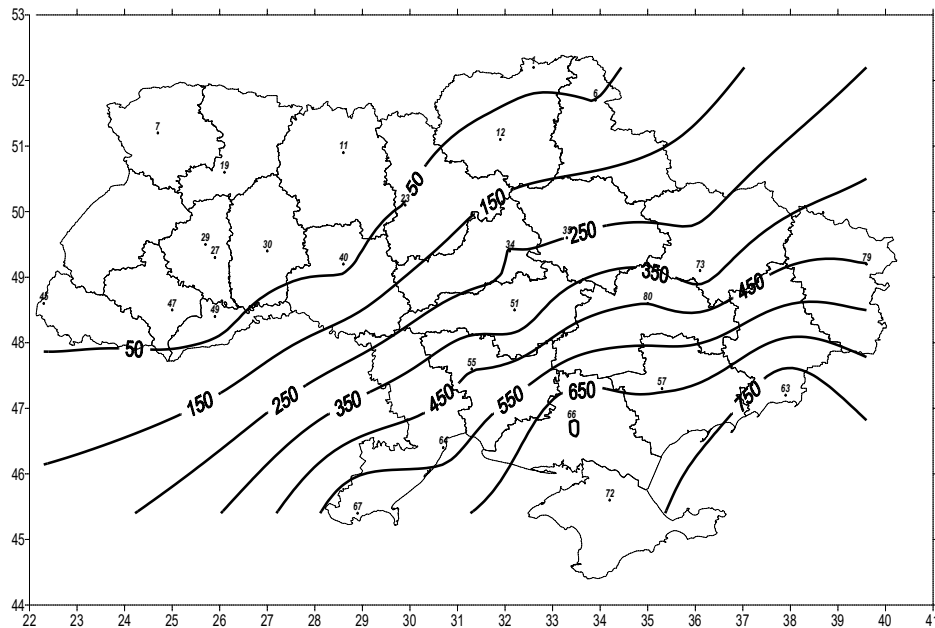


Рис. 4.2. Просторовий розподіл суми загальної тривалості періодів з середньою добовою температурою вище 25 °С за рік. 2011-2050 рр.

У запропонованій методиці під соціальним ризиком розуміють імовірність попадання населення певної території в зону з небезпечним або аномальним явищем в середньому за рік. Розрахунки виконувались за формулою

$$R_{соц} = (n_i / N) \cdot (s_i / S) \cdot t_{cp} \cdot m \cdot k, \quad (4.1)$$

де n_i – кількість випадків з i -им небезпечним явищем на досліджуваній території за весь період спостереження; N – загальна кількість спостережень (кількість років); s_i – середня площа, яка охоплюється i -им небезпечним явищем (км²); S – площа всієї території (км²); t_{cp} – середня тривалість НЯ (дні); k – коефіцієнт агресивності НЯ; m – кількість мешканців на

Таблиця 4.3 – Характеристики температурних ризиків (періоди з середньою добовою температурою вище 25 °С)
на станціях. 2011-2050 рр.

№ п/ п	Назва станції	Червень				Липень				Серпень				Вересень			
		<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>
1	Семенівка	2	2	1	2,5	10	7	2	12,5	17	9	5	20,0	4	1	4	2,5
2	Глухів	1	1	1	2,5	18	10	4	17,5	23	11	6	25,0	2	1	2	2,5
3	Ковель	3	2	2	2,5	12	10	2	20,0	13	8	4	20,0	-	-	-	-
4	Коростень	1	1	1	2,5	8	8	4	7,5	14	8	5	20,0	-	-	-	-
5	Нежин	1	1	1	2,5	30	16	3	32,5	35	17	7	32,5	3	1	3	2,5
6	Рівне	1	1	1	2,5	9	9	3	12,5	11	7	3	15,0	-	-	-	-
7	Фастів	1	1	1	2,5	14	11	2	20,0	29	16	3	32,5	-	-	-	-
8	Стрий	-	-	-	-	5	5	1	12,5	8	5	3	7,5	-	-	-	-
9	Тернопіль	-	-	-	-	4	4	1	10,0	6	3	3	7,5	-	-	-	-
10	Хмельницький	-	-	-	-	8	6	2	12,5	7	3	4	7,5	-	-	-	-
11	Черкаси	10	10	3	12,5	117	52	10	70,0	106	46	8	70,0	3	2	2	2,5
12	Веселий Поділ	12	8	3	12,5	121	49	13	70,0	92	42	7	55,0	6	2	5	5,0
13	Вінниця	-	-	-	-	13	9	3	20,0	15	10	5	20,0	-	-	-	-
14	Ужгород	-	-	-	-	1	1	1	2,5	14	7	5	12,5	-	-	-	-

Продовження табл. 4.3																	
15	Коломия	-	-	-	-	3	2	2	5,0	2	2	1	5,0	-	-	-	-
16	Чернівці	-	-	-	-	8	6	2	15,0	7	5	3	10,0	-	-	-	-
17	Бобринець	12	8	3	17,5	126	51	11	77,5	99	43	9	65,0	2	2	1	2,5
18	Вознесенськ	23	10	6	22,5	215	73	11	85,0	173	67	16	77,5	5	3	2	5,0
19	Пришиб	37	18	4	35,0	292	78	13	90,0	258	81	16	85,0	10	5	5	12,5
20	Красноармійськ	59	24	5	40,0	391	108	25	95,0	325	110	10	97,5	12	7	5	17,5
21	Одеса	26	14	4	25,0	255	78	14	87,5	214	69	16	80,0	5	3	3	7,5
22	Нова Каховка	52	22	7	40,0	359	101	16	92,5	292	77	19	85,0	14	8	3	15,0
23	Ізмаїл	38	19	5	40,0	297	92	13	87,5	249	73	19	85,0	6	4	3	7,5
24	Клепінине	36	16	8	37,5	322	101	6	90,0	259	89	16	85,0	8	3	6	7,5
25	Харків	10	8	3	15,0	143	52	8	75,0	112	51	7	70,0	4	1	4	2,5
26	Біловодськ	31	17	4	27,5	210	65	17	82,5	176	65	8	80,0	4	1	4	2,5
27	Кайдаки	32	17	6	35,0	201	63	12	82,5	169	62	9	75,0	8	4	5	10,0

Примітка до таблиці. s – загальна кількість днів, n – кількість періодів, τ – максимальна безперервна тривалість періодів, p – повторюваність періодів, %

досліджуваній території [26]. Відношення (n_i / N) – повторюваність років з явищем, тобто емпірична частота відповідного НЯ, яка показує частку років з НЯ з розглянутого інтервалу часу (у нашому випадку 40 років), коли відмічались відповідні температурні умови, які сприятимуть формуванню ризиків. Так, наприклад, на станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка, Ізмаїл і Клепінине періоди з високими температурами очікуються щорічно, утворюючи ризики для соціальної активності і діяльності населення країни, на решті станцій періоди високих температур будуть спостерігатись менше 100%. Періоди з середньою добовою температурою вище 25 °С будуть формуватись не кожного року: від 98% (ст. Красноармійськ) до 5% (ст. Коломия).

Розрахунки соціальних ризиків показали, що найбільший ризик для країни являють собою періоди високих температур (табл. 4.4) головним чином у у Донецькій і Дніпропетровській областях (відповідно 62,9 тис. і 48,6 тис. чоловік), що зумовлено, окрім географічного положення їх, у більшій мірі чисельністю населення. Для тих же областей очікуються максимальні соціальні ризики від середніх добових температур вище 25 °С.

Далі проведено розрахунок можливого економічного ризику, який утворюється відповідним аномальним явищем. Як вже згадувалось, доцільно співвідносити цей тип ризиків з даними про частку ВВП на одного мешканця регіону, який потрапить у зону НЯ за час (кількість днів), що дорівнює тривалості НЯ [24, 26]. Дана методика також передбачає врахування розбіжностей у силі дії різних НЯ на об'єкт, що виражається у введенні коефіцієнта агресивності відповідного НЯ, який для температурних ризиків від високих температур вважався таким, що дорівнює 0,1 [27], а для середньої добової температури вище 25 °С – 0,2. У [24, 26] економічним ризиком пропонують називати сукупні збитки від НЯ на даній території та визначати його як

$$R_{ек} = A \cdot R_{соц} , \quad (4.2)$$

де A – сума часток ВВП, які припадають на одного мешканця країни, за період, який дорівнює середній тривалості НЯ.

Для розрахунку економічних ризиків (табл. 4.4) нами використані відомості прес-служби Державної служби статистики за даними «Інтерфакс-Україна». Згідно з її даними в розрахунку на душу населення номінальний ВВП за січень-березень 2016 року дорівнював 10,605 тис. грн, Номінальний або абсолютний ВВП виражається у поточних (фактичних) цінах даного року.

Таблиця 4.4 – Соціальні та економічні ризики, можливі при формуванні відповідних екстремальних температурних періодів у різних областях України

Область	Населення, тис. чол.	Соціальний ризик, тис. чол.		Економічний ризик, млн. грн.	
		максимальна добова температура $\geq 30^{\circ}\text{C}$	середня добова температура $> 25^{\circ}\text{C}$	максимальна добова температура $\geq 30^{\circ}\text{C}$	середня добова температура $> 25^{\circ}\text{C}$
Чернігівська	1045,0	7,0	5,5	0,80	0,63
Сумська	1113,3	5,3	4,2	0,61	0,48
Волинська	1042,7	2,0	1,9	0,23	0,22
Житомирська	1247,5	5,4	3,3	0,62	0,38
Рівненська	1161,8	2,9	1,1	0,33	0,12
Київська	4638,8	23,4	22,7	2,70	2,62
Львівська	2534,2	5,8	3,0	0,67	0,34
Тернопільська	1065,7	0,9	0,7	0,11	0,08
Хмельницька	1294,4	3,4	1,8	0,39	0,21
Черкаська	1259,2	9,2	9,5	1,06	1,10
Полтавська	1438,9	16,3	17,2	1,88	1,99
Вінницька	1602,2	6,8	4,1	0,78	0,48
Закарпатська	1259,2	2,0	1,2	0,23	0,14
Івано-Франківська	1382,3	1,3	0,4	0,15	0,05
Чернівецька	909,9	0,9	0,5	0,11	0,06

Продовження табл. 4.4					
Кіровоградська	973,1	9,1	14,1	1,05	1,63
Миколаївська	1158,2	12,4	21,8	1,43	2,51
Запорізька	1753,6	25,2	46,7	2,90	5,38
Донецька	4265,1	62,9	115,5	7,25	13,31
Одеська	2390,3	38,6	71,4	4,40	8,23
Херсонська	1062,4	17,0	31,9	1,96	3,68
АР Крим	1957,8	28,8	47,0	3,32	5,43
Харківська	2718,6	34,2	51,0	3,95	5,88
Луганська	2205,4	27,1	45,8	3,13	5,27
Дніпропетровська	3254,9	48,6	79,9	5,61	9,21

Аналіз розрахунків показав, що всі області країни в тій або іншій мірі будуть економічно уразливими при формуванні періодів високих температур. Максимальних економічних збитків можуть зазнати Донецька і Дніпропетровська області від максимальних температур вище 30 °С відповідно 7,25 і 5,61 млн. грн., від середніх добових температур вище 25 °С – 13,31 і 9,21 млн. грн..

Результати непрямой оцінки економічних ризиків показали, що їх максимальні значення при формуванні додатних екстремальних температурних періодів очікуються у Донецькій і Дніпропетровській областях, що зумовлено максимальною щільністю населення на фоні решти областей України.

Слід зазначити, що різний рівень економічного розвитку тої або іншої області суттєво впливає на ступінь уразливості території. Необхідна розробка кількісного критерію, який дозволив би враховувати дані властивості регіону.

Використаний у даній роботі підхід відносно простий і дозволяє здобути прийнятні результати для врахування їх при плануванні адаптаційних заходів в різних секторах економіки, медицині зокрема.

4.3 Ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні

Україна входить у перелік країн, які підписали і ратифікували Рамкову конвенцію ООН про зміни клімату і Кіотський протокол до неї, та взяли на себе зобов'язання не лише захищати кліматичну систему на благо сучасного і майбутнього поколінь людства, але й виконувати свої індивідуальні зобов'язання як Сторони Конвенції і Протоколу. Зокрема, Україна зобов'язалась проводити політику і заходи, спрямовані на боротьбу зі змінами клімату, враховуючи реальні соціально-економічні умови країни, охоплюючи усі джерела і поглиначі парникових газів, а також відповідні сектори економіки [28].

Кліматичні зміни і їх наслідки потребують розробки і здійснення органами охорони здоров'я і цивільної оборони стратегій, напрямів політики і заходів по адаптації, які мають за мету зменшити потенціальний вплив на здоров'я.

У 2009 р. під егідою ООН Глобального Договору був підготовлений огляд про сприйняття змін клімату в Україні «Survey on Climate Change Perceptions in Ukraine». Більшість експертів, які прийняли участь в такому дослідженні, пов'язують глобальні зміни клімату з серйозними природними, економічними і соціально-економічними ризиками як для людства в цілому, так і для України зокрема. Автори Повідомлення України, підготованого на виконання статей 4 і 12 Рамкової конвенції ООН про зміни клімату і статті 7 Кіотського протоколу [28] в оцінці можливих ризиків через зміни клімату на території України виділили низку найбільш важливих аспектів і напрямків.

До прямих ризиків віднесено наступні:

- Зростання частоти та інтенсивності кліматичних аномалій і екстремальних погодних явищ, таких як шквали, ураганні вітри, смерчі, аномальні коливання температури, повені тощо; повторюваність таких явищ збільшилась у 1,5-2 рази.

- Повторюваність частоти засух (за період 1989-2009 рр. їх повторюваність зросла майже вдвічі). Засухи стають більш частими та інтенсивними. Відмічається тенденція поширення засух на регіони, які традиційно відносились до зони достатнього зволоження (Полісся, північні райони лісостепу).
- Підвищення рівня захворюваності і смертності населення. Тепловий стрес у найбільшій мірі загрожує уразливим шарам населення у містах (людям похилого віку, дітям, хворим, які страждають на кардіологічні хвороби тощо).
- Підвищення рівня Чорного і Азовського морів, яке загрожує розмиванню прибережних територій.
- Зменшення продуктивності лісів. В Україні може з'явитись раніше не властива їй зона помірно теплого сухого лісу, який нагадує ліси центральних районів США. У степовій зоні природні умови будуть нагадувати клімат степової зони Іспанії. Степова частина Криму увійде в зону субтропіків. Зона помірно теплого сухого лісу може зайняти територію сьогоденної лісостепової зони і частково лісової зони Полісся.
- Скорочення біологічного різноманіття.

До непрямих ризиків віднесено:

- Зростання міграції населення, поява «кліматичних біженців».
- Негативний вплив на стан продовольчої безпеки.
- Ризики, пов'язані з економічною безпекою держави.
- Збереження технологічного відставання основних галузей промисловості
- Недоотримання коштів від реалізації надлишків квот на викиди парникових газів, які могли б бути спрямованими на модернізацію економіки та підвищення енергетичної безпеки України.

- Пігіршення іміджу України на міжнародній арені у випадку продовження слабкої і безініціативної позиції України у переговорному процесі по всіх аспектах проблем змін клімату.

Рамкова конвенція ООН про зміни клімату передбачає виконання Сторонами вимог відносно формулювання, здійснення та регулярного оновлення національних програм. Ці програми містять заходи по запобіганню наслідків змін клімату шляхом рішення проблеми антропогенних викидів з джерел і абсорбції поглиначами всіх парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом, і заходи по адекватній адаптації до зміни клімату.

На сьогоднішній день в Україні розробляється Національний план адаптації до змін клімату, в якому будуть запропоновані заходи по мінімізації негативного впливу аномальних погодних явищ на всі галузі економіки країни, життєдіяльність населення і стан навколишнього середовища, але головні акценти будуть розставлені в ньому на сільське господарство, енергетику і охорону здоров'я (табл. 4.5 [29]). Заходи по адаптації мають бути специфічними для різних секторів економіки в контексті: змісту, вартості, часових рамок впровадження.

У 2007 році було створено Національне агентство екологічних інвестицій України (після останньої реорганізації – Державне), основною задачею якого є забезпечення виконання вимог Конвенції та впровадження механізмів Кіотського протоколу. У ньому створено відділ взаємодії з Секретаріатом Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та адаптації до змін клімату.

За інформацією Державного агенства екологічних інвестицій, до розробки плану притягнуто провідні науково-дослідні інститути і вчених України. У ньому будуть також враховані всі важливіші результати досліджень світової науки і висновки щорічних конференцій Рамкової конвенції ООН по зміні клімату.

Таблиця 4.5 – Заходи, які запропоновано для включення у проект
Національного плану адаптації до змін клімату на 2012-
2014 рр

Реалізація заходів з адаптації до зміни клімату на загальнодержавному рівні
Удосконалення діючої загальнодержавної системи спостереження і прогнозування стихійного природного лиха та екстремальних гідрометеорологічних явищ, збільшення кількості та інтенсивності яких пов'язане зі зміною клімату
Формування регіональної політики з питань адаптації до зміни клімату
Забезпечення включення окремих заходів з адаптації до зміни клімату до місцевих планів дій з охорони навколишнього природного середовища при їх розробленні
Забезпечення включення до генеральних планів розвитку міст та селищ міського типу специфічних заходів з адаптації до зміни клімату, в тому числі до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Перегляд проектів облаштування зливних каналізаційних мереж у населених пунктах з метою адаптації до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ внаслідок зміни клімату
Розроблення і затвердження регіональних схем екомережі
Визначення специфічних заходів з адаптації до зміни клімату у сфері охорони здоров'я та в галузях (секторах) економіки з метою планування галузевих (секторальних) програм розвитку
<i>У сфері охорони здоров'я</i>
Визначення заходів з посилення профілактичної діяльності в умовах екстремальних гідрометеорологічних явищ, зокрема під час тривалих періодів сильної спеки
Забезпечення технічного переоснащення медичних закладів з врахуванням кліматичних умов, що змінюються
Розроблення методів протидії інфекційним, серцево-судинним, респіраторним захворюванням, що виникають внаслідок зміни клімату
<i>В агропромисловому секторі</i>
Ведення селекції у рослинництві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення перегляду розподілу спеціалізованих зон насінництва у зв'язку зі зміною кліматичних умов
Запровадження оптимальних термінів основних технологічних заходів у рослинництві у зв'язку зі зміною кліматичних умов

Продовження табл. 4.5
Ведення селекції у тваринництві та птахівництві на підприємствах агропромислового комплексу з урахуванням зміни кліматичних умов
Ведення селекції у рибному господарстві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення стимулювання широкого запровадження страхування ризиків у сільському господарстві
<i>У сфері використання земельних і лісових ресурсів</i>
Підготовка та затвердження комплексу заходів з боротьби із опустелюванням та деградацією земель, відтворення та підвищення родючості ґрунтів
Розроблення заходів з поліпшення стану та якісного складу лісів, посилення їх екологічних, економічних і соціальних функцій в умовах зміни клімату
<i>У сфері використання поверхневих водних ресурсів</i>
Розроблення заходів із протипаводкового захисту в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Розроблення заходів з безпечної експлуатації гідротехнічних споруд в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У паливно-енергетичному комплексі</i>
Розроблення заходів із зміцнення інфраструктури поверхневих ліній передачі і розподілення енергії у зв'язку зі збільшенням кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Розроблення заходів із забезпечення регулювання параметрів роботи об'єднаної енергетичної системи України у зв'язку зі збільшенням ймовірності аварійних ситуацій на енергогенеруючих підприємствах внаслідок збільшення частоти і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У транспортно-дорожній сфері</i>
Забезпечення розроблення і впровадження галузевих стандартів, технічних умов та будівельних норм з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату
Розроблення заходів із забезпечення безпеки пасажирських перевезень і перевезень вантажів авіаційним, автомобільним, залізничним, морським, річковим, міським електричним транспортом в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У сфері будівництва</i>
Забезпечення розроблення і впровадження нових державних будівельних норм, методології проектування, будівництва та реконструкції об'єктів цивільного і промислового призначення, інженерно-транспортної інфраструктури з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату

Зволікання з проведенням сучасних адаптаційних заходів, включаючи готовність до надзвичайних ситуацій, відгукнеться соціальними втратами (життя і здоров'я населення) та економічними збитками, масштаб яких має характер стратегічних ризиків розвитку країни та загрози національної безпеки [29].

Здатність адаптуватись у майбутньому до наслідків змін клімату залежить від майбутніх рівней економічного і технічного розвитку, місцевих умов навколишнього середовища і якості та доступності медико-санітарної допомоги, інфраструктури громадської охорони здоров'я. Великий вплив на здоров'я людей здійснюють соціальні, економічні, політичні, екологічні і технологічні фактори.

ВИСНОВКИ

1. Жаркі дні майже на всій території країни будуть спостерігатись з квітня по жовтень за винятком північних регіонів. Найбільша кількість їх зазвичай у липні та серпні. Абсолютний максимум сумарної тривалості періодів з максимальною температурою вище 25 °C очікується у липні на ст. Клепінине і становитиме 1113 днів, за літній сезон – також на цій станції (2769 днів), а за весь рік – на ст. Ізмаїл (3401 день); абсолютний мінімум і за сезон, і за рік – у Передкарпатті (ст. Коломия, відповідно 683 і 785 днів).

Найчастіше жаркі дні можливі на станціях Клепінине та Ізмаїл (майже 90% днів від загальної тривалості місяця); на станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка – більше 80%. В окремі роки, зрозуміло, повторюваність може досягати і 100%, як на цих станціях, так і на інших. Зовсім рідко (з повторюваністю приблизно 8%) таке явище очікується у серпні у Закарпатті (ст. Ужгород).

Очікуваний просторовий розподіл кількості жарких днів середньої за літній сезон і рік характеризується збільшенням у напрямі з північного заходу на південь і південний схід влітку та з заходу, північного заходу, півночі на південь і південний схід в цілому за рік. Це зумовлено факторами, які впливають на формування такої температури – складовими теплового балансу, синоптичних процесів, підстильної поверхні тощо.

2. Дні, коли середня добова температура перевищує 25 °C, очікуються на території країни в літні місяці, в основному у липні та серпні. Так на ст. Красноармійськ це відбуватиметься максимально часто (31,5% від всіх днів липня) і зовсім рідко на заході, північному заході і півночі країни (0,1-0,3%).

Загальна кількість таких днів за досліджуваний період коливатиметься у широких межах: від 5-15 днів (ст. Коломия, Ужгород, Чернівці) до 787 і 717 днів (ст. Красноармійськ і Нова Каховка відповідно).

Особливості розподілу характеристик кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °C зберігаються і в окремі місяці, і в цілому

за літо. Вони дуже повільно зростають із заходу, північного заходу і півночі до відповідної ізолінії, що проходить через Вінницьку, Київську, Чернігівську і Сумську області, а потім на південь і південний схід їх зростання прискорюється.

3. Динаміка кількості жарких днів в окремі місяці, суми за рік і за літо, а також кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °C свідчить про їх зростання за досліджуваний період.

4. Розподіл середньої добової і максимальної за добу температури повітря на рівні значущості $\alpha=0,05$ підпорядковується нормальному закону розподілу.

5. У липні найвищі температури, можливі 1 раз в 100 років ($\geq 44,9$ °C) і 50 років ($\geq 44,2$ °C), очікуються на південному сході країни (ст. Пришиб). У цьому ж регіоні найбільших значень досягає і ймовірність максимальної добової температури вище 25, 30 і 35 °C (відповідно 91, 56 і 16%). В цілому зростання максимальної температури та її певної ймовірності очікується з північного заходу на південний схід країни.

6. Максимальні за добу температури повітря ≥ 30 °C будуть спостерігатись з травня по вересень. Найбільша кількість періодів з високою температурою (144) на території країни очікується на ст. Клепініне, що у сумі складе 530 днів. Максимальна безперервна тривалість таких періодів на різних станціях становитиме від 2 (Коломия) до 26 (Клепініне) днів у липні і 5 (Ковель) - 20 днів (Нова Каховка) у серпні

Суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік суттєво зростають з південного заходу і заходу (42 дні, Тернопіль) на південний схід (1175днів, Красноармійськ) і південь (1180 днів, Клепініне)

7. На станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка, Ізмаїл і Клепініне періоди з високими температурами очікуються щорічно, на решті станцій періоди високих температур будуть спостерігатись менше 100%; періоди з середньою добовою температурою вище 25 °C будуть формуватись

не кожного року: від 98% (ст. Красноармійськ) до 5% (ст. Коломия), утворюючи ризики для соціальної активності і діяльності населення країни.

8. Розрахунки соціальних ризиків показали, що найбільший ризик для країни являють собою періоди з максимальною добовою температурою вище 30 °С головним чином у Донецькій і Дніпропетровській областях (відповідно 62,2 тис. і 48,6 тис. чоловік), що зумовлено, окрім географічного положення їх, у більшій мірі чисельністю населення. Для тих же областей очікуються максимальні соціальні ризики від середніх добових температур вище 25 °С.

9. Всі області країни в тій або іншій мірі будуть економічно уразливими при формуванні періодів високих температур. Максимальних економічних збитків можуть зазнати Донецька і Дніпропетровська області від високих температур відповідно 7,25 і 5,61 млн. грн., від середніх добових температур вище 25 °С – 13,31 і 9,21 млн. грн..

Під час жары зростає кількість смертельних випадків переважно серед осіб похилого віку, що страждають на хронічні захворювання серцево-судинної системи, системи органів дихання, нервової системи та дітей. У майбутньому у всьому світі смертність через літню жару зростатиме (за сучасними розрахунками медиків з Британського міністерства охорони здоров'я і дослідницьких інститутів, до 2020 року на 66 %, а до 2050 року – на 257 %).

Для умов України, з її низькими показниками тривалості життя, прогностична оцінка кількості днів з «пороговими» температурами може бути дуже корисною при розробці профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію впливів факторів ризику смертності населення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Всемирная метеорологическая организация. URL: www.wmo.ch. (дата звернення: 23.05.2016).
2. ООН окружающей среды. URL: www.unep.org. (дата звернення: 23.05.2016).
3. Гидрометцентр России. URL: www.meteoinfo.ru (дата звернення: 23.05.2016)
4. Третье, четвёртое и пятое национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. Киев. – 2009. – С. 367.
5. Plan Canicule. Dossier de presentation. Ministere de la Sante et de la protection sociale, 2004. – 46 p.
6. Хайнес А., Коватс Р.С., Кемпбелл-Лендрум Д., Корвалан К., 2004. Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация, Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва, 29 сентября – 3 октября 2004 г., М., Новости, с. 307 – 322.
7. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. URL: http://climate2008.igce.ru/v2008/pdf/resume_ob.pdf. (дата звернення: 15.01.2017)
8. Хайнес А., Коватс Р.С., Кемпбелл-Лендрум Д., Корвалан К. Изменение климата и здоровье человека — воздействия, уязвимость и адаптация //Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва, 29 сентября – 3 октября 2003 г., М.: Новости, 2004. — с. 307 – 322.
9. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 // Экология человека. 2011. № 7.

- 10.Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата. Проблемы прогнозирования, 2008 – №3 – С. 140 – 150.
- 11.Обиход А. Человек и жара: оптимизация взаимодействия «Зеркало недели. Украина» №26, 3 августа 2012.
- 12.Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату. Підручник. – Одеса: «Екологія», 2013. – 204 с.
- 13.Nakicenovic N. and R. Swart (eds.) (2000). IPCC Special report on emission scenarios Cambridge University Press, UK. pp 570 URL: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0> (дата звернення: 25.01.2017)
- 14.Клімат України / За ред. Ліпінського В.М. , В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – Київ: Вид. Раєвського, 2003. – 343 с.
- 15.Smoyer K. E. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri – 1980 and 1995, Int. J. Biometeorol., 1998. No.1, pp. 44 –50.
- 16.Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения европейской части России летом 2010 г.: результаты предварительной оценки //Экология человека. 2011. № 3..
- 17.Ревич Б.А. и др. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери. Гигиена и санитария. 2005; 2: 20–4.
- 18.Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2010. С.208.
- 19.Kalkstein L. S., Smoyer K. E. The impact of climate change on human health: Some international implications//Experiencia. 1993. № 49. P. 469 – 479.

20. Chang C.C., Wang Y.C., Wu J., Liu C.M., Sung F.C., Huang Y., Lin W.Y. and Chuang C.Y. The impact of climate change on gastrointestinal diseases in Taiwan. Int. Conf. on Environmental Epidemiology and Exposure, ISEE/ISEA, Paris, 2006, Sept. 2 – 6. P. 406.
21. Школьний Є.П., Гончарова Л.Д. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. Навчальний посібник. – Одеса: «Екологія», 2007. – 204 с.
22. Онищенко В.Я. Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – №9
23. Гюингла Р.М., Маскаренхас А. Управление в условиях климатических рисков на западе Южной Америки: осуществление успешной информационной системы // Бюллетень ВМО. Женева : Секретариат ВМО, 2009. Т. 58, № 3. С. 188–196.
24. Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Панфутова Ю.А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 162–171.
25. Иванов Б.С. Оценка экологичности как мера предупреждения загрязнения окружающей среды. / Иванов Б.С., Старовойтов В.В., Дрейр Г.В. // Экология и промышленность России. – 2001. – ноябрь – с.32
26. Кобышева Н.В., Кобышев Е.А. Районирование территории России по степени опасности смерчей // Природные опасности России. Т. 5 : Гидрометеорологические опасности, 2001. С. 165 – 167.
27. Волкова М.А., Чередыко О.А., Ивашкова О.А. Особенности формирования и социально-экономические последствия температурных рисков в Томской области // Вестник Томского университета. 2013. № 374. С. 180-187.
28. Плущевский М.Б. Экспресс-оценка экологической безопасности предприятия. / Плущевский М.Б. // Экология и промышленность России. – 2002. – июнь – с.33

29. Трофимова И.В., Шмурдак А.Л. Деятельность по адаптации к изменению климата в Украине. Разработка Национального плана Украины по адаптации к изменению климата: проблемы и пути их решения. Тезисы к выступлению на Пятой встрече рабочей группы проекта «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменениям климата в бассейне реки Днестр». Кишинёв, 7 июня 2012 г.

ДОДАТОК А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
на магістерську роботу студентки гр. ММК–61
факультету магістерської та аспірантської підготовки ОДЕКУ

Гергі Юлії Олександрівній

Тема магістерської роботи: „ Вплив очікуваних екстремальних умов клімату
на біокліматичний режим України ”

Робота виконувалась в рамках науково-дослідної теми № 166 «Оцінка
кліматичних ризиків для галузей економіки України в умовах глобальних
змін клімату».

№0115U000629

Завідуючий кафедрою
метеорології та кліматології

проф. Івус Г.П.

Таблиця А.1 – Список конференцій та публікацій

Вид наукової роботи (теми наукових робіт, автор, керівник роботи)	Кількість кредитів
Університетські конференції, семінари, гуртки (інші):	
Конференція молодих вчених ОДЕКУ – 13 травня 2016 р., м.Одеса. Тема доповіді: «Очікуваний вплив майбутніх змін клімату на деякі показники біокліматичного режиму України»	0,25
Друковані наукові статті: Гергі Ю.О., Катеруша Г.П. Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України./ Збірник статей по матеріалах конференції (2016 р) Одеса. – ТЕС. – 2016. – С.33-35.	0,5

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Диференціальна та інтегральна повторюваності розподілу
максимальної температури повітря

Семенівка

№ п/п	Градації, °С		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,9	15,8	19	0,3	100
2	15,9	17,8	66	2,4	98,5
3	17,9	19,8	172	6,5	93,2
4	19,9	21,8	244	14,7	79,3
5	21,9	23,8	244	21,9	59,6
6	23,9	25,8	207	19,4	39,9
7	25,9	27,8	172	16,9	23,2
8	27,9	29,8	71	10,6	9,4
9	29,9	31,8	39	5,6	3,6
10	31,9	33,8	4	1,3	0,5
11	33,9	35,8	2	0,2	0,2

Глухів

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,0	14,9	6	0,5	100
2	15,0	16,9	42	3,4	99,5
3	17,0	18,9	114	9,2	96,1
4	19,0	20,9	182	14,7	87,0
5	21,0	22,9	250	20,2	72,3
6	23,0	24,9	244	19,7	52,1
7	25,0	26,9	197	15,9	32,4
8	27,0	28,9	115	9,3	16,6
9	29,0	30,9	63	5,1	7,3
10	31,0	32,9	21	1,7	2,2
11	33,0	34,9	5	0,4	0,5
12	35,0	36,9	1	0,1	0,1

Ковель

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	10,6	12,5	2	0,16	100
2	12,6	14,5	8	0,65	99,84
3	14,6	16,5	18	1,45	99,19
4	16,6	18,5	107	8,63	97,74
5	18,6	20,5	212	17,10	89,11
6	20,6	22,5	287	23,15	72,02
7	22,6	24,5	239	19,27	48,87
8	24,6	26,5	197	15,89	29,60
9	26,6	28,5	109	8,79	13,71
10	28,6	30,5	43	3,47	4,92
11	30,6	32,5	16	1,29	1,45
12	32,6	34,5	1	0,08	0,16
13	34,6	36,5	1	0,08	0,08

Коростень

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,0	14,9	4	0,32	100
2	15,0	16,9	33	2,66	99,68
3	17,0	18,9	85	6,85	97,02
4	19,0	20,9	208	16,77	90,16
5	21,0	22,9	239	19,27	73,39
6	23,0	24,9	260	20,97	54,11
7	25,0	26,9	217	17,50	33,15
8	27,0	28,9	119	9,60	15,65
9	29,0	30,9	60	4,84	6,05
10	31,0	32,9	13	1,05	1,21
11	33,0	34,9	2	0,16	0,16

Нежин

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	14,1	16,0	12	0,97	100
2	16,1	18,0	42	3,39	99,3
3	18,1	20,0	118	9,52	95,65
4	20,1	22,0	199	16,05	86,13
5	22,1	24,0	263	21,21	70,08
6	24,1	26,0	211	17,02	48,87
7	26,1	28,0	189	15,24	31,85
8	28,1	30,0	132	10,65	16,61
9	30,1	32,0	54	4,35	5,97
10	32,1	34,0	18	1,45	1,61
11	34,1	36,0	2	0,16	0,16

Рівне

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	11,1	13,0	1	0,1	100
2	13,1	15,0	6	0,5	99,9
3	15,1	17,0	37	3,0	99,4
4	17,1	19,0	98	7,9	96,4
5	19,1	21,0	230	18,5	88,5
6	21,1	23,0	272	21,9	70,0
7	23,1	25,0	245	19,8	48,1
8	25,1	27,0	193	15,6	28,3
9	27,1	29,0	103	8,3	12,7
10	29,1	31,0	43	3,5	4,4
11	31,1	33,0	9	0,7	0,9
12	33,1	35,0	3	0,2	0,2

Фастів

№ п/п	Градації, °C		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,5	15,4	4	0,3	100
2	15,5	17,4	30	2,4	99,7
3	17,5	19,4	81	6,5	97,3
4	19,5	21,4	182	14,7	90,7
5	21,5	23,4	272	21,9	76,1
6	23,5	25,4	241	19,4	54,1
7	25,5	27,4	210	16,9	34,7
8	27,5	29,4	131	10,6	17,8
9	29,5	31,4	70	5,6	7,2
10	31,5	33,4	16	1,3	1,6
11	33,5	35,4	2	0,2	0,3
12	35,5	37,4	1	0,1	0,1

Стрий

№ п/п	Градації, °C		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	11,6	13,5	3	0,2	100
2	13,6	15,5	10	0,8	99,8
3	15,6	17,5	58	4,7	99,0
4	17,6	19,5	139	11,2	94,3
5	19,6	21,5	233	18,8	83,1
6	21,6	23,5	259	20,9	64,3
7	23,6	25,5	249	20,1	43,4
8	25,6	27,5	173	14,0	23,3
9	27,6	29,5	79	6,4	9,4
10	29,6	31,5	33	2,7	3,0
11	31,6	33,5	3	0,2	0,3
12	33,6	35,5	1	0,1	0,1

Тернопіль

№ п/п	Градації, °C		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	10,5	12,4	1	0,1	99,9
2	12,5	14,4	5	0,4	99,8
3	14,5	16,4	38	3,1	99,4
4	16,5	18,4	82	6,6	96,3
5	18,5	20,4	217	17,5	89,7
6	20,5	22,4	259	20,9	72,2
7	22,5	24,4	256	20,6	51,3
8	24,5	26,4	210	16,9	30,7
9	26,5	28,4	110	8,9	13,8
10	28,5	30,4	50	4,0	4,9
11	30,5	32,4	9	0,73	0,97
12	32,5	34,4	3	0,24	0,24

Хмельницький

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	12,7	14,6	6	0,5	100
2	14,7	16,6	33	2,7	99,5
3	16,7	18,6	76	6,1	96,9
4	18,7	20,6	190	15,3	90,7
5	20,7	22,6	255	20,6	75,4
6	22,7	24,6	259	20,9	54,8
7	24,7	26,6	202	16,3	34,0
8	26,7	28,6	145	11,7	17,7
9	28,7	30,6	58	4,7	6,0
10	30,7	32,6	12	1,0	1,3
11	32,7	34,6	4	0,3	0,3

Черкаси

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	14,3	16,2	4	0,3	100
2	16,3	18,2	17	1,4	99,6
3	18,3	20,2	67	5,4	98,3
4	20,3	22,2	130	10,5	92,9
5	22,3	24,2	218	17,6	82,4
6	24,3	26,2	269	21,7	64,8
7	26,3	28,2	213	17,2	43,1
8	28,3	30,2	176	14,2	25,9
9	30,3	32,2	90	7,3	11,7
10	32,3	34,2	38	3,1	4,5
11	34,3	36,2	15	1,2	1,4
12	36,3	38,2	3	0,2	0,2

Веселий Поділ

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	14,4	12,3	5	0,4	100
2	16,4	14,3	16	1,3	99,6
3	18,4	16,3	69	5,6	98,3
4	20,4	18,3	123	9,9	92,8
5	22,4	20,3	206	16,6	82,8
6	24,4	22,3	276	22,3	66,2
7	26,4	24,3	218	17,6	44,0
8	28,4	26,3	171	13,8	26,4
9	30,4	28,3	87	7,0	12,6
10	32,4	30,3	46	3,7	5,6
11	34,4	32,3	18	1,5	1,9
12	36,4	34,3	4	0,3	0,4
13	38,4	36,3	1	0,1	0,1

Вінниця

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	12,5	14,4	5	0,4	100
2	14,5	16,4	16	1,3	99,6
3	16,5	18,4	59	4,8	98,3
4	18,5	20,4	142	11,5	93,6
5	20,5	22,4	218	17,6	82,1
6	22,5	24,4	273	22,0	64,5
7	24,5	26,4	236	19,0	42,5
8	26,5	28,4	179	14,4	23,5
9	28,5	30,4	79	6,4	9,1
10	30,5	32,4	28	2,3	2,7
11	32,5	34,4	4	0,3	0,4
12	34,5	36,4	1	0,1	0,1

Ужгород

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	10,8	12,7	2	0,2	100
2	12,8	14,7	2	0,2	99,9
3	14,8	16,7	18	1,5	99,7
4	16,8	18,7	78	6,3	98,3
5	18,8	20,7	161	13,0	92,0
6	20,8	22,7	224	18,1	79,0
7	22,8	24,7	287	23,1	60,9
8	24,8	26,7	221	17,8	37,8
9	26,8	28,7	135	10,9	20,0
10	28,8	30,7	83	6,7	9,1
11	30,8	32,7	19	1,5	2,4
12	32,8	34,7	8	0,6	0,8
13	34,8	36,7	2	0,2	0,2

Коломия

№ п/п	Градації, °С		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	10,1	12,0	2	0,2	100
2	12,1	14,0	7	0,6	99,9
3	14,1	16,0	36	2,9	99,3
4	16,1	18,0	73	5,9	96,4
5	18,1	20,0	200	16,1	90,5
6	20,1	22,0	274	22,1	74,4
7	22,1	24,0	238	19,2	52,3
8	24,1	26,0	219	17,7	33,1
9	26,1	28,0	123	9,9	15,4
10	28,1	30,0	47	3,8	5,5
11	30,1	32,0	19	1,5	1,7
12	32,1	34,0	1	0,1	0,16
13	34,1	36,0	1	0,1	0,08

Чернівці

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	10,3	12,2	1	0,1	100
2	12,3	14,2	3	0,2	99,9
3	14,3	16,2	18	1,5	99,7
4	16,3	18,2	55	4,4	98,2
5	18,3	20,2	120	9,7	93,8
6	20,3	22,2	233	18,8	84,1
7	22,3	24,2	276	22,3	65,3
8	24,3	26,2	226	18,2	43,1
9	26,3	28,2	183	14,8	24,9
10	28,3	30,2	83	6,7	10,1
11	30,3	32,2	36	2,9	3,4
12	32,3	34,2	5	0,4	0,48
13	34,3	36,2	1	0,08	0,08

Бобринець

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	15,3	17,2	5	0,4	100
2	17,3	19,2	17	1,4	99,6
3	19,3	21,2	65	5,2	98,2
4	21,3	23,2	128	10,3	93,0
5	23,3	25,2	232	18,1	82,7
6	25,3	27,2	263	21,2	64,0
7	27,3	29,2	225	18,1	42,8
8	29,3	31,2	162	13,1	24,6
9	31,3	33,2	92	7,4	11,6
10	33,3	35,2	34	2,7	4,1
11	35,3	37,2	12	1,0	1,4
12	37,3	39,2	4	0,32	0,40
13	39,3	41,2	1	0,08	0,08

Вознесенськ

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	15,1	17,0	4	0,3	100
2	17,1	19,0	3	0,2	99,7
3	19,1	21,0	38	3,1	99,5
4	21,1	23,0	104	8,4	96,4
5	23,1	25,0	167	13,5	88,0
6	25,1	27,0	259	20,9	74,6
7	27,1	29,0	240	19,4	53,7
8	29,1	31,0	220	17,7	34,3
9	31,1	33,0	108	8,7	16,6
10	33,1	35,0	68	5,5	7,9
11	35,1	37,0	19	1,5	2,4
12	37,1	39,0	8	0,64	0,8
13	39,1	41,0	2	0,16	0,16

Пришиб

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,7	16,1	2	0,2	100
2	16,2	18,6	5	0,4	99,8
3	18,7	21,1	30	2,4	99,4
4	21,2	23,6	96	7,7	97,0
5	23,7	26,1	227	18,3	89,2
6	26,2	28,6	293	23,6	70,9
7	28,7	31,1	295	23,8	47,3
8	31,2	33,6	186	15,0	23,5
9	33,7	36,1	78	6,3	8,5
10	36,2	38,6	15	1,2	2,2
11	38,7	41,1	13	1,0	1,0

Красноармійськ

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	17,9	19,8	7	0,6	100
2	19,9	21,8	16	1,3	99,4
3	21,9	23,8	89	7,2	98,1
4	23,9	25,8	162	13,1	90,9
5	25,9	27,8	195	15,7	77,9
6	27,9	29,8	243	19,6	62,2
7	29,9	31,8	220	17,7	42,6
8	31,9	33,8	161	13,0	24,8
9	33,9	35,8	87	7,0	11,8
10	35,9	37,8	41	3,3	4,8
11	37,9	39,8	10	0,8	1,5
12	39,9	41,8	9	0,7	0,7

Одесса

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	16,5	18,4	6	0,5	100
2	18,5	20,4	7	0,6	99,5
3	20,5	22,4	57	4,6	98,9
4	22,5	24,4	141	11,4	94,4
5	24,5	26,4	235	19,0	83,0
6	26,5	28,4	295	23,8	64,0
7	28,5	30,4	245	19,8	40,2
8	30,5	32,4	151	12,2	20,5
9	32,5	34,4	69	5,6	8,3
10	34,5	36,4	24	1,9	2,7
11	36,5	38,4	5	0,4	0,8
12	38,5	40,4	5	0,4	0,4

Нова Каховка

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	15,2	17,1	2	0,2	100
2	17,2	19,1	7	0,6	99,9
3	19,2	21,1	12	1,0	99,3
4	21,2	23,1	58	4,7	98,3
5	23,2	25,1	121	9,8	93,7
6	25,2	27,1	219	17,7	83,9
7	27,2	29,1	236	19,0	66,2
8	29,2	31,1	242	19,5	47,2
9	31,2	33,1	182	14,7	27,7
10	33,2	35,1	100	8,1	13,0
11	35,2	37,1	42	3,4	5,0
12	37,2	39,1	13	1,0	1,6
13	39,2	41,1	4	0,3	0,5
14	41,2	43,1	2	0,2	0,2

Ізмаїл

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	13,9	16,3	1	0,1	100
2	16,4	18,8	2	0,2	99,9
3	18,9	21,3	12	1,0	99,7
4	21,4	23,8	69	5,6	98,8
5	23,9	26,3	189	15,2	93,2
6	26,4	28,8	311	25,1	78,0
7	28,9	31,3	336	27,1	52,9
8	31,4	33,8	210	16,9	25,8
9	33,9	36,3	90	7,3	8,8
10	36,4	38,8	16	1,3	1,6
11	38,8	41,3	4	0,3	0,3

Клепінине

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	17,2	19,1	2	0,2	100
2	19,2	21,1	9	0,7	99,8
3	21,2	23,1	35	2,8	99,1
4	23,2	25,1	91	7,3	96,3
5	25,2	27,1	193	15,6	88,9
6	27,2	29,1	269	21,7	73,4
7	29,2	31,1	270	21,8	51,7
8	31,2	33,1	186	15,0	29,9
9	33,2	35,1	119	9,6	14,9
10	35,2	37,1	40	3,2	5,3
11	37,2	39,1	21	1,7	2,1
12	39,2	41,1	5	0,4	0,4

Харків

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	14,6	17,0	5	0,40	100
2	17,1	19,5	46	3,71	99,60
3	19,6	22,0	107	8,63	95,89
4	22,1	24,5	225	18,15	87,26
5	24,6	27,0	311	25,08	69,11
6	27,1	29,5	272	21,94	44,03
7	29,6	32,0	163	13,15	22,10
8	32,1	34,5	80	6,45	8,95
9	34,6	37,0	22	1,77	2,50
10	37,1	39,5	8	0,65	0,73
11	39,6	42,0	1	0,08	0,08

Біловодськ

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	15,2	17,6	5	0,4	100
2	17,7	20,1	38	3,1	99,6
3	20,2	22,6	125	10,1	96,5
4	22,7	25,1	210	16,9	86,4
5	25,2	27,6	272	21,9	69,5
6	27,7	30,1	273	22,0	47,6
7	30,2	32,6	194	15,6	25,5
8	32,7	35,1	82	6,6	9,9
9	35,2	37,6	25	2,0	3,3
10	37,7	40,1	12	1,0	1,3
11	40,2	42,6	4	0,3	0,3

Кайдаки

№ п/п	Градації, °с		m_i	p_i	$p(X>x)$
1	14,5	16,9	3	0,2	100
2	17,0	19,4	17	1,4	99,7
3	19,5	21,9	81	6,5	98,3
4	22,0	24,4	183	14,8	91,8
5	24,5	26,9	284	22,9	77,1
6	27,0	29,4	288	23,2	54,2
7	29,5	31,9	215	17,3	30,9
8	32,0	34,4	116	9,4	13,6
9	34,5	36,9	34	2,7	4,2
10	37,0	39,4	16	1,3	1,5
11	39,5	41,9	3	0,2	0,2

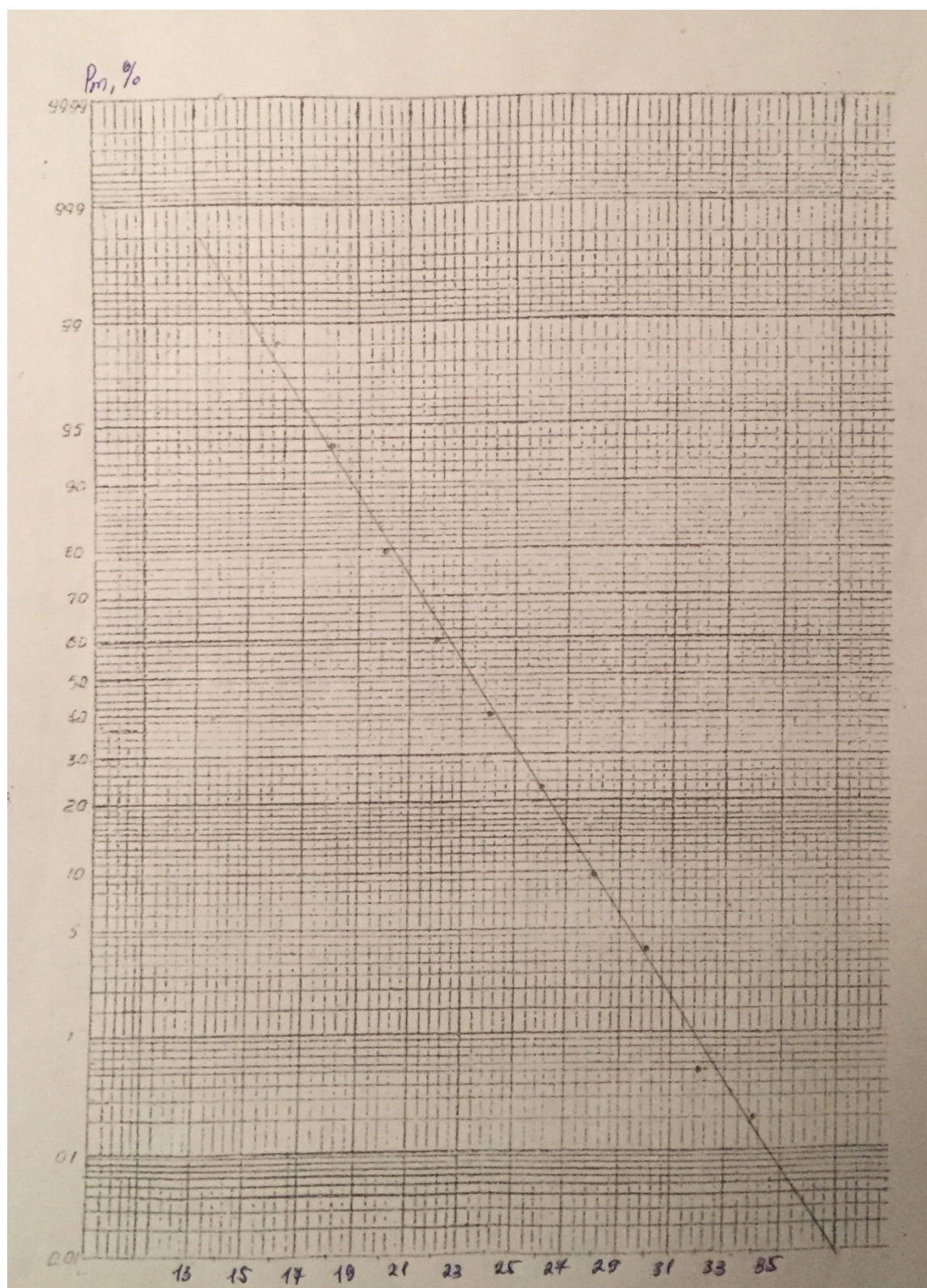


Рис. Б.2.1 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Семенівка

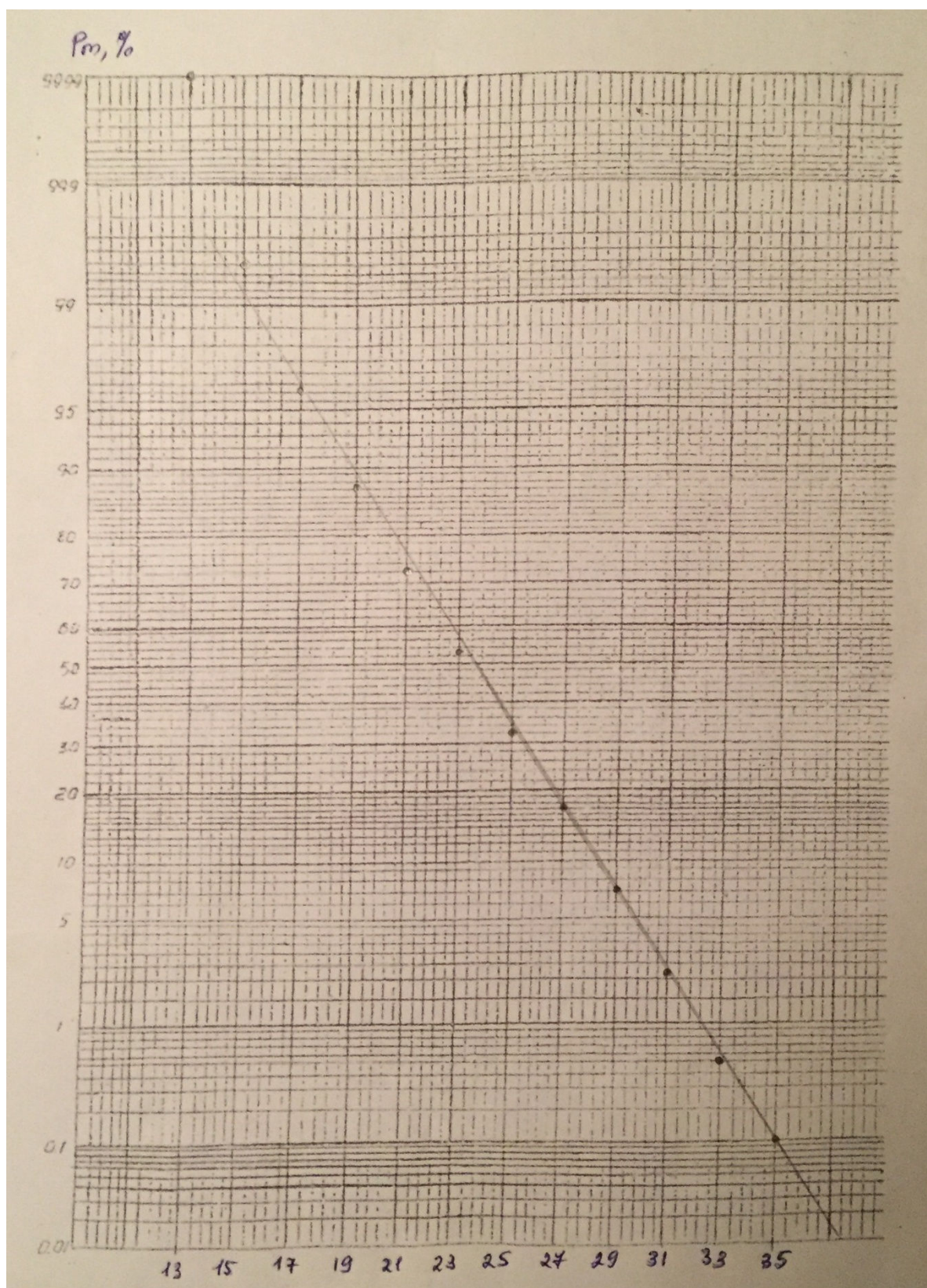


Рис. Б.2.2 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Глухів

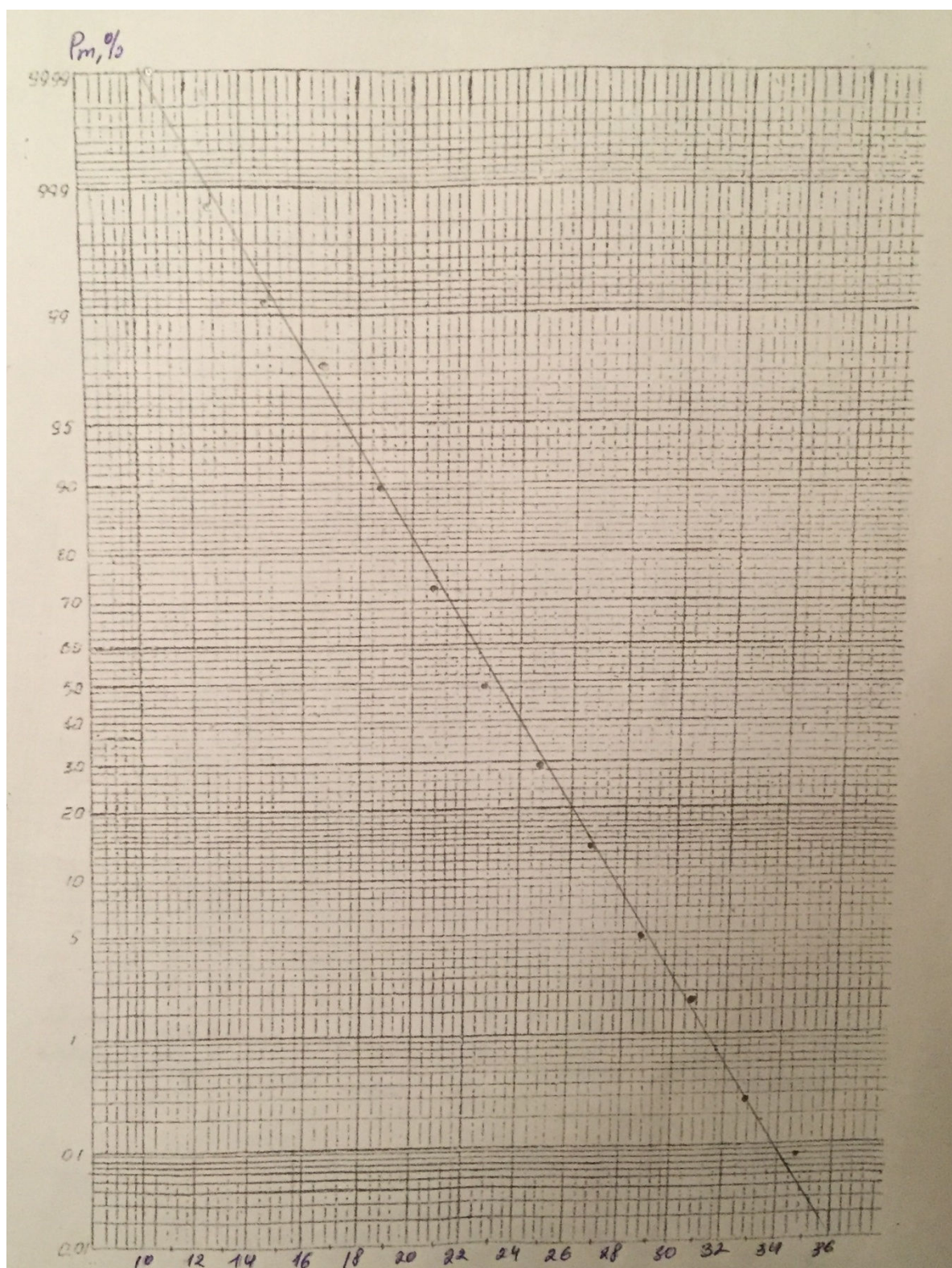


Рис. Б.2.3 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Ковель

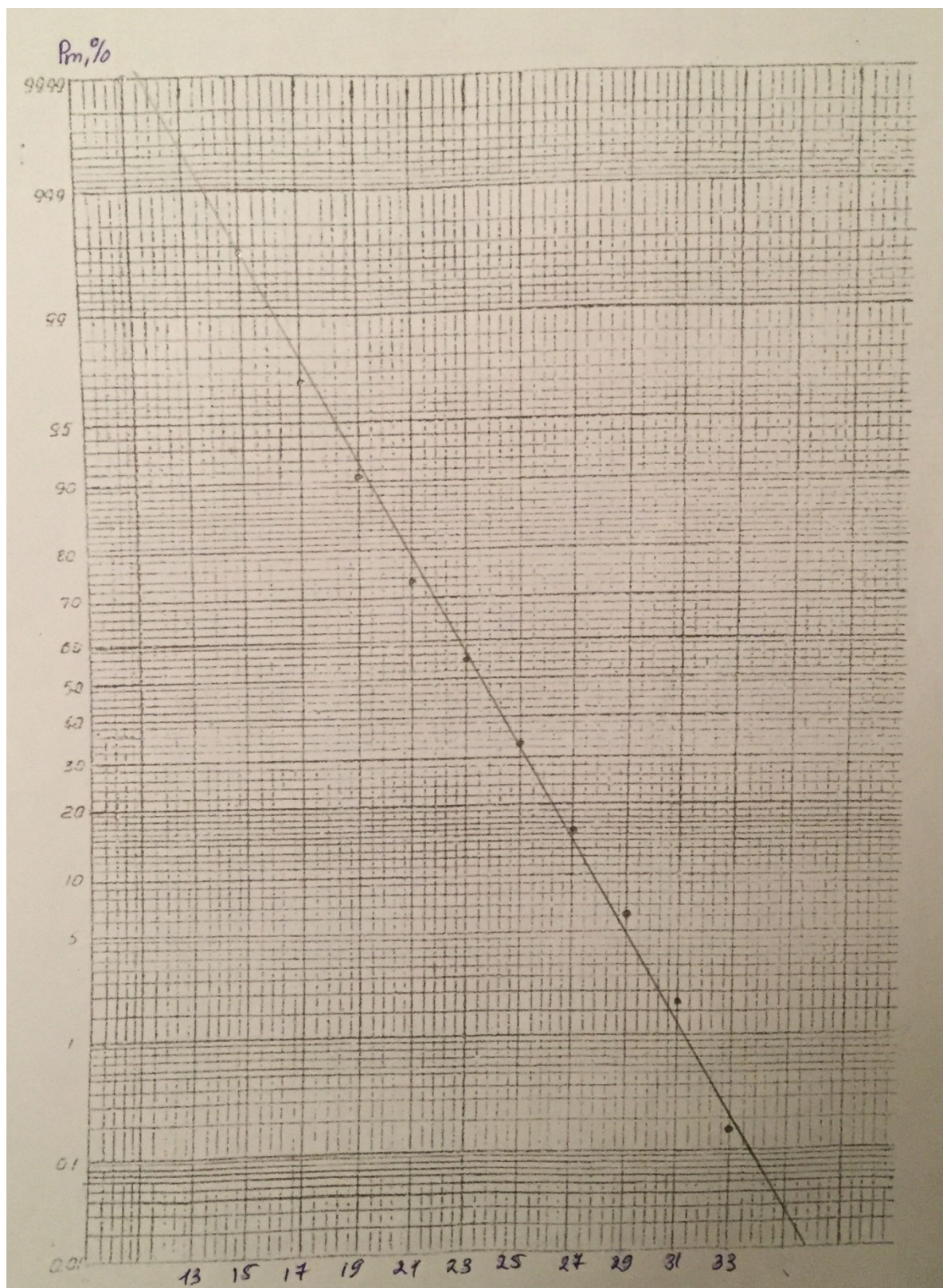


Рис. Б.2.4 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Коростень

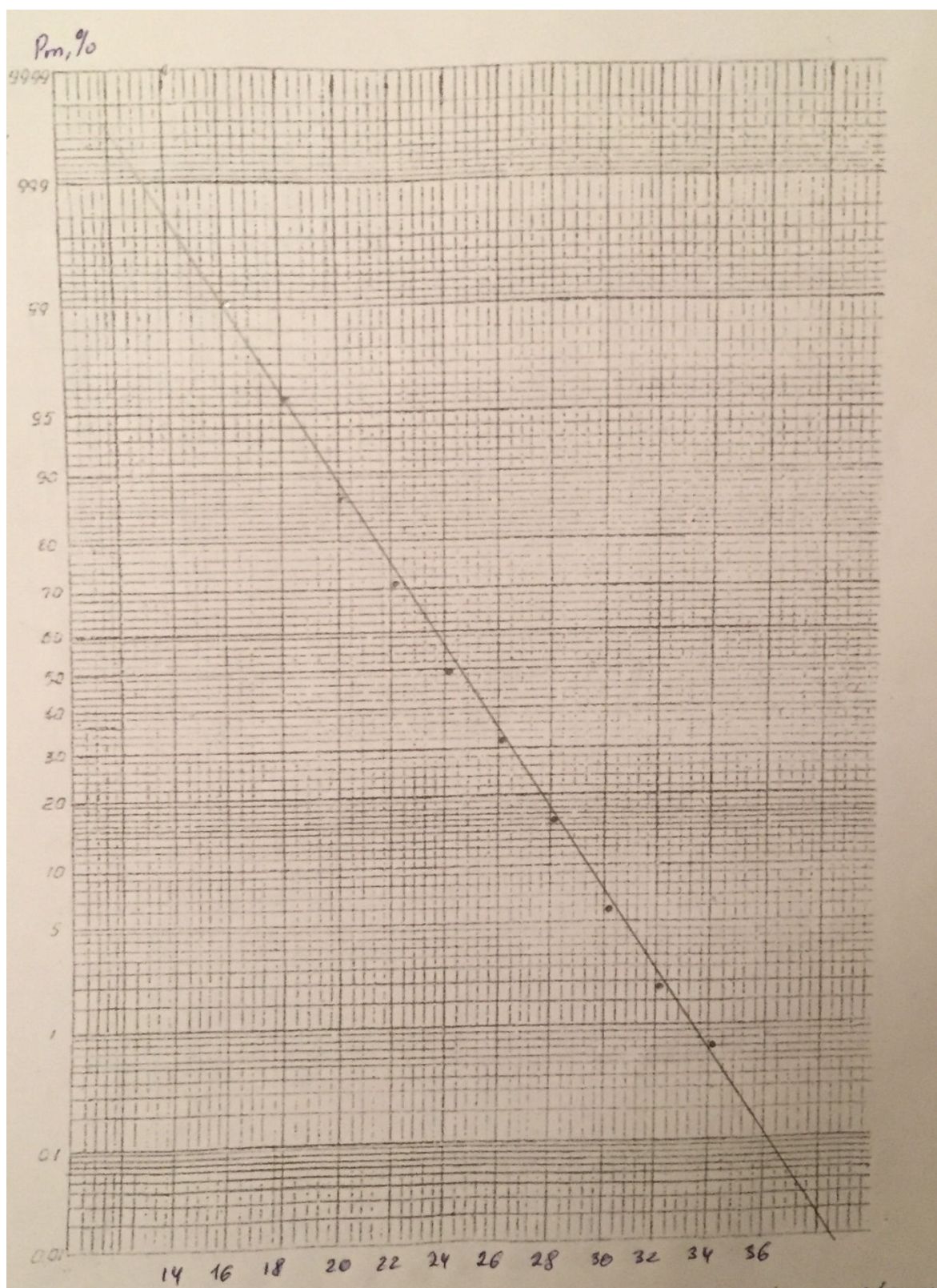


Рис. Б.2.5 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Нежін

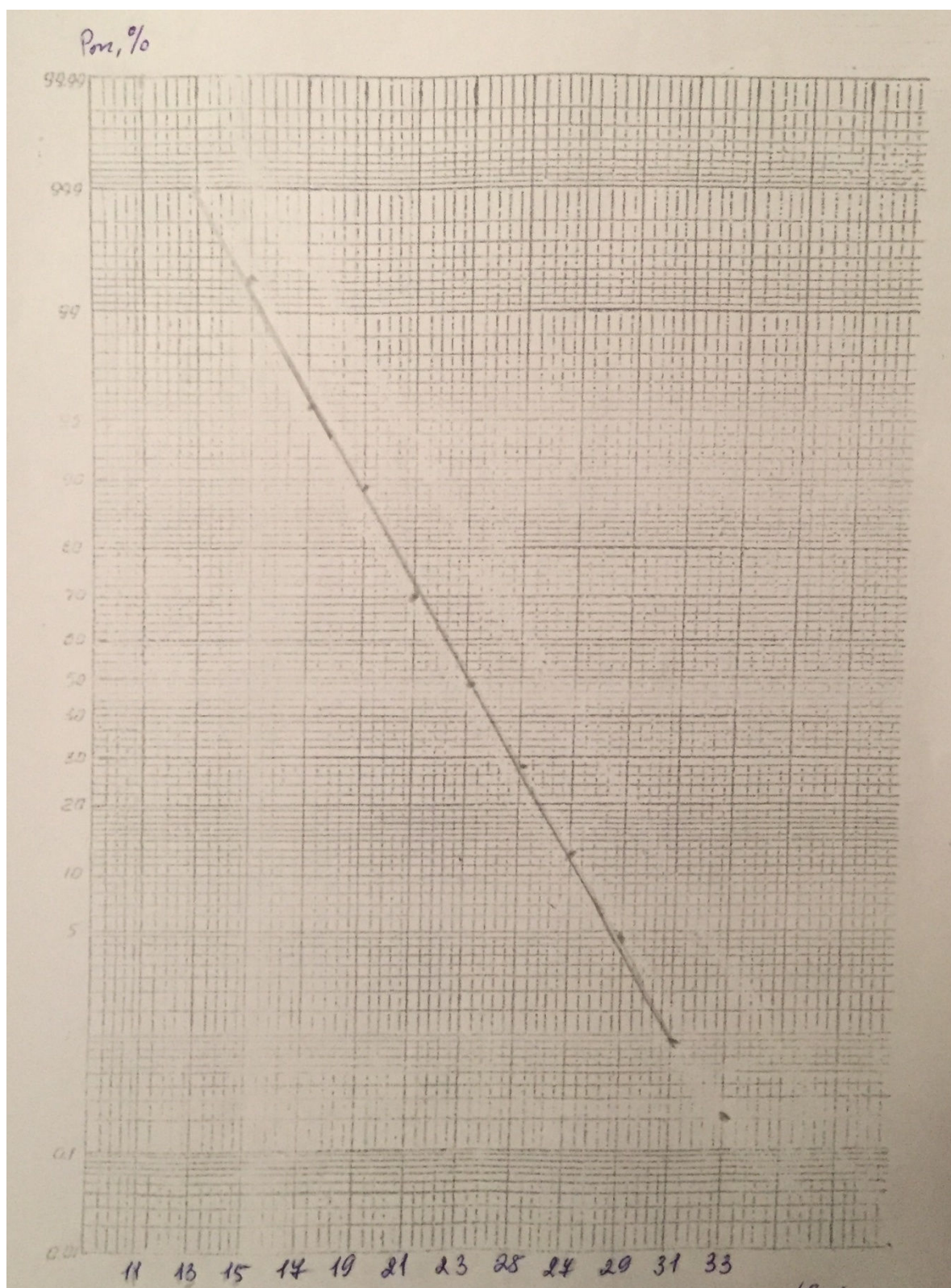


Рис. Б.2.6 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Рівне

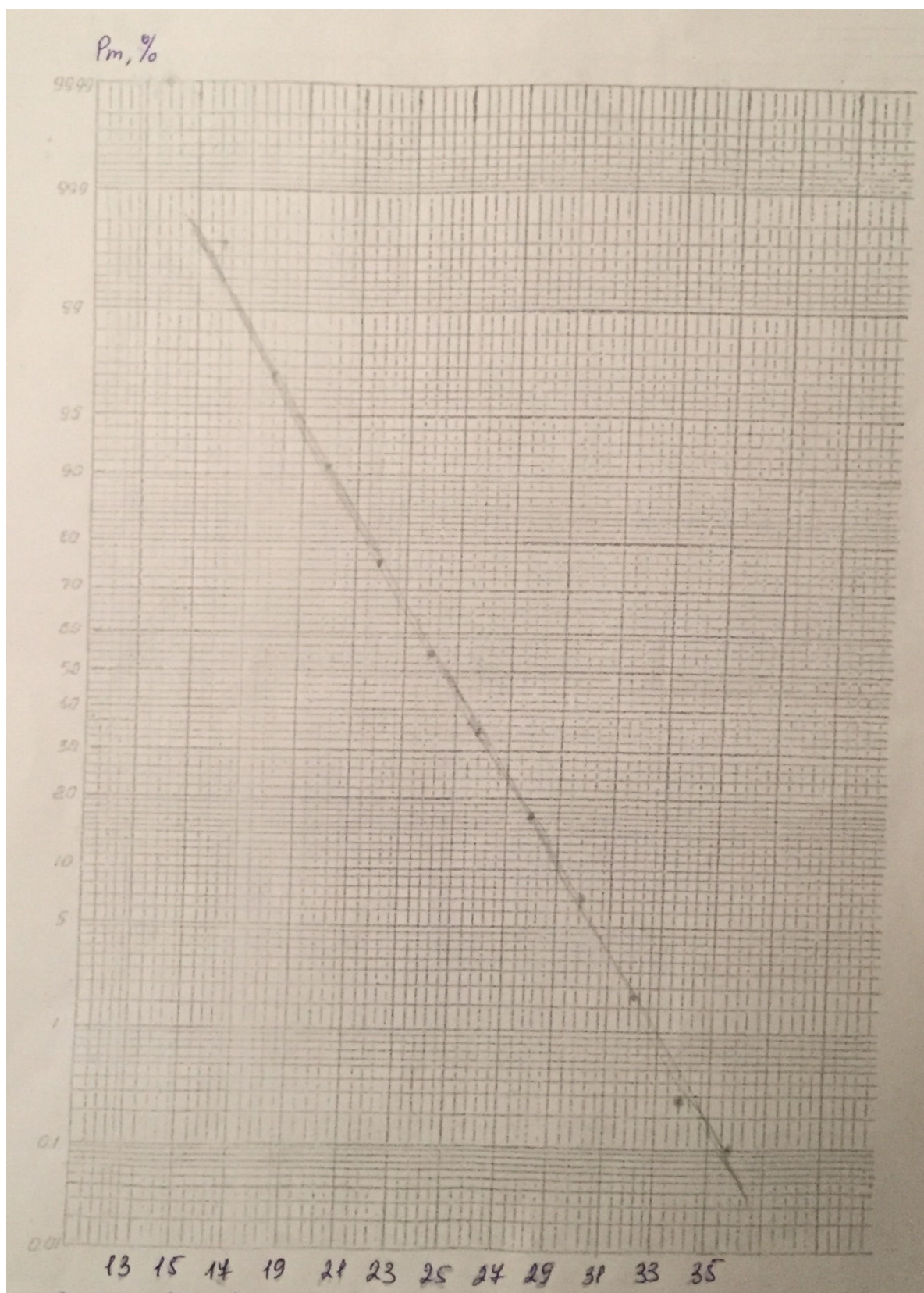


Рис. Б.2.7 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Фастів

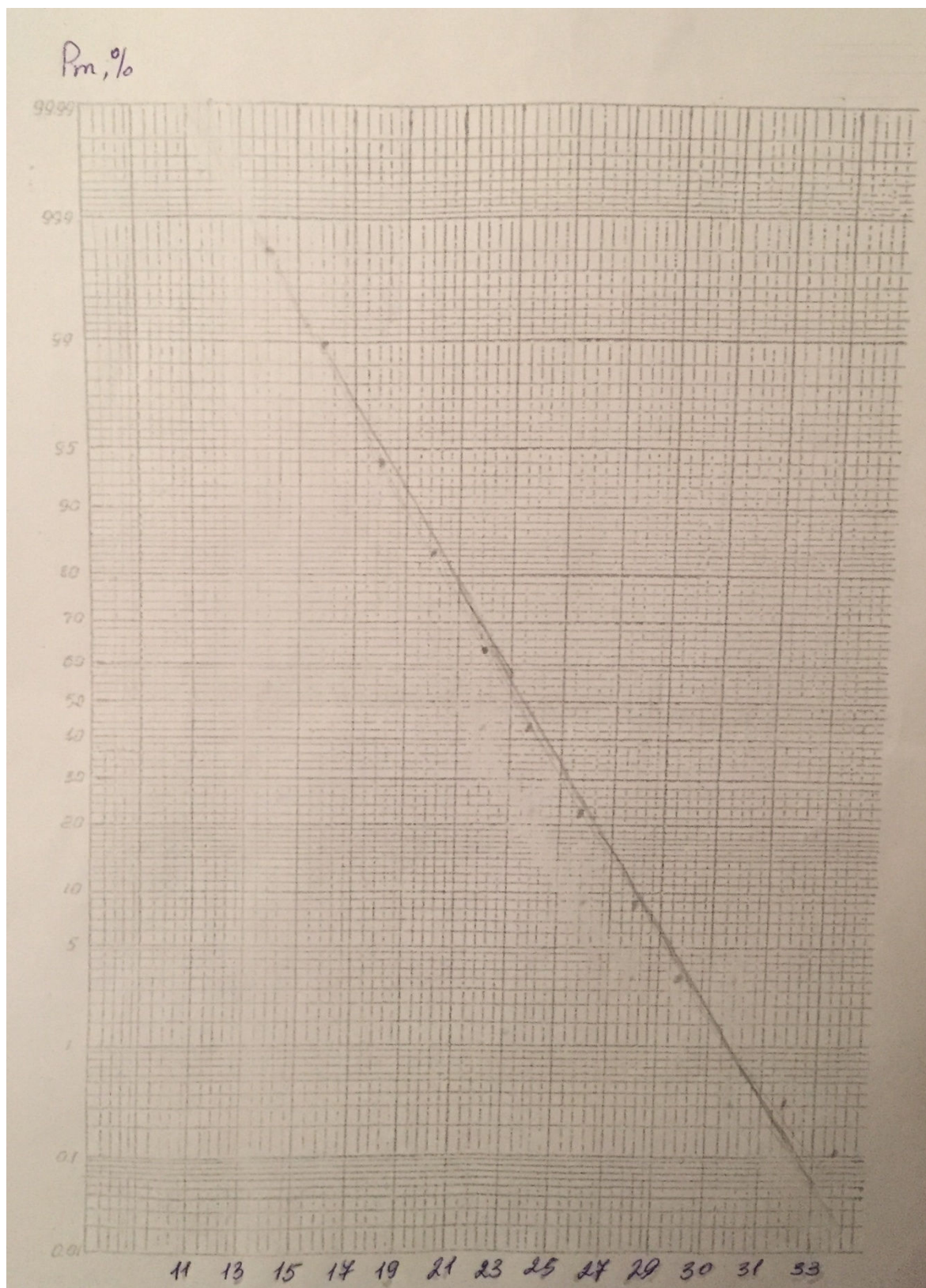


Рис. Б.2.8 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Стрий

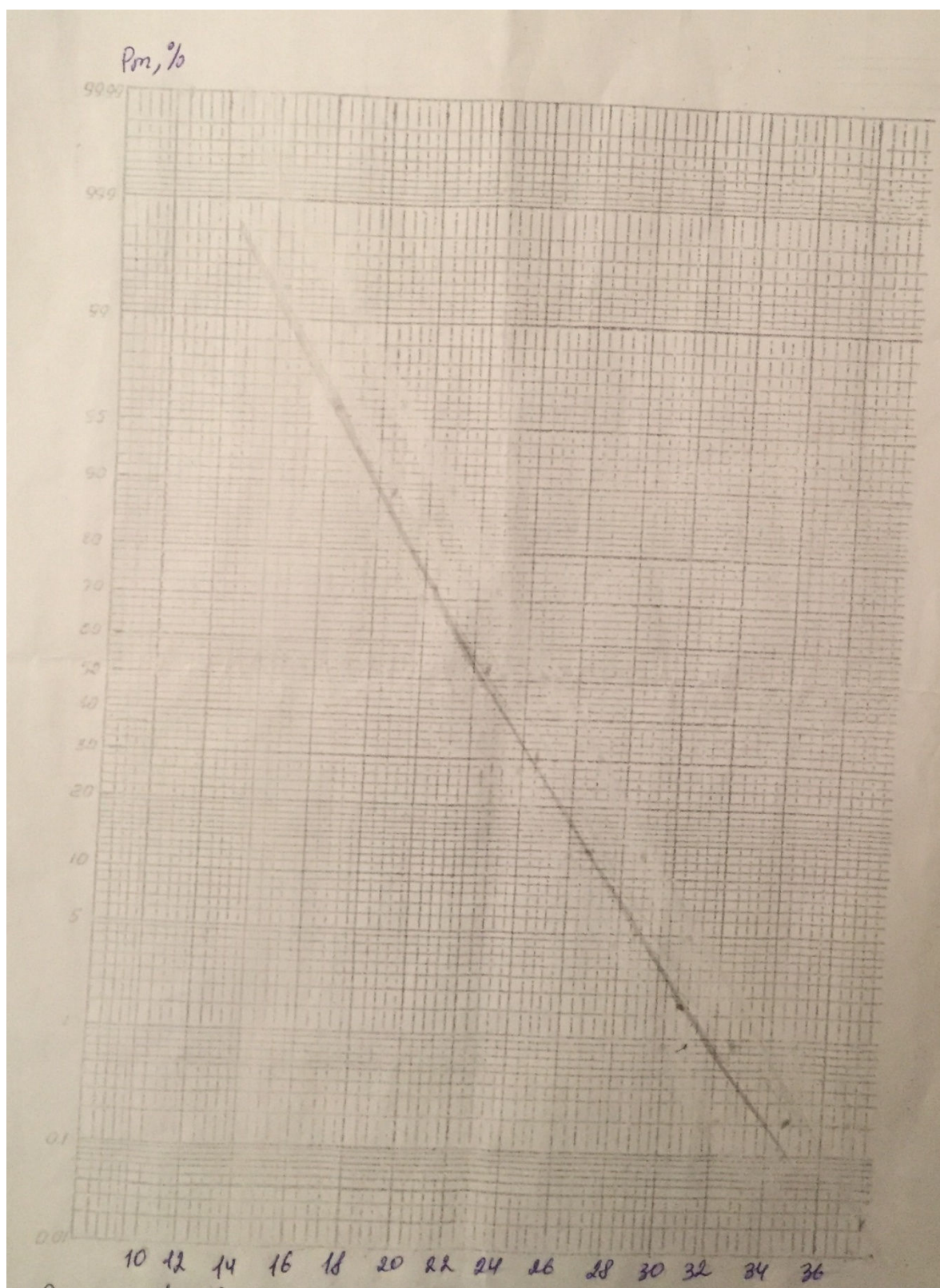


Рис. Б.2.9 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Тернопіль

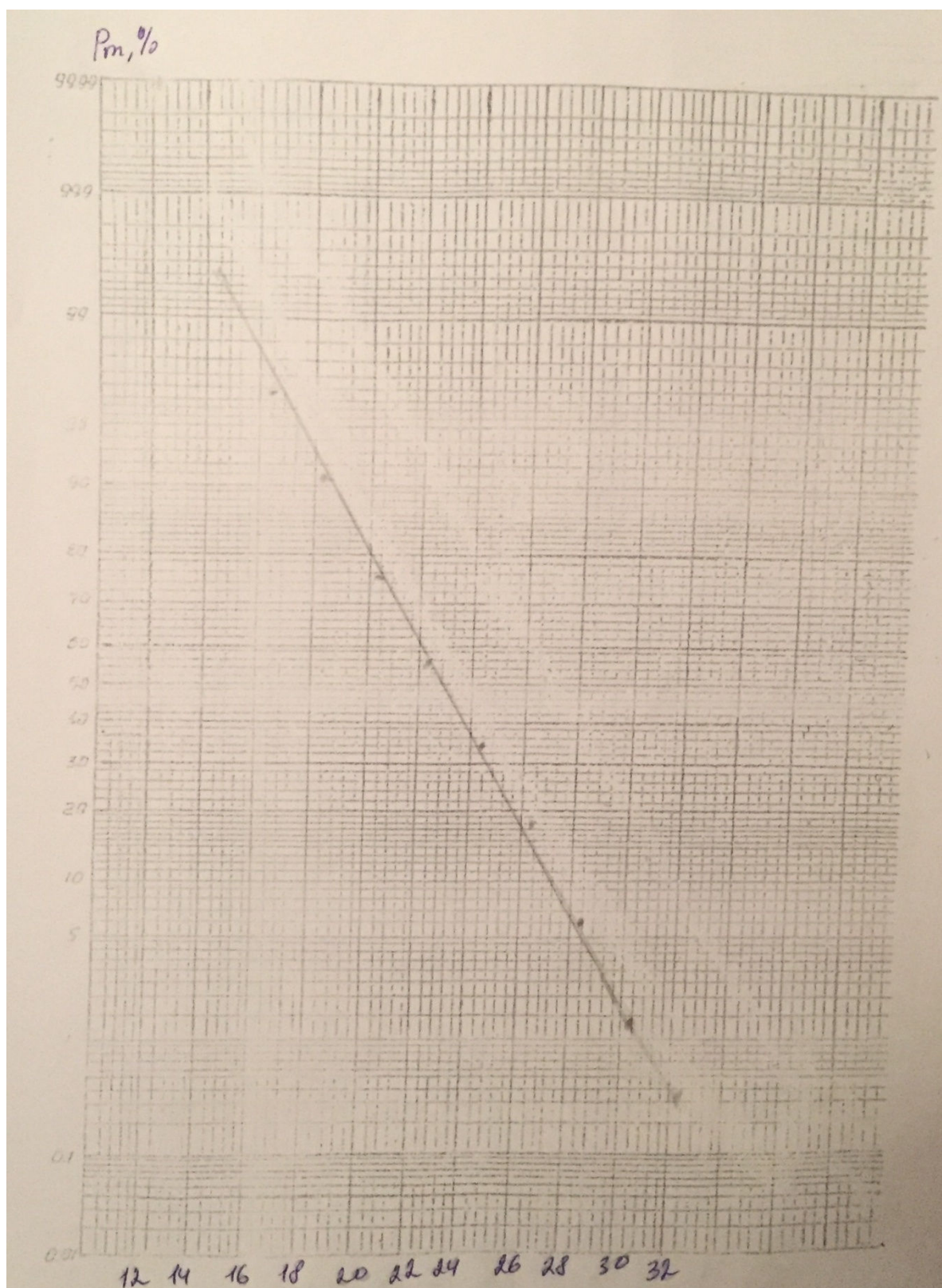


Рис. Б.2.10 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Хмельницький

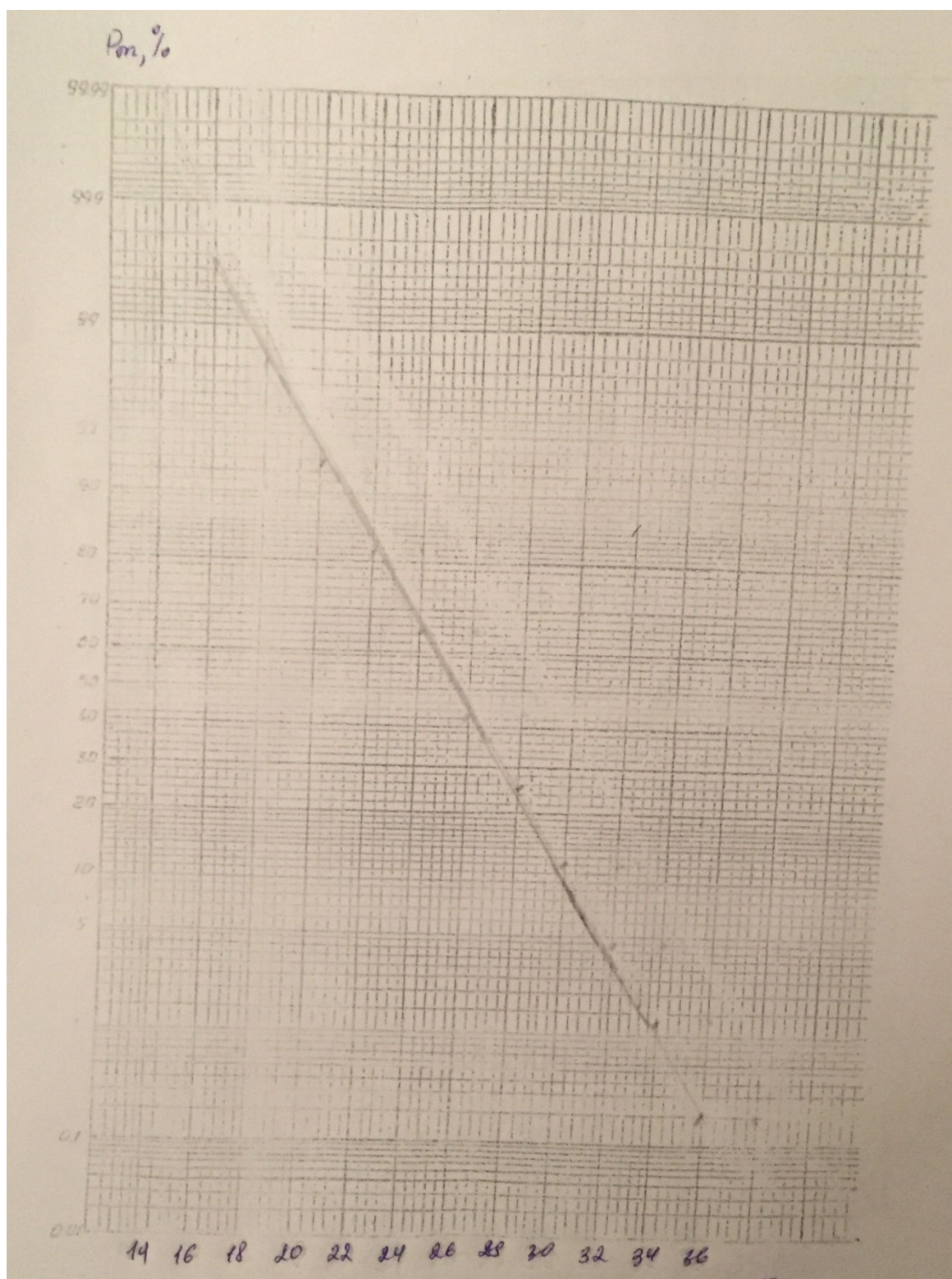


Рис. Б.2.11 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Черкаси

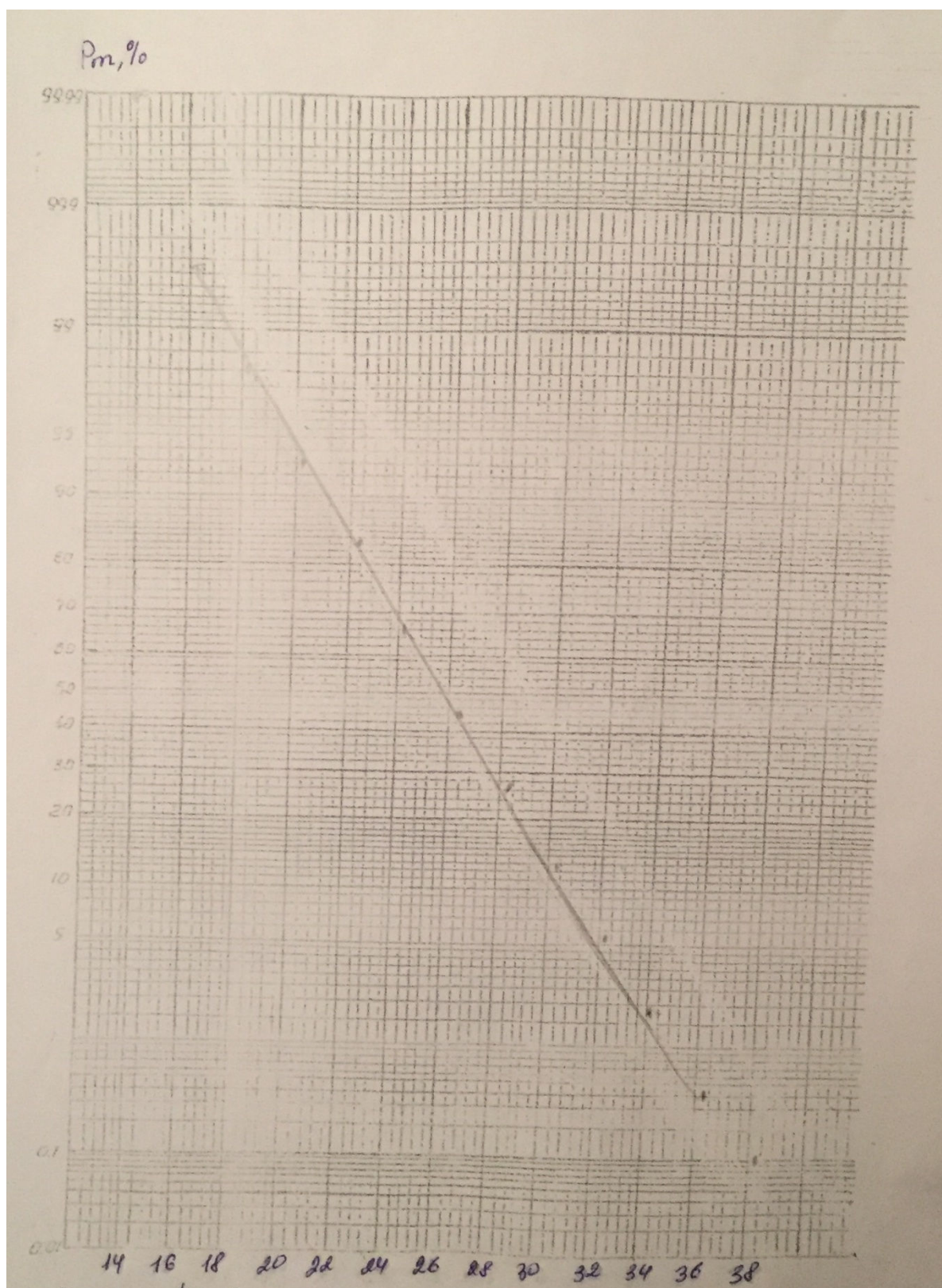


Рис. Б.2.12 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Веселий Поділ

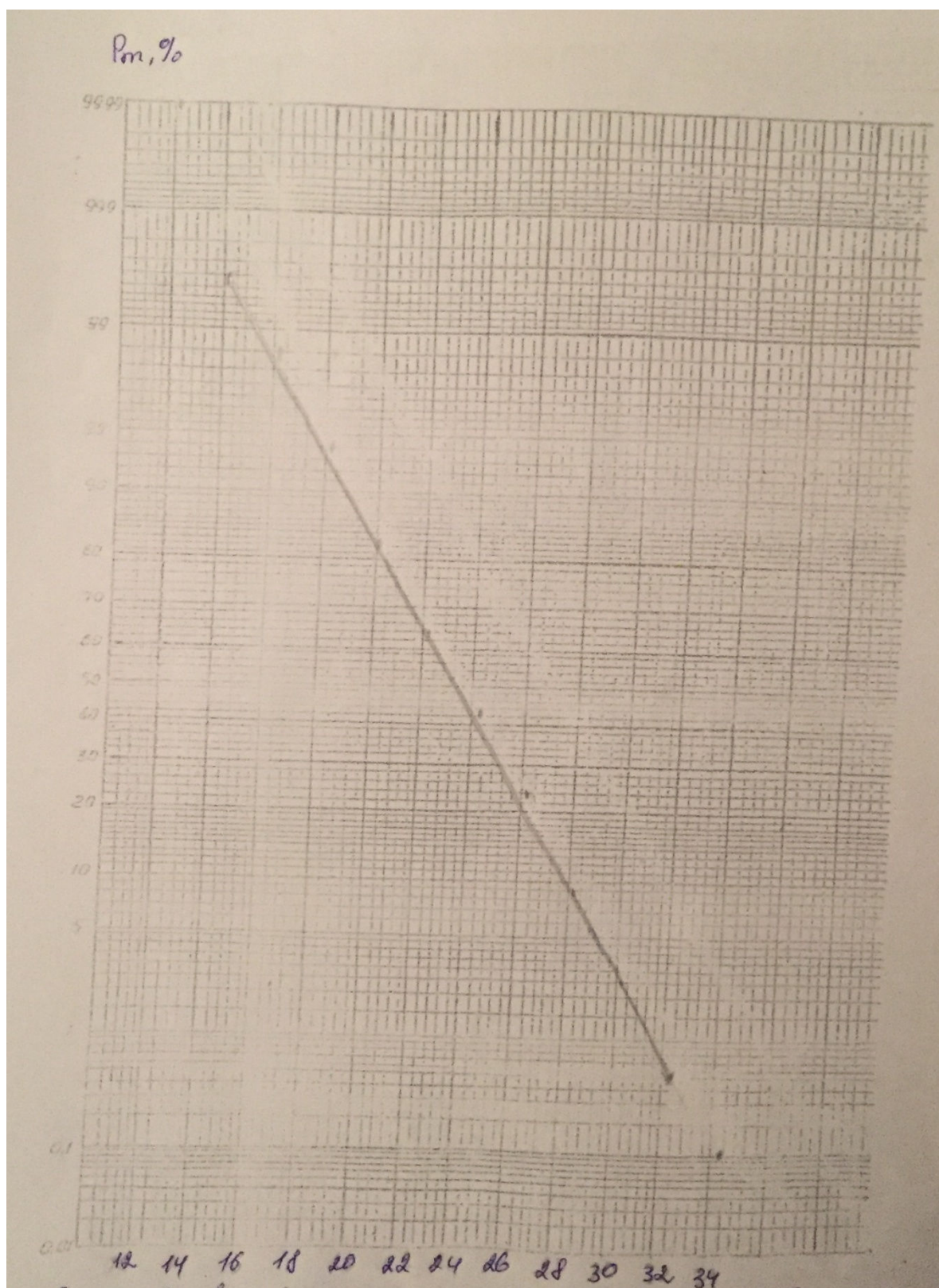


Рис. Б.2.13 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Вінниця

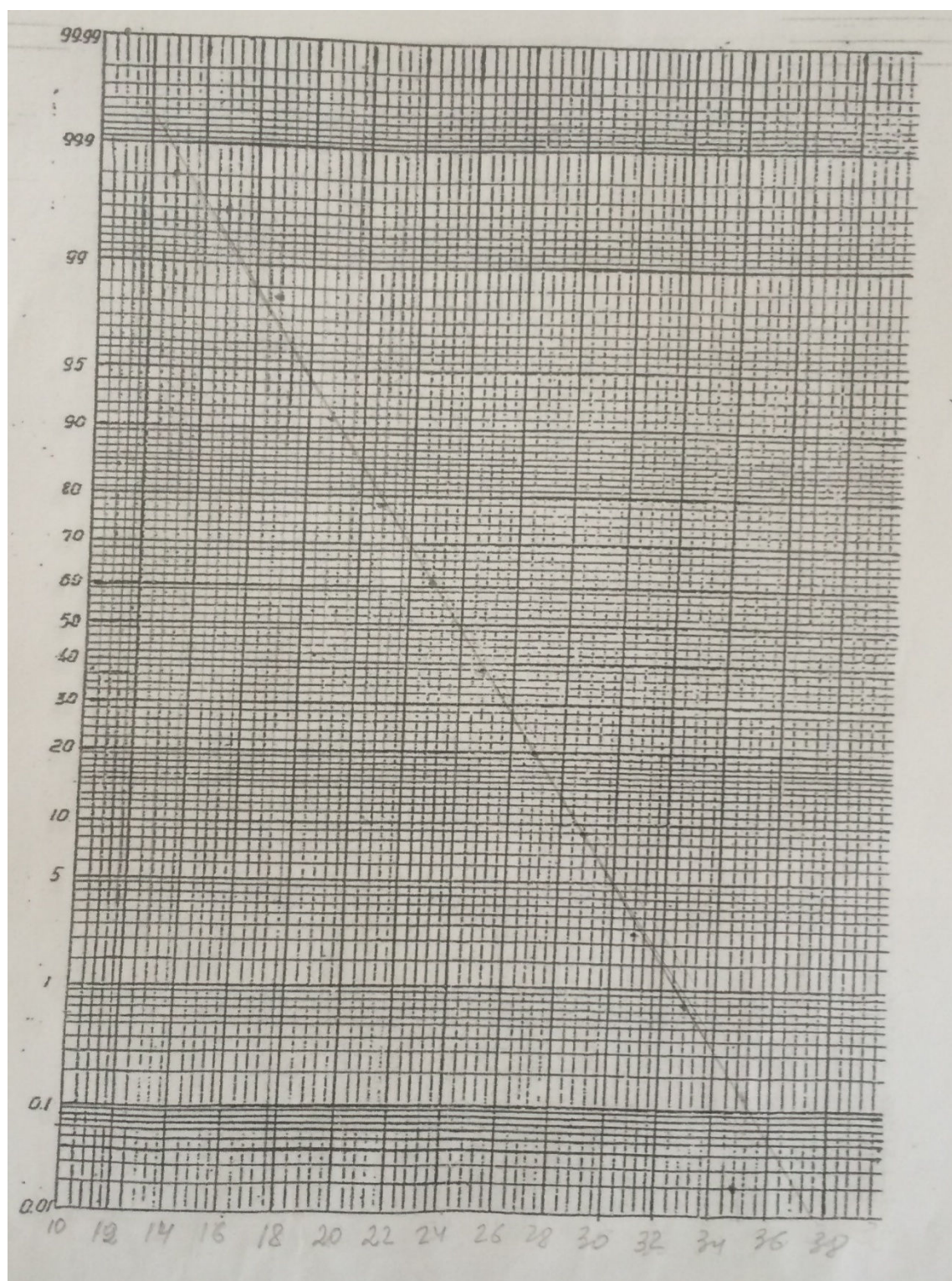


Рис. Б.2.14 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Ужгород

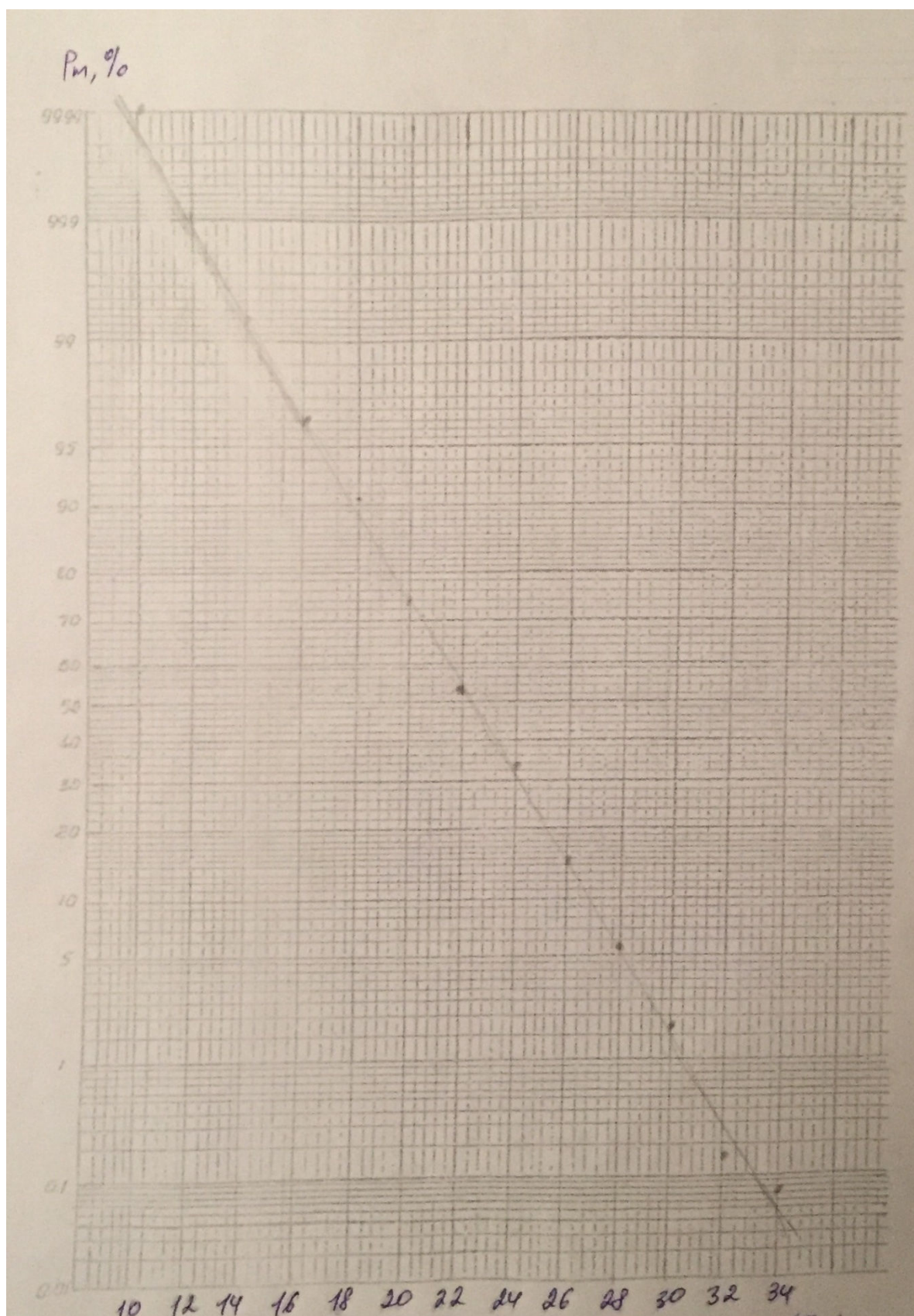


Рис. Б.2.15 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Коломия

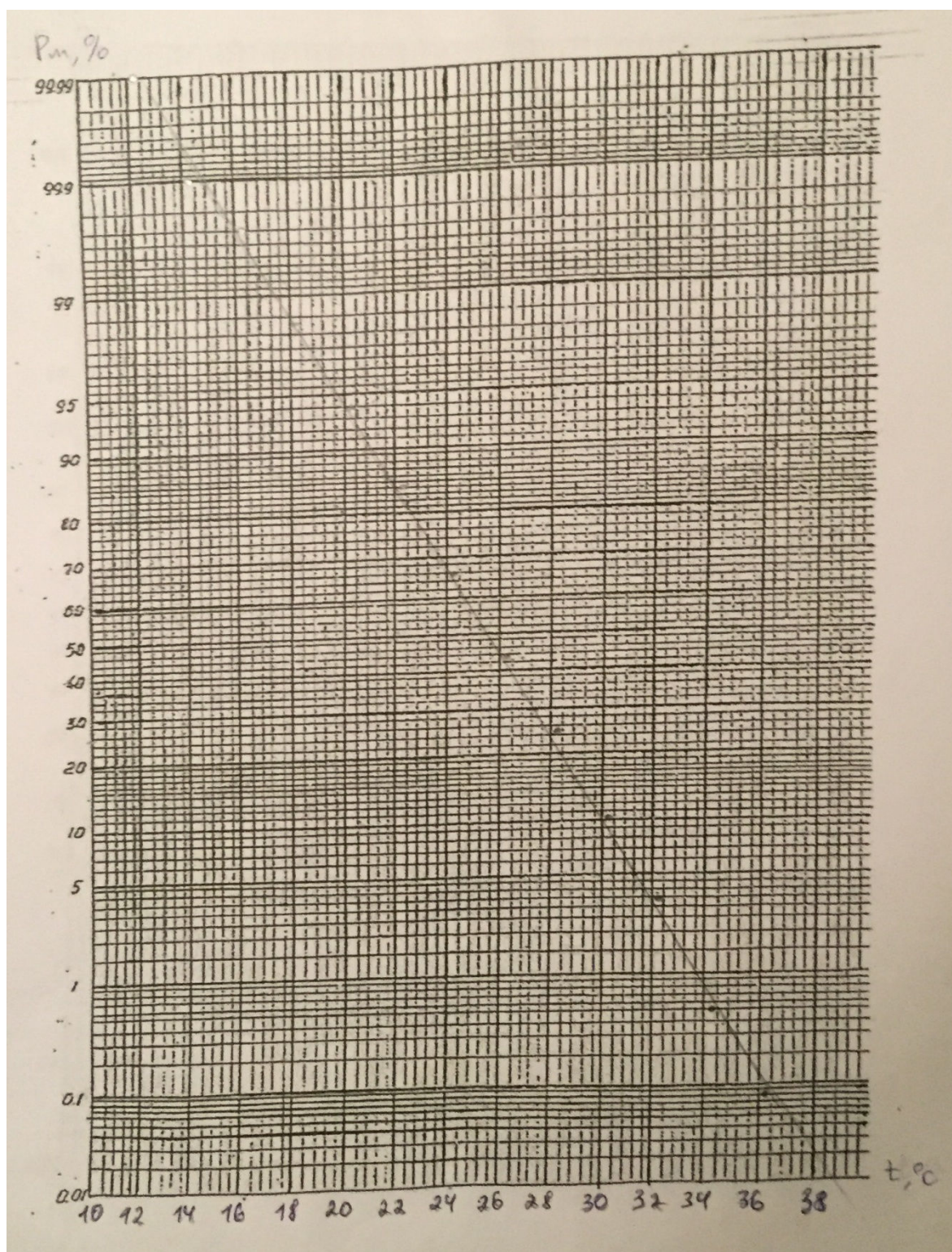


Рис. Б.2.16 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Чернівці

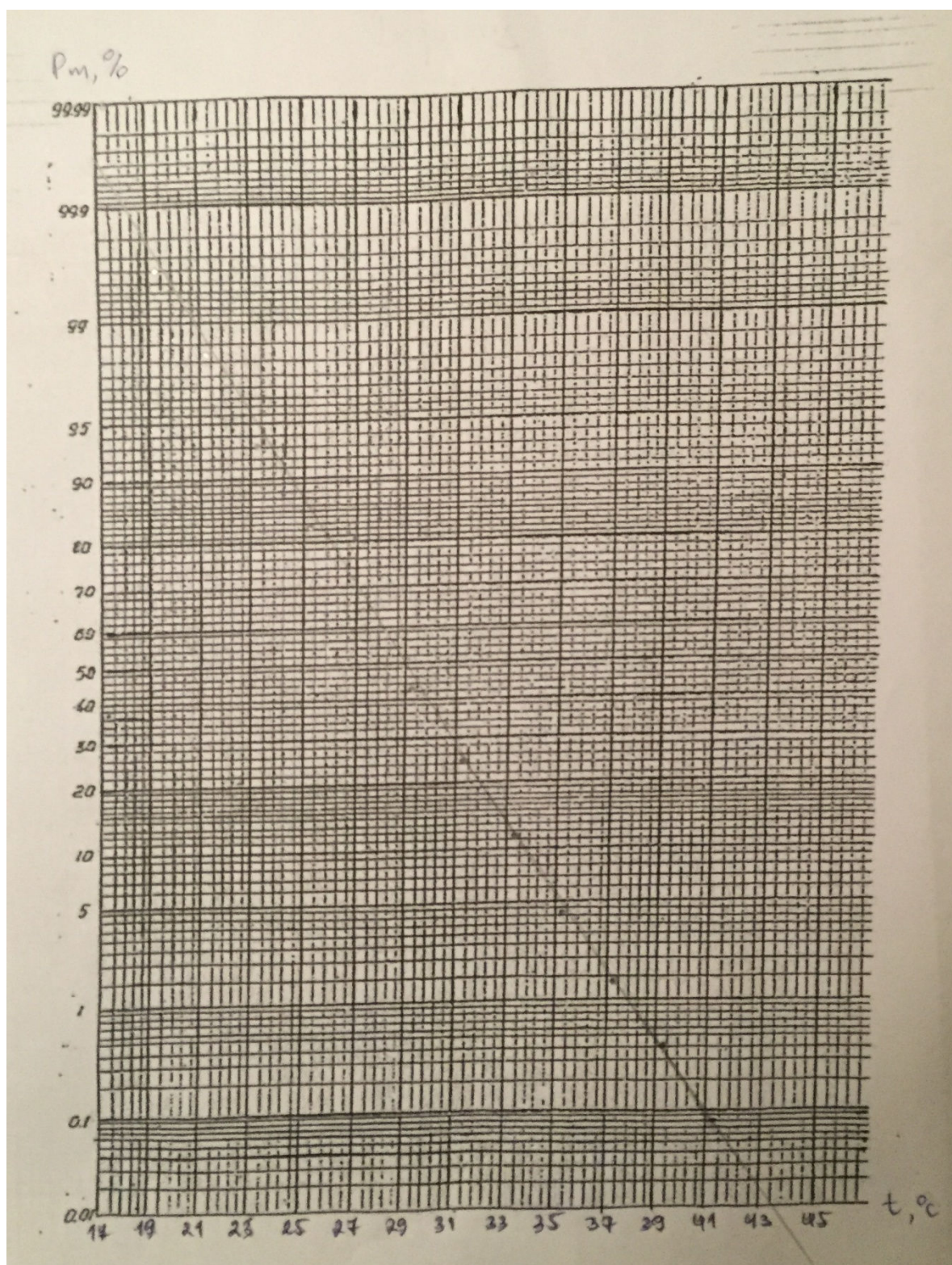


Рис. Б.2.17 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Бобринець

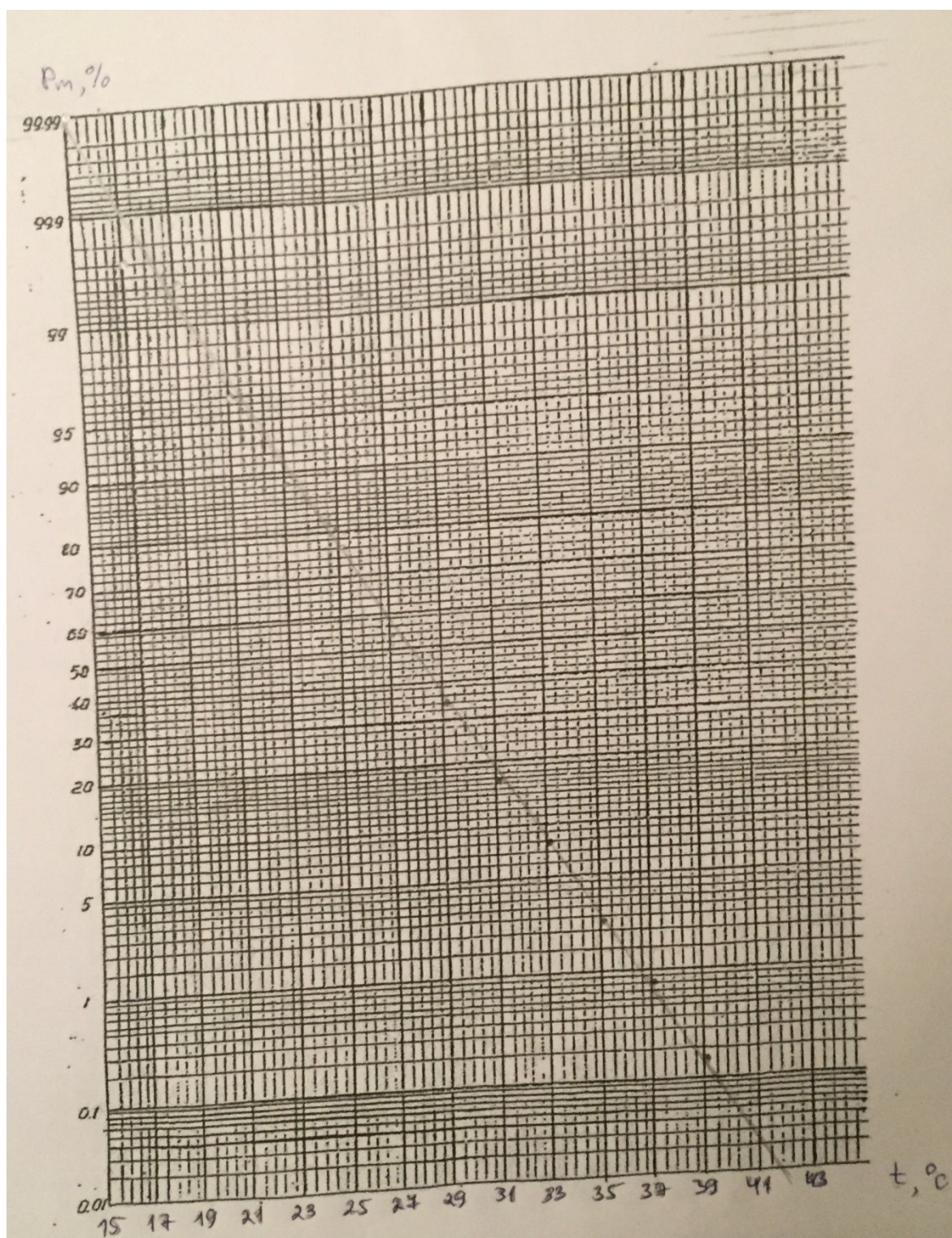


Рис. Б.2.18 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Вознесенськ

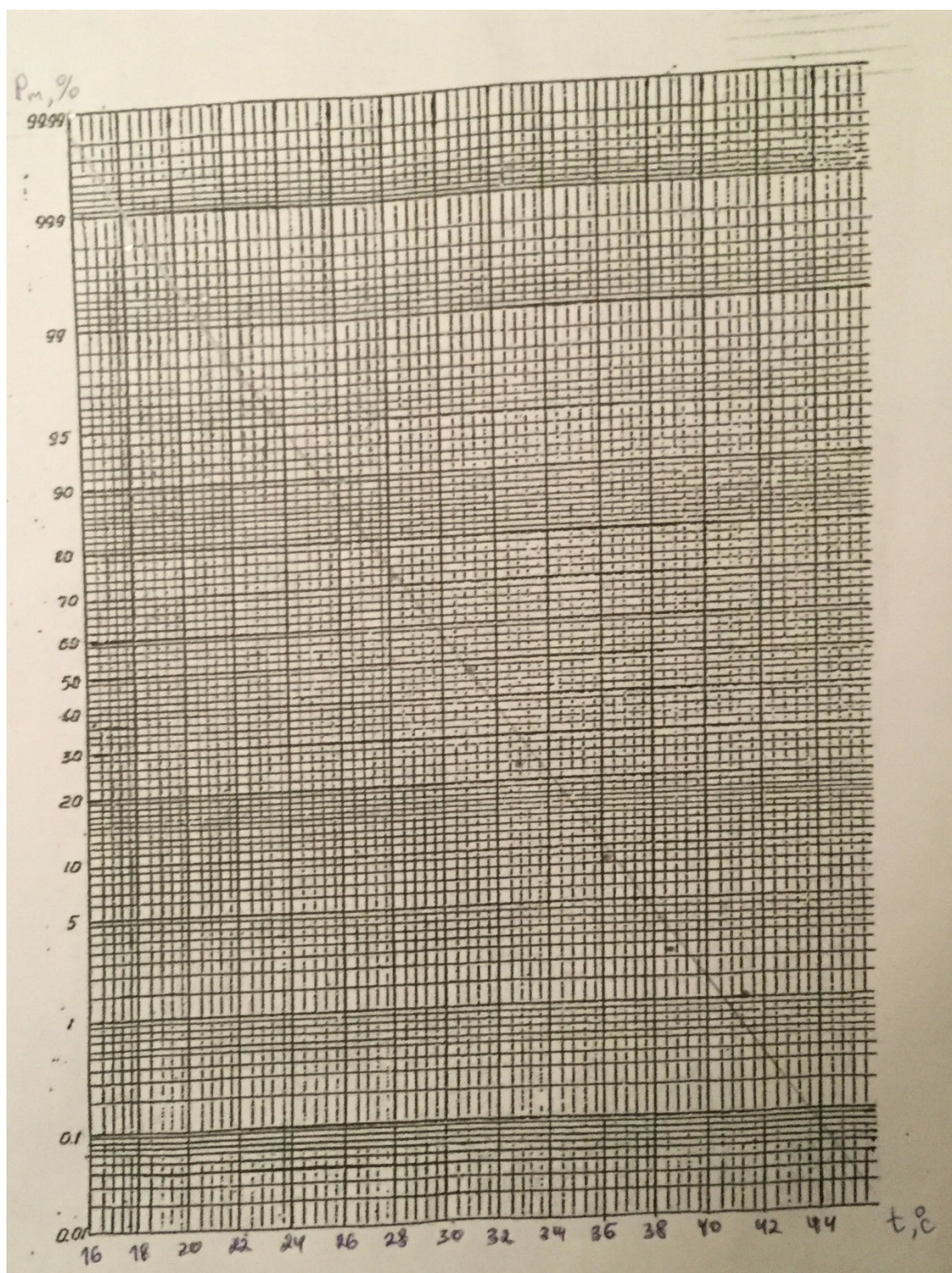


Рис. Б.2.19 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Пришиб

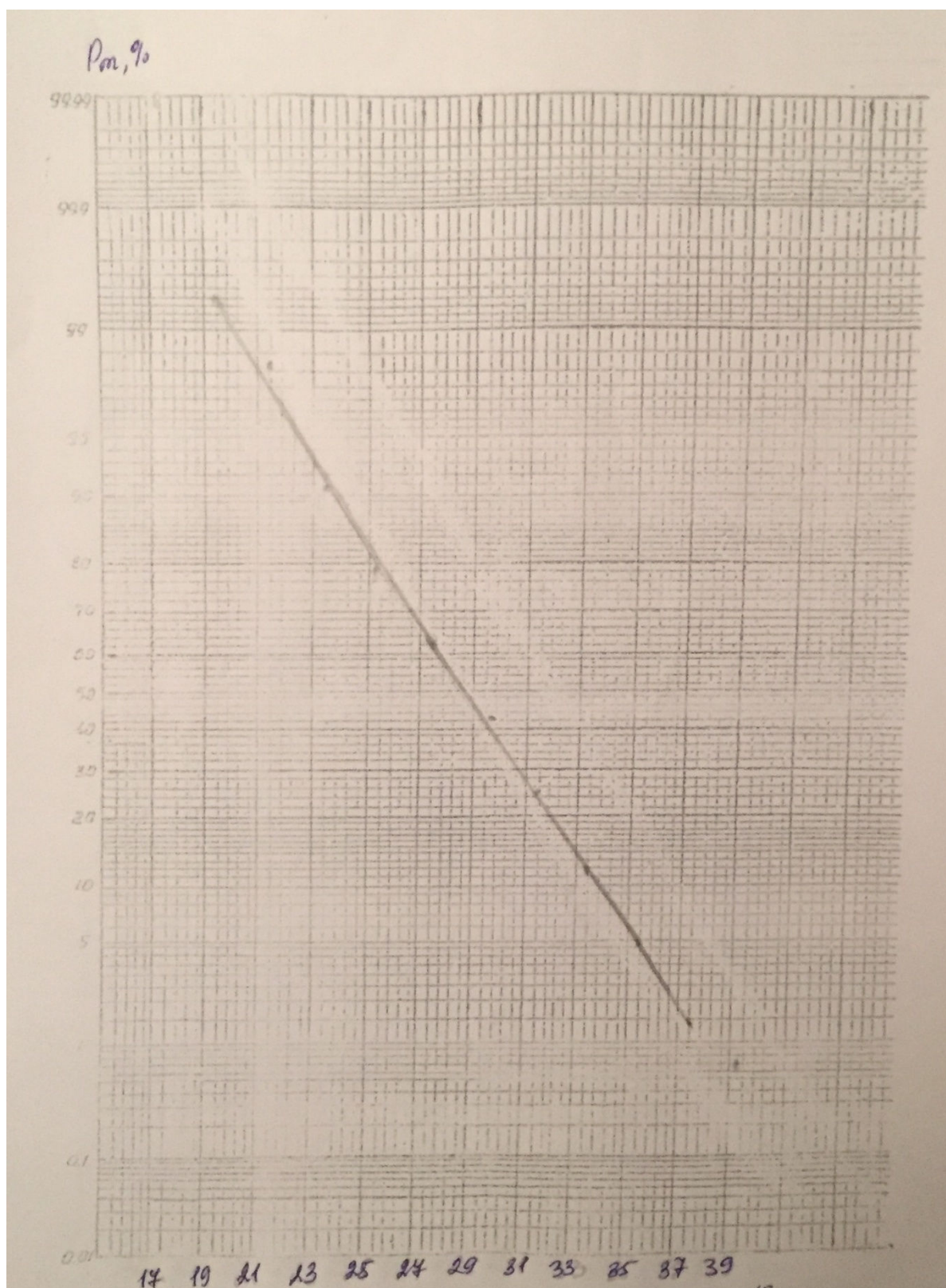


Рис. Б.2.20 – Интегральная крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Красноармейськ

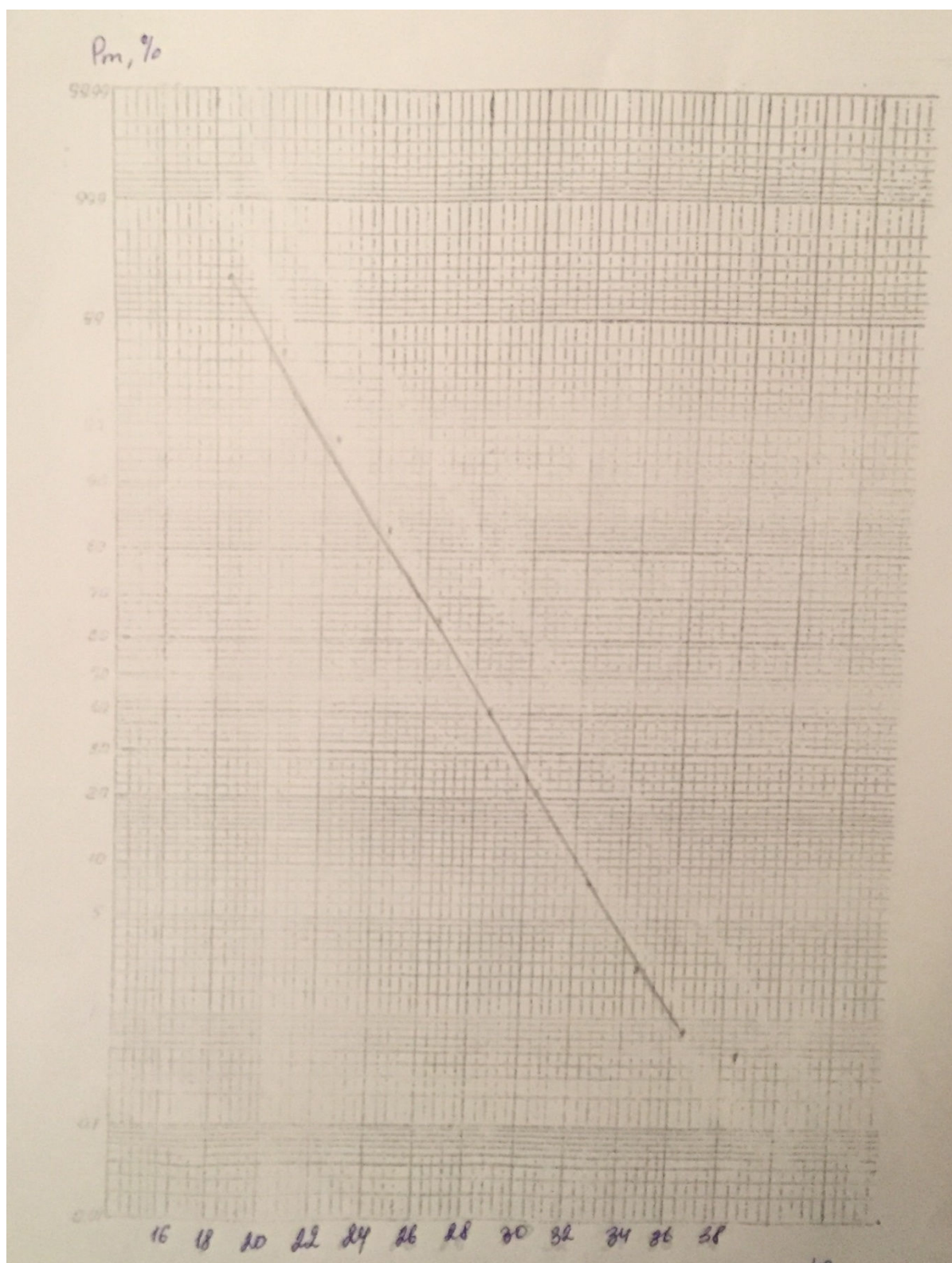


Рис. Б.2.21 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Одеса

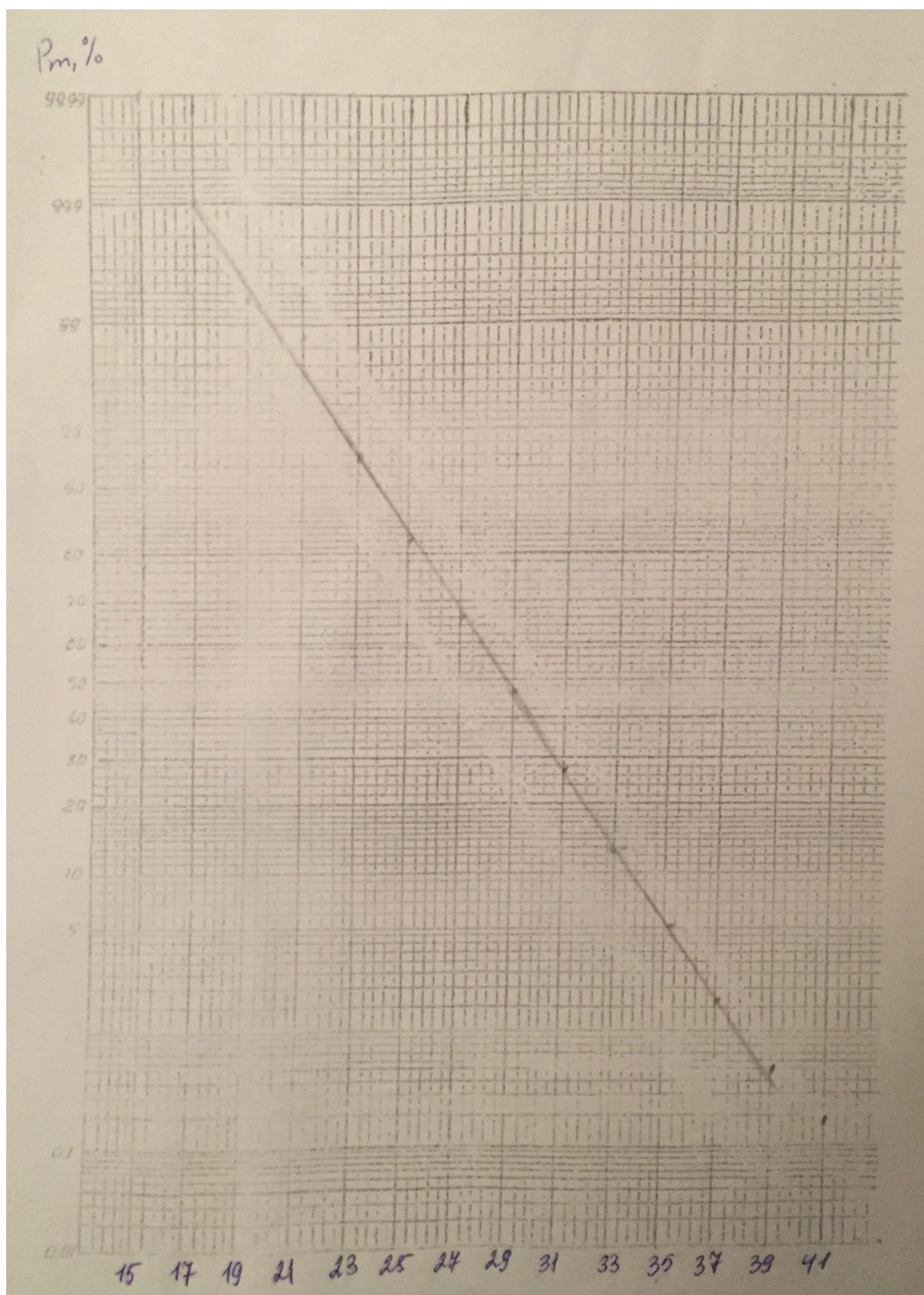


Рис. Б.2.22 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Нова Каховка

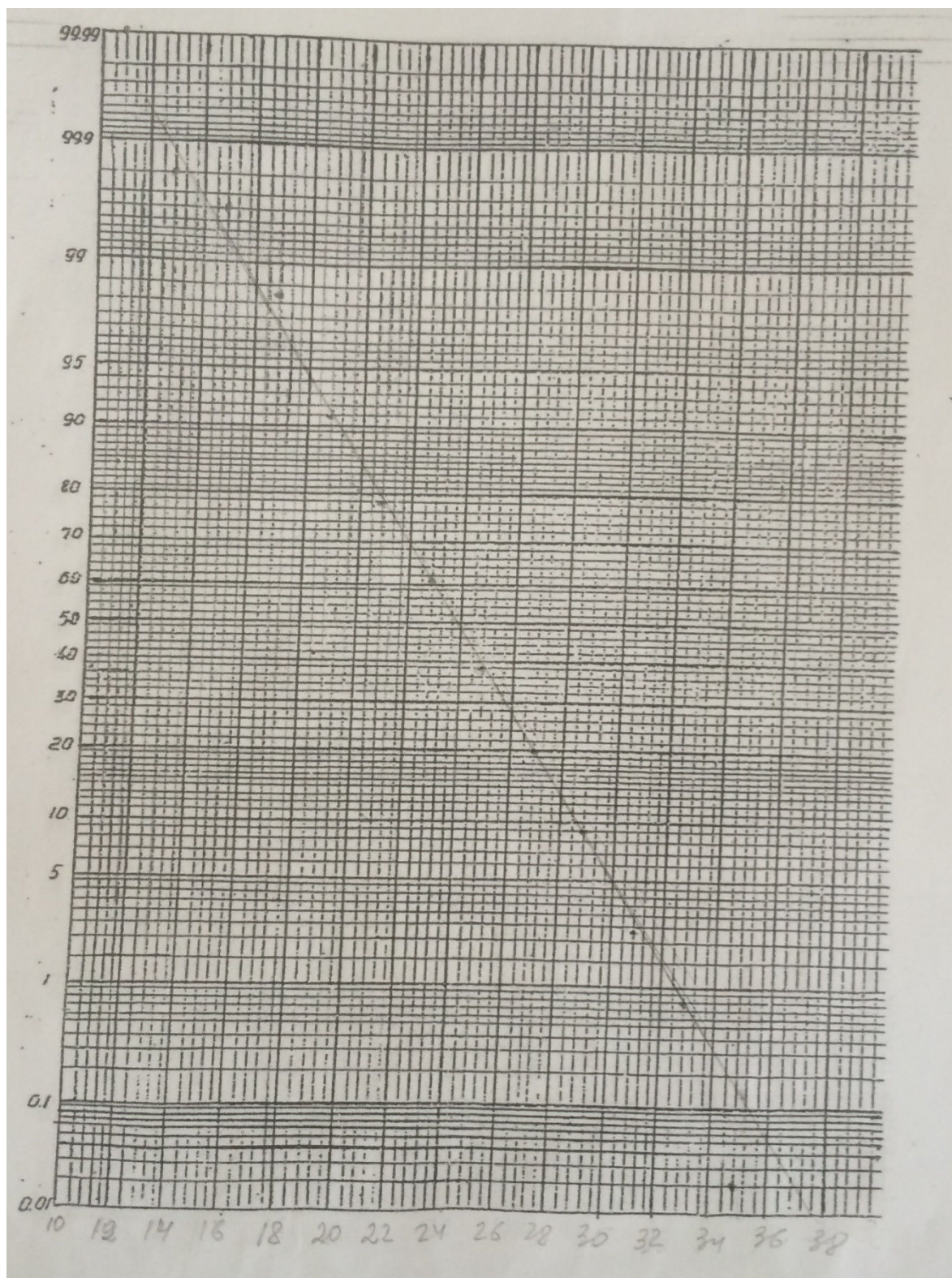


Рис. Б.2.23 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Ізмаїл

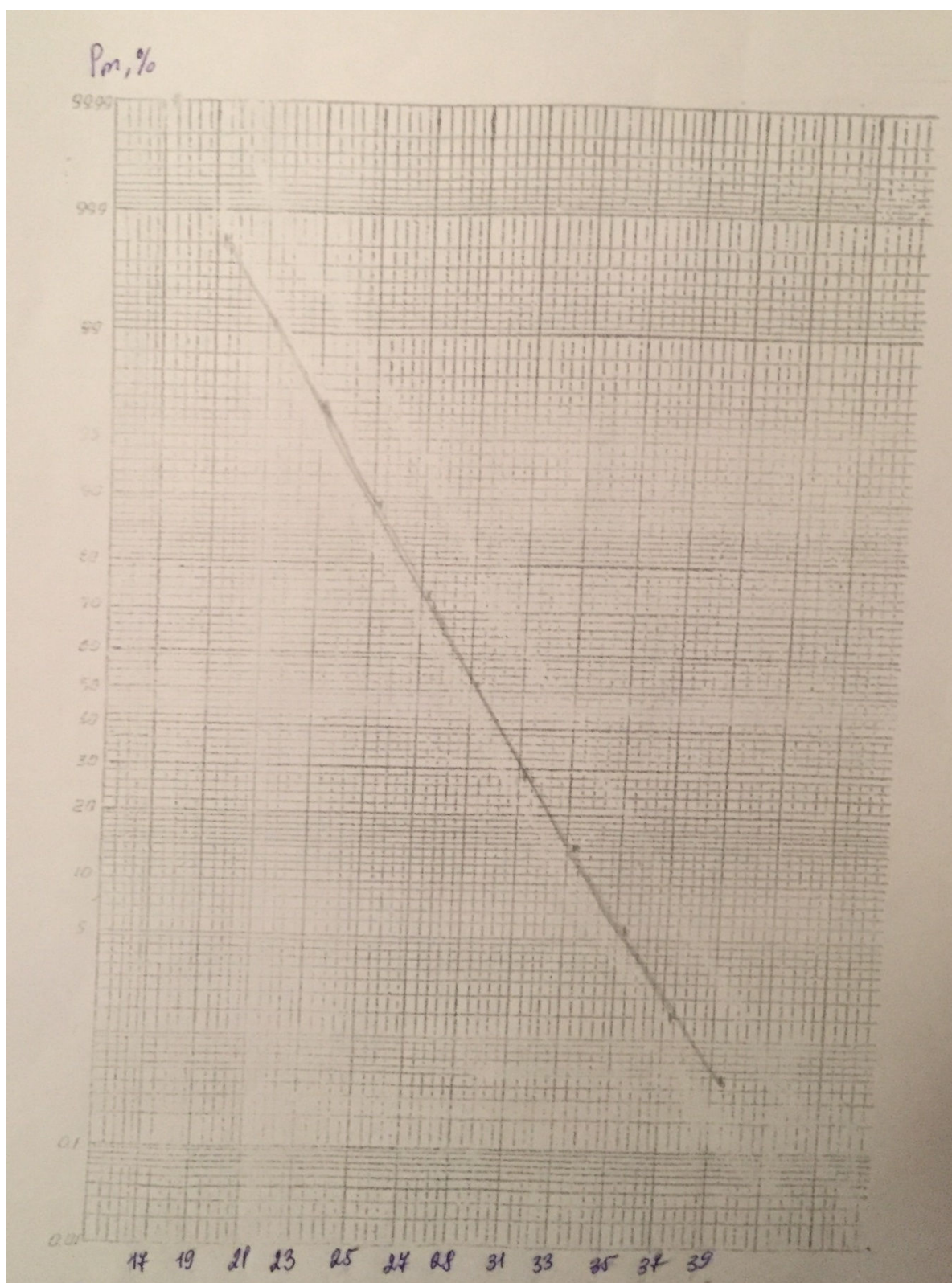


Рис. Б.2.24 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Клепеніне

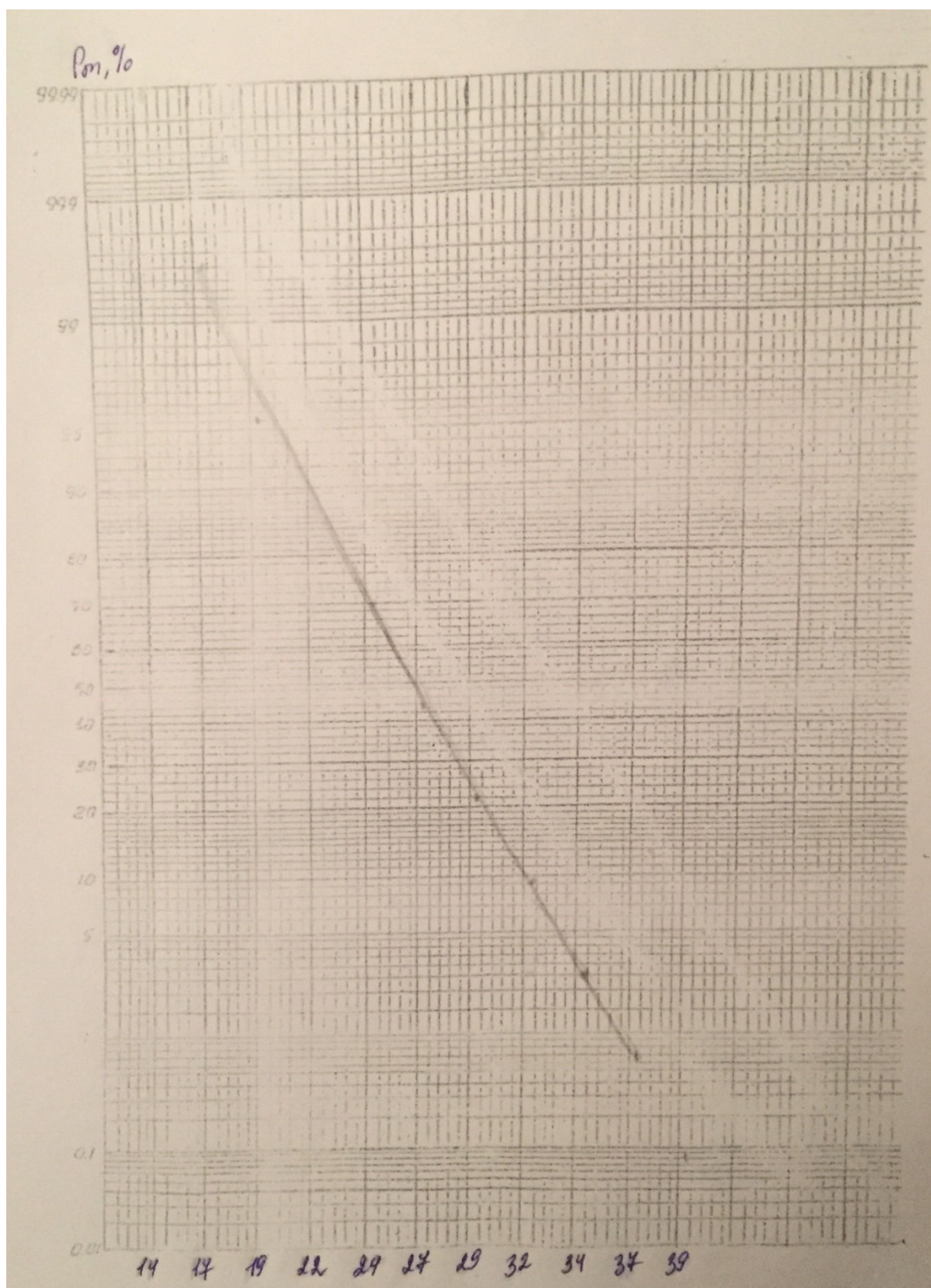


Рис. Б.2.25 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Харків

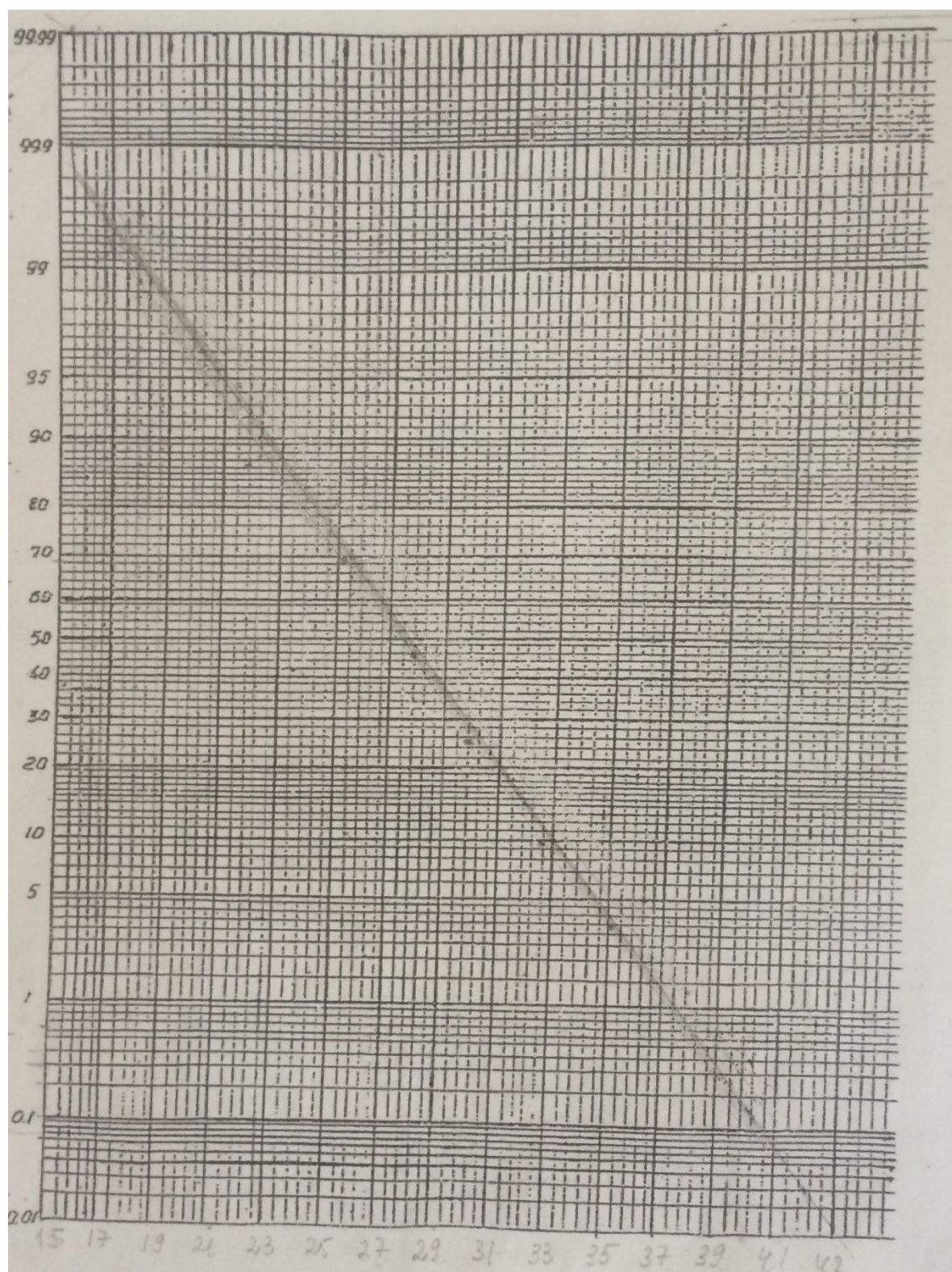


Рис. Б.2.26 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Біловодськ

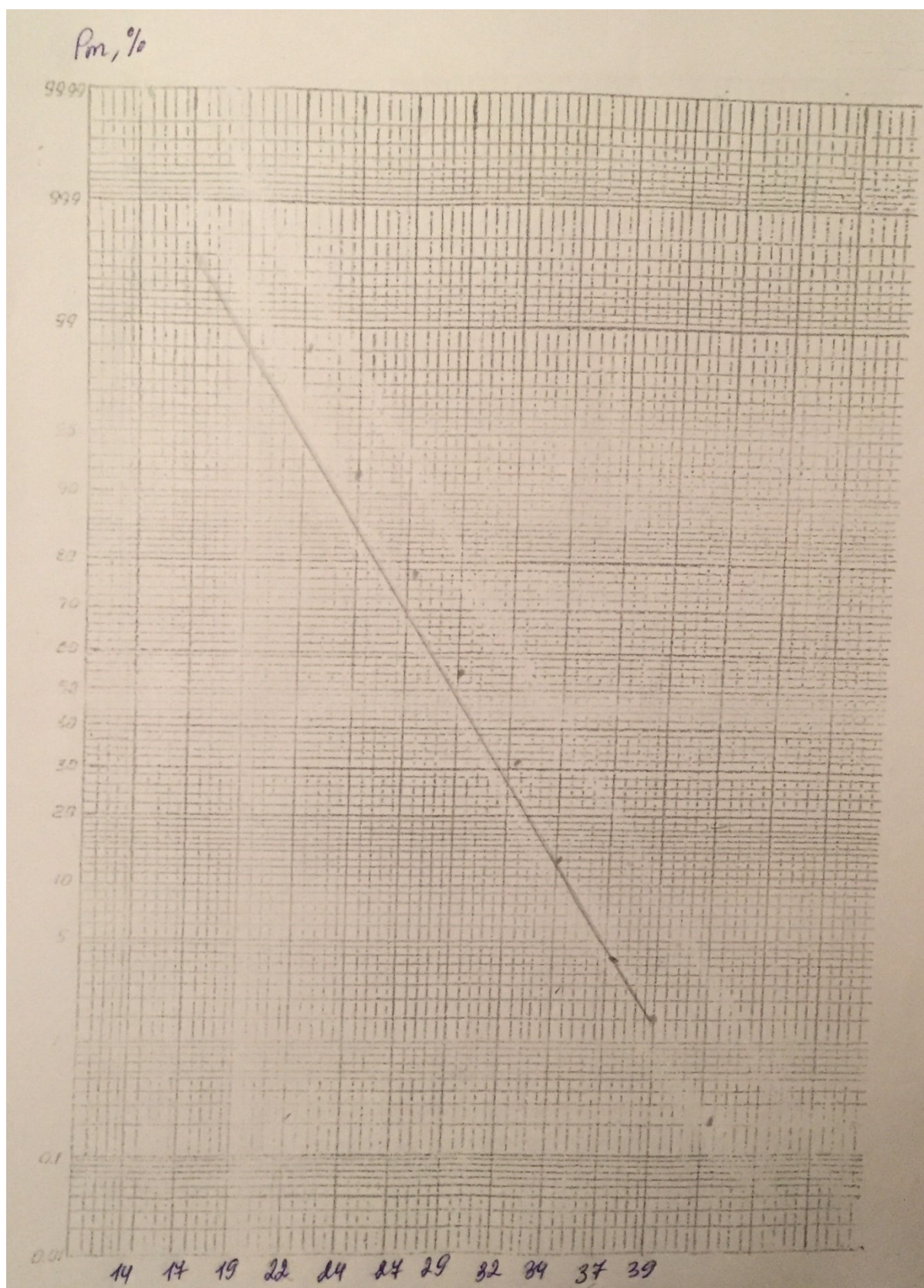


Рис. Б.2.27 – Інтегральна крива розподілу максимальної добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Кайдаки

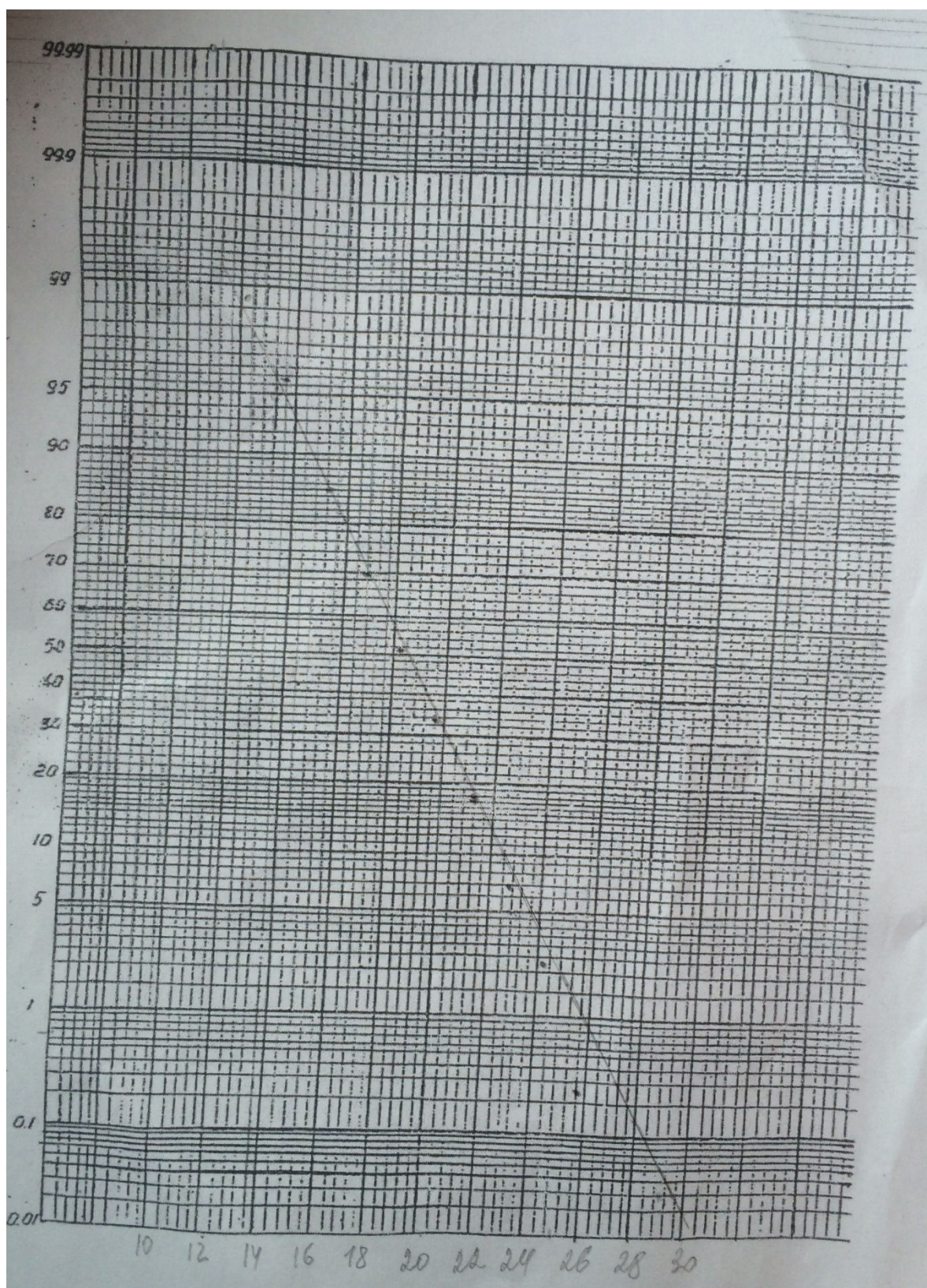


Рис. Б.3.1 – Інтегральна крива розподілу середньої добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Семенівка

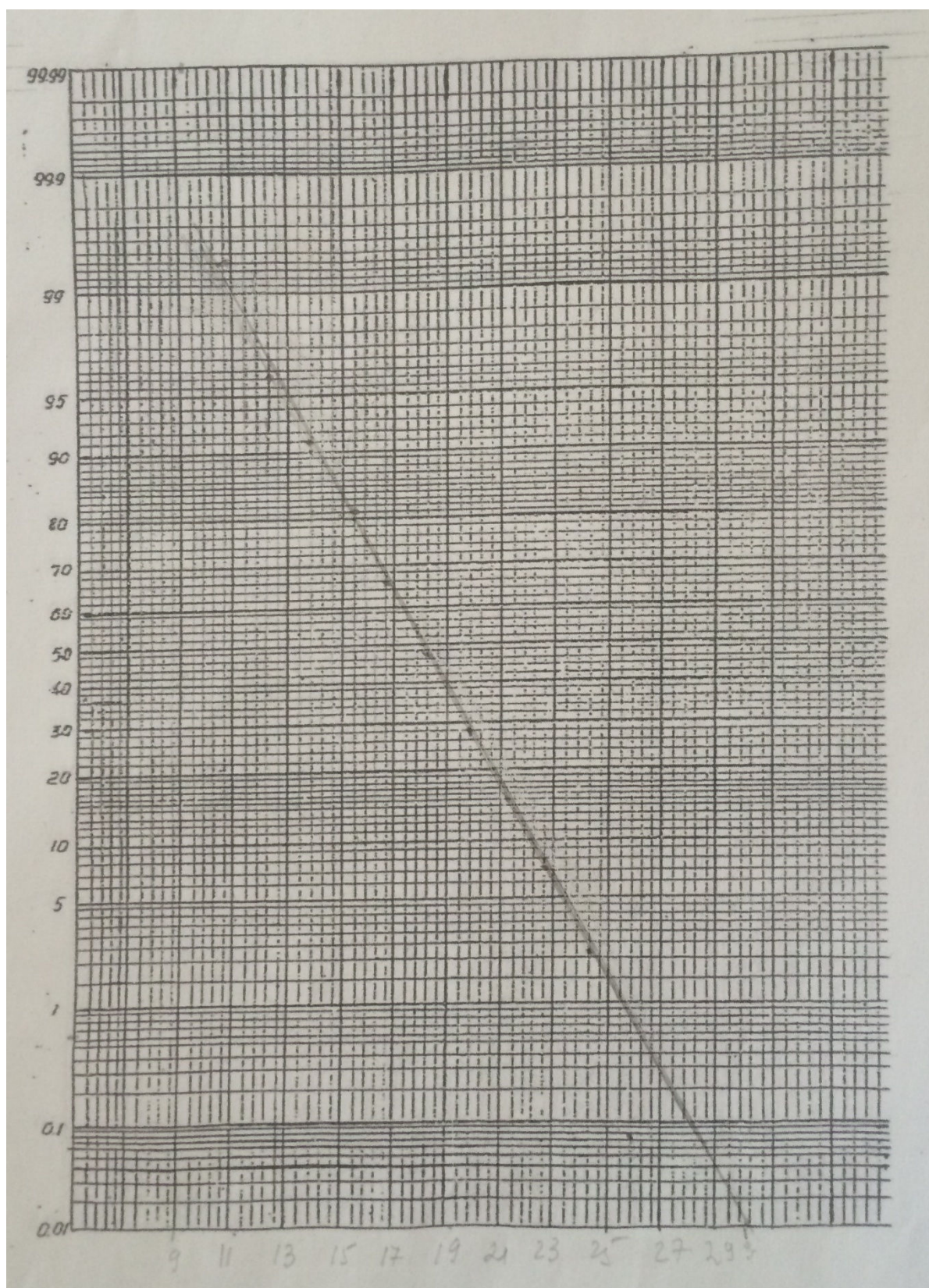


Рис. Б.3.2 – Інтегральна крива розподілу середньої добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Ужгород

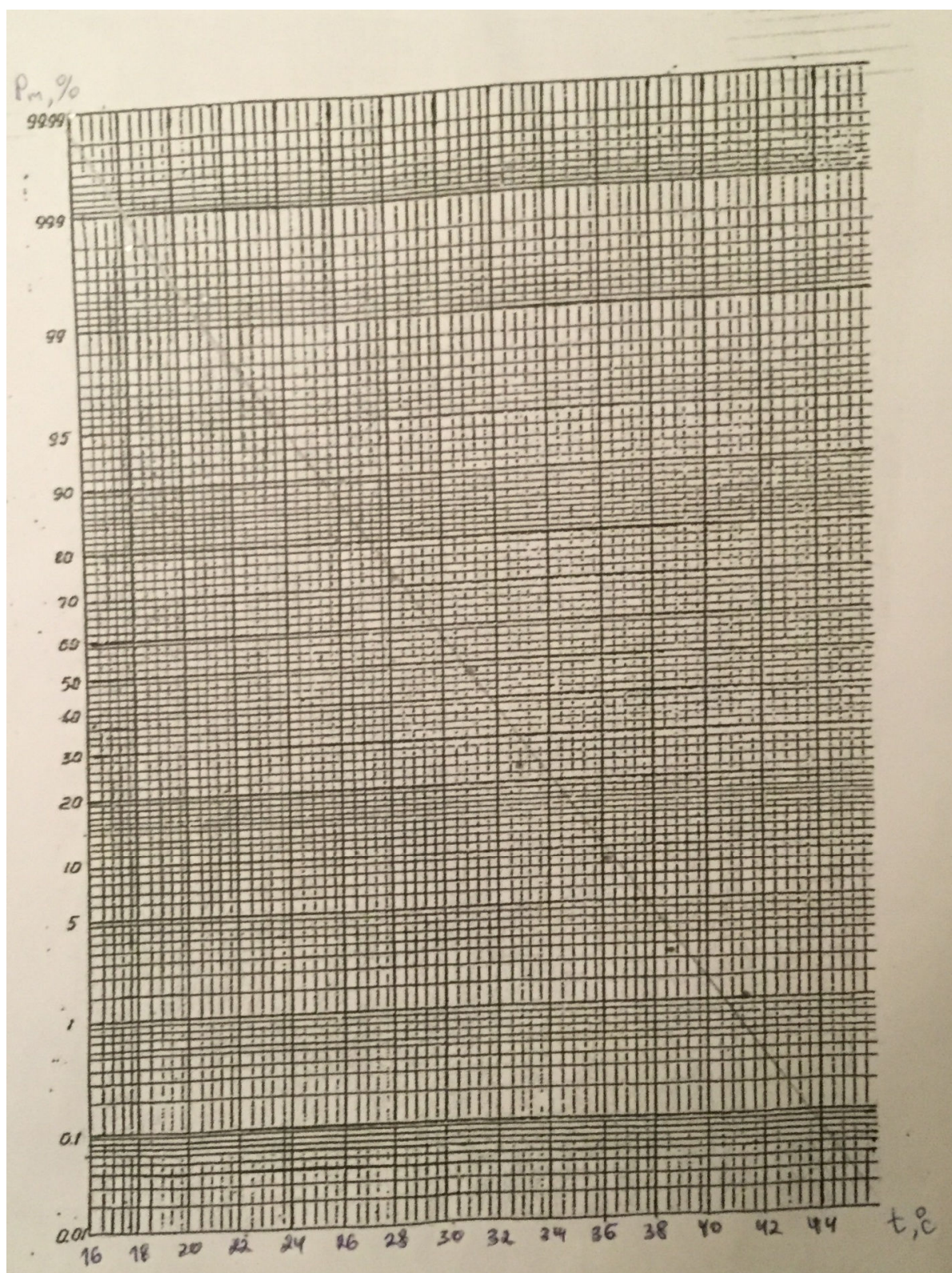


Рис. Б.3.3 – Інтегральна крива розподілу середньої добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Ізмаїл

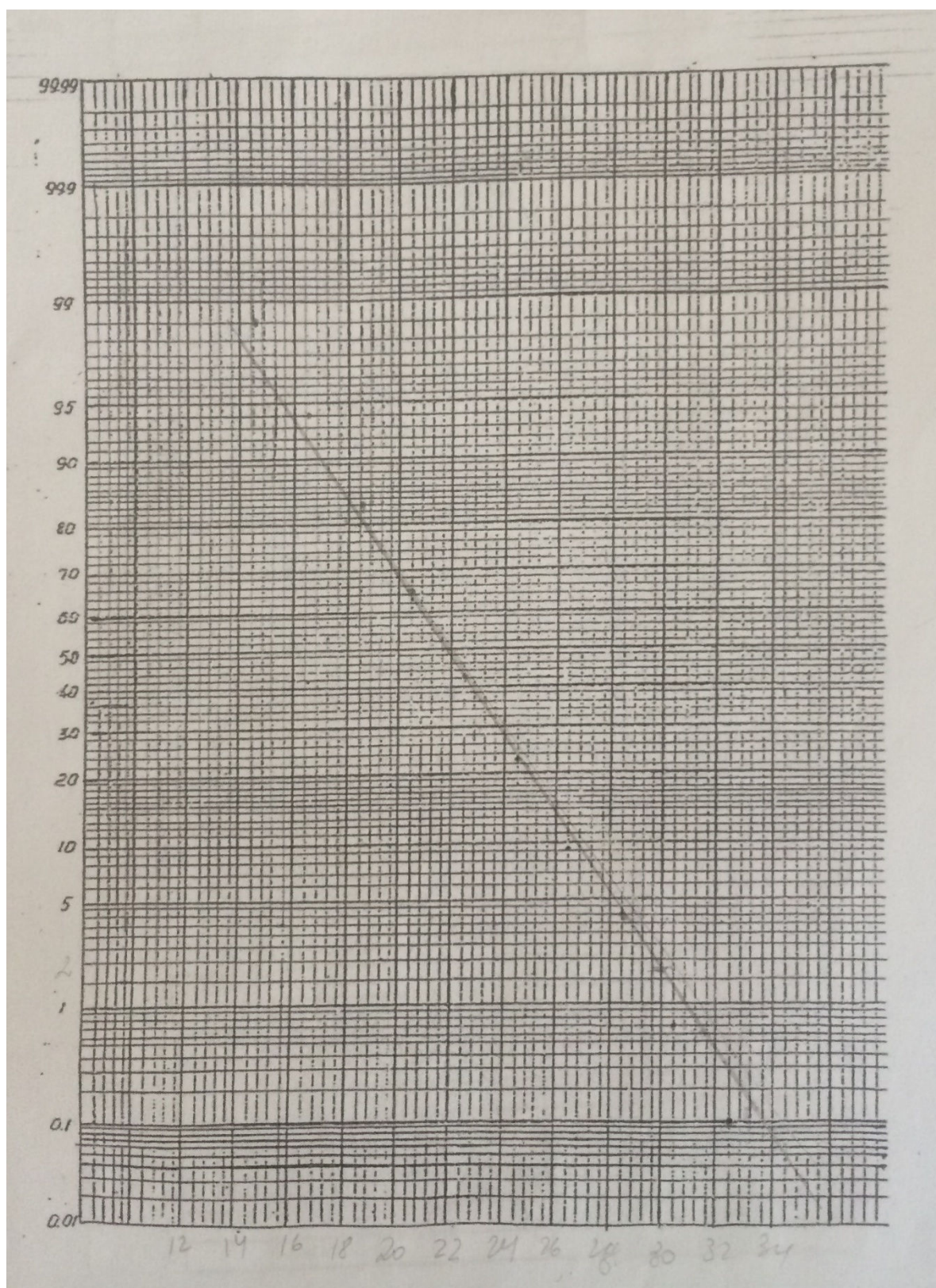


Рис. Б.3.4 – Інтегральна крива розподілу середньої добової температури повітря вище заданої межі. Липень. Біловодськ

