

III. ПРИРОДНИЧА ГЕОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

УДК 504.5+ 911.05(477.81)

<https://doi.org/10.17721/2308-135X.2020.59.70-83>

Романів Оксана Яківна,
кандидат географічних наук, доцент
Янелло Лариса Станіславівна

Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна, e-mail: okromaniv@gmail.com
Технічний університет «Люблінська Політехніка», Республіка Польща,
e-mail: leercattus@gmail.com

МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ АТМОСФЕРИ МІСТА САРНИ ТА ЙОГО ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Мета дослідження – оцінювання метеорологічного потенціалу атмосфери м. Сарни та з'ясування ступеня впливу на нього різних параметрів мікрокліматичної системи.

Методика дослідження включає систему методів та прийомів: монографічний (послугувалися для опрацювання матеріалів літературних першоджерел та Інтернет-ресурсів), математичний (використовували низку спеціальних показників: Коефіцієнт метеорологічного потенціалу за методикою В.А. Барановського, Коефіцієнт жорсткості погоди Арнольді для холодної пори року та Індекс спеки для теплої пори року), графічний (застосовували для візуалізації результатів дослідження).

Результати дослідження. Процеси накопичення шкідливих речовин у атмосферному повітрі міста Сарни переважають над процесами розсіювання впродовж всього року. Найкраще процеси розсіювання шкідливих речовин у повітрі міста Сарни відбуваються у холодну пору року, процеси накопичення найбільш активні у липні-серпні. Метеорологічний потенціал у м. Сарни гірший порівняно з містами Рівне та Дубно, які розміщені у південній частині Рівненської області.

Встановлено достовірний прямий тісний зв'язок між концентрацією у атмосферному повітрі м. Сарни забруднюючих речовин (ангідриду сірчистого, формальдегіду) з метеорологічним потенціалом атмосфери, що варто враховувати при здійсненні моніторингу за станом атмосфери.

Упродовж холодного періоду року в тепловому режимі мікроклімату міста переважає в зимові місяці суворя погода, а у березні, жовтні, листопаді – м'яка погода. У теплий період року лише влітку показники теплового режиму перебувають у зоні комфорту. Погоди, які характеризуються крайнім тепловим дискомфортом і становлять небезпеку та екстремальну небезпеку для людини, не формувалися упродовж 2016-2018 рр. У холодну пору року залежність між тепловим режимом та рівнем метеорологічного потенціалу георубосистеми м. Сарни більш тісна. Але у теплу пору року із зростанням середньої температури комфорту самоочисні здатності атмосфери схильні погіршуватися.

Припускаємо, що процеси глобального потепління перетворюють мікроклімат міста Сарни теплої пори року на більш комфортний щодо його теплового режиму, але менш привабливий з точки зору метеорологічного потенціалу атмосфери.

Науковою новизною роботи є те, що обчислено метеорологічний потенціал атмосфери міста Сарни по місяцях за 2016-2018 рр., встановлено закономірності зміни цих показників у теплу та холодну пору року, здійснено порівняння із показниками інших міст області (Дубно та Рівне). Встановлено кореляційні взаємозв'язки метеорологічного потенціалу атмосфери міста Сарни із рівнем забруднення атмосфери та із показниками теплового режиму для холодної та теплої пори року.

Практичне значення роботи полягає у тому, що отримані результати можуть бути використані у вигляді рекомендацій органам місцевої влади для благоустрою міської території задля захисту атмосферного повітря від забруднення в умовах низького метеорологічного потенціалу. Отримані висновки в роботі можуть бути покладені в основу проєктів геопланування розміщення галузей господарства. Також отримана в роботі інформація може братися до уваги засобами масової інформації для інформування широких мас з метою формування раціональної поведінки населення в різних погодних умовах.

Ключові слова: метеорологічний потенціал атмосфери; мікроклімат; забруднення атмосфери; самоочисна здатність.

УДК 504.5+ 911.05(477.81)

<https://doi.org/10.17721/2308-135X.2020.59.70-83>

Романів Оксана Яковлевна,
кандидат географических наук, доцент
Янелло Лариса Станиславовна

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно,
Украина, e-mail: okromaniv@gmail.com
Технический университет «Люблинская политехника», Республика Польша,
e-mail: leercattus@gmail.com

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА САРНЫ И ЕГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Цель исследования - оценка метеорологического потенциала атмосферы г. Сарны и определение степени влияния на него различных параметров микроклиматической системы.

Методика исследования включает систему методов и приемов: монографический (воспользовались для обработки материалов литературных первоисточников и Интернет-ресурсов), математический

(использовали ряд специальных показателей: коэффициент метеорологического потенциала по методике В.А. Барановского, коэффициент жесткости погоды Арнольди для холодного времени года и Индекс жары для теплого времени года), графический (применяли для визуализации результатов исследования).

Результаты исследования. Процессы накопления вредных веществ в атмосферном воздухе города Сарны преобладают над процессами рассеивания в течение всего года. Лучшие процессы рассеивания вредных веществ в воздухе города Сарны происходят в холодное время года, процессы накопления наиболее активны в июле-августе. Метеорологический потенциал в г. Сарны хуже по сравнению с городами Ровно и Дубно, которые расположены в южной части Ровенской области.

Установлена достоверная прямая тесная связь между концентрацией в атмосферном воздухе г. Сарны загрязняющих веществ (ангидрида сернистого, формальдегида) с метеорологическим потенциалом атмосферы. Это следует учитывать при осуществлении мониторинга за состоянием атмосферы.

В течение холодного периода года в тепловом режиме микроклимата города преобладает в зимние месяцы суровая погода, а в марте, октябре, ноябре - мягкая погода. В теплый период года только летом показатели теплового режима находятся в зоне комфорта. Погоды, характеризующиеся крайним тепловым дискомфортом и представляющие опасность и экстремальную опасность для человека, не формировались на протяжении 2016-2018 гг. В холодное время года зависимость между тепловым режимом и уровнем метеорологического потенциала георбосистемы г. Сарны более тесная. Но в теплое время года с ростом средней температуры комфорта самоочищающие способности атмосферы склонны ухудшаться.

Предполагаем, что процессы глобального потепления обратят микроклимат города Сарны теплого времени года на более комфортный с точки зрения теплового режима, но менее привлекательный с позиции метеорологического потенциала атмосферы.

Научной новизной работы является то, что оценено метеорологический потенциал атмосферы города Сарны по месяцам за 2016-2018 гг. Установлены закономерности изменения этих показателей в теплый и холодный периоды года, проведено сравнение с показателями других городов области (Дубно и Ровно). Установлены корреляционные взаимосвязи метеорологического потенциала атмосферы города Сарны с уровнем загрязнения атмосферы и с показателями теплового режима для холодного и теплого периодов года.

Практическое значение работы состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы в виде рекомендаций органам местной власти для благоустройства городской территории для защиты атмосферного воздуха от загрязнения в условиях низкого метеорологического потенциала. Полученные выводы в работе могут быть положены в основу проектов геопланирования размещения отраслей хозяйства. Также полученная в работе информация может приниматься во внимание средствами массовой информации для информирования широких масс с целью формирования рационального поведения населения в различных погодных условиях.

Ключевые слова: метеорологический потенциал атмосферы; микроклимат; загрязнение атмосферы; самоочистительная способность.

UDC 504.5+ 911.05(477.81)

<https://doi.org/10.17721/2308-135X.2020.59.70-83>

Oksana Yakivna Romaniv,
Candidate of Geography, Associate Professor
Larisa Stanislavovna Janello

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine,
e-mail: okromaniv@gmail.com
Lublin University of Technology «Politechnika Lubelska», Republic of Poland,
e-mail: leercattus@gmail.com

METEOROLOGICAL POTENTIAL OF THE ATMOSPHERE OF THE SARNY AND ITS GEOECOLOGICAL SIGNIFICANCE

The purpose of the study is to assess the meteorological potential of the atmosphere of Sarny and to determine the degree of influence of various parameters of the microclimatic system.

The research methodology includes a system of methods and techniques: monographic (used to study the materials of literary sources and Internet resources), mathematical (used a number of special indicators: Coefficient of meteorological potential according to VA Baranovsky, Coefficient of weather hardness Arnoldi for the cold season and heat for the warm season), graphic (used to visualize the results of the study).

Research results. The processes of accumulation of harmful substances in the atmospheric air of the city of Sarny prevail over the processes of scattering throughout the year. The best processes of dispersion of harmful substances in the air of the city of Sarny occur in the cold season, the processes of accumulation are most active in July-August. The meteorological potential in Sarny is worse than in Rivne and Dubno, which are located in the southern part of Rivne region.

A reliable direct close relationship between the concentration of pollutants (sulfur dioxide, formaldehyde) in the air with a meteorological potential of the atmosphere in Sarny been set. This should be considered when monitoring the atmosphere.

During the cold period of the year in the thermal regime of the microclimate of the city the severe weather prevails in the winter months, and in March, October, November - mild weather. In the warm period of the year only in summer the indicators of the thermal regime are in the comfort zone. The weather, which is characterized by extreme

thermal discomfort and poses a danger and extreme danger to humans, was not formed during 2016-2018. In the cold season, the relationship between the thermal regime and the level of meteorological potential of the geourbosystem of Sarny is closer. But in the warm season, the self-cleaning abilities of the atmosphere tend to deteriorate with increasing average comfort temperature.

We assume that the processes of global warming will make the microclimate of the city of Sarny in the warm season more comfortable in terms of its thermal regime, but less attractive in terms of meteorological potential of the atmosphere.

Scientific novelty of the work: the meteorological potential of the atmosphere of the city of Sarny by months for 2016-2018 was calculated; regularities of change of these indicators in warm and cold periods of the year were established; the meteorological potential of Sarny was compared with the indicators of other cities of the region (Dubno and Rivne). The correlations between the meteorological potential of the atmosphere of the city of Sarny with the level of air pollution and with the indicators of the thermal regime for cold and warm seasons have been established.

The practical significance of the work is that the obtained results can be used in the form of recommendations to local authorities for the improvement of urban areas to protect the air from pollution in conditions of low meteorological potential. The conclusions obtained in the work can be used as a basis for geoplanning projects for the location of industries. Also, the information obtained in the work can be taken into account by the media to inform the masses in order to form a rational behavior of the population in different weather conditions.

Keywords: meteorological potential of the atmosphere; microclimate; atmospheric pollution; self-cleaning ability.

Постановка проблеми. Стрімкий територіальний розвиток міст сформував специфічне високоурбанізоване середовище, де зосереджена більшість населення світу, яке потребує сприятливих умов для праці, побуту та відпочинку людини. Саме цим визначається актуальність вивчення метеорологічного потенціалу та мікрокліматичного режиму урбосередовища та напрямів покращення його геоecологічних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Леонтьєва К. С. зазначає: «Клімат міста є важливим фізико-гігієнічним фактором зовнішнього середовища, який визначає умови праці, побуту та відпочинку людини. Під впливом сонячної радіації, особливо під час літа, формується клімат міста, відмінний від клімату довколишньої місцевості меншим надходженням сонячної радіації, підвищеною температурою, пониженою вологістю повітря, ослабленим провітрюванням, інтенсивним тепловим випромінюванням» [2]. Екологічна енциклопедія називає клімат міста «мікрокліматом», щоб показати його локальність на визначеній території та відмінності від клімату навколишньої місцевості: «Мікроклімат міста – клімат, що формується внаслідок взаємодії атмосферних процесів і локальних особливостей міста. Відмінності погодних умов міста та заміської території зумовлені властивостям підстильної поверхні та фізичним станом атмосфери (теплофізичні і гідродинамічні контрасти).» [5]

Мікроклімат міста формується під впливом як місцевих природних факторів – особливостей рельєфу, ґрунту, наявності рослинності, водоймищ, так і містобудівних – забудови, благоустрою, озеленення території [13].

Процес розвитку міст і еволюція формування сприятливого штучного міського мікроклімату спостерігалася приблизно до кінця XIX та початку XX ст. Але на початку XX століття ситуація почала суттєво змінюватися. Стрімкий розвиток промисловості обумовив швидкі темпи розвитку міст – збільшення чисельності населення, розмірів міської території, зростання поверховості будинків та переущільнення житлової забудови. Наслідком цих процесів стало погіршення якості міського середовища. Забруднення повітря, ґрунтів, водойм обумовило екологічну кризу та викликало зміни й кліматичних умов. [9, с. 3]

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Рівень забруднення атмосферного повітря залежить від значної кількості параметрів (характер викидів, температура і щільність потоку, висота джерела викиду, стратифікація атмосфери, рельєф місцевості тощо). Особливе місце у переліку цих параметрів належить характеру вітрового режиму території і опадам, оскільки вони можуть або посилити негативний вплив викидів в атмосферу (штиль і туман), або підвищити самоочисну здатність атмосфери (сильний вітер, опади). Саме від них залежить коливання рівня забруднення атмосфери протягом року при решті постійних показників [8]. Останнім часом цим проблемам присвячується все більше наукових робіт, оскільки повітряний басейн міста – це перша інстанція, що сприймає на себе аерозольні викиди і формує забруднення інших компонентів довкілля. А до того ж ці питання стали особливо актуальними у зв'язку із планетарними змінами клімату і глобальним потеплінням.

Для міст України в умовах трансформації мікроклімату необхідні детальні дослідження потенційних можливостей атмосферного повітря до самоочищення та пошуки шляхів адаптації до

змінюваних умов довкілля.

Формулювання цілей статті. Мета представленого дослідження – оцінювання метеорологічного потенціалу атмосфери м. Сарни та з'ясування ступеня впливу на нього різних параметрів мікрокліматичної системи.

У дослідженні використано поняття метеорологічного потенціалу атмосфери та спеціальну методику для його визначення. Метеорологічний потенціал атмосфери характеризує переважання в повітрі тих чи інших процесів – накопичення або розсіювання шкідливих речовин [1]. Він залежить передусім від природних геофізичних умов території [8]. Згідно В. А. Барановського:

$$K_M = (P_M + P_T) / (P_O + P_B) \quad (1)$$

де K_M – метеорологічний потенціал атмосфери, P_M – кількість днів зі швидкістю вітру 0 – 1 м/с; P_T – кількість днів з туманами; P_O – кількість днів з опадами 0,5 мм і більше; P_B – кількість днів зі швидкістю вітру понад 6 м/с.

У чисельнику і знаменнику вказується повторюваність днів у %.

Якщо значення K_M більше одиниці, то переважають процеси накопичення шкідливих речовин у повітрі, а отже, і на території. При умові K_M менше одиниці – відбуваються процеси розсіювання, самоочищення.

Для оцінки теплового режиму міста було використано показники, що враховують відмінності теплового та холодного періоду року і комфортні тепловідчуття людини у ці пори року.

Для врахування даних теплового періоду року при визначенні температури комфорту використано показник Індекс спеки («Heat index» HI) (Steadman, 1979) [10, с. 295], який отримав поширення у світовій практиці.

Зв'язок Індексу спеки з фактичною температурою повітря і вологістю повітря описують за такою формулою:

$$HI = c_1 + H * (c_{14} + H * (c_{15} + c_{16} * H)) + T * (c_2 + H * (c_5 + H * (c_6 + c_7 * H))) + T * (c_3 + H * (c_8 + H * (c_9 + c_{10} * H))) + T * (c_4 + H * (c_{11} + H * (c_{12} + c_{13} * H))) \quad (2)$$

де T – температура повітря, °С, H – відносна вологість, %; значення коефіцієнтів: $c_1 = -0,429783$; $c_2 = 0,6691767$; $c_3 = 0,0102724$; $c_4 = -0,000125211$; $c_5 = -0,0737656$; $c_6 = -0,000228621$; $c_7 = 0,000000103391$; $c_8 = 0,000868291$; $c_9 = 0,0000146039$; $c_{10} = -0,0000000681059$; $c_{11} = 0,0000462416$; $c_{12} = -0,00000070771$; $c_{13} = -0,00000000156160$; $c_{14} = 1,428556$; $c_{15} = -0,00502815$; $c_{16} = 0,0000193122$.

Зайве теплове навантаження в країнах з помірним, особливо з континентальним кліматом, є загрозою для стану здоров'я людини, що знаходиться на відкритому повітрі. Імовірність отримання «теплового удару» особливо висока в міському середовищі, де фоновий рівень температури повітря підвищується, а швидкість вітру знижується в порівнянні з відкритою місцевістю. Актуальність застосування Індексу спеки в умовах з континентальністю клімату при глобальному потеплінні очевидна, оскільки навіть в країнах з набагато більш м'яким кліматом перегрів і переохолодження лідирують серед всіх причин смертності, обумовленої погодними умовами. Наприклад, в США, за даними національної служби погоди, від перегріву щорічно гине більше людей, ніж від ураганів, торнадо і повені разом узятих. [10, с. 295]

Характер теплового впливу для різних значень Індексу спеки такий:

54°C і вище – екстремальна небезпека – тепловий або сонячний удар;

41°C ... 54°C – небезпека – сонячний удар, м'язові судоми, спазм судин від перегріву при тривалій дії і / або фізичній активності;

32°C ... 41°C – екстремальна обережність – можливі сонячний удар, м'язові судоми, спазм судин від перегріву при тривалій дії і / або фізичній активності;

27°C ... 32°C – обережно – можлива перевтома при тривалому впливі та / або фізичній активності;

18°C ... 26°C – зона комфорту – комфортні тепловідчуття.

При застосуванні Індексу спеки необхідно враховувати, що він найбільш придатний для людей середнього віку і комплекції, що перебувають в стані відносного спокою.

У холодну пору року для характеристики комфортних температур та ступеня суворості погоди використовувався коефіцієнт жорсткості погоди, запропонований І.А. Арнольдї, згідно з яким, кожен метр швидкості вітру прирівнюється до зниження температури повітря на 2°C. Температура комфорту визначалася за формулою:

$$T_k = t_n - 2 \cdot V, \quad (3)$$

де T_k – температура комфорту, в °С, t_n – температура повітря, °С, V – швидкість вітру, м/с.

Виділяють п'ять класів погоди моменту при температурах комфорту холодної пори року:

1 клас – до 0°C – м'яка погода; зимно.

2 клас – -1°C ... -10°C – помірно сувора погода; руки мерзнуть.

- 3 клас – -11°C...-20°C – сувора погода; ноги мерзнуть.
 4 клас – -21°C...-30°C – дуже сувора погода; обмороження.
 5 клас – -31°C° і нижче – вкрай сувора погода; небезпечно.

Коефіцієнт жорсткості погоди Арнольді відображає не тільки ступінь суворості погоди, а й визначає потребу людини в одязі, що забезпечує тепловий комфорт при різному фізичному навантаженні. [10, с. 308]

Виклад основного матеріалу. Сарни розташовані в північній частині Рівненської області на лівому березі річки Случ. Місто знаходиться в межах Волино-Подільської плити, для якої характерне моноклінальне залягання пластів. Саме тому рельєф місцевості рівнинний. Долина річки Случ слабо виділяється на загальному фоні Поліської низовини. Для Сарненської акумулятивної рівнини (найбільша висота – 172 м, найменша –148 м) характерні процеси заболочування, акумуляції, а домінуючими формами і типами сучасного рельєфу є прадолини, тераси. Перезволоження ґрунтів зумовлене тут не лише надмірною кількістю опадів і невеликою сумарною радіацією. Утворенню гігроморфних боліт сприяє плоскорівнинний рельєф, неглибоке залягання підземних ґрунтових вод, слабка дренажність території, викликана наявністю слабководопроникних горизонтів. [7, с. 23].

Куточків із незайманою природою навколо міста чимало. Поширеними є соснові бори і субори (переважна їх частина на південному сході району). На зміну їм приходять діброви, що складаються з віковичних дубів. Поряд із дубом зустрічається граб і береза. Загалом лісистість Сарненщини становить 56 %.

Слід особливо підкреслити, що ліси Сарненщини виконують важливі санітарно-гігієнічні функції, які полягають у перетворенні газоподібних хімічних атмосферних забруднень та забезпеченні біосфери киснем. Виробництво кисню лісом на 1 га площі в 3-10 разів перевищує його продукування польовими культурами. Ліс, особливо хвойний, виділяє фітонциди, позитивно впливає на психіку, листя крон очищує повітря від шкідливих механічних домішок, значно знижує шум, усуває високочастотні звуки, володіє пілозахисними властивостями.

За даними багаторічних спостережень на метеостанції Сарни (табл. 1) можна стверджувати, що клімат міста помірно-континентальний вологого типу. Зима м'яка, з частими відлигами, літо тепле, з достатньою кількістю опадів, найбільша кількість яких випадає у влітку. Перехід середніх добових температур через 0°C спостерігається, як правило, у середині березня. Середні багаторічні температури літніх місяців коливаються від 17°C до 18°C.

Таблиця 1

Основні кліматичні показники м. Сарни за 2009-2018 рр. (складено за даними [14])

Показник	Середньорічне значення	Місяці											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середня температура повітря, °С	7	-5	-3	0	8	13	17	18	17	14	8	2	2
Середня найвища температура повітря, °С	11	-3	-1	3	13	19	23	24	23	20	12	5	0
Середня найнижча температура повітря, °С	3	-8	-6	-2	3	7	11	12	12	8	5	0	-5
Максимальна температура повітря, °С	37	8	11	22	27	30	33	33	37	31	27	17	15
Мінімальна температура повітря, °С	-27	-27	-26	-23	-6	-3	2	6	0	-1	-6	-25	-23
Середня кількість днів з температурами нижче °С	134	29	25	22	8	0	0	0	1	1	5	14	26
Сума опадів, мм	610	30	50	20	40	50	60	70	60	50	40	40	40
Середня кількість днів з опадами	118	11	12	9	8	10	8	9	8	7	8	11	12
Середній рівень відносної вологості, %	77	86	83	77	69	68	66	69	73	75	81	87	87

Найнижчі температури – з січня до лютого. На ці ж місяці припадають і температурні показники абсолютного мінімуму температур повітря. В середньому у році 134 дні з від’ємними значеннями температур повітря.

У холодну пору року переважають південно-східні, південні і південно-західні вітри. У літню пору домінують вітри західних і північно-західних румбів. [14]

В цілому, достатня кількість опадів в місті, висока вологість повітря впродовж всього року, а відповідно і значна кількість днів з опадами. Тобто, кліматичні умови території і особливості циркуляції атмосфери не дуже сприятливі для комфорту населення та розсіювання шкідливих домішок у атмосфері. Але характер підстилаючої поверхні району забезпечує задовільні умови для достатньої аерації території, а збережений природний рослинний покрив сприяє створенню екологічно привабливого середовища для життєдіяльності людини.

Використовуючи формулу (1), обчислили метеорологічний потенціал атмосфери по місяцях за 2016-2018 рр. для міст Сарни, Рівне і Дубно (рис. 1-3). Місто Сарни має гірші показники метеорологічного потенціалу та незадовільні перспективи їх зміни, порівняно з іншими містами Рівненщини (Дубно та Рівне).

Підведемо підсумки сезонних змін метеорологічного потенціалу в урбосистемі міста Сарни, порівнюючи його з іншими урбосистемами області:

1. Не зважаючи на те, що показники метеорологічного потенціалу в Сарнах є в цілому гіршими порівняно з іншими містами (рис.1-3), їхній сезонний хід в усіх містах доволі подібний (рис.4-6). Процеси накопичення шкідливих речовин у повітрі найбільш активно відбуваються у серпні. Найкращі середньорічні показники метеорологічного потенціалу, тобто найкращу здатність атмосфери до самоочищення, у Сарнах за 2016-2018 рр. можна спостерігати у березні, жовтні. Найкращих показників досягають міста Рівне і Дубно у період з лютого по квітень. Отже, в цілому більш сприятливим для відновлення атмосфери усіх міст є холодний період року.

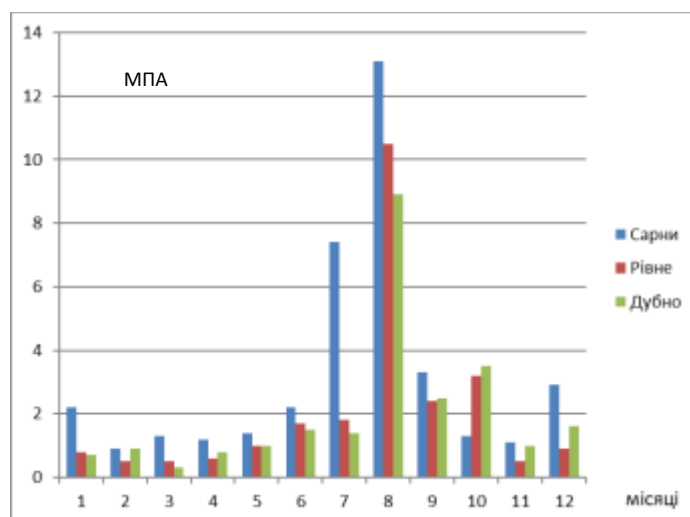


Рис. 1. Зміна метеорологічного потенціалу по місяцях 2016 року у містах Сарни, Рівне, Дубно (за власними обчисленнями)

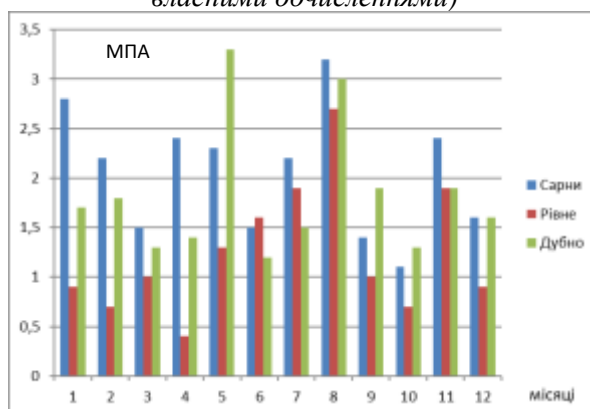


Рис. 2. Зміна метеорологічного потенціалу по місяцях 2017 року у містах Сарни, Рівне, Дубно (за власними обчисленнями)

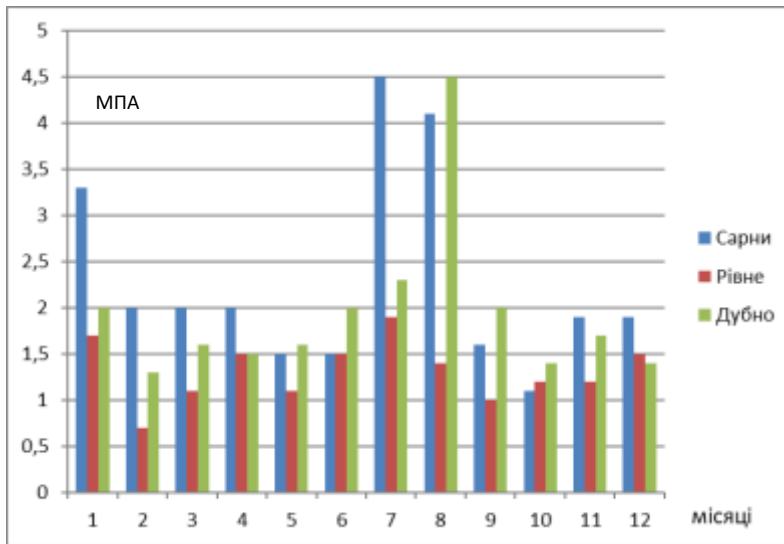


Рис. 3. Зміна метеорологічного потенціалу по місяцях 2018 року у містах Сарни, Рівне, Дубно (за власними обчисленнями)



Рис. 4. Сезонний хід середньорічного значення метеорологічного потенціалу в м. Сарни (за власними обчисленнями)

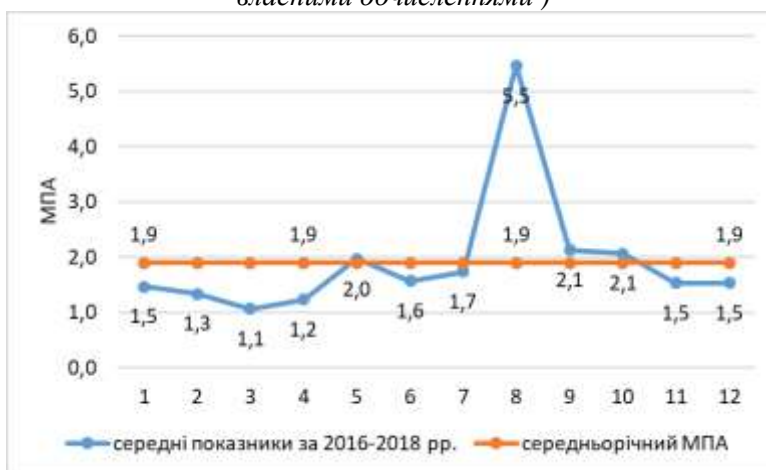


Рис. 5. Сезонний хід середньорічного значення метеорологічного потенціалу в м. Дубно (за власними обчисленнями)

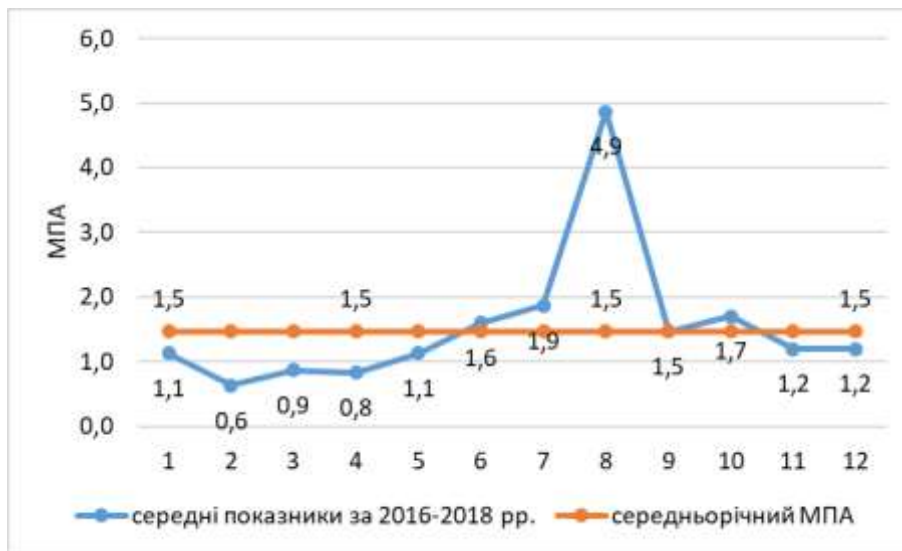


Рис. 6. Сезонний хід середньорічного значення метеорологічного потенціалу в м. Рівне (за власними обчисленнями)

2. У місті Сарни в сезонному ході метеорологічного потенціалу періодів, коли буває приблизно однаково метеорологічних явищ, що сприяють розсіюванню шкідливих речовин і, навпаки, їх накопичуванню, не трапляється. Найбільш рівномірні процеси розсіювання та накопичення шкідливих речовин в атмосферному повітрі можна констатувати в м. Рівне. А період, коли метеорологічний потенціал наближається до значення 1 (одиниця) – то найчастіше весняні та осінні місяці, зокрема травень і листопад. Причому, процеси накопичення все-таки дещо переважають над процесами розсіювання.

Забруднення довкілля формується постійно і є ризиком для здоров'я людини. З рис. 7. можемо зробити висновки, що обсяги викидів від пересувних джерел мали тенденцію зростання до 2010 року, а далі стали відносно стабільними. Зростання викидів в основному було зумовлене збільшенням чисельності автомобілів у користуванні як населення, так і підприємств. Показник викидів від пересувних джерел не підлягає державному статистичному спостереженню, починаючи від 2016 року. Але за результатами математичного моделювання з високим ступенем достовірності можемо прогнозувати подальше скорочення викидів, що пов'язане, насамперед, з розвитком автомобільних екологічних технологій та оновленням автопарку автомобілів, які курсують дорогами району, а також з покращенням якісних характеристик пального, яке використовує автотранспорт.

Обсяги викидів від стаціонарних джерел у Сарненському районі також прямують до скорочення, як це вказує рис. 7. З високою достовірністю моделюється тенденція його зниження за допомогою лінійної функції.

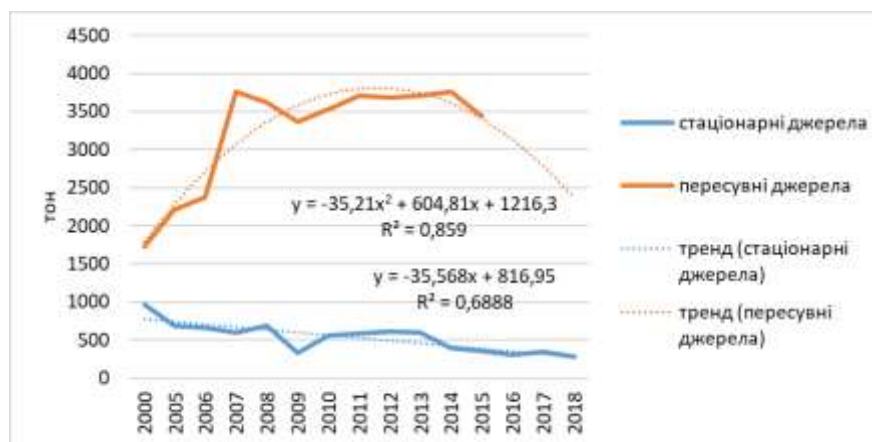


Рис.7. Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферу Сарненського району від стаціонарних та пересувних джерел (в тонах), побудовано за даними [4]

Основними стаціонарними забруднювачами атмосфери є ТОВ «Селищанський гранітний кар'єр», «Клесівський кар'єр» ДП УПП 43, ТОВ ККНЛ «Технобуд». На їх частку припадає 79,9%

всіх забруднень повітря. Хоч ці підприємства значною мірою розміщені й за межами м. Сарни, але вони не можуть не впливати на стан якості повітря у самому місті. Граніто-видобувні підприємства не дотримують нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, які встановлені в дозволі на викиди в атмосферне повітря. [6]

Специфікою району є вкрай нерівномірне просторове поширення забруднень, викликане концентрацією граніто-видобувних підприємств на сході Сарненського району. Щільність викидів від цих стаціонарних джерел становить 157 кг/км², проти 183,3 кг/км² у 2015 р. [3]. У 2017 р. щільність викидів у Сарненському районі 172 кг/км², у розрахунку на душу населення це становить 3,3 кг/особу, що менше, ніж в середньому по області – 8,2 кг/особу. Проте у 2018 році показники покращилися і становили: щільність викидів 139,7 кг/км², в розрахунку на особу – 2,6 кг/особу. Хоча і по області в цілому показники також покращилися – викиди становили по Рівненщині у 2018 році 7,9 кг/особу [4].

Нині спостерігається зменшення викидів сполук забруднення на таких підприємствах: Клесівський кар'єр, ВК 46, ТзОВ “Теплоенергосервіс”, Санаторій “Горинь”, КП “Сарникомуненергія”, ВВП “Таврида”. [4] Основною причиною є зниження виробництва і недостатнє забезпечення паливом комунальної сфери.

За видом забруднюючих речовин на Сарненщині переважає забруднення такими інгредієнтами: пил, сполуки азоту, сірки.

Зафіксоване зменшення середньорічних концентрацій шкідливих речовин у повітрі можна пояснити скороченням викидів від стаціонарних та пересувних джерел. Але водночас це можна пояснити і деяким підвищенням самоочисної здатності атмосфери Сарненщини, що видно з рис. 8.

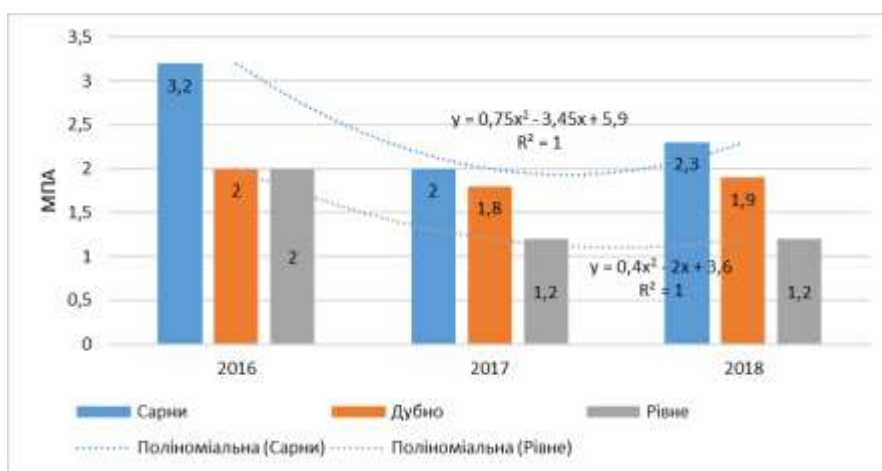


Рис. 8. Динаміка метеорологічного потенціалу у містах Рівненщини за 2016-2018 рр. (за власними обчисленнями)

Особливістю метеорологічних величин та атмосферних явищ є неоднозначність їхнього впливу на формування рівнів забруднення атмосферного повітря.

Слід зазначити, що зв'язок між метеорологічними величинами і рівнем забруднення атмосфери є двостороннім. Під впливом забруднення повітря у містах відбувається зменшення тривалості сонячного сяйва та зміна співвідношення прямої та розсіяної сонячної радіації, що надходить на земну поверхню. Підвищені рівні забруднення атмосферного повітря у містах сприяють частішому утворенню туманів, підвищенню середньої температури порівняно з навколишніми територіями. [12]

Нам же вдалося встановити залежність між величиною метеорологічного потенціалу та середньою максимально-разовою концентрацією забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста Сарни. Базою для дослідження слугували результати власних обчислень метеорологічного потенціалу та дані про стан атмосферного повітря міста Сарненського міськрайонного відділу санепідстанції у 2016-2018 рр.

Існує тісний прямий кореляційний зв'язок між показниками метеорологічного потенціалу та середньою максимально-разовою концентрацією (у мг/м³) таких речовин: ангідрид сірчистий (коефіцієнт кореляції 0,96), формальдегід (коефіцієнт кореляції 0,75). Математично й графічно така залежність виражена на рис. 9-10.

Для інших речовин, по яких проводили дослідження (діоксиди азоту, водень хлористий, пил недиференційований, цинк), статистично значимих зв'язків не виявлено. Ймовірно, для глибшого аналізу потрібні дані за більш тривалий період спостережень. Проте для ангідриду сірчистого та формальдегіду можемо стверджувати про наявність залежності їх концентрації у атмосферному повітрі міста Сарни від метеорологічних умов. Коефіцієнт детермінації математичної моделі для ангідриду сірчистого становить

0,92 (рис. 9), що вказує на її високу достовірність, а для формальдегіду значення дещо нижчі, хоча теж перебувають у значимих межах – 0,56 (рис. 10).

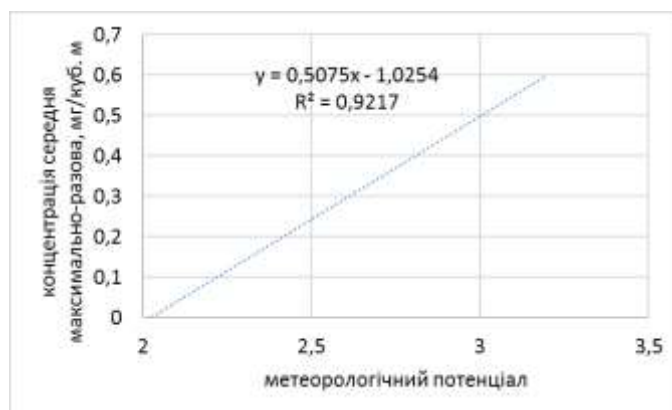


Рис. 9. Математична модель залежності концентрації ангідриду сірчистого у атмосферному повітрі міста Сарни від метеорологічного потенціалу (за власними обчисленнями)

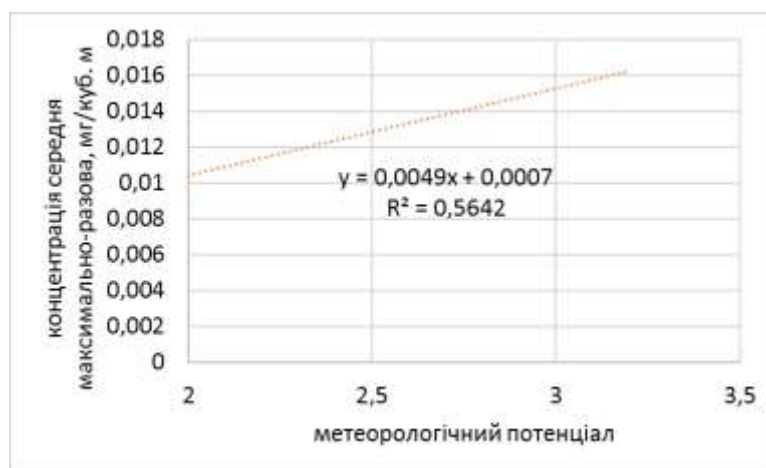


Рис. 10. Математична модель залежності концентрації формальдегіду у атмосферному повітрі міста Сарни від метеорологічного потенціалу (за власними обчисленнями)

У зв'язку з процесами глобального потепління клімату цікавим було дослідити, чи існує взаємозв'язок між метеорологічним потенціалом атмосфери та тепловим режимом.

Проаналізовано тепловий режим міста Сарни за показниками теплового комфорту, які враховують температуру атмосферного повітря за відчуттями людини з урахуванням вологості повітря для теплого періоду року (Індекс спеки) та швидкості повітря для холодного періоду року (Коефіцієнт жорсткості погоди Арнольді). Первинні дані для аналізу отримано із архіву [11].

Охарактеризуємо повторюваність типів погод різного ступеня комфортності по окремих порах року. Для холодного періоду року міста (рис. 11) в тепловому режимі переважає в зимові місяці суворя погода, а у березні, жовтні та листопаді – м'яка погода. Випадки вкрай суворої погоди є дуже рідкісними і трапляються найчастіше в січні. Помірно суворя погода теж повторюється нечасто, хоч і має місце практично щомісяця. Найбільш комфортним серед місяців холодної пори року в м. Сарни є жовтень. Помітної тенденції до погіршення чи поліпшення температурного комфорту холодного періоду року за період 2016-2018 рр. не спостережено.

Проведемо аналогічні характеристики для теплої пори року. На рис. 12 наведено повторюваність характерів теплового впливу на людину при різних значеннях температури комфорту, яка була встановлена на підставі значень Індексу спеки. Погоди, які характеризуються крайнім тепловим дискомфортом і становлять небезпеку та екстремальну небезпеку для людського організму, в м. Сарни упродовж 2016-2018 рр. взагалі не спостерігалися. Температури, що вкладаються у зону комфорту теплого періоду року, мають найбільшу повторюваність у червні та липні, у серпні уже спостерігається деякий їх спад.

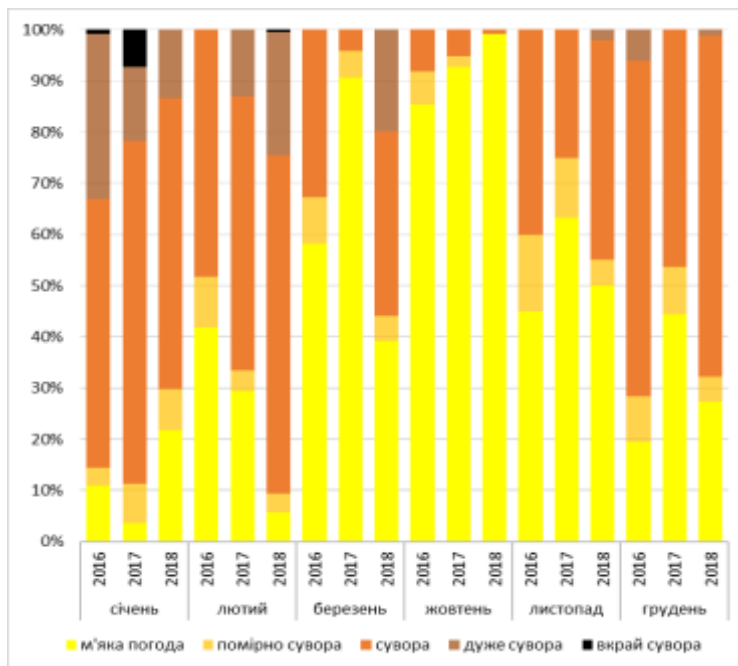


Рис. 11. Повторюваність типу погод, визначених за коефіцієнтом жорсткості погоди Арнольді у місті Сарни у 2016-2018 рр. (за власними обчисленнями)

Водночас, уже з травня і до серпня проявляються дискомфортні значення Індексу спеки, які характеризуються підвищеними значеннями та інтерпретуються як застереження щодо теплового впливу – «обережно». Причому, за 2016-2018 рр. бачимо зростання повторюваності таких погод.

Однак в цілому не можна не помітити того, що найбільшу повторюваність впродовж теплому періоду року мають значення, які знаходяться нижче порогу «зони комфорту». Тобто, переважає прохолодний температурний режим у мікрокліматі міста Сарни в більшість місяців теплому періоду року (рис. 12). І ця обставина теж засвідчує про відхилення від температурного комфорту для населення міста. Проте в умовах глобального потепління ситуація може змінитися, коли температура атмосферного повітря поступово зростатиме.

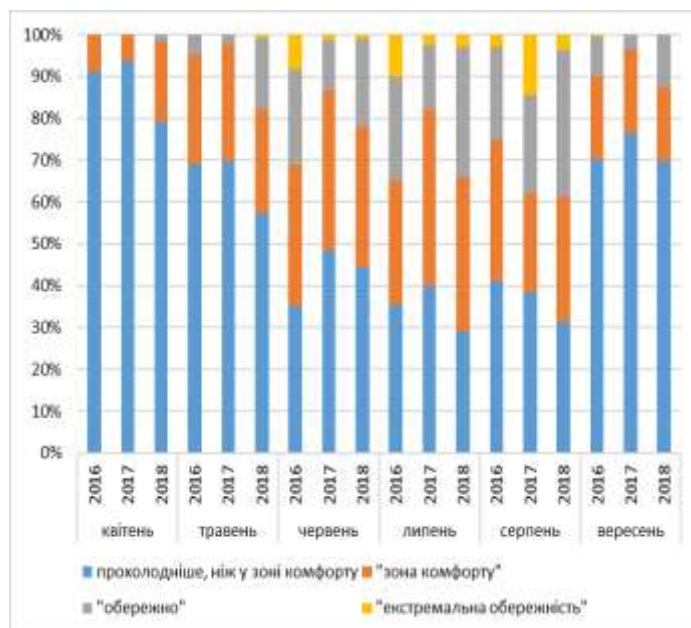


Рис. 12. Повторюваність типів погоди, визначених на основі Індексу спеки у теплу пору року в місті Сарни у 2016-2018 рр. (за власними обчисленнями)

У нашому дослідженні вдалося встановити залежності між значеннями температури комфорту та величиною метеорологічного потенціалу у місті Сарни окремо для холодного та теплого періодів року (рис. 13-14).

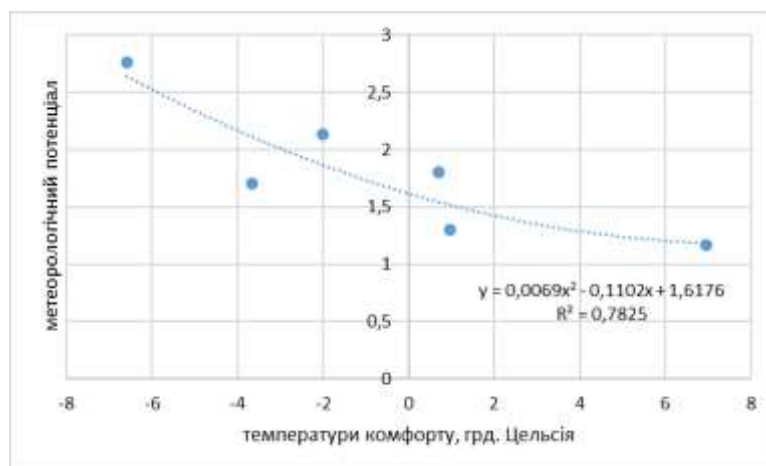


Рис. 13. Залежність метеорологічного потенціалу атмосфери міста Сарни від температури комфорту в холодну пору року за середніми показниками 2016-2018 рр. (за власними обчисленнями)

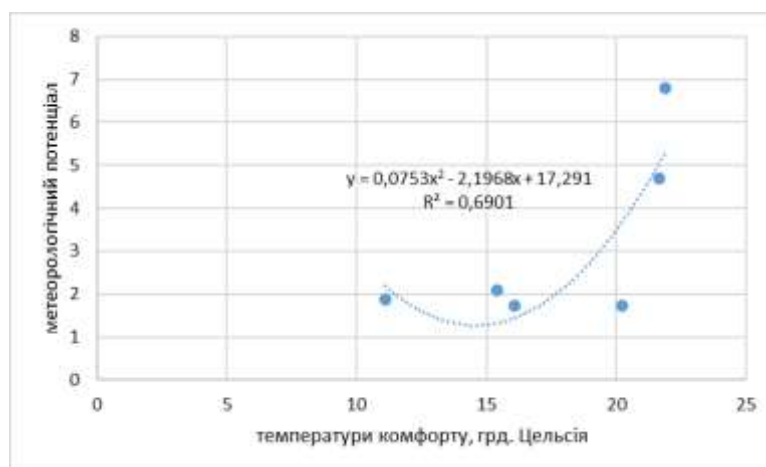


Рис. 14. Залежність метеорологічного потенціалу атмосфери міста Сарни від температури комфорту в теплу пору року за середніми показниками 2016-2018 рр. (за власними обчисленнями)

В холодну пору року залежність більш тісна (коефіцієнт детермінації 0,78), із зниженням температури комфорту значення показника метеорологічного потенціалу зростає (рис. 13). Тобто відбувається погіршення самоочисних здатностей атмосфери. Тому у холодну пору року необхідно особливу увагу приділити якості атмосферного повітря в міському середовищі. Тим більше, що якраз у холодну пору року зростає споживання енергоносіїв, палива, викидів у атмосферу від інтенсивно працюючих енергоустановок стаціонарних джерел тощо.

У теплу пору року із зростанням середньої температури комфорту збільшується метеорологічний потенціал геоурбосистеми Сарни (рис. 14). Тобто, при збільшенні спеки самоочисні здатності атмосфери здатні погіршуватися. Проте сила зв'язку між температурою комфорту та метеорологічним потенціалом у теплу пору року не так сильно проявляється, як у холодну пору року, коефіцієнт детермінації 0,69.

Але при зростанні температури комфорту вище 15°C самоочисні здатності атмосферного повітря стрімко падають (рис. 14). Можемо припустити, що процеси глобального потепління зроблять мікроклімат теплої пори року м. Сарн більш комфортним щодо його теплового режиму, але менш привабливим з точки зору зміни метеорологічного потенціалу.

Висновки. Використовуючи формулу В. А. Барановського, було обчислено метеорологічний потенціал атмосфери міста Сарни та для порівняння міст Рівне і Дубно у 2016-2018 рр. помісячно. Ідентифіковано здатність атмосфери міста Сарни до самоочищення від забруднюючих речовин як незадовільну. Метеорологічний потенціал атмосфери міста характеризується переважанням в

повітрі процесів накопичення над процесами розсіювання шкідливих речовин впродовж всього року. Краще процеси розсіювання шкідливих речовин у повітрі відбуваються у холодний період року, а процеси накопичення – більш активні у липні-серпні.

Якщо порівняти дані про розміщення найбільших джерел забруднення атмосфери області з отриманими результатами розрахунків метеорологічного потенціалу, то помітно, що у Сарненському районі розташовані великі промислові підприємства, а метеорологічний потенціал атмосфери – найгірший у порівнянні з показниками метеорологічного потенціалу інших міст області. З огляду на таку територіальну невідповідність не рекомендуємо створювати нові великі підприємства на Сарненщині. Або ж слід використовувати більш прогресивні технології очистки викидів у атмосферу та посилити моніторинг за станом атмосферного повітря Сарненського району.

Виявлено достовірний прямий тісний зв'язок між концентрацією у атмосферному повітрі м. Сарни забруднюючих речовин (ангідриду сірчистого, формальдегіду) з метеорологічним потенціалом атмосфери, що варто враховувати при здійсненні моніторингу за станом атмосфери. А зважаючи на незадовільні показники метеорологічного потенціалу атмосфери, необхідно впроваджувати подальші заходи до зниження антропогенного впливу на атмосферу. В м. Сарни такі заходи більш актуальні, ніж на півдні Рівненщини.

Встановлено залежності між параметрами теплового режиму атмосфери (значеннями температури комфорту) та величиною метеорологічного потенціалу у м. Сарни для холодного та теплого періодів року. В холодну пору року залежність більш тісна, із зниженням температури комфорту значення показника метеорологічного потенціалу зростає, тобто відбувається погіршення самоочисних здатностей атмосфери. У теплу пору року із зростанням середньої температури комфорту збільшується метеорологічний потенціал атмосфери георобосистеми Сарни – із наростанням спеки самоочисні здатності атмосфери міста здатні погіршуватися. За нашим припущенням, процеси глобального потепління трансформують мікроклімат теплої пори року в м. Сарни в напрямку покращення комфортності його теплового режиму, але водночас це погіршить параметри метеорологічного потенціалу атмосфери міста.

Дослідження потребують продовження для пошуку відповідей на питання про методи та заходи щодо регулювання мікроклімату міста.

Список використаних джерел:

1. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л. : Гидрометеоздат, 1980. 184 с.
2. Влияние застройки и элементов благоустройства на микроклимат жилой территории: обзор / [обзор составлен Леонтьевой К. С.]. М.: ЦНТИ по стр. и арх., 1968. 37 с.
3. Довкілля Рівненщини. Доповідь про стан навколишнього середовища у Рівненській області у 2016 р. Рівне, 2017. 222 с.
4. Довкілля Рівненщини. Доповідь про стан навколишнього середовища у Рівненській області у 2018 р. Рівне, 2019. 236 с.
5. Екологічна енциклопедія: в 3 т / голов. редкол.: Толстоухов А. В. (голова) [та ін.]. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007. (Є – Н). Т. 1. 2007. 416 с.
6. Екологічний паспорт. Рівненська область. Рівне, 2018. 107 с.
7. Коротун І.М., Коротун Л.К. Географія Рівненської області. Рівне, 1996. 274 с.
8. Максименко Н.В., Хоружа Н.В. Просторова оцінка метеорологічного потенціалу території Полтавської області. //Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 1-2(25). 2016. С. 37-46.
9. Мартазінова В. Ф., Іванова О. К. Сучасний клімат Київської області. К.: АВЕРС, 2010. 70 с.
10. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под редакцией д-ра геогр. наук, профессора Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
11. Сарни. Метеостанція. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/>
12. Сніжко С.І., Шевченко О.Г. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. К.: Видавництво географічної літератури «Обрії», 2011. 297 с.
13. Щербань М. И. Микроклиматология : учеб. для вузов. К.: Вища школа, 1985. 222 с.
14. Weatherbase. URL: <http://www.weatherbase.com/>

Список использованных источников:

1. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л. : Гидрометеоздат, 1980. 184 с.
2. Влияние застройки и элементов благоустройства на микроклимат жилой территории: обзор / [обзор составлен Леонтьевой К. С.]. М.: ЦНТИ по стр. и арх., 1968. 37 с.
3. Окружающая среда Ровенской области. Доклад о состоянии окружающей среды в Ровенской области в 2016 г. Ровно, 2017. 222 с.
4. Окружающая среда Ровенской области. Доклад о состоянии окружающей среды в Ровенской области в 2018 г. Ровно, 2019. 236 с.
5. Экологическая энциклопедия: в 3 т / глав. редкол.: Толстоухов А. В. (председатель) [и др.]. К.: ООО «Центр экологического образования и информации», 2007. (Е – Н). Т. 1. 2007. 416 с.
6. Экологический паспорт. Ровенская область. Ровно, 2018. 107 с.
7. Коротун И.М., Коротун Л.К. География Ровенской области. Ровно, 1996. 274 с.
8. Максименко Н.В., Хоружа Н.В. Пространственная оценка метеорологического потенциала территории Полтавской области. // Человек и окружающая среда. Проблемы неэкология. № 1-2(25). 2016. С. 37-46.
9. Мартазінова В. Ф., Іванова О. К. Современный климат Киевской области. К.: АВЕРС, 2010. 70 с.

10. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под редакцией д-ра геогр. наук, профессора Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
11. Сарны. Метеостанция. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/>
12. Снижко С.И., Шевченко А.Г. Урбометеорологические аспекты загрязнения атмосферного воздуха большого города. К.: Издательство географической литературы «Обрії», 2011. 297 с.
13. Щербань М. И. Микроклиматология : учеб. для вузов. К.: Вища школа, 1985. 222 с.
14. Weatherbase. URL: <http://www.weatherbase.com/>

References:

1. Bezuglaya E.YU. Meteorological potential and climatic features of urban air pollution. Leningrad : Hydrometeoizdat, 1980. 184 p.
2. Influence of building and improvement elements on the microclimate of a residential area: a review / [the review was compiled by K. S. Leontyeva.]. Moscow: Center for Scientific and Technical Information on Construction and Architecture, 1968. 37 p.
3. Environment of Rivne region. Report on the state of the environment in Rivne region in 2016. Rivne, 2017. 222 p.
4. Environment of Rivne region. Report on the state of the environment in Rivne region in 2018. Rivne, 2019. 236 p.
5. Ecological encyclopedia: 3 T / head. editor: Tolstoukhov AV (chairman) [etc.]. Kiev: LLC «Center for Environmental Education and Information», 2007. (С – Н). Т. 1. 2007. 416 p.
6. Ecological passport. Rivne region. Rivne, 2018. 107 с.
7. Korotun I.M., Korotun L. K. Geography of Rivne region. Rivne, 1996. 274 p.
8. Maksimenko N. V., Horuzhy N. V. Evaluation of spatial weather potential in Poltava region. // Man and the environment. Problems of neoecology. № 1-2(25). 2016. P. 37-46.
9. Martazinova V. F., Ivanova O. K. Modern climate of Kiev region. Kiev : AVERS, 2010. 70 p.
10. Guide to specialized services for the economy with climate information, products and services / Edited by Dr. Geogr. Sciences, Professor N.V. Kobysheva. St. Petersburg, 2008. 336 p.
11. Сарны. Meteorological station. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/>
12. Snizhko SI, Shevchenko OG Urban meteorological aspects of air pollution in a large city. Kiev: Publishing house of geographical literature «Obriyi», 2011. 297 p.
13. Shcherban M.I. Microclimatology: textbook. for universities. Kiev: Vyshcha shkola, 1985. 222 p.
14. Weatherbase. URL: <http://www.weatherbase.com/>

Надійшла до редколегії 07.12.2020