



Ярослав Яцків, академік НАН України,  
головний редактор

### Шановні читачі!

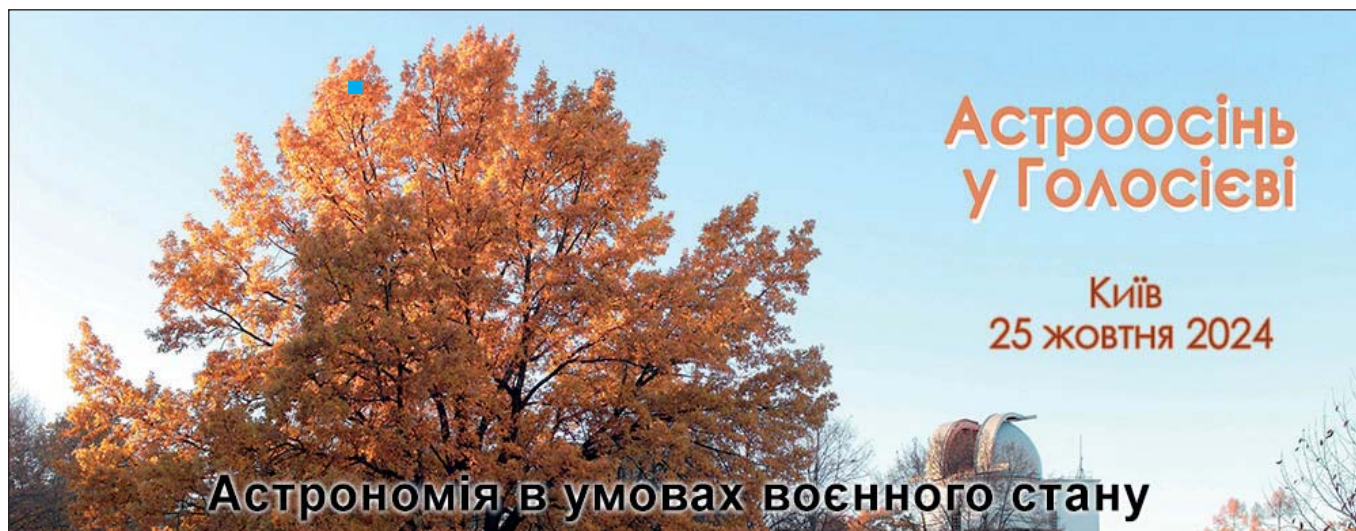
Починаючи від виходу останнього числа «Світогляду» весь світ затамував подих в очікуванні радикальних змін – від виборів Президента США, від формування «нового порядку» авторитарними режимами, від включення до повномасштабної російської агресії проти України нових «гравців» та ін. Про результати цих та інших знакових подій ми дізнаємося в свій час.

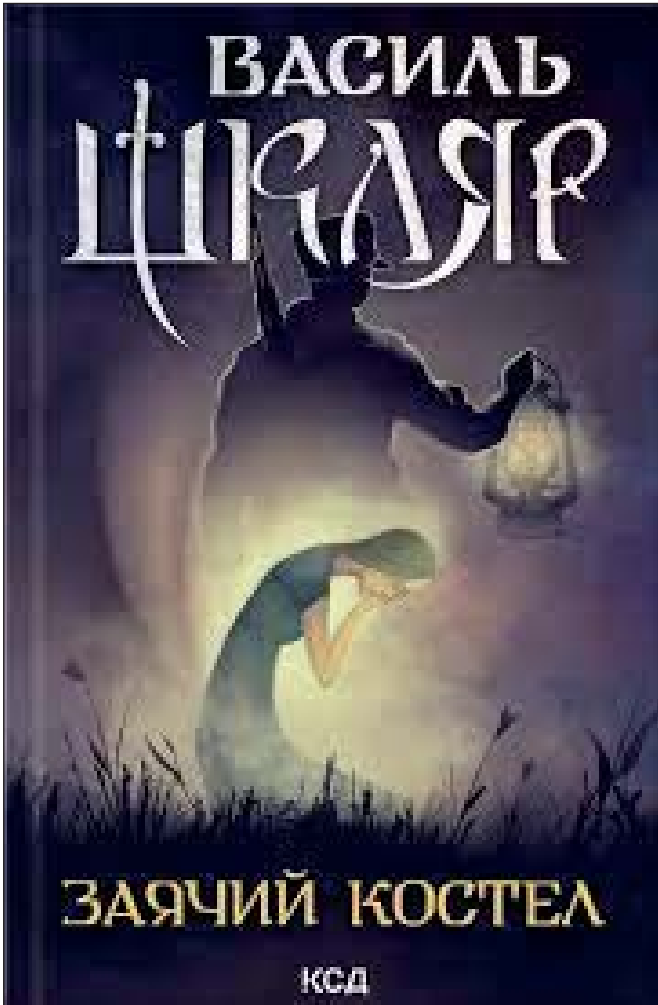
Ці рядки я пишу 1 листопада, роздумуючи про цей день далекого 1918 року, коли у Львові почався збройний виступ українців, метою якого було встановлення української влади на західноукраїнських землях. Виступ увійшов в історію

під назвою *Листопадовий чин*, в результаті його було проголошено Західноукраїнську Народну Республіку (див. дискурс на стор. 3–6).

Проїшов деякий час після проведення в Головній астрономічній обсерваторії НАН України святкового заходу «Астроосінь–2024».. Програмою заходу передбачалося проінформувати учасників (а їх було досить багато он- та оф-лайн) про життя нашої держави, її космічні та астрономічні здобутки в умовах воєнного стану. З відповідними доповідями виступали почесні гості «Астроосені-2024»: Заслужений працівник промисловості України **Едуард Кузнєцов**; відомий журналіст та військовий експерт **Валентин Бадрак**, який презентував нову книгу *«Російська війна проти України*, написану у співавторстві з академіком НАН України **Володимиром Горбуліним**; академік НАПН України, професор **Василь Костицький**; ветеран ракетно-космічної галузі України **Едуард Кузнєцов**; вчений секретар Української астрономічної асоціації канл. фіз.-мат. наук **Ігор Лук'яник** як модератор астрономічної секції. Окремі матеріали «Астроосені-2024» розміщено в цьому числі журналу.

А день 25-го жовтня 2024 року розпочався для мене засіданням Ініціативної групи «Першого грудня», присвяченого обговоренню проєкту звернення Групи на вкрай актуальну тему про план перемоги України в російсько-українській війні. Звернення консенсусом погодили, його текст *«Потрібен план перемоги України в Україні»* є на сайті Групи (<http://1-12.org.ua/2024/10/25/4345>) та в ЗМІ. ■





На завершенні «Астроосені-2024» були дискусії на різні теми за чашкою кави/чаю, відвідування астрономічних комплексів Обсерваторії та приємні т.зв. «Голосіївські забаганки» (дискусії у вільному форматі). На думку учасників «Астроосені-2024», захід був вдалим та цікавим.

25 жовтня – мій паспортний день народження. Я був приємно здивований, отримавши дуже багато надзвичайно приємних для іменинника (зі значними перебільшеннями) привітань та подарунків від знаних в Україні та світі людей, друзів, колег, а також шанувальників журналу «Світогляд». Користуючись можливістю, наданою мені Редакцією журналу, висловлюю щире подяку всім, хто мене привітав, і сподіваюся на подальшу співпрацю на науковій та громадській ниві. Хочу показати читачам особливо приємний подарунок – нову книгу українського письменника **Василя Шкляра** «Заячий костел» (видво КСД, Харків, 2024).

Дві ночі підряд не міг відірватися від читання цієї надзвичайно талановито написаної книги про життя литовських партизан та їхню боротьбу за свободу у повоєнні (після Другої світової війни) роки.

*«Дорогий пане Василю!*

*Я гордий тим, що знаю Вас і щиро вдячний за цей безцінний подарунок.*

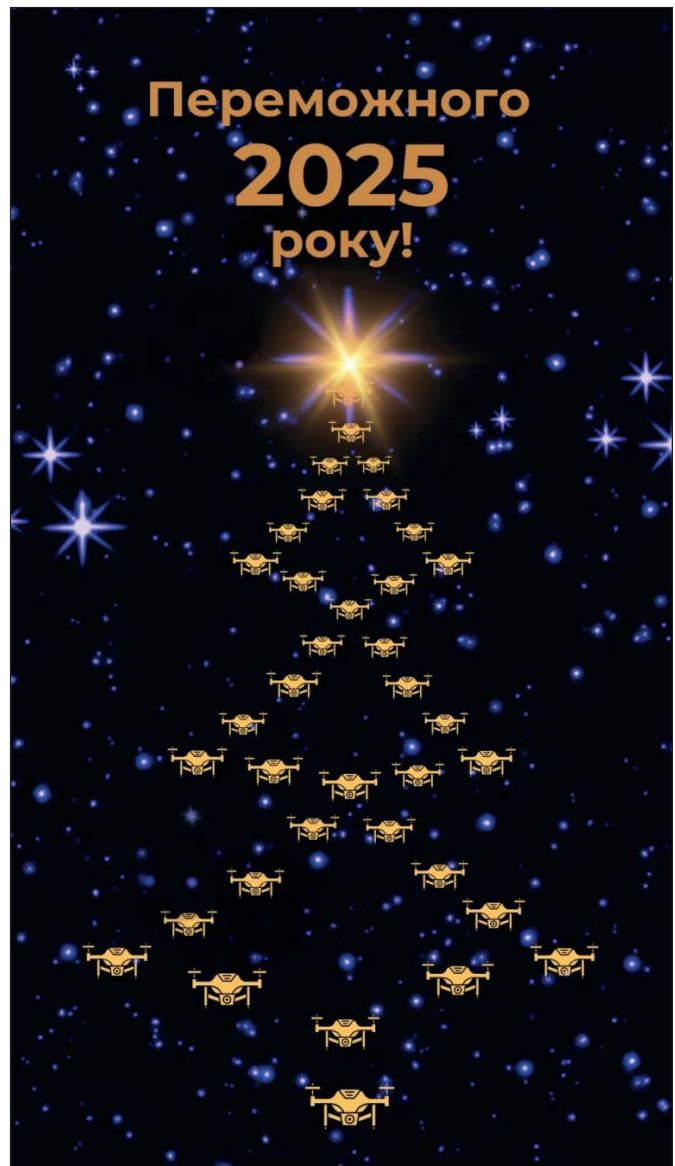
*Бажаю Вам здорового довголіття та наснаги до нових творчих вершин!».*

Завершую ці рядки зі сподіванням найскорішого мирного неба в Україні та з побажанням успішного завершення цього важкого для нашої країни 2024 року. Доброго здоров'я та нових звершень у 2025 році!

З Різдвом Христовим та Новим роком!

Слава Україні 🇺🇦!

Ваш **Ярослав Яцків**



Джерело: Вебсайт MOONZORI

# ЛИСТОПАДОВИЙ ЧИН 1918 РОКУ

**Б**ільше сотні літ відділяють нас від знакових подій на Галичині. 1 листопада 1918 року у Львові відбувся збройний виступ українців, який увійшов в історію як «Листопадовий чин» і дав поштовх до створення Західноукраїнської Народної Республіки. Що передувало цій події?

1918-го року розвалилася, розсипалася Австро-Угорська імперія – ще одна цитадель монархічного устрою держави. Харизматичний імператор **Франц-Йосип** помер 1916-го року після більше 70-річного правління імперією. Корону Гамсбургів одягнув двоюрідний онук цісаря Карл I, котрий сповідував ліберальні ідеї федерального устрою. Але в результаті довголітніх національних суперечок і конфліктів, подій Першої світової війни та економічної кризи держава прийшла до повного занепаду, тому створити Сполучені Штати Австро-Угорщини не вдалося можливим. У листопаді 1916 р. імператор **Карл I** проголосив незалежність Польщі, сподіваючись у подальшому утворити з поляками єдину державу. Влада новопроголошеної Польщі заявила про включення Галичини до складу своєї держави.

У складі австро-угорської армії були створені польські легіони. Стало очевидним, що Галичину віддадуть Польщі.

**16 жовтня 1918 року** новий цісар Австро-Угорщини, прагнучи врятувати монархію, видав Маніфест про перебудову держави на федеративній основі, в якому закликав народи імперії створити національні держави та увійти до оновленої Австро-Угорщини: «*Я відновив конституційність і відкрив всім народам шлях до самостійного розвитку*», – заявив Карл I у Маніфесті. У результаті утворилися нові національні держави – Чехословаччина, Словенія, Хорватія, Сербія – та тимчасові дрібні державні утворення, напр., Галичина з Буковиною, Гуцульська Республіка, Лемко-Русинська Республіка та ін. У подальшому ці дрібні уламки великої імперії самі влилися в більші держави або були захоплені ними.

Галичина не змогла втримати незалежність, хоча нібито все робилося для того, щоб Галичина відбулася як українська держава.

**18 жовтня 1918 року** в Народному домі у Львові розпочав роботу з'їзд представників сеймів Галичини і Буковини та українських політичних партій. Було створено Українську Національну Раду. 19 жовтня 1918 року новостворена рада проголосила «Прокламацію Української Національної Ради», в якій йшлося про утворення Української держави на етнічних українських землях у складі Австро-Угорщини. Зокрема, в Прокламації говорилося, що «*українська область в Австро-Угорщині, зокрема Східна Галичина з граничною лінією Сяну, ... уконституується як українська держава*».

Тим часом уряд Пілсудського теж не дрімав. І пред'явив свої права на ласий шмат українських земель. Оскільки адміністративні посади у Східній Галичині займали в основному поляки, то була створена Польська ліквідаційна комісія, яка планувала повне захоплення Східної Галичини. На 1 листопада було заплановано приїзд комісії до Львова. Поляки не очікували ніякого спротиву, вважаючи Львів своєю вотчиною: «*Львув то є польське място*».





Сотник легіону Українських січових стрільців  
Дмитро Вітовський. 1918 р.

31 жовтня 1918 року в Народному домі міста Львова зібралися представники Української національної ради та Центрального військового комітету на чолі із сотником *Дмитром Вітовським*. Вітовський розумів, що момент критичний, і закликав зібрання до рішучих дій – не чекати приїзду польської Комісії, а виступити вранці та перейняти владу в Львові і прилеглих землях: «Якщо цієї ночі ми не візьмемо Львів, то завтра візьмуть його поляки». Вітовський представив зібранню розроблений ним план збройного виступу.



Вхід до Народного Дому у Львові на вул. Театральній,  
листопад 1918 року

Було вирішено взяти владу вночі з 31 жовтня на 1 листопада. Повстанський штаб розташовувався у Народному домі. Всі розуміли, що захопити і утримати владу можна лише за умови міцної військової сили, тому створили військовий комітет, який потім став називатися Українською генеральною командою (УГК). Був розроблений план дій на 1 листопада. У розпорядженні штабу повстання було близько 1400 стрільців і 60 старшин. Не вистачало офіцерів. Були розіслані кур'єри в повітові містечка з наказом негайно взяти владу на місцях. Присутні військові командири отримали конкретні завдання на наступний день для захоплення найважливіших об'єктів Львова.

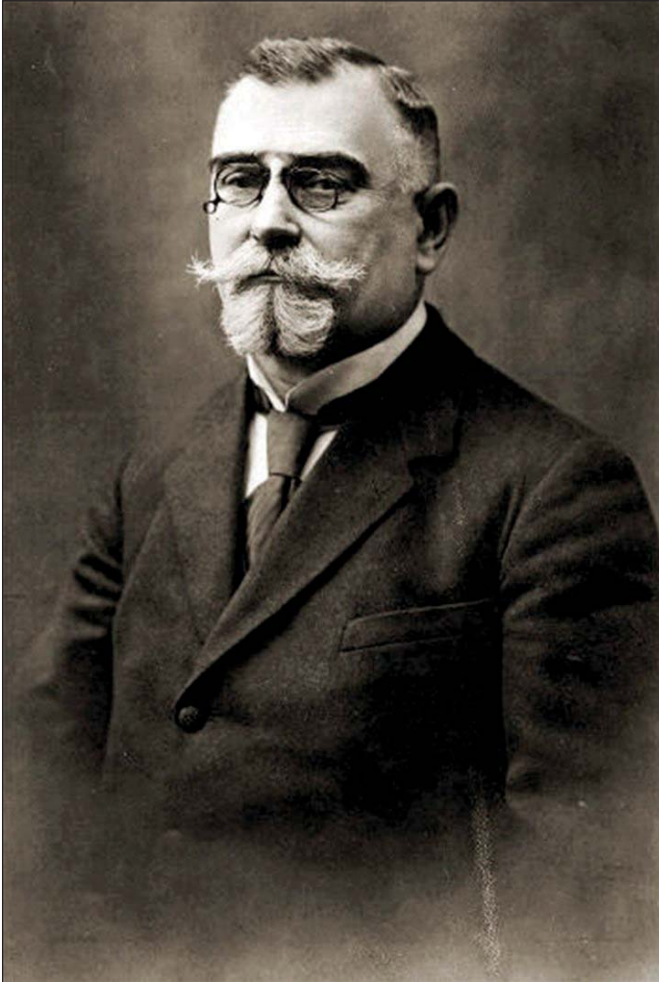
Повстання розпочалося о 4-й годині ранку. Українські військовики зайняли ратушу, банк, лєтовище, взяли під контроль цитадель, військові склади, пошту, вокзал. Над ратушею підняли синьо-жовтий прапор. О 5-й ранку було відключено міський телефон і міжнародну телеграфну лінію. Вже на ранок у місті з'явилися українські патрулі з синьо-жовтими стрічками на шапках. О 7-й ранку голова Військового комітету Дмитро Вітовський відрепортував голові Української Національної Ради *Костю Левицькому* про те, що влада у Львові повністю перейшла до УНР. Українська влада протягом дня була встановлена також у Станіславі, Коломиї, Снятині, Жовкві. Майже без кровопролиття. У деяких містах це відбулося завдяки збройним виступам місцевих жителів.

1 листопада 1918 р. була розповсюджена відозва УНРади до населення міста Львова:

*«Волею українського народу утворилася на українських землях Австро-угорської монархії Українська Держава. Найвищою державною властю Української Держави є Українська Національна Рада. З нинішнім днем Українська Національ-*



Листопадовий чин у Львові  
1918 року



Голова Української Національної ради у Львові  
Кость Левицький, 1918 р.

на Рада обняла владу в столичнім місті Львові і на цілій території Української Держави. Дальші зарядження видадуть цивільні і військові органи Української Національної Ради. Взивається населення до супокую і послуху сим зарядженням. Під сею умовою безперечність публичного порядку, життя й маєтку, як також заосмотрення в поживу вповні запоручається» (орфографія збережена – Ред.).

Але поляки, хоч і пропустили початок повстання, досить швидко оговталися й перейшли в контрнаступ. Польський штаб розмістився в Будинку техніків та в Школі імені Сенкевича. Польське населення міста розпочало підготовку до відсічі «русинам». Щоб дочекатися військового підкріплення, залучали навіть польських школярів і студентів, які на той час жили у Львові. Наймолодшому «бійцю» **Антонію Петрикевичу** на момент бою було лише 13 років – і це був його останній бій. Під вечір з'явилися перші збройні загони поляків. Почалися вуличні бої. Протистояння тривало до 22 листопада.

Історія боротьби за Львів в 1918 році багата на приклади доброзичливого ставлення з боку обох сторін до вояків та цивільного населення. Попри жорсткі бої, пов'язані з людськими втратами, комунальні служби намагалися підтримувати порядок у місті, а міська влада більше пе-



Українські бійці у приміщенні Галицького сейму,  
Львів, 1 листопада 1918 року



реймалася браком освітлення та не допусканням мародерства. Працювали кав'ярні, куди вдень заходили як українські, так і польські офіцери. Причиною таких відносно толерантних відносин було, очевидно те, що командири з обох сторін належали, як правило, до офіцерського корпусу австро-угорської армії, де поняття «честь» було не порожнім звуком. Ще однією важливою причиною такого феномену було те, що противники з обох сторін були здебільшого вчорашніми сусідами, іноді навіть друзями чи родичами. А бої ставили під загрозу життя їхніх рідних. Зазвичай бої тривали вдень, а на ніч військовики розходилися по домівках.

Перше перемир'я на 24 години було оголошене вже після обіду 2-го листопада. Наступне перемир'я розпочалося о третій годині ночі 6-го листопада. Перемир'я використовували також для забезпечення мирного населення харчами.

Протягом доби сторони здійснювали обмін тілами загиблих. На окремих ділянках фронту командири обох сторін домовлялися, що бої триватимуть за розкладом: з дев'ятої години ранку до першої години дня. Після обідньої перерви, коли сторони не обстрілювали один одного, перестрілки та атаки поновлювалися і тривали від другої до шостої години дня.

Між воюючими постійно ходили делегації, яких не обстрілювали. Заборонялося обстрілювати будинки з червоним хрестом. Санітарні патрулі з обох сторін під білим прапором з червоним хрестом заходили в зону бойових дій, щоб забрати поранених. Вояків, які обстрілювали санітарів, суворо наказували. Польська сторона зобов'язалася утримувати в своїх шпиталях як власних, так і українських поранених вояків. До загиблих ворогів ставилися з повагою. Наприклад, після чергового бою у Козельниках українці з військовими почестями поховали полеглих у бою польських вояків.

Тобто неухильно виконувалися міжнародні правила ведення війни. Очевидно тому, що тоді там не були присутні російські вояки. Порівняйте жадливі методи ведення війни Росії проти України сьогодні. Пам'ятаєте Бучу і Ірпінь 2022-го року? Згадайте масові розстріли військовополонених українців поблизу селища Вишневе (Покровський напрям) та біля селища Зелений Шлях (Курська область). А в 1918 році командир української армії Дмитро Вітовський забороняв застосувати розправи над польськими добровольцями: «Ми перейняли владу у Львові не на

те, щоби війну зводити. Ми її не хочемо. Наша ціль навести лад».

**Примітка.** На початку 1990-х років я відвідала київський музей «Косий капонір». У одній з камер цієї унікальної тюрми утримувались учасники Польського повстання 1863–1864 року проти російського самодержавства. За наказом російських жандармів біля рову фортеці командири польських повстанських загонів були розстріляні і там же зариті. Запам'яталося полотнище в інтер'єрі над камерою, де утримували польських героїв, – «*Za naszą i waszą wolność!*».

Історія іде по колу. Сьогодні девіз поляка **Левеля** знову звучить дуже актуально: *За нашу і вашу свободу, drogi polacy!*

Які ж наслідки і результати українсько-польських протистоянь у листопаді 1918 року та чому ця дія отримала назву «чин»?

Почну з другої частини запитання. В українській історіографії існують різні назви подій 1–22 листопада 1918 року. Спільним є тільки слово на означення часу: листопадовий зрив, листопадове повстання, листопадова революція, першолистопадовий переворот. І от постало «листопадовий чин». Відомо, що це від чисто українського «чин – дія (не плутати з росіянізмом «в чине полковника»); чинити – діяти, вчинок – крок». А ще це те, що має юридичну силу – чинний закон, чинна влада. Тому, на мою думку, акт зайняття адміністративних посад у Львові 1 листопада 1918 року і передача влади Українській Народній Раді є закономірним, уконституційованим актом.

Тепер про значення цього історичного акту.

1. Листопадовий чин спричинив утворення Української Держави. 9-го листопада було сформовано її уряд – Державний Секретаріат. 13-го листопада українська держава отримала нову назву – Західноукраїнська Народна Республіка (ЗУНР).

2. Листопадовий чин став поштовхом до злуки УНР і ЗУНР у січні 1919 року.

3. Листопадовий чин подав українцям ще один важливий урок – армія. Результатом подій 1918 року стало створення Галицької армії, покликаної обороняти державу. Для успішного існування держави необхідно мати повноцінну національну армію і всіляко її розвивати.

Листопадні події 1918 року в черговий раз підтвердили бажання і вміння українців зі зброєю в руках виборювати та відроджувати власну державу. ■

**Євгенія Рябченко**

за матеріалами з відкритих джерел

# ІНІЦІАТИВНА ГРУПА «ПЕРШОГО ГРУДНЯ»: ВЧОРА, СЬОГОДНІ І... ЗАВТРА

Засідання Ініціативної групи «Першого грудня» відбулося 8 листопада 2024 р. під головуванням **Йосипа Зісельса**, українського громадського діяча, співпрезидента ВААДУ та виконавчого віце-президента Конгресу національних громад України. Пропонуємо вашій увазі стислий виклад виступів учасників засідання, присвяченого обговорюванню діяльності групи в умовах російсько-української війни та світової політико-економічної кризи, зосередженому на проблемах духовної згуртованості і моральної цілісності українського суспільства.



**Йосип Зісельс**, співпрезидент ВААД України, віцепрезидента Конгресу національних громад України у вступній промові наголосив на важливості повернення до основних ідей і принципів, що лежать в основі діяльності Ініціативної групи «Першого грудня», зокрема духовних і моральних цінностей – ідей, які закладали засновники Групи на початку її існування. Зокрема, Й. Зісельс зауважив:

*«Ми всі говоримо про те, що ми рухаємося до західної цивілізації, хоча у нас багато є нарікань і зауважень до її реального життя. Але одна справа реальне життя, друга справа на чому стоїть ця цивілізація. Ми вважаємо, що і Канада і США, і Японія навіть, належать до західної цивілізації. І Нова Зеландія, Австралія і деякі інші країни. Серед вчених є консенсус стосовно того, що наріжними каміннями, на яких стоїть західна цивілізація, є юдео-християнська мораль, давньогрецька естетика і римське право. В основі ідеї християнської цивілізації лежать основні книги – Старий Заповіт (Тора) і Євангеліє – з тими цінностями, які там прописані тисячі років тому, і ніхто вже не намагається піддати їх ревізії. Є певна корекція по конфесіях, але в цілому вони дотримуються одного і того ж значення. Так, 10 заповідей, Нагорна проповідь тощо, на моє переконання, лежать в основі багатьох цінностей, які сьогодні Європа вважає своїми. Просто за 2000 років трансформації вони набули певного, навіть секулярного вигляду, що не перекреслює отого потенціалу так званого, «синайського одкровення» і розгалужується в інші питання, які не були передбачені 2000 років тому. Наприклад, права людини – це якраз похідна від декалогу і від нагорної проповіді, а багато інших речей, як наше незадоволення корупцією, олігархатом, – все це порушення певних правил, прописаних в декалозі. Навіть компетентність влади також можна вивести з тих джерел. Такі чесноти, як жертвовність, як наша екологічна свідомість, яка, на жаль, ще не досягла потрібного рівня. Толерантність, мультикультурність, милосердя, заборона смертної кари, доброчинність – це все, на моє переконання, похідні від початкових джерел.»*

грецька естетика і римське право. В основі ідеї християнської цивілізації лежать основні книги – Старий Заповіт (Тора) і Євангеліє – з тими цінностями, які там прописані тисячі років тому, і ніхто вже не намагається піддати їх ревізії. Є певна корекція по конфесіях, але в цілому вони дотримуються одного і того ж значення. Так, 10 заповідей, Нагорна проповідь тощо, на моє переконання, лежать в основі багатьох цінностей, які сьогодні Європа вважає своїми. Просто за 2000 років трансформації вони набули певного, навіть секулярного вигляду, що не перекреслює отого потенціалу так званого, «синайського одкровення» і розгалужується в інші питання, які не були передбачені 2000 років тому. Наприклад, права людини – це якраз похідна від декалогу і від нагорної проповіді, а багато інших речей, як наше незадоволення корупцією, олігархатом, – все це порушення певних правил, прописаних в декалозі. Навіть компетентність влади також можна вивести з тих джерел. Такі чесноти, як жертвовність, як наша екологічна свідомість, яка, на жаль, ще не досягла потрібного рівня. Толерантність, мультикультурність, милосердя, заборона смертної кари, доброчинність – це все, на моє переконання, похідні від початкових джерел».



**Мирослав Маринович**, філософ, релігієзнавець, публіцист, радник ректора Українського католицького університету у Львові, почав виступ з нагадування за-судничих моментів:

«1 грудня 2011-го року за ініціативи Блаженнішого Любомира Гузара представниками трьох церков – УГКЦ, УПЦ КП і УПЦ МП – була зібрана невелика група публічних осіб, інтелектуалів, на зустріч. Група звернулася із закликом до українського суспільства, аби воно усвідомило пріоритет гуманітарно-духовних цінностей. Ось які тези тоді прозвучали у цьому зверненні українських церков: «Головна причина негараздів прихована в нас самих, в духовній кризі, яка роз'їдає наше суспільство. Джерело суспільних негараздів – не матеріальна, а духовна убогість. Єднання суспільства навколо духовних ідеалів, громадська самоорганізація та взаємна підтримка – найкращий захист в умовах політичних та економічних криз».

Присутні на цій зустрічі громадські особи, а було їх 11 осіб, погодилися з аргументацією церков, і 13 грудня самі виступили з власною декларацією, в якій і проголосили про створення Ініціативної групи «Першого грудня», яка мала сприяти популяризації згаданої візії. Найголовніша цитата з цієї відповіді членів Ініціативної групи: «Ми переконані що всі виразки нашого суспільства є лише проєкціями головної проблеми – замулення нашого духу. Майбутнє України вимагає піднесення гуманітарно-духовних цінностей над короткозорим економічним зиском та політичною доцільністю». Іншими словами, це те, що негідна влада – це екстракт тієї отрути, що накопичилася в нашому суспільному організмі. Якщо лише скинути цю владу, а не змінити систему і не змінитися самим, результат буде невтішний. Буде новий дракон, суспільні міазми і так далі. За правилом Котарбінського, кожна добра справа, яка задумується в межах порочної системи, рано чи пізно цією системою нейтралізується.

Що хочу сказати про ці перші роки існування групи? Серед нас був кардинал Любомир Гузар і тому з орієнтації на нього оці духовні теми звучали дуже природньо у цьому середовищі. Але Любомир Гузар ніколи не зловживав своїм священичим статусом. Тобто мова наших документів завжди була фактично світською. Це не були церковні послання, це були світські послання. Це просто важливо відзначити. Ми також відповідали на запитання, хто ми є. Ми не одинадцятьох українських праведників і не група новітніх мудреців. Ми не видаватимемо сертифікати моральності для тих, хто до нас приєднується і не станемо моралістичною партією України, яка постановить боротися за місця у Верховній раді. Ми також не були утопічними мрійниками, бо не вірили, що нам вдасться духовно оздоровити тих, хто, кажучи образно, «правив бал сатани».

Головним завданням було сформувати групу тих активних людей у суспільстві, які будуватимуть уже нове суспільство. Справжні зміни в суспільстві починаються з духовної трансформації людей: можна запозичити чудові моделі парламентаризму і демократії, але якщо люди в цій державі деградують духовно, ті моделі не спрацюють. Тому головним мандатом групи від самого початку було завдання привертати увагу суспільства до духовних причин наших криз. Ви бачили, напевно, збірку наших перших звернень, яку **Іван Васюник** видав. Ви знайомі з «Українською Хартією вільної людини», яка й досі є нашим головним документом. Наскрізна думка в тих розділах була така: «Особиста відповідальність за своє життя, а отже його успіх, добробут і щастя, нікому не може бути переданою. Ми самі несемо відповідальність за себе».

Мушу сказати що ця точка зору викликала дуже великий спротив, тоді принаймні. Бо очікували рекомендацій, як скинути уряд, як замінити президента, тоді як розмова про мораль виглядала пустою балаканиною. А найбільший спротив тоді викликала думка про відповідальність простих людей. Ну мовляв, відповідальні там, «нагорі», а чого ви до нас, до простих людей?! Ми лише жертви того, що роблять ті, що нагорі. Ну і група це заперечувала, звичайно.

Друга дуже важлива думка Хартії: «Мораль і духовні цінності не можуть бути відкладеними на завтра. Вони завжди потрібні сьогодні». Говорили й про консолідацію народу. Але що важливо: консолідацію ми розуміли як «єдність людей навколо цінностей незалежності та демократії, проголошених 24 серпня і 1 грудня 91-го року». Тобто все-таки єдність заради цінностей, а не проти когось. Мені видається це дуже важливим моментом.

Але треба сказати, що виконувати мандат Групи, тобто утверджувати в Україні пріоритет гуманітарно-духовних цінностей над короткозорими політичними чи економічними розрахунками, виглядає простим завданням лише на перший погляд. Бо говорити мовою цінностей, прикладаючи її до стрімкої зміни політичних декорацій, виявилось дуже непросто. Ми постійно стикалися з небезпекою підмінити мову цінностей політичною мовою. Ми і в майбутньому будемо постійно стикатися з оцією проблемою.



Було би дуже великою втратою, якби ми захопилися і змінили свій мандат говорити мовою цінностей, бо політичних груп є багато, а наша Ініціативна група за своїм мандатом – все-таки унікальна.

Останній момент, який мені хочеться відзначити. Так виглядає, що чи не найслабшим місцем нашої ініціативи вважається в народі брак організаційної мережі «1-го грудня», яка дала б людям відчуття причетності. Тобто ми декларуємо інколи правильні речі, але задекларували і вважали свій обов'язок виконаний, а для людей цього було мало. Фактично, єдине місце на сьогодні в усій Україні, де жевріє увага до документів групи, зокрема до «Української Хартії вільної людини», є Тернопіль, де діє ентузіаст, освітянин **Ігор Ковалик**, який вже 10 років розвиває програму вивчення Хартії у школах Тернопільщини. Але це унікальний момент.

Загалом Група існує. Можна говорити про ефективність її впливу, можна ставити під сумнів цю ефективність, можна говорити про розчарування. Але я певен, що були й певні заслуги. Бо головний мандат – це мова цінностей».



**Олександра Матвійчук**, українська правозахисниця, голова організації «Центр громадянських свобод»:

«Я можу тільки поділитися своїм враженням від перших років існування «Групи Першого грудня». Для мене роль Групи полягала в тому, що вона мала виконувати і виконувала роль такого собі морального камертону в українському суспільстві. І в критичні моменти давала якісь орієнтири ціннісні. І я нормально сприймала, що немає мережі і немає якогось, як у нас кажуть, фолоу-апу, тому що роль Групи, на мою думку, була саме цим моральним камертоном».

**Олександра Гнатюк**, докторка наук (габілітована), польська дослідниця в галузі українознавства, голова Товариства промоції української культури в Польщі та польської в Україні:

«Метафора морального камертону, звичайно, найкраще резонує і найбільше відповідає Мандату. А наскільки це резонує в суспільстві? Ніхто не проводив опитувань, але мені здається, що загалом суспільство досить байдуже до будь-яких звернень. Тому не доводиться розраховувати на якийсь великий вплив звернень Групи. Наскільки Ініціативна група здатна перетворювати суспільство і чи станеться чудо перетворення – це запитання, швидше за все, риторичне. Такі ініціативи є одиничними і мають здатність перетворювати тільки тих, хто до цього готовий. А як зробити, щоб більше людей було готових, важко сказати. Поки що це виглядає як чергова метафора Мойсея в пустелі».



**Євген Захаров**, правозахисник, директор Харківської правозахисної групи, журналіст: «Зараз у нас великий тягар – війна. Власне кажучи, ті хто створював групу «Першого грудня», не передбачали, що буде така війна. І це не відображається в основних документах та в діяльності групи до початку війни. Це перше, що я хочу зазначити. У нас було обговорення того, чи змінилися цінності Української хартії вільної людини під час війни, і навіть воно було публічним. Що змінилося, що має змінитися, що має лишитися. У нас були правильні міркування, але це – перегляд основних засад групи. У ракурсі того, що йде смертельна війна, метою якої є знищення української держави і всіх, хто її підтримує,

мабуть, це завдання ми б мали взяти собі за таку проблему, над якою треба думати, можливо, саме з погляду цінностей. Про це треба думати і висловлюватись. А деякі речі, про які є в духовних засадах і моральних засадах Групи на сьогодні, можна сказати, пішли геть, їх немає.

Зараз у суспільній свідомості панує ненависть, зовсім немає терпимості і ті фрагменти Хартії, де йдеться про ставлення до російської культури, до російської мови, до російської мови в Україні, сьогодні зовсім не сприймаються лівовою частиною українців – це перше.

Друге – та ненависть, що панує нині, я думаю, суперечить тим цінностям, на яких Група базується. І це мало би бути тим, про що група має міркувати, і про що вона має говорити. Більше, ніж вона каже про це, бо у нас не було таких публічних міркувань на цю тему.

Третє, що я хочу сказати, стосується того, з чого Група починала. В основних документах Групи і в «Українській Хартії вільної людини» відчувається те, що я вважаю одним з наших великих недоліків – як української нації, як всього українського народу. Це нелюбов до багатих людей і переконання, що багатство і стремління до багатства – це взагалі погано. Це те, що наше життя робить гіршим, а не кращим. Я вважаю, що це переконання є по суті радянським, воно було одним із результатів радянської системи виховання і радянської ідеології. Воно лишило дуже серйозні негативні результати. І це одна з тих причин, які не дають нам змоги розвиватися. У нас немає поваги до права власності, немає поваги до людей, які зробили великі капітали. Ми говоримо тільки про те, які вони крадії, які вони шахраї і так далі. І не розуміємо в цілому позитивних речей, які стоять за цим. Ми не хочемо розуміти, що люди, які в таких тяжких умовах все ж таки займаються виробництвом і створюють великі капітали, що вони в принципі просують країну і суспільство в цілому на краще. Хоча я чудово розумію деякі негативні, так би мовити, моменти, які з цим пов'язані, проте такі люди у нас зовсім не цінуються.

І це проглядається і в «Українській хартії вільної людини». Там є певні речі, але Хартія не враховує того, що швидкий старт України і її серйозний розвиток, такий, що поставить її поруч з першими країнами світу, можливий тільки на основі розвитку великого капіталу в країні. Також середнього класу і середнього капіталу. Та й взагалі проблема зміни ставлення, як ми кажемо, «простих» людей до цього – це є одна з великих проблем України, якою Група зовсім не займається. Колись **Всеволод Речицький** написав велику статтю, яка мала назву «Фатум поміркованості». Це все елементи того фатуму і я вважаю, що нам треба думати серйозно на цю тему і включити в духовну основу роботи групи ці питання».



**Ярослав Яцків**, академік НАН України:

«Я погоджуюсь що Група – це певний моральний камертон суспільства. Тут є і плюс, і мінус, знаю по собі. Через те, що я – член Групи, я відчуваю відповідальність за свої дії і мушу мати оту поміркованість, про яку говорив **Євген Захаров**.

Ініціативна група виконує свою місію. Чи вдячна ця робота і чи ми маємо відгук суспільства – тут у мене повне незадоволення. Скажу відверто, що я не трачу багато часу на роботу Ініціативної групи, але все-таки намагаюся всюди, де можу, підкреслити її роль і значення для України, для суспільства в різні епохи. Ну наприклад, я говорив про Групу і 25-го жовтня, коли виступав **Валентин Бадрак** в Головній астрономічній обсерваторії, презентуючи книгу «Російська війна проти України», і вчора, 7 листопада, на «Радіо Свобода», де була досить серйозна розмова про Крим.

У журналі «Світогляд» (№6 за 2024 р.) в рубриці «Від головного редактора» я даю посилання на звернення Групи про план перемоги України в російсько-українській війні. Оскільки ми члени Групи, то кожен з нас мусить якимось чином задовольняти попит суспільства, але ми не маємо якогось комунікаційного джерела. Ми могли би, якби в нас був час. Наприклад, телеканал «Апостроф» готовий виділити нам скільки завгодно часу для того, щоби ми вели свої передачі. Але це величезна робота, яку я не знаю, хто зможе робити. Отже, за характером я потребую правди в суспільстві, якої немає. Але є вимога правди і справедливості. Я маю право сказати, що моральність і духовність – це вічне, а справедливість і правда – це те, що потрібне Україні зараз.

Ну, і нарешті. Може, зараз і не час, бо війна, але хочу зазначити, що потрібна ротація членів Групи. Ми цього якось не продумали, не запланували. У нас іде спонтанно до вибору людей в робочу групу. Може, це не так нагально – там якихось два виборних строки, – але ротація необхідна.

Взагалі, я радий, що маю можливість бути серед вас усіх – унікальних людей – і деколи ділитись своїми думками. Я не так багато зробив за цей час. Я був автором проєкту тільки одного звернення, що дуже мало. Напевно, кожен з нас відчуває якусь таку провину, що ми десь не допрацьовуємо. Я це відчуваю».



**Олександра Гнатюк**, польська дослідниця в галузі українознавства, перекладачка та популяризаторка української літератури, співробітниця НУ «Києво-Могилянська Академія»:

*«Я добре розумію роль камертона, а з іншого боку – це невдячна роль, бо коли звучать гармати, коли щоденні обстріли, камертона просто можна і не почути. І це величезна проблема. Тобто якщо прочитувати навіть «Хартію вільної людини» зараз, в умовах війни, то виглядає так, що варто було би подумати над певними змінами. Я не кажу, що це універсальний текст на всі часи. Коли сьогодні прочитуємо цей текст, ми розуміємо, що він написаний в певних конкретних обставинах і не зовсім відповідає сучасним подіям. Ніхто не скасовує заповіді про любов до ближнього, але ми маємо також розуміти, що сьогоднішня ненависть не є вадом чи недоліком українців як таких. Ненависть виросла з цієї війни».*



**Володимир Єрмоленко**, кандидат філософських наук, есеїст, перекладач, доктор політичних студій:

*«У мене дві тези і вони, здається, засадничі. Теза номер один – ми опинилися між двома ціннісними системами. Перша ціннісна система – це авторитарна, тоталітарна російська, китайська, яка завгодно. І ця ціннісна система будується на ідеї пожертвування індивіда, тобто індивід не має значення. За цією системою людське життя не має значення, треба все принести в жертву якомусь великому колективному тілу.*

*А є друга, протилежна ціннісна система, і вона все більше поширюється на Заході. Вона стверджує, що тільки індивід має значення. Колектив не має значення, і це навіть відображається в ціннісних дослідженнях. Перед війною це було популярне референсі до світового дослідження цінностей. Мене хвилювало ще тоді, що фактично піком*

*західних ліберальних цінностей було покладено самовираження. Де в чому ці концепції говорили про те, що колективізм, спільнота – це погано, а індивідуалізм – це добре. На мою думку, особистість може відбутися як особистість, тільки якщо вона прагне чогось більшого. Тобто тут прочитується ідея служіння. Мені здається, що в «Хартії вільної людини» ця теза є. Але водночас ця ідея служіння має передбачати збереження особистості як особистості. У цьому і є парадокс.*

*Українська тема – це ціннісна універсальна тема. Це не тільки війна за нашу ідентичність, за нашу незалежність, що, звичайно, дуже важливо. Це також війна за те, якою буде людина в ХХІ-му столітті. Не факт, що Україна вирішує цю дилему, але дилема є і якраз між колективізмом і індивідуалізмом. Дилема в пошуку балансу між особистістю і спільнотою. Це моя перша теза.*

*Друга теза: я хотів би сказати, що з обранням Трампа ми вже бачимо, що в сучасному суспільстві цінностей свободи все менше. «Хартія вільної людини» писалася ще в епоху, коли в світі все таки домінували ідеї демократії, цінності свободи. І нам здавалося, що треба трохи протриматися, і весь вільний світ зараз вступиться за нас і нас захистить. Так от, вільного світу вже нема. Свобода не є зараз сильнішою за авторитаризм. Свобода все більше стає слабкішою. Але в цьому сенсі мені здається, що ДНК Групи пов'язане з українським дисидентським рухом. Я так це відчуваю, для мене – це головна цінність долучення до цієї традиції. Дисидентський рух знову актуальний. Мені здається, такі універсальні речі дуже потрібні.*

**Ярослав Яцків:**

Пане Йосипе! Шановні колеги!

Я був би радий, якби ви підготували інформацію про зустріч з трибуни ініціативної групи «Першого грудня». Я би в 6-му номері «Світогляду» подав інформацію про засадничі короткі виступи, хто що сказав і як сказав. Якщо ви вважаєте це доцільним, у мене є така можливість. Дякую.

**Йосип Зісельс:**

Пане Ярославе, я дуже дякую Вам від імені групи за таку пропозицію. Ми вже не один раз публікували наші матеріали у Вашому часописі. Ми говоримо про духовні і моральні засади – це вічні питання. Я Вам надішлю запис цієї зустрічі. Якщо члени групи не будуть проти – друкуйте. Ще раз усім дякую. До побачення. ■

# «РОСІЙСЬКА ВІЙНА ПРОТИ УКРАЇНИ.

## ЯК НАРЕШТІ РОЗІРВАТИ ЧОТИРЬОХСОТРИЧНЕ ЗАМКНЕНЕ КОЛО»



**К**нижка торкається всіх аспектів російської війни 2022–2024 років: від оцінок суто військового досвіду до філософського й психологічного розтинів. У ній автори намагаються переосмислити й усвідомити, як жити далі вже з наявною в новітній історії дюдства російсько-українською війною, для чого проводять системний аналіз буття світу в міленіумі зі спробою одночасно зазирнути в минуле та майбутнє, діляться своїм поглядом на події у світі і країні й дають власні відповіді на цілу низку важливих та цікавих запитань, серед яких:

- як Росія готувалася до війни й чому Путін ризикнув почати таку жорстоку й руйнівну континентальну війну;
- яким чином відбулася глибока деградація російської держави та як її суспільство захворіло на майже невиліковну хворобу;
- що не так із підготовкою українського наступу 2023 року, якого Путін боявся тваринним переляком;
- які чинники переконали захід провести незворотну ревізію філософії підтримки України в боротьбі за незалежність;
- якою є роль України в формуванні нової системи міжнародної безпеки;
- чи подорослішає світ, щоби по-справжньому адекватно й ефективно відповідати на сучасні цивілізаційні виклики.

"Ця книжка спонукає до роздумів над тим, якою буде війна майбутнього. «Дотримання вчорашніх правил ведення війни не приведе до успіхів сьогодні або завтра. І усвідомлення цього може врятувати багато життів. Ми мусимо почати боротися з наслідками нових правил ведення війни», — ця цитата взята мною в американського генерала у відставці Стенлі Маккрістала. А далі були такі слова: «Інакше всі ми залишимося далеко позаду». Я маю їх децю змінити — інакше ми всі загинемо" (Валерій Залужний, із Передмови до книги).

У книзі «Східна стратегія» (В. Бадрак, 2011) позначалася готовність Москви до великої війни проти України. У роботі «Як перемогти Росію у війні майбутнього» (В. Горбулін, 2020) передбачалася війна дронів, що веде до «асиметричної війни» із застосуванням москітних стратегій – саме це дало змогу Україні вистояти й не припинити рух до перемоги в найважчий час війни. ■

**Володимир Горбулін**, академік НАН України, перший віцепрезидент НАН України,

**Валентин Бадрак**, військовий експерт, директор «Центру досліджень армії, конверсії та роззброєння»



# КОСМІЧНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ: КОРОТКИЙ ТРИВОЖНИЙ ЕКСКУРС В ІСТОРІЮ



**У** Головній астрономічній обсерваторії НАН України ще живуть замисли про майбутнє країни, про науковий космос, космічну галузь України та її досягнення.

За роки незалежності України наша галузь пройшла надзвичайно цікавий, складний, іноді навіть трагічний шлях, пов'язаний не тільки з досягненнями, а й з невдачами. Це був надзвичайно важкий період з корінними змінами в економіці країни: роздержавлення, поспішна неконтрольована приватизація, подекуди деіндустріалізація. Але нам вдалося зберегти провідні підприємства космічної галузі від знищення, що згодом дало можливість увійти Україні до клубу космічних держав світу.

Зрозуміло, що вся діяльність у цій сфері в усіх країнах світу пов'язана з відношенням перших осіб держави до цього важливого напрямку науки, місця концентрації високих технологій та передової промисловості.

Потрібно відзначити рішучість і сміливий погляд на перспективи розвитку космічних досліджень першого Президента України **Л.М. Кравчука**, який підтримав ініціативу вчених, в першу чергу академіків **Б.Є. Патона** і **Я.С. Яцківа** та ряду керівників підприємств і установ, які займалися виробництвом космічної техніки. У лютому 1992 року було засноване Національне космічне агентство України (НКАУ)..

Другий Президент України **Л.Д. Кучма** здійснив також важливий крок, передавши в підпорядкування НКАУ всю наземну інфраструктуру, яка була підпорядкована Міноборони, разом із 12 військовими частинами, де нараховувалося 3500 офіцерів, створивши вперше в світі підрозділ військово-космічних сил України. Цей підрозділ отримав назву «*Національний Центр управління та випробувань космічних засобів*». А НКАУ в зв'язку з покладеними на нього новими завданнями отримав назву Центрального органу виконавчої влади із спеціальним статусом. І сьогодні, у воєнний час, Державне космічне агентство і цей Центр виконують ряд важливих завдань в інтересах національної безпеки і оборони, в тому числі забезпечуючи необхідною технікою, супутниковою інформацією війська на фронті.

За ініціативи Генерального директора НКАУ **В.П. Горбуліна** була запроваджена практика створення 5-річних національних (а згодом державних) науково-технічних космічних програм.

У першу космічну програму, яка була прийнята в 1993 році, були включені такі проекти:

- ▶ Запуск КА «СІЧ-1» вперше під юрисдикцією України (виконано);

- ▶ Створення і запуск телекомунікаційного апарату «Либідь» (не виконано через недофінансування);

- ▶ Розробка гіперзвукового двигуна для літального апарату нового типу (не виконано через недофінансування)

- ▶ Підготовка першого космонавта для космічного польоту та проведення наукових експериментів на орбіті (виконано);

- ▶ Розробка українського модуля для міжнародної космічної станції (не виконано через недофінансування);

- ▶ Пошук можливостей для незалежного виходу в космос (виконано);

- ▶ Підготовка угод про співпрацю з провідними космічними державами (виконано);

- ▶ Заходи щодо комерціалізації вітчизняних космічних технологій (виконано).

Було прийнято ряд Законів України, Указів Президента України, Постанов Уряду щодо забезпечення розвитку і підтримки космічної діяльності в країні.

В ці роки йшла напружена робота з підготовки нових космічних проектів для виходу України на світовий ринок космічних послуг. І вже під час реалізації другої космічної програми з'являються спільні підприємства «Космотрас» для використання РН «Дніпро», «Морський старт» для РН «Зеніт-3SL», «Наземний старт» для РН «Зеніт-3SLБ», а згодом проекти створення РН «Циклон-4М», «Антарес» із США. «Вега» і «Вега-С» з Євросоюзом, КА «ЄгиптСат-1» та інші.

Така активна діяльність НКАУ привертала увагу багатьох «колег», котрі бажали взяти участь у цій діяльності, або перехопити ініціативу, а для цього потрібно було «щось реформувати». У 2005 році на нараді у Прем'єр-міністра Ю.В. Тимошенко було відбито першу спробу поглинання НКАУ Міністерством промполітики. А 27 травня 2005 року проходила нарада у Президента **В.А. Ющенка** з питань роботи космічної галузі, на якій він підкреслив: «...ми не маємо права втратити галузь».

У 2010 році Національне космічне агентство перетворюється в Державне (ДКАУ) і з нього знімається спецстатус. Але ми ще були самостійними.

Проте в червні 2013 року з'являється ініціатива ДК «Укроборонпрому» з пропозицією передавання йому підприємств космічної галузі. Були проведені науково-правова експертиза та аналіз успішної діяльності галузі за минулі 20 років, виконання державних космічних програм та низки міжнародних проектів, визнаних на міжнародній арені, що дало можливість зробити висновок про недоцільність такої передачі. Водночас, протягом наступних років, продовжується намагання щодо створення штучних перепон для розвитку та успішної роботи космічної галузі. Фінансування космічних програм ледве сягає 30 %. Не фінансується ряд проривних проектів, у т.ч. проект «Сапсан», а з 2018 року Верховна Рада не затверджує космічну програму взагалі. У таких умовах працювати важко. На громадських засадах космічною діяльністю займатися не можна.

У 2020 році вийшла Постанова Кабінету Міністрів про підпорядкування ДКАУ Міністерству з питань стратегічних галузей промисловості. Це також не принесло позитивних результатів. На разі не приймається державна науково-технічна космічна програма, не вирішуються ряд кадрових питань.

У 2024 році знову з'явилося намагання передати провідні підприємства галузі у підпорядкування Оборонпрому. Цей крок може привести до зриву ряду міжнародних проектів, зниження міжнародного авторитету України, як космічної держави. Таке відношення до космічної галузі – це не показник державної незалежності країни.

Загалом, від 1992 до 2018 року було виконано 5 космічних програм. На жаль, вони фінансувалися на рівні 30 %. Проте, завдяки активній діяльності на міжнародних ринках і реалізації ряду успішних комерційних проектів, галузь залишалася бюджетоутворюючою, експортоспроможною, а продукція була конкурентоздатною на світовому ринку. Експорт переважав імпорт в 7–10 разів, обов'язкові платежі в бюджет щороку перевищували 1 млрд гривень, що в кілька разів перевищує фінансування космічних програм. Деякі політологи і експерти часто спекулюють цифрою 1,2 млрд гривень бюджетних коштів, витрачених на космічні програми. При цьому вони замовчують або не знають про 7,5 млрд гривень,



перерахованих цими підприємствами до бюджету країни внаслідок виконання міжнародних космічних проектів.

За час реалізації кожної програми виготовлялося від 23 до 32 ракет-носіїв (РН). Всього за 32 роки було виготовлено і запущено в космос із 6 космодромів світу 132 РН і виведено на орбіти 308 космічних апаратів (КА), з них 31 вітчизняний, на замовлення 40 країн. Втручання некомпетентних «активістів» нібито з метою «допомогти» фахівцям галузі, як правило, приводило до сумних результатів. (напр., КА «Либідь», КА «Січ-2-30»).

Сьогодні, відстоюючи свою державницьку позицію, агентство продовжує працювати над реалізацією проектів для мирного космосу, а також спрямованих на вирішення завдань фронту. Наші підприємства, незважаючи на певні втрати, завдані ворогом, продовжують випуск необхідної продукції, наші люди у важких умовах працюють для перемоги. Так, продовжується будівництво стартового комплексу в Канаді для нової РН «Циклон-4М», завершуються випробування ракетно-космічного комплексу «Сапсан», (роботи щодо створення цього комплексу ініціювалися НКАУ ще в 2007 році, але кошти не були виділені. Повернулися до цього проекту тільки в 2020 році). Національним Центром управління та випробування космічних засобів здійснюється постійна супутникова інформаційна підтримка військ на фронті.

Думаючи про майбутнє, ми продовжуємо приділяти увагу вихованню космічного світогляду та профорієнтації молоді. На підприємствах утворені Ради молодих фахівців, працює Центр аерокосмічної освіти молоді. Щороку проходить молодіжна конференція «Дніпровська орбіта». Два тижні тому завершився Всеукраїнський конкурс технічної творчості «Мирний космос», в Чернівцях відбулося відзначення 25-річчя створення музею Леоніда Каденюка і т.д. На жаль, нині в учбових програмах загальноосвітніх шкіл скорочено час на вивчення фізики, математики, хімії та інших предметів, які потрібні державі, спрямованої на її високотехнологічний розвиток, зокрема мікроелектроніки і на розуміння того, що повоєнну відбудову України забезпечать технократи і, в першу чергу, інженери.

Хочу ще поділитися інформацією про один не використаний свого часу реальний шанс щодо зближення з Європою, а потім і можливою інтеграцією.

У 2008–2010 році в Україні за фінансування Єврокомісії (1,8 млн євро) проводився проєкт «Твінінг» – «Прискорення Українсько-Європейського співробітництва в космічній сфері». Учасники – Україна, Франція, Німеччина. Проєкт був визнаний кращим із тих, які проходили в Україні в той час. Була створена робоча група «Україна–ЄС». Було запропоновано підтримати нашу ініціативу про входження України асоційованим членом до Європейського космічного агентства (ЄКА). Колеги з Європи підтримали нашу пропозицію. Для цього необхідно було Україні зробити членський внесок біля 1 млн євро. На той час у виділенні коштів для цього внеску відмовили. А ось цими днями Кабмін прийняв рішення про виділення 45 млн гривень на наступний рік для вирішення цього важливого питання. Знадобилося майже 15 років, щоб зрозуміти необхідність такої інтеграції для майбутнього України і прийняти це рішення.

І на закінчення наведу кілька висловів видатних людей:

**Фредерік Жюліо Кюрі:** «Наука необхідна народу. Країна, яка її не розвиває, неминуче перетвориться в колонію».

**Стівен Хокінг:** «Тільки та країна має майбутнє, яка володіє космічними технологіями і розвиває ракетно-космічну техніку».

**Мічіо Каку:** «Нації, які вірять тільки в сільське господарство, приречені бути бідними».

І моя думка: «Недооцінка важливості існування космічної галузі відкидає нашу державу на околицю прогресу».

Фінансування космічної галузі – це індикатор інноваційного розвитку держави.

А економіка України у відбудовчий період повинна стати національно-егоїстичною».

Запрошую думати і працювати разом. ■

**Едуард Кузнєцов**  
інженер, фізик-оптик,  
заслужений працівник  
промисловості України,  
лауреат Державної премії України  
в галузі науки і техніки

# АНАТОЛІЙ ГАЛЬЧИНСЬКИЙ І ЗЕМЕЛЬНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ



**Павло Гайдуцький**  
доктор економ. наук,  
професор,  
академік НААН,  
директор  
Інституту стратегічних оцінок,  
м. Київ

В економічну науку і практику професор **Анатолій Степанович Гальчинський** (1935–2022) увійшов як реформатор. Президент України **Л. Кучма** назвав його своїм головним радником по реформах. Це було сказано щиро і заслужено. Найбільше А. Гальчинський запам'ятався як організатор грошової та банківської реформи. Але він також багато зробив для здійснення інших реформ, зокрема приватизаційної, підприємницької, регуляторної, фінансової, бюджетної, податкової, митної, інвестиційної, інноваційної тощо. Проте про роль А. Гальчинського у здійсненні земельної реформи мало хто знає, хоча він багато про це писав у своїх книгах. Його участь у земельній реформі дійсно була досить вагома, хоча й дуже локальна.

Перші постанови про земельну реформу були прийняті Верховною Радою у грудні 1990 р. та у березні 1992 року. Однак ці рішення не передбачали приватизації землі, були дуже декларативні і не виконані. Але вони певним чином визначали вектор стратегії і тактики земельної реформи з урахуванням політичної, економічної та соціальної ситуації в Україні на початку 90-х років. До підготовки тих рішень А. Гальчинський відношення не мав.

Реальна земельна реформа почалась з прийняттям в кінці грудня 1992 року декрету уряду Л. Кучми про приватизацію земельних ділянок, які були в фактичному користуванні громадян. До цього рішення А. Гальчинський відношення теж не мав. Ця приватизація називалась малою, тому що поширювалась на малі земельні ділянки (до 25 соток). Але вона охоплювала майже 9 млн га земель, 19 млн громадян у всіх 30 тисячах міст і сіл України. Отже «мала» приватизація землі, як і приватизація житла, була досить масштабною.

До земельної реформи А. Гальчинський долучився в кінці 1994 року. Під його керівництвом, як радника президента Л. Кучми, було підготовлено перший указ «Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва» від 10 листопада 1994 року. Указ стосувався земель, які були в користуванні колгоспів і радгоспів. Цю приватизацію називали великою тому, що вона стосувалась: великих масивів землі – 28 млн га; великої кількості селян – 6,8 млн чол. та всіх сільгосппідприємств – 12 тис. одиниць. Роль А. Гальчинського тут була справді новаторською і креативною. Бо цей указ дав старт реформі всієї аграрної сфери.





**Анатолій Гальчинський**

Однак одразу після старту участь А. Гальчинського у земельній реформі зупинилась. Так, за 1994–2004 роки з питань земельної реформи президент Л. Кучма підписав 17 Указів. А. Гальчинський організував підготовку лише першого з них. Із 80 указів, підписаних президентом Л. Кучмою за 1994–2004 роки з питань земельної та аграрної сфери загалом участь А. Гальчинського теж стоується лише одного, уже згаданого указу.

Дослідження свідчать, що відсутність участі А. Гальчинського у подальших розробках рішень з питань земельної та аграрної реформи була зумовлена серйозними розходженнями його позицій зі стратегією і тактикою земельної та аграрної реформи, яка складалась в Україні на початку 90-х років. Про це свідчить аналіз публікацій А. Гальчинського, зокрема його останньої книги «Кучма – президент: Десять років системних перетворень», яка вийшла у 2021 році<sup>1</sup>. Найбільш принциповими з цих розходжень були такі:

- ▶ сумніви щодо необхідності паювання землі;
- ▶ недооцінка значення і ролі оренди земельних паїв;
- ▶ протиставлення ринку землі – оренді;
- ▶ пріоритетність фермерства та несприйняття корпоратизації.

Ці аспекти дійсно у великій мірі були базовими в стратегії і тактиці земельної реформи. Тому їх несприйняття Гальчинським як першопрохідником земельної реформи потребує ґрунтовного розгляду та відповідних коментарів.

З приводу паювання А. Гальчинський у згаданій книзі писав: «Навряд чи можна вважати

нормальною ситуацію, коли більш як 6 млн селян, з яких 2/3 – особи передпенсійного та пенсійного віку, є власниками сільськогосподарських земель» [1; с. 272]. З цього приводу слід зазначити ось що.

У переважній більшості країн ОЕСР є велика кількість землевласників – сотні тисяч і навіть мільйони. Більше того, за останні 500 років всі земельні реформи призводили до збільшення кількості землевласників.

Для постсоціалістичних країн, в яких колись була проведена соціалізація землі, і які не признали реституцію земельної власності, альтернативи паюванню, як способу приватизації, не було. В Україні проблема великої приватизації землі була ґрунтовно досліджена науковцями ще у 1989–1994 рр. і були сотні, якщо не тисячі публікацій на цю тему. Всі вони сходились на тому, що приватизацію колективізованих земель треба проводити шляхом їх паювання.

Зрештою, з цим погодився і А. Гальчинський при підготовці згаданого указу, в якому паювання було визначено способом великої приватизації.

З приводу оренди землі А. Гальчинський писав: «Оренда дає економічний ефект лише за умови наявності механізмів купівлі-продажу». «Оренда призводить до виснаження землі, її хижацької експлуатації, істотно обмежує інвестиції» [1; с.266]. Тут важливі такі коментарі:

1) оренда використовується у сільському господарстві з незапам'ятних часів у всіх країнах світу. У провідних країнах ЄС вона сягає 70 % і ніхто не вважає її «хижацькою експлуатацією землі», як, до речі, і сам обробіток землі;

2) у постсоціалістичних країнах в умовах заборони ринку землі оренда була єдиною формою забезпечення переходу землі від власника, який не може господарювати, до успішного господарника, який не має землі у власності, або має її мало. В Україні на час виходу згаданої книги Анатолія Гальчинського оренда земельних паїв діяла вже 25 років і досить успішно.

**Щодо протиставлення ринку землі – оренді.** З цього приводу А. Гальчинський писав: «Вельми значущою функцією земельного ринку є подолання небезпечної розпорошеності земельної власності» [1; с.271]. Однак світова та вже й вітчизняна статистика свідчить про зворотнє:

<sup>1</sup> А. Гальчинський. Кучма – президент. Десять років системних перетворень. Київ, «Либідь», 2021 р. 430 с.

У світовій практиці консолідація розпорошеної земельної власності та оптимізація землекористування головним чином здійснюється не через ринок (купівлю-продаж), а через оренду землі. У країнах ОЕСР оренда щорічно консолідує – переважно у фермерські господарства або партнерські ферми до 70% земельних ділянок, в Японії – до 90%. Натомість через ринок щорічно перерозподіляється чи консолідується лише 2% земельних угідь.

В Україні до 2021 року ринку (купівля-продаж) земельних паїв не було. Консолідація паїв та оптимізація землекористування здійснювалась головним чином через оренду, яка охоплювала до 90% паїв. Тобто якби всі ці роки не було оренди, то ні консолідації паїв, ні оптимізації землекористування не було б. Проте від 2021 р., після запровадження в Україні ринку земельних паїв, в обіг щорічно залучалось менше 2% їх загального числа.

Таким чином, як у всьому світі, так і в Україні оренда є основною формою консолідації земельних ділянок та оптимізації землекористування. Натомість ринок землі (продаж) слугує лише крайнім заходом бажаного чи вимушеного її відчуження.

**Стосовно пріоритетності фермерства та несприйняття корпоратизації** в сільському господарстві. У згаданій книзі А. Гальчинський стверджує, що «на заміну колгоспно-радгоспній системі мають прийти фермерські (в т.ч. сімейного типу) господарства» [1; с.274]. З цього приводу слід зазначити ось що:

Фермерство як форма господарювання в Україні ніколи не ігнорувалось. Про це свідчать прийняті закони та укази президента Кучми на підтримку розвитку фермерства, яких було більше десяти. Але фермерство не могло бути в Україні пріоритетною формою господарювання, тому що для нього не було матеріально-технічної бази. Ця база була сформована під великі підприємства. А головним є те, що селянство ментально не було налаштоване на фермерство. Сам А. Гальчинський пише, що у 2002 році організоване за його дорученням Інститутом стратегічних досліджень опитування селян показало, що 62% з них не бажали фермерувати, а 84% назвали причину – відсутність матеріально-технічної бази.

Заміна колгоспно-радгоспної системи фермерською в стислі терміни без катастрофічних втрат була неможливою. Така заміна була

політично не популярна, економічно не вигідна, а головне – соціально не бажана селянами.

Отже, для розв'язання проблеми консолідації розпорошеної земельної власності та оптимізації землекористування, потрібен був особливий підхід, адекватний ситуації в Україні. Завдання стояло так: «ліквідувати колгоспи юридично, але не руйнувати їх матеріально-технічно». Потрібна була організація колективно-трудоного господарювання на основі приватних земельних і майнових паїв. Таким особливим, і водночас досить вдалим підходом була корпоратизація.

Такий підхід у прихованій (не явній) формі був присутній у постановках Верховної Ради України від 1990 та 1992 років стосовно земельної та аграрної реформи, який по суті передбачав збереження великих сільськогосподарських підприємств у різних формах (агрофірми, агрокомбінати, кооперативи, господарські товариства тощо). Тоді ж корпоративний підхід був закладений у правову основу колективних сільськогосподарських підприємств, в законі «Про колективне сільськогосподарське підприємство» від 14 лютого 1992 року.

Згодом цей підхід був використаний у Декреті уряду Л. Кучми «Про особливості приватизації майна в агропромисловому комплексі» від 12.05.1993 року.

Пізніше цей підхід був закладений в Указі Президента: «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки» від 03.12.1999 року, як об'єктивний наслідок соціалістичної корпоратизації сільського господарства, який неможливо було ігнорувати.

**За цим указом корпоратизація передбачала:**

- 1) паювання землі і майна колгоспів і радгоспів;
- 2) створення приватних (корпоративних) структур ринкового типу (акціонерних та господарських товариств) на засадах платної оренди земельних і майнових паїв.

До речі, А. Гальчинський у своїй книзі «Політична неоекономіка» (2013 рік)<sup>2</sup> дуже ґрунтовно описав переваги і перспективи корпоратизації. Більше того, у своїх дослідженнях праць К Маркса А. Гальчинський констатував, що теорія вартості, викладена в першому томі «Капіталу», ґрунтувалась на моделі особисто-приватної докорпоративної власності на капітал. У другому і третьому томах «Капіталу», Маркс продовжував досліджувати подальший розви-

<sup>2</sup> А. Гальчинський. Політична неоекономіка. Київ, «Либідь» 2013, 470 с.



ток капіталізму і, звичайно, не міг обійти процеси корпоратизації, які повсюдно проявлялись в розвинених капіталістичних країнах. Тому ці теми, в яких вже згадувалась корпоратизація, суперечили першому тому, присвяченому до корпоративному капіталізму. Саме через ці суперечності, на думку А. Гальчинського, Маркс не опублікував другий і третій томи «Капіталу», а це зробив Енгельс після його смерті. По суті Маркс у своїй теорії вартості не розгледів і не врахував процесів корпоратизації, що активно проявлялось у третій частині 19-го століття в капіталістичних країнах. Можливо тому на Заході «Капітал» вважали еклектичною (закостенілою) теорією, яка не припускала корпоратизації капіталізму. Однак А. Гальчинський, будучи прихильником корпоратизації загалом, не сприймав її можливості у сільському господарстві. Тут він притримувався тенденційно-традиційної позиції (**фермерства**), яка виявилась малосприйнятною в Україні в реальних умовах села 90-х років.

Використання в земельній та аграрній реформі в Україні корпоративного підходу не було чиеюсь видумкою. Після пошуків шляхів приватно-ринкової трансформації колгоспно-радгоспної системи це виявилось досить вдалим рішенням. І на цьому сходилась переважна більшість економістів-аграрників. І практика це підтвердила: більше двох третин колгоспів і радгоспів були перетворені у корпоративні структури – акціонерні та господарські товариства.

Використання корпоративного підходу в земельній та аграрній реформі в Україні відкрило можливість для їх здійснення у стислі терміни, без великих економічних втрат, а головне – без політичних та соціальних потрясінь. Ефективність земельної та аграрної реформи, здійсненої за президентства Л. Кучми, доказана статистично і не фрагментарно (за один чи два роки), а системно – за десятки років.

До початку війни з Росією Україна подвоїла виробництво зерна і потроїла виробництво насіння олійних культур, увійшла в п'ятірку і трійку країн – найбільших експортерів відповідно зерна і рослинної олії у світі. Повномасштабна війна, як це не парадоксально, по-новому підтвердила стійкість успішно реформованого аграрного сектора. За три роки війни Україна збрала зерна і насіння олійних культур більше, ніж колгоспи і радгоспи за всі 1980-ті роки. Якщо більшість країн у воєнні

часи вимушені були запроваджувати продовольчі картки, а населення недоїдало або голодувало, то для України під час війни найбільшою проблемою став експорт зерна та насіння олійних культур. Якщо в деяких країнах, які пережили війни, ще десятки років залишались поля не розмінованими, то в Україні фермери почали розміновувати і обробляти поля одразу після їх звільнення від окупації. Це феномен української земельної та аграрної реформи, яка відродила селянина-власника і господаря на землі.

Завершальним етапом фундаментальної земельної реформи стало узаконення ринку земельних паїв, яке сталось у 2020 році. До того понад 20 років ринок землі, який передбачала стратегія земельної реформи президента Л. Кучми був під мораторієм, прийнятим під впливом політичного популізму. Це на десятки років гальмувало запровадження цивілізованих ринкових відносин у земельній та аграрній сфері. Скасування цього мораторію та запровадження ринку землі у 2020 році, безперечно, було вірним кроком. Однак із запровадженням, з липня 2004 року, другого етапу цього закону з'явилися загрози створення в Україні архіліберальної латифундистської моделі ринку землі<sup>3</sup>. Ця модель передбачає участь на ринку юридичних осіб, встановлення надмірно високої межі концентрації землі шляхом скупки (до 10 тис. га) та відсутність обмежень щодо режиму використання землі та спекуляції нею. Все це створює великі загрози латифундації землі, через які пройшли країни Латинської Америки, Південно-Східної Азії та Африки. Повторення такої моделі з великими латифундистськими ризиками є неприйнятним для цивілізованих ринкових земельних відносин ХХІ століття і тим більше в Європі та в Україні.

Логічно постає питання: яка ж причина земельних розходжень Анатолія Гальчинського із стратегією і тактикою земельної та господарської реформи в сільському господарстві? Можливо, причиною було те, що він не був спеціалістом в аграрній сфері (він завжди це, до речі, підкреслював). А можливо, йому як шанувальнику Маркса передалась зацикленість останнього на докорпоративному капіталізмі. Проте очевидним є факт, що саме через зазначені земельні розходження Анатолій Гальчинський не приймав участі у подальших кроках просування земельної та аграрної реформи. ■

<sup>3</sup> П. Гайдуцький. Правда про ринок землі. Київ. 2020 р. 57 с.



**Олександр Бондар**  
доктор біолог. наук,  
професор,  
член-кор. НААН України,  
ректор Державної екологічної  
академії післядипломної освіти  
та управління, м. Київ



**Віктор Вергунів**  
доктор сільськогосп. наук,  
доктор істор. наук,  
професор,  
академік НААН України,  
директор Національної наукової  
сільськогосподарської бібліотеки  
НААН, м. Київ



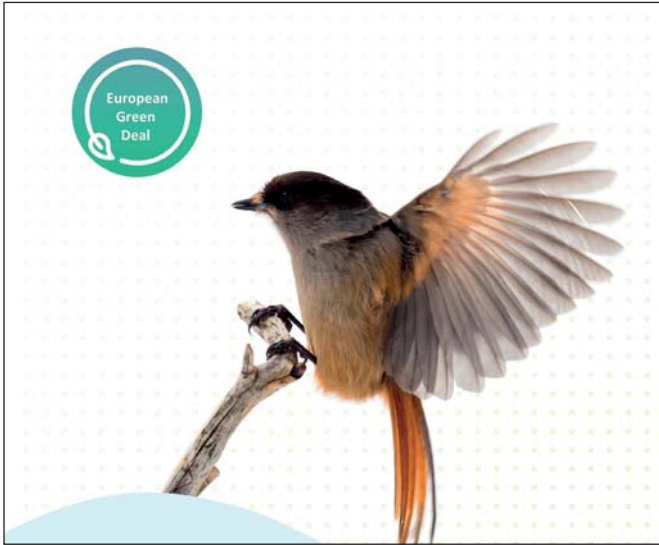
**Тетяна Галушкіна**  
доктор екон. наук, професорка,  
професор Державної екологічної  
академії післядипломної освіти  
та управління, професор «кафе-  
дри зеленої економіки», м. Київ

## НА ЧАСІ – ВІЗІЯ ПОВОЄННОЇ РОЗБУДОВИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДОКТРИНИ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМ ЗЕЛЕНИМ СЦЕНАРІЄМ

**М**ожна констатувати, що фактор війни, яка триває вже три роки, суттєво ускладнює планування повоєнної відбудови України, тим паче, що економічні та екологічні проблеми внаслідок збройної агресії рф постійно наростають. Тому виникає нагальна потреба у здійсненні ефективного державного контролю та визначенні покомпонентної оцінки шкоди стану довкілля, а також витрат на його відновлення. Наразі вже можна констатувати, що через військові дії рф вже постраждали понад 800 заповідних територій України. Це 0,9 млн га або близько 20 % площі всіх природоохоронних територій України. За офіційними даними під загрозою знищення наразі залишаються близько 160 територій Смарагдової мережі площею 2,5 млн га та 17 Рамсарських об'єктів загальною площею 627,3 тис. га, 4 біосферні заповідники. І ця динаміка постійно зростає. В зв'язку з масштабними – майже вщент – втратами природно-ресурсного потенціалу окремих територій (як то Херсонської, Дніпропетровської, Харківської, Запорізької областей) постає питання хоча б частково нівелювати наслідки екологічного тероризму з боку рф.

В умовах сьогоденних реалій екологічні виклики та ризики стають тим чинником, який активізує побудову системи так званої «*колективної відповідальності*» за стан навколишнього природного середовища в просторовому контексті. Беручи до уваги інтегральну значимість проблеми «зеленого» переходу України, до якого Україна як майбутній член ЄС приєдналась напередодні війни, а також її важливість з точки зору забезпечення національної екологічної безпеки, та керуючись регламентами Угоди «Про асоціацію між Україною та ЄС» і нормами національного законодавства можна стверджувати, що сценарій розбудови національної екологічної доктрини на засадах ідеології розвитку зеленої економіки повинен стати основною парадигмою сучасного державотворення за умов повоєнного часу. Саме наратив, який задекларував пріоритетність «зеленого та цифрового переходу України», прозвучав в офіційних заявах українського уряду в м. Лугано (Швейцарія) 04–05 липня 2022 року на презентації національного бачення проекту Плану повоєнного відновлення України (так званий «*план Маршала*») в довгостроковій перспективі, що включав 15 національних програм, в тому числі окрему національну програму № 3 «Відновлення чистого та безпечного довкілля».





Це стало початком процесу публічних громадських та наукових дискусій щодо візії та напряду довгострокових реформ, і, перш за все, в форматі вимог Європейського зеленого курсу (The European Green Deal) (ЄЗК). Однак, на думку експертів, відсутність системного підходу до впровадження відповідних механізмів та заходів на різних етапах відновлення, чіткої пріоритетизації, наскрізних кліматичних та екологічних цілей та завдань свідчить про потребу трансформації національного бачення щодо відбудови довкілля України та зміцнення екологічної безпеки. Про недооцінку екологічного компоненту свідчить той факт, що в структурі загальних витрат на відбудову України внесок на відновлення довкілля та компенсацію подекуди невідновних екологічних збитків, нанесених збройною агресією рф, складає менше 3 %.

Слід констатувати, що нівелювання екологічної складової відбулося ще на початку війни, коли в рамках реалізації Плану відновлення України було створено цілу низку фондів для фінансування цього процесу: Фонд підтримки армії; Фонд відновлення та трансформації економіки; Фонд підтримки малого та середнього бізнесу; Гуманітарний фонд; Фонд обслуговування та погашення державного боргу; Фонд відновлення майна та зруйнованої інфраструктури. Цілком слушно було би в цьому переліку вбачати і Фонд відновлення довкілля. Але поки що цей контент залишається за межами практичної реалізації. Проте рішення відкласти природоорієнтовані стратегічні рішення на довгострокову перспективу, на думку фахових експертів, може мати в подальшому катастрофічні наслідки, що призведуть не лише до порушення

природного стану екосистем та втрати біорізноманіття, а й будуть відчутні як для сучасних, так і для прийдешніх поколінь. Це обумовлює потребу розробки масштабних заходів по повоєнному відновленню не лише критичної та життєзабезпечуючої інфраструктури, а й повної компенсації завданих екологічних збитків Україні внаслідок військового тероризму з боку рф та нівелювання правової колізії щодо визначення сценарію екологічної репарації, нормативний статус якої до цього часу в національному законодавстві поки що не задекларовано, однак залишається в переліку найбільш актуальних першочергових завдань майбутнього відродження економічного та екологічного стану країни.

Сьогодні на часі – формування реєстру екологічних втрат України внаслідок воєнного вторгнення рф та подальшому просуванню на його основі позовів в судах, в тому числі міжнародних, з метою отримання Україною відшкодування за заподіяні внаслідок збройної агресії рф збитки. При цьому процес визначення нанесеної шкоди довіллю потребує певного методичного узгодження та незалежних експертних оцінок, які є основою для реалізації репараційних механізмів в моделі повоєнної відбудови країни. У зв'язку з цим у березні 2022 р. була затверджена Постанова Кабінету Міністрів України №326 від 20.03.22 «Про затвердження порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації».

Слід відмітити, що проблема екоциду через збройну агресію рф, яскравим проявом якого є знищення довкілля, є однією з безпрецедентних в міжнародному форматі. Масштабні руйнування за міжнародними нормами вважаються зброєю масового знищення відповідно до Женевської Конвенції згідно статті 56 Додаткового Протоколу 1977 р. Наразі чіткого поняття, методик та правових механізмів екологічної репарації і екоциду внаслідок збройної агресії як на міжнародному, так і на національному рівні й досі чітко не визначено, що потребує нагального усунення цього правового «нігілізму». Так, в ст. 441 ККУ надано дуже поверхневе визначення екоциду, яке трактується як «масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу» з досить таки незначними термінами позбавлення волі за його спричинення – від 8 до 15 років. Безперечно, що таке трактування не можна за-

стосувати щодо екоциду внаслідок збройної агресії, зокрема у випадку масштабних знищень унікальних природних екосистем, що виникли, зокрема, внаслідок руйнації, наприклад внаслідок підриву Каховської ГЕС. Останній не повинен мати терміну давності. Цікаво, що сама рф у своєму кримінальному кодексі визначає екоцид як «злочин проти світу та безпеки людства, що не має термінів давності». Але до цього часу ООН не визнала екоцид окремим міжнародним злочином, хоча, починаючи з 2021 р., до цього процесу долучилась команда міжнародних юристів, що декларує наратив порушення Статуту ООН та частини третьої статті 381 Протоколу Женевської Конвенції, яка свідчить про заборону застосування методів або засобів ведення воєнних дій, які мають на меті завдати масштабної та довготривалої шкоди довкіллю.

Згідно з Римським Статутом, підписантом якого є і Україна, до воєнних злочинів належать діяння, що завдають «масштабної, довготривалої та серйозної шкоди навколишньому природному середовищу» (ст8(2)(b)(iv)). Генеральна асамблея ООН ще 15 листопада 2022 р. прийняла резолюцію про необхідність застосування репараційних механізмів, згідно з якою рф повинна повністю компенсувати Україні за спричинені руйнування, в тому числі екологічні. При цьому сценарій екологічної репарації (навіть за умов воєнного часу) може передбачати як конфіскацію закордонних суверенних активів росії на користь України, так і залучення інших фінансових інструментів зовнішнього прояву. Одним з таких, які активно використовується в світі, є обмін зовнішніх боргів на природоохоронні активи. Для активізації цієї процедури в Україні є усі необхідні передумови, як то: повне знищення чи руйнування критичної інфраструктури та природних екосистем на тлі вимушеного економічного занепаду. Але для реалізації цього інструменту в національній законотворчій практиці необхідно реалізувати відповідні доповнення до існуючих законів, або розробити законопроект прямої дії. При цьому доцільно використовувати досвід країн, які успішно пройшли цей шлях. Це також забезпечить успіх в майбутньому переговорному процесі України і рф, де питання репарацій, в тому числі екологічних, повинно бути в переліку першочергових.

У форматі вищезазначеного одним з ключових завдань повоєнного етапу, що визначає напрями «зеленої» реконструкції України, є розробка окремої державної Програми відновлення довкілля, в якій контент екологічної безпеки поряд з продовольчою та радіаційною повинен бути визнаний як один з найбільш пріоритетних. Впроваджуючи нові підходи щодо трансформації повоєнної державної політики в цілому, Україна потребує чітко визначеної та прийнятної для суспільства стратегії досягнення цілей розвитку за європейським «зеленим» сценарієм, що актуалізує розбудову національної екологічної доктрини на засадах впровадження кращих інноваційних практик та інструментів, зміцнення міжнародної підтримки та плідного співробітництва з країнами ЄС.

Отже, на основі вищезазначеного, можна зробити наступний висновок: у форматі наближення України до Європейського простору та дотримання міжнародних екологічних вимог, незважаючи на воєнні реалії, з'явилася унікальна історична можливість закласти фундамент для розбудови національної екологічної доктрини, яка має бути спрямована на забезпечення повоєнного відновлення природного капіталу територій різного рівня (національного, регіонального і місцевого) як цілісної еколого-економічної системи та посилення екологічної безпеки як складової національної безпеки. Це дасть змогу окреслити механізми та інструменти державного регулювання в екологічній сфері на основі принципових положень концепції сталого розвитку, а також Європейського «Зеленого курсу». Це передбачає нагальну трансформацію законодавства та постулатів державної політики в сфері довкілля – внесення доповнень до правової бази, фахове визначення існуючих та потенційних екологічних ризиків та загроз, а також напрямів їх нівелювання в секторальному та просторовому вимірі, посилення механізмів управлінських повноважень і координації, кадрової підготовки на потребу сьогодення. Важливим контентом є активізація комунікацій та напрямів міжнародної взаємодії щодо спільних заходів, направлених на вирішення проблеми екологічного екоциду внаслідок збройної агресії рф та прогресу відродження незалежної України і стану її довкілля. ■





# АСТРОНОМІЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ



**Ігор Лук'яник**  
канд. фіз.-мат. наук,  
заст. директора  
Астрономічної обсерваторії  
Київського національного  
університету  
імені Тараса Шевченка,  
вчений секретар  
Української астрономічної  
асоціації, м. Київ

**25** жовтня 2024 року в Головній астрономічній обсерваторії Національної академії наук України відбулися вже традиційні осінні заходи під знаковою назвою «Астроосінь в Голосієві». Одним з таких заходів стало засідання Ради Української астрономічної асоціації (УАА). УАА – громадська організація, яка об'єднує професійних астрономів України заради підтримки наукових ініціатив, захисту професійних інтересів, популяризації науки, розвитку нових технологій та збереженню і розвитку астрономії як важливої наукової дисципліни, яка має величезний вплив на технологічний прогрес та загальний розвиток людства. В засіданні взяли участь керівники і представники астрономічних установ України, запрошені гості та відвідувачі ГАО НАН України.

Цього року, як і два попередні роки, святкування відбувалося у воєнних умовах. Широкомасштабне вторгнення росії серйозно ускладнило розвиток української астрономії як фундаментальної науки, і призвело до знищення інфраструктури, фінансової нестабільності та скорочення фінансування науки, еміграції вчених та технічних спеціалістів, відтік молодих науковців тощо. Водночас ці виклики також сприяють мобілізації зусиль на міжнародному рівні для підтримки наукової діяльності в Україні, що може дати можливість продовжувати зокрема й фундаментальні дослідження та надати значний поштовх для відновлення та розвитку астрономії в післявоєнний період. Відтак предметом обговорення на засіданні Ради УАА було обрано тему «Астрономія в умовах воєнного часу», і всі доповіді й виступи були присвячені найважливішим здобуткам, подіям, інноваціям й проблемам в умовах воєнного стану. Захід проходив у змішаному режимі. Частина учасників брали участь онлайн. Засідання було поділено на дві частини: в першій були презентовані нові монографії та заслухані виступи керівників проектів міжнародних наукових організацій і Національного фонду досліджень України; в другій частині керівники астрономічних установ України поінформували про стан справ та здобутки й проблеми у своїх установах протягом 2022–2024 рр.

**Ярослав Яцків**  
 доктор фіз.-мат наук,  
 академік НАН України,  
 директор ГАО НАН України,  
 м. Київ



**Вадим Кайдаш**  
 канд. фіз.-мат наук,  
 директор НДІ астрономії  
 Харківського національного  
 університету ім. В.Н. Каразіна,  
 м. Харків



Першою доповіддю була презентація академіком НАН України **Ярославом Яцківом** ювілейної книги, виданої видавництвом «Наукова думка» з нагоди 80-річчя ГАО НАН України, «Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України: від ідеї створення до міжнародного визнання», присвяченої історії створення й розвитку ГАО НАН України. В своїй короткій доповіді Ярослав Яцків продемонстрував слайди з історичними фотографіями особистостей, які створювали й розвивали головну обсерваторію України, підносили її славне ім'я. Представив детальний зміст книги. Загалом, у книзі докладно розглянуто як історію розвитку, так і наукові досягнення обсерваторії в таких галузях, як астрометрія, астрофізика, астрономія малих тіл Сонячної системи, фізика космічних променів, астрономічне приладобудування та інших. Загалом, ця книга – розповідь про вчех, чий знання, відданість і зусилля сприяли становленню обсерваторії як однієї з провідних наукових установ у світі.

Далі з презентацією двох видань виступив директор НДІ астрономії ХНУ ім. В.Н. Каразіна **Вадим Кайдаш**. У 2024 році побачить світ нове видання харківських астрономів. Колективом фахівців відділу фізики малих тіл Сонячної системи підготовлено колективну монографію «Астероїди: фізичні властивості та динамічна еволюція». Автори: **Ірина Бельська, Олексій Голубов, Ігор Кириленко, Юрій Круглий, Ольга Міхальченко, Іван Слюсарев та Василь Шевченко**.



Ця книга є першою монографією, написаною українською мовою, що присвячена комплексному дослідженню астероїдів. Її створили автори, які є учасниками проекту, підтриманого грантом Національного фонду досліджень України (НФДУ) під назвою «Металеві астероїди: пошук батьківських тіл залізних метеоритів, джерел позаземних ресурсів» (№ 2020.02/0371). Видання готується до випуску у Харківському



національному університету імені В.Н. Каразіна. Монографія складається з п'яти розділів, кожен із яких присвячено окремим важливим аспектам науки про астероїди:

1. **Відкриття астероїдів і дослідження їх орбітального руху.** У цьому розділі детально розглянуто питання гравітаційних та негравітаційних збурень, що впливають на рух астероїдів, а також методи визначення їх орбітальних характеристик.

2. **Методи дослідження астероїдів.** Автори аналізують основні методи вивчення астероїдів, такі як фотометрія, спектроскопія, поляриметрія, радіометрія і радіолокація, описуючи їх можливості і значущість.

3. **Фізичні властивості астероїдів.** У цьому розділі подається детальна характеристика фізичних параметрів астероїдів, включаючи їхній склад, внутрішню структуру, форму і ротаційні особливості.

4. **Еволюція астероїдів.** Тут досліджується походження та еволюція астероїдів, зокрема механізми їхнього утворення, процеси зіткнень і фрагментації, які впливають на їх сучасний вигляд.

5. **Перспективи досліджень астероїдів.** Останній розділ присвячено аналізу можливостей використання астероїдів як джерел позаземних ресурсів, а також обговоренню питання астероїдної небезпеки для Землі.

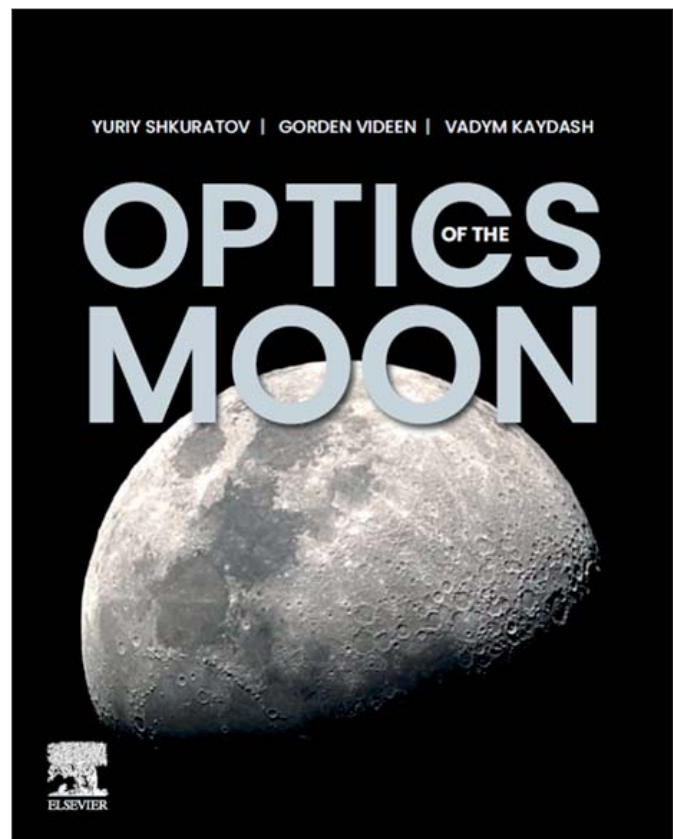
Монографія призначена для студентів, що спеціалізуються в галузях астрономії та астрофізики Сонячної системи, а також для дослідників і фахівців, що працюють у суміжних напрямках. Завдяки чіткому, науковому і водночас доступному викладу, – книга стане важливим навчальним і довідковим посібником, який допоможе поглибити знання у сфері сучасної астероїдної науки. Унікальність цього видання полягає в його актуальності для сучасної науки, а також у тому, що воно створене українськими науковцями, які вносять неоціненний вклад у розвиток вітчизняної астрономічної школи.

У видавництві Elsevier виходить нова книга *Optics of the Moon* by Yuriy Shkuratov, Gorden Videen, Vadym Kaydash, 2024, 1st Ed., 890 p. Авторами є знані науковці: проф. **Юрій Шкуратов**, завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики ХНУ імені В. Н. Каразіна; **Вадим Кайдаш**, директор НДІ астрономії того ж університету; та **Горден Вайдін**, провідний науковий співробітник Інституту космічних наук у Боулдері, США.



**Юрій Шкуратов**  
доктор. фіз.-мат наук, професор,  
член-кор. НАН України,  
зав. кафедри Харківського  
національного університету  
ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

**Горден Вайдін**  
доктор філософії,  
пров. наук. співроб.  
Інституту космічних наук,  
м. Боулдер, США



Ця фундаментальна монографія, обсягом 890 сторінок, стане важливим внеском у сучасні дослідження Місяця та планетної науки. Книга охоплює три основні напрями досліджень місячної оптики, а саме:

1. **Фазова фотометрія** (глави 2, 3 та 8). У цьому розділі розглядаються методи оцінки абсолютного альбедо, які дозволяють уточнити шкалу альбедо Місяця та встановити зв'язок між спостереженнями з Землі та вимірюваннями місячних зразків. Автори також детально описують картографування параметрів фотометричної функції Місяця, зокрема фазові співвідношення, які є основою для якісних оцінок змін структури реголіту. Важливим аспектом цього напрямку є вивчення опозиційного ефекту – особливого явища яскравості Місяця, а також



техніка отримання фазових зображень, яка застосовується для аналізу місць посадки космічних апаратів серій «Аполлон» та «Луна», а також таких геологічно молодих кратерів, як Джордано Бруно.

2. **Спектрофотометрія**, включно з колориметрією (глави 4-6). Цей розділ зосереджується на хімічному та мінералогічному картографуванні місячної поверхні. Використовуючи спектрометричні методи, автори описують способи ідентифікації різних мінеральних сполук, включаючи H<sub>2</sub>O та OH-, а також прогнозування зрілості реголіту і картографування розподілу гелію-3, що є перспективним ресурсом для майбутніх місячних досліджень і космічних місії.

3. **Поляриметрія** (глава 7). Автори розглядають дискретні поляризаційні вимірювання і картографування параметрів поляризації місячного реголіту, що дає можливість визначати середній розмір частинок реголіту. У цьому контексті досліджується також ефект Умова та явища негативної поляризації, які є важливими для кращого розуміння оптичних властивостей місячної поверхні.

Незважаючи на те, що ці три напрями досліджень розроблені неоднаково і кількість відповідних посилань дуже різна, автори намагаються дотримуватися балансу між ними, зображуючи загальну картину. Ці три напрями місячної оптики тісно пов'язані один з одним і, отже, важливо об'єднати їх воедино в одній книзі.

Остання теоретична глава 8, присвячена розгляду більш-менш строгих теоретичних моделей, розроблених в рамках дисципліни.

«Оптика Місяця» стане цінним ресурсом для дослідників, викладачів та студентів у галузях місячної та планетної науки, а також дистанційного зондування, надаючи детальне теоретичне і практичне підґрунтя для подальших досліджень і відкриттів.

Далі слово для доповіді взяв проф. **Богдан Гнатик**, керівник та учасник трьох загальнодержавних (НФДУ) та міжнародних грантів з астрономічної тематики, що виконуються в Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка (АО КНУТШ).

У 2024 році АО спільно з фізичним факультетом КНУТШ взяли участь в конкурсі HORIZON-INFRA-2023-SERV-01 Грант 1-1131928 ACME (Astrophysics Center for Multimessenger studies in Europe/АКМЕ Астрофізичний центр для багатоканальних студій в Європі).



**Богдан Гнатик**

доктор. фіз.-мат наук, професор, пров. наук. співроб. Астрономічної обсерваторії Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Керівником наукової команди КНУТШ є **Лідія Задорожна** (фізичний факультет), виконавці **Богдан Гнатик**, **Василь Данилевський**, **Альона Мозгова**, аспірант **Олександр Гугнін** (всі з АО КНУТШ). АКМЕ (Астрофізичний центр для багатоканальних студій в Європі) відповідає на заклик Європейської Комісії забезпечити ширший, простіший і ефективніший доступ до найкращих дослідницьких інфраструктур, доступних для науковців у сфері астрономії та астрочастинкової фізики, ефективний доступ до найкращих дослідницьких інфраструктур (ДІ), доступних для дослідників у галузі астрономії та астрочастинкової фізики. АКМЕ створена для реалізації амбітної скоординованої загальноєвропейської оптимізації доступності та узгодженості між сорока однією провідною науковою установою, пропонуючи доступ до інструментів, даних і знань, зосереджених на новій науці – багатоканальній астрономії. АКМЕ створить основу для зміцнення довгострокової співпраці між цими науковими установами незалежно від їхнього місцезнаходження. Співпраця і навчання користувачів будуть спеціально спрямована на вирівнювання можливостей доступу по всій Європі та за її межами. Цілями АКМЕ є:

- впровадження європейських дорожніх карт для покращення доступу до послуг і даних ДІ та оцінка нових моделей для кращої координації послуг;
- забезпечення узгодженого доступу до FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, Reusability) даних світового рівня;
- розвиток центрів експертизи для підтримки науковців у доступі до FAIR даних;
- удосконалення управління науковими даними для сприяння дослідженням та випадковим відкриттям, використовуючи підходи FAIR;
- покращення інтероперабельних систем для ідентифікації астрофізичних подій і оптимізації спостережень;
- підготовка нового покоління науковців та інженерів;
- відкриття астрофізичних та астрочасткових баз даних для інших дисциплін, як екологія та морська біологія.

Два інші проекти – загальнодержавні проекти НФДУ. Конкурс НФДУ «Передова наука в Україні». Грант 2023.03/0149 «Пошук фізики за межами Стандартної моделі в земних лабораторіях та в астрономічних об'єктах». Учасники з АО КНУТШ **Богдан Гнатик** (керівник проекту), **Валерій Жданов**, аспірант **Олександр Гугнін**. Загалом серед 9 учасників проекту – 3 аспіранти та 2 студенти-магістри. Проект передбачає теоретичні дослідження елементарних частинок та полів в рамках теорій за межами Стандартної моделі (СМ) фізики частинок з метою пошуку та оцінки ефектів, які відігравали важливу роль в ранньому Всесвіті, які є суттєвими в астрофізичних об'єктах та при генерації космічних променів надвисоких енергій, а також які можна реєструвати на сучасних колайдерах. Заплановано оцінки проявів векторних частинок зі взаємодією типу Черна–Саймонса на сучасних прискорювачах. Особливо цікавим є випадок легких довгоживучих частинок, що слабо взаємодіють з частинками СМ.

Інший проект конкурсу НФДУ «Дослідницькі інфраструктури для проведення передових наукових досліджень». Грант 2023.05/0024 «Вирішення сучасних проблем хімії, біомедицини, фізики та матеріалознавства з використанням центру високопродуктивних обчислень і машинного навчання». Керівник проекту доктор хім. наук, проф. **Ігор Комаров** (Інститут високих технологій КНУТШ), учасник з АО КНУТШ **Богдан Гнатик** (співкерівник, виконавець проекту). В рамках проекту буде створено нову дослідницьку інфраструктуру одиницю – потужний комп'ютерний кластер Київського національного університету імені Тараса Шевченка, обладнаний пакетами програм, та проведено на ньому наукові дослідження в галузі фізики ядра, елементарних частинок, високих енергій, хемо- та біоінформатики, штучного інтелекту та комп'ютерної лінгвістики.

Завдання проекту: моделювання розпаду нейтрона; напрацювання підходів до прогнозування теплофізичних властивостей структур і матеріалів; інтеграції VIRGO.UA у платформу MultiMessenger Online Data Analysis та EOS Cloud; дослідження будови, реакційної здатності молекул, механізмів реакцій; комп'ютерне прогнозування біологічної активності молекул; побудова великих нейронних лінгвістичних моделей та адаптація їх до різних мов, дослідження великих нейронних моделей нелінгвістичного спрямування.

Довгострокова мета – надання науковим та освітнім установам доступу до кластера для консолідації наукової спільноти в комп'ютерних галузях та започаткуванню міждисциплінарних досліджень.



**Ірина Вавилова**

доктор фіз.-мат наук, професор,  
член-кор. НАН України,  
зав. відділу ГАО НАН України,  
м. Київ

Керівник проекту НФДУ № 2023.03/0188 «Галактики-аналоги Чумацького Шляху» завідувачка відділу позагалактичної астрономії та астроінформатики ГАО НАН України **Ірина Вавилова** представила інформацію щодо основних ідей проекту. Наша Галактика – Чумацький шлях – має характерні особливості еволюції, серед яких низький вміст кисню на периферії, слабка активність ядра і невелика маса чорної діри, відсутність значущого злиття з іншими галактиками за останні 10 млрд років. Метою проекту є пошук та дослідження галактик-аналогів Чумацького Шляху. Параметри галактик-аналогів будуть визначені за результатами наших спостережень, даних із літератури та архівів наземних і космічних телескопів. Це дозволить проаналізувати й оптимізувати необхідні та достатні умови виявлення галактик-аналогів за сукупними особливостями Чумацького Шляху. Використання космологічних симуляцій формування галактик-аналогів дозволить прояснити, чи є еволюція Галактики єдиною причиною її наявних характеристик. Використання машинного навчання та отриманих мультимедійних параметрів випромінювання галактик-аналогів і 3-D кінематики Чумацького Шляху дозволить встановити вигляд Галактики ззовні.



**Владислав Кобичев**

канд. фіз.-мат наук,  
зав. відділу ІЯД НАН України,  
м. Київ

Наступна доповідь була від керівника проекту НФДУ № 2023.03/0213 «Властивості нейтрино та рідкісні ядерні розпади» конкурсу НФДУ «Передова наука в Україні» завідувача відділу лептонів Інституту ядерних досліджень НАН України **Владислав Кобичева** і присвячена по-

шуку гіпотетичних ефектів за рамками СМ елементарних частинок методами так званої неприскорювальної ядерної фізики. Ці прояви «*наної фізики*», як передбачається, можна експериментально спостерігати за допомогою вивчення дуже рідкісних ядерних розпадів, таких, як подвійний бета-розпад, пов'язаних з властивостями слабкої ядерної взаємодії та нейтрино. Ведеться також пошук радіоактивних розпадів з випромінюванням гіпотетичних частинок – аксіонів та важких стерильних нейтрино, які є кандидатами на роль складових темної матерії. У процесі виконання проекту планується значно підвищити чутливість до таких процесів, а також розробити криогенний детектор когерентного розсіяння нейтрино на важких ядрах, чутливий до нейтрино від галактичних наднових. Роботу виконує група з відділу фізики лептонів Інституту ядерних досліджень (4 із 7 виконавців – молоді науковці) в співпраці з науковцями підземних низькофононих лабораторій з Італії, Франції, Бельгії, Південної Кореї.



**Юрій Кулініч**  
канд. фіз.-мат наук,  
наук. співроб. Астрономічної  
обсерваторії Львівського  
національного університету  
імені Івана Франка, м. Львів

**Юрій Кулініч** познайомив присутніх з проектом НФДУ 2023.03/0098 «Томографія Темних віків і Космічного світанку в лініях гідрогену і перших молекул як тест космологічних моделей». Науковий керівник проекту директор Астрономічної обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка **Богдан Новосядлий**. У проекті досліджується формування глобальних сигналів і просторових флюктуацій інтенсивностей в лінії 21 см гідрогену та обертово-коливних лініях перших молекул в епохи Темних віків і Космічного світанку у різних космологічних моделях в діапазоні червоних зміщень  $6 < z < 300$ . Буде встановлено залежність положення, інтенсивностей, профілів цих ліній та просторових спектрів потужності інтенсивності в них від червоного зміщення (томографія), параметрів космологічних моделей, моделей темної матерії, величини первинних магнітних полів та спектральних енергетичних розподілів випромінювання перших зір і галактик. Виконавці проаналізують, які обмеження на параметри космологічних моделей та сценарії

формування перших зір і галактик можна отримати з даних томографії раннього Всесвіту в цих лініях, отриманих за допомогою діючих наземних радіотелескопів мікрохвильового – декаметрового діапазонів довжин хвиль, а також космічних і місячних місій, які заплановані різними країнами на найближчі роки.

Керівник гранту BL 298/32-1 Німецького науково-дослідницького співтовариства (DFG) «Проблема когезії і активність далеких комет» завідувач сектором астрометрії та малих тіл Сонячної системи АО КНУТШ **Ігор Лук'яник** розповів про проблеми дослідження механізмів активності далеких комет і підходу до їх розв'язання в рамках спільного німецько-українського проекту. Основною метою є розробка комплексних моделей передачі енергії в кометних матеріалах та дослідження процесів втоми, які призводять до руйнування поверхневого шару комети. Досліджуватимуться механізми викиду пилу та кометної активності з допомогою потрібного підходу. До першої складової дослідження належать спостереження активних на далеких геліоцентричних відстанях комет. До другої – лабораторні експерименти, що надають наукове підґрунтя для з'ясування основних процесів, які спричиняють активність комет. Співкерівник від німецької сторони професор **Юрген Блум** є керівником CoPhyLab (Лабораторія фізики комет), де в лабораторних умовах імітують умови і процеси, які відбуваються на поверхнях комет. Третьою складовою є чисельне моделювання процесів передачі енергії в приповерхневих шарах ядер комет, руйнації матеріалів та викиду пилу. Ця складова має на меті пояснити і об'єднати результати наших лабораторних експериментів та спостережень. Виконавці від української сторони: **Володимир Решетник** (КНУТШ), **Олександра Іванова** (ГАО НАНУ), **Олена Шубіна** (ГАО НАНУ).

На цьому науковій доповіді були завершені і потім були заслухані доповіді керівників астрономічних установ або їх представників.

Першою виступила представниця Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень (МЦАМЕД) НАН України **Галина Бутенко**. Обсерваторія на піку Терскол (висота 3100 м) знаходиться в горах Північного Кавказу на території Кабардино-Балкарської Республіки. Основні інструменти Центру, а саме комплекс 2-метрового дзеркального телескопа фірми «Карл Цейс», до складу якого входять





**Галина Бутенко**  
канд. фіз.-мат наук,  
в.о. директора МЦ АМЕД  
м. Київ

камера для позиційних та фотометричних спостережень, Куде-ешеле спектрометр високого розділення МАЕСТРО ( $R=60000$ ), багатомодовий спектрометр MMCS ( $R=100 - 13500$ ), двоканальний поляриметр, та комплекс телескопа Цейс-600 дозволяють проводити астрофізичні дослідження різноманітних небесних об'єктів. Основні напрямки досліджень: малі тіла Сонячної системи, наземна підтримка міжнародних космічних місій (Gaia, DART, Psyche, Lucy), міжзоряне середовище, оптичне післясвітіння гамма-спалахів, транзієнтні явища, активні ядра галактик.

Російська агресія унеможливила українські експедиції на пік Терскол, проте спостереження продовжуються в дистанційному режимі. Серед отриманих результатів слід виділити оригінальні спостереження астероїда Діморф, супутника Дідима, після зіткнення з ударником місії DART, визначення періоду обертання астероїда (4660) Nereus за фотометричними спостереженнями, пошук кореляцій між інтенсивностями дифузних міжзоряних смуг, моніторинг зорі AE Aur з метою вивчення варіацій в молекулярних смугах CN та CN+ тощо. Продовжується міжнародне наукове співробітництво з Інститутом астрономії університету Миколая Коперника у Торуню (Польща), з Національною Грузинською астрофізичною обсерваторією (Абастумані).



**Володимир Єфіменко**  
канд. фіз.-мат наук,  
директор Астрономічної  
обсерваторії Київського  
національного університету  
імені Тараса Шевченка, м. Київ

Про стан справ у АО КНУТШ розповів її директор **Володимир Єфіменко**. З початком широкомасштабного вторгнення частина співробітників АО виїхала за кордон, частина – на захід країни. Один співробітник, **Роман Гнатик**, пішов добровольцем на фронт. Наукова робота була переведена в он-лайн режим. В 2022 році виконувалося 4 наукові теми. В 2023 році практично всі співробітники повернулися в Київ і активно включилися в наукову роботу. На кінець

2024 року співробітниками обсерваторії виконується 6 бюджетних тем, 4 гранти (2 – НФДУ, 1 – ГОРИЗОНТ, 1 – DFG), проводяться роботи за науковим напрямом «Математичні науки та природничі науки» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. У 2023 році отримав державне фінансування проєкт модернізації телескопа АЗТ-8 спостереженої станції в с. Лісники, що дозволить автоматизувати процес наведення та отримання спостережних даних. З цього ж 2023 року йдуть роботи по відновленню спостережної станції в с. Пилиповичі, де планується у 2025 році розмістити придбані телескоп та камери для базисних метеорних спостережень. Проведено ремонт головної будівлі обсерваторії.



**Олександр Шульга**  
доктор фіз.-мат наук,  
директор Миколаївської  
астрономічної обсерваторії,  
м. Миколаїв

Про діяльність та кардинальні зміни у Науково-дослідному інституті «Миколаївська астрономічна обсерваторія» доповів її директор **Олександр Шульга**. З перших днів війни місто під обстрілами ворога. Незважаючи на це співробітники обсерваторії продовжують наукову роботу. Виграли й отримали держбюджетне фінансування кілька наукових тем. Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 12.02.2024 №981/451 припиняє свою діяльність юридична особа – Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія» шляхом приєднання до Головної астрономічної обсерваторії Національної академії наук України. Такий крок дозволить зберегти як науковий, так і кадровий потенціал обсерваторії.

Директор Астрономічної обсерваторії Одеського національного університету імені І.І. Мечникова **Микола Кошкін** повідомив, що протягом останніх трьох років одесити активно підтримують довоєнний рівень досліджень, незважаючи на вимушений переїзд частини співробітників за кордон. За цей період опубліковано 79 наукових статей, 47 з яких у журналах, що індексуються Scopus або WoS, а також представлено 53 доповіді на різних міжнародних конференціях. У обсерваторії виконується лише дві невеликі держбюджетні теми із загальним річним фондом заробітної плати у 1,03 млн грн, завдяки



**Микола Кошкін**  
канд. фіз.-мат наук,  
директор Астрономічної  
обсерваторії Одеського  
національного університету  
ім. І.І. Мечникова, м. Одеса

чому на неповні ставки зараховано 14 співробітників. Попри складні обставини, обсерваторія продовжує спостереження, зокрема за штучними супутниками Землі. Заміська спостережна станція у Маяках тимчасово не працює через загрозу ракетних ударів. Окрім цього, обсерваторія бере участь у численних міжнародних проектах у співпраці з Німеччиною, Польщею, США, Францією, Швейцарією, Туреччиною та іншими країнами. Щороку на базі обсерваторії проводиться міжнародна Гамівська конференція. В 2024 році було представлено 124 доповіді, серед яких 30 – закордонних колег з 10 країн. Крім наукової діяльності, обсерваторія активно займається популяризацією астрономії: університетський планетарій щотижня проводить екскурсії. На кафедрі фізики та астрономії триває підготовка студентів.



**Богдан Мелех**  
доктор фіз.-мат наук,  
зав. кафедри астрофізики  
Львівського національного  
університету  
імені Івана Франка, м. Львів

З доповіддю про астрономію у Львові виступив завідувач кафедри астрофізики ЛНУ імені Івана Франка **Богдан Мелех**. Він видокремив здобутки як Астрономічної обсерваторії (АО ЛНУ), так і кафедри. Загальна кількість працівників на сьогоднішній день – 24, з них 9 – наукові співробітники (1 доктор наук та 7 канд. наук). Два співробітники АО зараз перебувають у лавах ЗСУ. Основу фінансування АО складають три держбюджетні теми. У 2024 р. проект «Томографія Темних віків і Космічного світланку в лініях гідрогену і перших молекул як тест космологічних моделей» (наук. керівник: проф., д. фіз.-мат. наук **Б.С. Новосядлий**) увійшов до списку переможців і отримав фінансування, ставши тим самим, ще одним вагомим джерелом фінансування як АО, так і кафедри. Штат кафедри астрофізики у 2022-2024 рр. базувався на 5.5-х ставках науково-викладацького та 2-х ставках допоміжного персоналу. Один із співробітників кафедри зараз перебуває у лавах ЗСУ.

Кафедра астрофізики у 2022-2024 рр. забезпечувала підготовку бакалаврів за спеціальностями 104. «Фізика та астрономія», 014. «Середня освіта. Фізика та астрономія», 105. «Прикладна фізика та наноматеріали». У 2025 р. планується відкриття нової бакалаврської освітньої програми «Астрофізика та фізика космосу» у рамках 104-ї спеціальності. Кафедра також викладає астрономічні та астрофізичні дисципліни студентам магістратури, що навчаються за освітньою програмою «Теоретична фізика та астрофізика», а також PhD-студентам (аспірантам) – за освітньою програмою «Астрофізика та фізика космосу». У 2022-2024 рр. працівники АО та кафедри астрофізики склали основу журі учнівської Інтернет-олімпіади та III і IV етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з Астрономії (були членами журі, два з них були головами журі). Кафедра та працівники АО постійно популяризують астрономію серед учнів шкіл та ліцеїв, деякі з них керували науковими роботами учнів Малої академії наук.

**Вадим Кайдаш**, директор НДІ астрономії ХНУ ім. В.Н. Каразіна, надав інформації щодо наукової роботи установи в період війни. Виконується шість науково-дослідних робіт за рахунок державного бюджету України. Здійснюється виконання проекту НФДУ «Металеві астероїди: пошук батьківських тіл залізних метеоритів, джерел позаземних ресурсів» та виконуються грантові проекти «Розрахунок розподілу кругової поляризації від окремих сфероподібних частинок мікронних розмірів» та «Поляриметрія як інструмент дослідження поверхонь» у межах співробітництва із вченими США. Утримання об'єкту національного надбання України «Когерентно-оптичний процесор зображень» НДІ астрономії здійснюється за допомогою державного бюджету за постановою Кабінету Міністрів України № 527 від 1 квітня 1999 року. Співробітниками НДІ успішно захищено три дисертаційні роботи, а саме: **Сурков Є.С.** (PhD) «Мінералогічне картування поверхні Місяця за даними спектрофотометру МЗ космічного апарату Chandrayaan-1», 2023 р.; **Дмитренко А.М.** (PhD) «Координати галактичного вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3», 2023 р.; **Денищенко Софія Іванівна** (PhD) – «Структурні особливості галактики Чумацький Шлях за результатами кінематичного аналізу», 2024 р.



**Ірина Бельська**  
доктор фіз.-мат наук,  
пров. наук. співр.  
НДІ астрономії  
Харківського національного  
університету  
ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

Провідний науковий співробітник НДІ астрономії, д.ф.-м.н. **Ірина Бельська** обрана віце-президентом Секції Планетних систем та астробіології (Division F Planetary Systems and Astrobiology) Міжнародного астрономічного союзу. На честь співробітників кафедри астрономії та космічної інформатики та НДІ астрономії рішенням МАС названі малі планети Сонячної системи у 2023 р.: 30435 Slyusarev (**І.Г. Слюсарев**), 33931 Alexeysergeyev (**О.В. Сергеев**), 30769 Kaudash (**В.Г. Кайдаш**).

20.06.2023 р. в НДІ астрономії введено в експлуатацію сонячну електростанцію потужністю 21,6 кВт, що забезпечує живлення більшості споруд та робочих місць, підтримку безперервного освітнього процесу під час блекаутів в умовах воєнного стану. Побудова електростанції стала можливою завдяки Благодійному фонду Каразинського університету

Окупація Чугуївської спостережної станції російськими загарбниками в період з березня по вересень 2022 р. призвели до руйнування та грабунку станції і унеможливили астрономічні спостереження.

Перед харківськими астрономами стоять надважкі задачі відновлення функціонування станції, тому підтримка освітянської та наукової спільноти на національному та міжнародному рівні є критично необхідною у ці важкі часи. За підтримки УАА створено фонд відновлення Чугуївської Спостережної станції та оголошено збір коштів на два проекти: «Придбання астрономічних приладів» та «Відновлення інфраструктури спостережної станції».

У 2024 році харківські астрономи відзначають 200-річчя заснування кафедри астрономії в Харківському університеті та 130 років з дня народження одного із засновників Харківської планетної школи **Миколи Павловича Барабашова** (1894–1971). НДІ астрономії та кафедра дбайливо зберігають наукові традиції харківської школи астрономії та астрофізики, продовжують працювати і виконувати науково-дослідні роботи та проекти в умовах воєнного стану.



**Вячеслав Захаренко**  
доктор фіз.-мат наук,  
член-кор. НАН України,  
директор РІ НАН України,  
м. Харків

Директор Радіоастрономічного інституту НАН України **Вячеслав Захаренко** розповів про наслідки окупації та знищення найбільшого в світі низькочастотного радіотелескопа УТР-2 що поблизу села Волохів Яр. Російські військові зайняли територію обсерваторії і влаштували там вогневу позицію, а потім – усе розграбували. Наразі РІ, разом з НАН України та міжнародними партнерами вживають необхідних заходів до відновлення УТР-2, який між іншим має статус наукового об'єкту, що становить національне надбання. У підсумку слід зазначити, що війна створила надзвичайно важкі умови для розвитку української астрономії – зруйнована інфраструктура, зменшилося фінансування, багато визначних вчених покинули Україну.

Неможливість доступу до деяких спостережних станцій, як у Чугуєві, нестача ресурсів та фахівців – це лише частина викликів, з якими стикнулася астрономічна спільнота України. Однак, незважаючи на всі ці труднощі, українські астрономи продовжують свою діяльність і демонструють вражаючу стійкість та наполегливість. Наші здобутки в період війни, включаючи нові наукові публікації, участь у міжнародних проектах, презентації та видання наукових праць, а також організація конференцій свідчать про високий науковий рівень та відданість справі.

Співпраця з міжнародними колегами допомагає зберегти науковий потенціал країни, а створення фондів для відновлення зруйнованих об'єктів, як-от Чугуївської спостережної станції, є важливим кроком для відновлення української науки. Багато астрономічних установ адаптували свою роботу до умов війни, перейшовши на дистанційний формат або скориставшись підтримкою закордонних закладів.

Стійкість і незламність українських астрономів є прикладом, що підтверджує силу наукової спільноти навіть у часи надзвичайних випробувань. Ці зусилля, безсумнівно, стануть основою для відновлення та подальшого розвитку української астрономії після завершення війни. ■



# У ПОШУКАХ ГАЛАКТИК-АНАЛОГІВ ЧУМАЦЬКОГО ШЛЯХУ



*«То була моя мрія, зняти  
Чумацький Шлях  
над Катеринкою  
(козацький кафедральний собор  
Святої Великомучениці  
Катерини, Чернігів)...  
Однак, ніколи не думав,  
що відсутність світла для цих світ-  
лин стане можливим  
за умов важких обставин  
війни Росії проти України...»  
Автор: Андрій Казун*

**Н**аша Галактика – Чумацький Шлях (ЧШ) – має певні характеристики, що описують її структуру та еволюцію. Морфологічні, фотометричні, кінематичні та хемодинамічні властивості зазвичай враховуються при пошуку аналогів галактик Чумацького Шляху (АЧШ). Виявлення АЧШ-галактик із більшим числом параметрів одночасного відбору та більш суворими обмеженнями на задані параметри дає зразок галактик АЧШ із властивостями, що ближчі до істинних властивостей Чумацького Шляху. Загалом, такі параметри, як морфологічний тип, світність, кольорові індекси, структурні параметри (розмір, балдж, тонкі та товсті диски, внутрішнє кільце, гало), співвідношення балдж–диск, зоряна маса, швидкість зореутворення, металічність і швидкість обертання, використовувалися в різних комбінаціях для відбору галактик. Однак відхилення певних характеристик ЧШ у багатовимірному просторі АЧШ можуть бути суттєвими, тобто ЧШ має деякі індивідуальні особливості.

Такі риси можуть включати зоряну кінематику в певних регіонах, низьку активність ядра і відсутність значного злиття протягом останніх 10 мільярдів років (критерій ізольованості).

Морфологічні, кінематичні та багатохвильові властивості ЧШ, структура спіральних рукавів, хімічна еволюція, низька активність надмасивної чорної діри, космологічне походження та розташування Чумацького Шляху серед сусідніх галактик у космічній павутині є ключовими питаннями сучасної астрофізики.

Чи є Чумацький Шлях типовою гігантською спіральною галактикою? Якщо ні, то чим він відрізняється і скільки галактик-аналогів ЧШ існує? Те, що Чумацький Шлях має загальні співвідношення між різними параметрами, які є характерними для спіральних галактик, свідчить про те, що ЧШ не є чимось незвичайним серед галактик. Таким чином, антропний принцип є, принаймні як перше наближення, виправданим.

Це обґрунтовує відбір АЧШ за будь-якими параметрами ЧШ.

У ранніх роботах для пошуку АЧШ галактик враховували лише морфологічні (спіральна галактика з баром) та фотометричні параметри. Наприклад, у роботі *де Вокулера та Пенса (1973)* ізофотний  $R_{25}=11.5$  кпк і ефективний  $R_{\text{eff}}=5.1$  кпк радіуси визначалися за оптичними даними, як і інші параметри, такі, як діаметр внутрішнього кільця  $D(r)=6$  кпк, світність  $M_{T(B)}=-20.1$ , показник кольору  $B-V=0.53$ , в рамках двокомпонентної моделі структури Чумацького Шляху (сфероїдальної для балджа та експоненціальної для диска). Сучасне уявлення про структурні особливості нашої Галактики подано на рис. 1.

Mutch et al. (2011) створили список АЧШ, використовуючи зоряну масу та структурний параметр (профіль розподілу яскравості) як критерії відбору. Licquia et al. (2015) відібрали АЧШ галактики зі Слоунівського огляду неба, базуючи вибір на їх зоряній масі та темпі зореутворення. Boardman et al. (2020a) представили 62 АЧШ галактики з огляду MaNGA із критеріями відбору за зоряною масою та співвідношенням балдж-диск. Варто зазначити, що вибір АЧШ галактик, використовуючи лише дві характеристики, є типовим підходом і узгоджується з антропним принципом, який стверджує, що Чумацький Шлях не є чимось незвичайним серед інших галактик. Також слід врахувати, що наша Галактика має стабільні періоди обертання: для загальної спіральної структури – 220–360 млн років, для структури балджа – 160–180 млн років і для поточної галактичної позиції Сонця – 212 млн років (рис. 2).

Виявлення аналогів Чумацького Шляху із більшою кількістю параметрів відбору та більш строгими обмеженнями на задані параметри дозволяє отримати вибірку галактик, чії властивості ближчі до справжніх властивостей Чумацького Шляху. Загалом, такі параметри, як морфологічний тип, світність, показники кольору, структурні параметри (розмір, балдж, диск), співвідношення балдж-диск, зоряна маса, темп зореутворення, металічність і швидкість обертання) використовувалися у різних комбінаціях для порівняння з іншими галактиками.

З другого боку, якщо ми використовуємо більше критеріїв відбору, то кількість знайдених АЧШ-галактик значно зменшується або вони зовсім відсутні при пошуку. Так, Fraser-McKelvie et al. (2019) виявили лише 176 АЧШ серед більш ніж мільйона галактик із SDSS DR7, відбираючи їх за трьома параметрами: зоряна

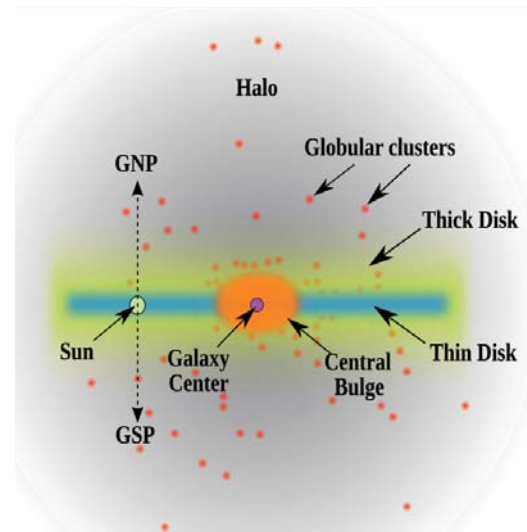


Рис. 1. Структура Чумацького Шляху (Credit: RJHall, at English Wikipedia): центральна частина, балдж, тонкий і товстий диски, кульсті скупчення, гало; вказано положення Сонця та напрямів галактичних північного і південного полюсів

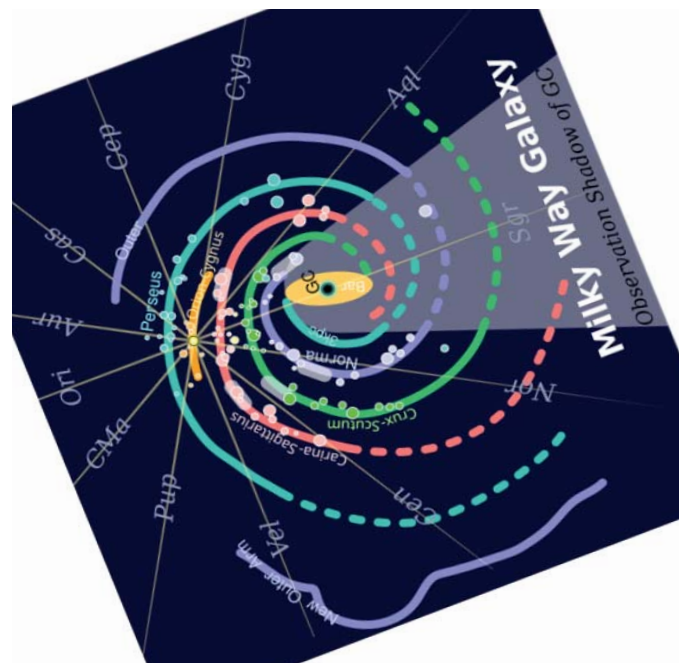


Рис. 1. Структура спіральних рукавів Чумацького Шляху: спостережувані частини рукавів (суцільні лінії) та екстрапольовані (штриховані). Назви рукавів позначені тонкими лініями, положення Сонця (ліворуч) на кінці лінії Орiona. Credit: Stachme, Kevin Krisciunas, Bill Yenne: "The Pictorial Atlas of the Universe", 2007, p. 145

маса, морфологія та співвідношення балдж-диск. Вони дійшли висновку, що наша Галактика має низький темп зореутворення  $\log_{10}(\text{SFR}/M_{\odot} \text{yr}^{-1}) = 0.22$ , і це не є незвичайним у порівнянні з іншими спіральними галактиками. Boardman et al. (2020a) використали чотири параметри (зоряна маса, темп зореутворення, співвідношення балдж-диск, довжина диска) і не виявили жодного аналога Чумацького Шляху у вибірці MaNGA. Tuntipova et al. (2021) обрали



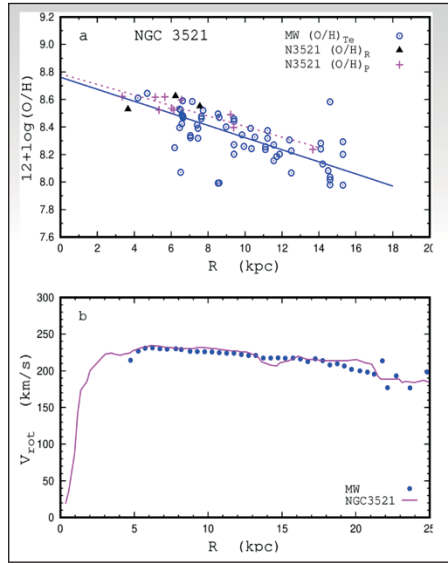


Рис. 3. Порівняння властивостей налактики NGC 3521 ( $\log M_* = 10.70$ ,  $R_{25} = 12.9$  кпк) і Чумацького Шляху ( $\log M_* = 10.71$ ,  $R_{25} = 12.0$  кпк). Зверху: радіальний розподіл вмісту кисню (області III у ЧШ - блакитні кружочки, в NGC3521 - трикутники і знак плюс); знизу: криві обертання (крапки - ЧШ, суцільна лінія - NGC 3521) (Pilyugin et al., 2024)

інші чотири параметри (зоряну масу, темп зореутворення SFR, співвідношення балдж-диск  $B/T$ , та ефективний радіус  $R_{\text{eff}}$ ) для ідентифікації АЧШ-галактик з огляду неба SAMI Galaxy Survey. Поєднання всіх цих параметрів дозволило знайти 10 аналогів Чумацького Шляху у вибірках GAMA та Cluster у рамках SAMI і виявити, що  $B/T$  є найменш важливим серед них.

Pilyugin et al. у серії робіт (2014, 2019, 2023) розглянули нові підходи для пошуку АЧШ-галактик. Вміст кисню характеризує рівень астрації (частку речовини, перетвореної на зорі) і, отже, є показником того, наскільки далеко галактика просунулася у своїй (хімічній) еволюції. Вони розглянули вибірку з близько 500 галактик з огляду MaNGA з критеріями відбору за трьома параметрами (зоряна маса  $M_*$ , оптичний радіус  $R_{25}$ , швидкість обертання  $V_{\text{rot}}$ ) для визначення вмісту кисню в центрі  $(O/H)_0$  і на ізофотному радіусі  $(O/H)_{R_{25}}$ . Вони виявили, що  $(O/H)_{R_{25}}$  у Чумацькому Шляху помітно нижчий, ніж в інших галактиках з подібним значенням у центрі  $(O/H)_0$ . А отже, найбільш помітною особливістю ЧШ є низька металічність на периферії (рис. 3). За цією ознакою було виявлено чотири галактики NGC 3521, NGC 4651, NGC 2903 і MaNGA M-8341-09101, які можна вважати двійниками Чумацького Шляху (Pilyugin et al, 2024).

Такі результати свідчать про те, що деякі параметри ЧШ можуть бути незвичайними або їх поєднання може бути рідкісним. У цьому сенсі ми пропонуємо інший підхід до пошуку ЧШ

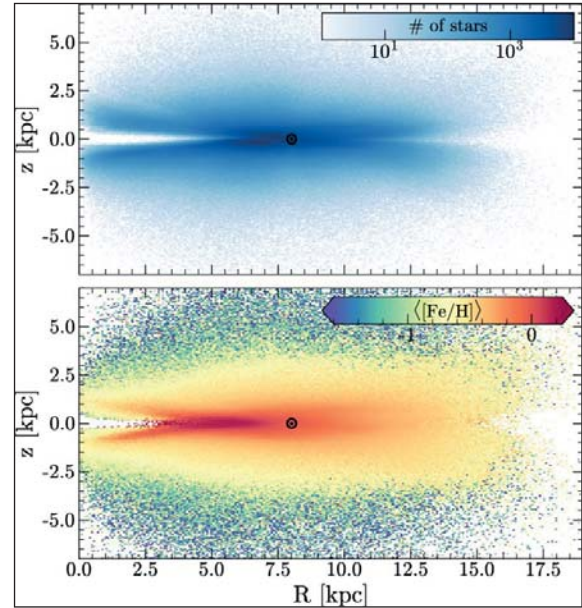


Рис. 4. Розподіл металічності  $\langle [Fe/H] \rangle$  в площині R-z Чумацького Шляху: негативний градієнт зі збільшенням вздовж радіуса і висоти (Rix et al., 2024)

шляхом виділення якомога більшої кількості індикаторів властивостей ЧШ (Vavilova et al., 2024). Це дає змогу розширити критерії відбору для визначення АЧШ, а також ширше розглянути, як властивості ЧШ виглядають для зовнішнього позагалактичного спостерігача.

Будучи типовою спіральною галактикою з баром, Чумацький Шлях має кілька важливих спостережуваних характеристик своєї еволюції. На нашу думку, використання декількох критеріїв відбору для пошуку аналогів Чумацького Шляху є більш ефективним підходом, який розширює загальну картину фізичних властивостей ЧШ та її аналогів, зменшує потенційні упередження в дослідженнях ЧШ та збагачує наші знання для визначення необхідних умов пошуку аналогів Чумацького Шляху.

Отже, зазвичай враховуються такі параметри:

1. Морфологічні та фотометричні параметри, масштабні розміри структур, металічність, зоряна маса, темп зореутворення.

**Морфологічний тип** нашої Галактики визначено як SAB(rs)bc відповідно до де Вокулера і Пенса (1978). Тип SBc (тип T=4) зазвичай використовується для пошуку АЧШ-галактик.

**Основні структурні параметри та металічність.** Чумацький Шлях є гігантською дисковою галактикою, що має чотири (або два?) спіральних рукави із певними кутами закручування (рис. 2), балдж, бар, внутрішнє кільце та гало. Товщина тонкого і товстого дисків зазвичай оці-



нюється в межах 220–450 парсек і 2,6 кілопарсека відповідно.

**Металічність** як ключовий параметр хемодинамічної еволюції розкриває багато факторів, які визначають структурні параметри Чумацького Шляху. При цьому наша Галактика є надзвичайно компактною для своєї швидкості обертання і світності, маючи холодний бар, зоряне населення якого відмінне від населення в балджі.

Хімічні властивості ЧШ є нетиповими в кількох аспектах. З одного боку, ЧШ є однією з найбільш багатих на кисень спіральних галактик у тому сенсі, що металічність у центрі близька до максимально досяжного значення. З іншого боку, вміст кисню вздовж оптичного радіуса помітно нижчий, ніж у галактиках з подібною центральною металічністю. Водночас, ЧШ має дуже крутий градієнт металічності порівняно з більшістю гігантських спіральних галактик, в яких зміна надлишку кисню вздовж оптичного радіуса є досить малою. Іншою особливістю є те, що диск ЧШ сформувався досить рано, протягом перших кількох мільярдів років своєї еволюції. Це узгоджується із загальною популяцією дискових галактик з масою АЧШ. Нагадаємо, що зазвичай вважають, що товщина тонких і товстих дисків становить 220–450 пк і 2.6 кпк відповідно.

Серед інших хемодинамічних особливостей ЧШ, які порівнювали з АЧШ, отриманими в космологічних симуляціях TNG50, відзначимо нещодавнє фундаментальне дослідження Rix et al. (2024). Використовуючи дані Gaia XPSpectra, вони виявили універсальну особливість для ЧШ і АЧШ: їхні надзвичайно багаті на метали гігантські зорі ( $M/H_{\text{HP}} > 0$ ) здебільшого сконцентровані в компактному центральному динамічно гарячому вузлі з  $R < 1.5$  кпк. Беручи до уваги, що зорі ЧШ, бідні на метали, також зосереджені в центральній частині на відстані кількох кілопарсек, майбутні дослідження за допомогою SDSS-V, як пишуть ці автори, дозволять точніше оцінити зоряне населення.

Інший «бік» нашої Галактики, гало 10–80 кпк, досліджували Han et al. (2024) за даними H3 Survey. Вони виявили сильну кінематичну асиметрію розподілу і, як наслідок, холодну та кінематично гарячу фракції зір з дисперсіями радіальних швидкостей 70 км/с та 160 км/с відповідно.

**Внутрішнє кільце.** Щодо особливостей внутрішнього кільця, то Wylie et al. (2022) із вибіркою зірок внутрішньої частини Галактики APO-

GEE DR16 досліджували зовнішню область бару. Вони розглянули орбіти зорь із повільними швидкостями у потенціалі бар–балдж, побудувавши карти їхньої металічності  $[Fe/H]$ , густини та віку. Автори дійшли висновку, що внутрішня кільцеподібна структура ЧШ має середній вік і градієнт збагачення металом вздовж головної осі, яка знаходиться між плоским баром і областю коротації.

**Фотометричні параметри.** Для пошуку АЧШ зазвичай беруть до уваги такі фотометричні параметри: зоряну масу, темп зореутворення; клас світності (II); ізофотний діаметр  $D_{25} = 26.8$  кпк з прийнятою центральною поверхневою яскравістю  $\mu_0 = 22$  B-mag/arcsec<sup>2</sup> і довжини шкали диска  $h = 5$  кпк; ізофотний радіус зазвичай приймають  $R_{25} = 12$  кпк; розмір зоряного диска до 1.35 кпк.

**Маса нашої Галактики** має різні оцінки в залежності від методів та області, в якій проводиться оцінка: від  $8.5 \times 10^{11} M_{\text{Sun}}$  до  $1.4 \times 10^{12} M_{\text{Sun}}$ . Віріальна маса на галактоцентричній відстані менше 21.1 кпк становить  $M_{\text{vir}} = 0.2 \times 10^{11} M_{\text{Sun}}$ ; зоряна маса  $M_{\star} = 5 \times 10^{10} M_{\text{Sun}}$  або  $\log M_{\star} = 10.7$  з лінійною шкалою (B/T,  $R_{\text{eff}}$ ); кількість зір  $N = (1-4) \times 10^{11}$ , але зорі диска Галактики були виявлені за допомогою космічного апарату Gaia навіть за межами 25 кпк від центру ЧШ; густина темної матерії в області положення Сонця MDM =  $0.0088 M_{\text{Sun}} \text{ пк}^{-3}$ , але область темної матерії може простягатися до  $\sim 600$  кпк в гало; темп зореутворення  $\text{SFR} = 1.78 \pm 0.36 M_{\text{Sun}} / \text{рік}$ .

У цьому контексті симуляція Illustris(TNG50), що містить приблизно 100 АЧШ-галактик за масою, може бути використана для визначення їхніх еволюційних треків, щоб з'ясувати, чи існує типовий сценарій еволюції, який призводить до утворення АЧШ-галактик, або оцінити ймовірності різних сценаріїв їхнього утворення.

Ми пропонуємо шукати такий параметр Чумацького Шляху в просторі параметрів, який показує максимальне відхилення від кореляційного співвідношення для АЧШ-галактик. Цей параметр використовується як основний критерій для відбору АЧШ-галактик. Оскільки пошук АЧШ-галактик можливий за будь-якими параметрами ЧШ, ми пропонуємо збільшити їхню кількість як для пошуку АЧШ-галактик, так і для уточнення їхніх властивостей.

У більшості досліджень, як бачимо, галактики-аналоги ЧШ обиралися за двома/трьома параметрами: зоряною масою та деяким додат-

ковим параметром, як правило, відношенням балджа до диска (bulge-to-total), темпу зореутворення. Враховуючи ці параметри, ми пропонуємо вважати першою необхідною умовою пошуку АЧШ-галактик вважати критерій її ізольованості у просторі, а також додати такі властивості ЧШ, як слабку активність ядра і малу масу надмасивної чорної діри (SMBH) та 3D-кінематику для отримання тривимірної кривої обертання і деякі відомі властивості мультахвильового випромінювання ЧШ, пов'язані з її еволюцією.

**3D-кінематика руху зір** може слугувати індикатором для пошуку АЧШ. У серії робіт Fedorov et al. (2021, 2023, 2024) досліджували область Чумацького Шляху за допомогою Gaia EDR3 в діапазонах координат  $120^\circ < \Theta < 240^\circ$ ,  $0 \text{ кпк} < R < 16 \text{ кпк}$ ,  $-1 \text{ кпк} < Z < 1 \text{ кпк}$  на вибірках зір червоних гігантів і субгігантів, центроїди яких лежать у площині ЧШ. Вперше було отримано залежність їхніх кінематичних параметрів від галактоцентричних координат, а також параметри швидкості обертання  $\partial V_R / \partial \Theta$  і  $\partial V_\Theta / \partial \Theta$ .

Наш підхід включає завдання дослідити тривимірну кінематику значної частини ЧШ на основі даних GAIA DR3 в рамках моделі **Огороднікова-Мілна** і використати визначені тензори деформації та швидкості обертання для встановлення спіральної структури ЧШ. Досліджуваний простір зоряних систем обмежений галактоцентричними координатами  $4 \text{ кпк} < R < 14 \text{ кпк}$ ,  $140^\circ < \Theta < 220^\circ$  та  $3 \text{ кпк} < Z < 3 \text{ кпк}$  (рис. 5).

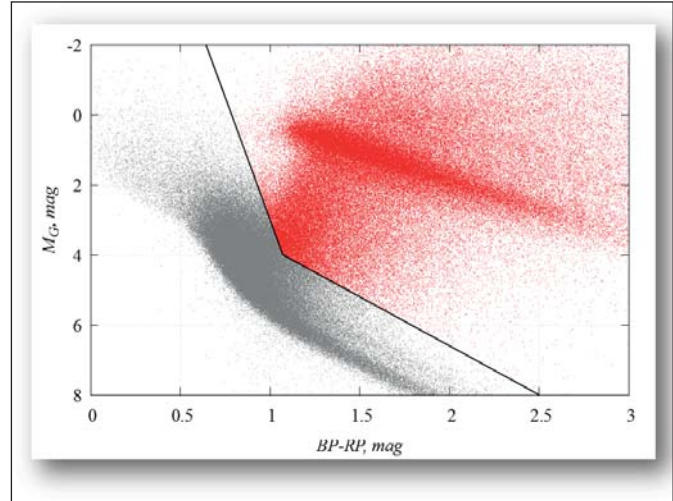


Рис. 5. Розподіл 14.2 млн зорь червоних гігантів і субгігантів (червоний) і зір головної послідовності (чорний) на діаграмі «зоряна величина – різниця показників із кольору у фільтрах  $G_{BP}$  і  $G_{RP}$ » у фотометричній системі даних космічної обсерваторії GAIA (Fedorov et al., 2023)

У цій області переважають старі зорі, які розподілені більш рівномірно, ніж молоді блакитні зорі. Використовуючи отримані компоненти просторових швидкостей центроїдів і кінематичні параметри, ми зможемо побудувати  $V_{rot}(R)$  та їхній нахил у цій області, а також визначити параметри спіральних рукавів, зокрема координати вершин різних зоряних областей. Ці результати можуть слугувати характерними ознаками для застосування машинного навчання в задачах пошуку АЧШ з кінематично холодним диском, що обертається. Переваги 3D кінематики зір показано на рис. 6.



Рис. 6. Ілюстрація переваг використання 3D кінематичних параметрів зір і зоряних систем та революційного збільшення даних про зорі нашої Галактики, які отримані за допомогою космічної обсерваторії GAIA. Як приклад показано збільшення обсягу даних про зорі червоні гіганти і субгіганти

Нагадаємо також, що наша Галактика має як слабку активність ядра, так і малу масу надмасивної чорної діри:  $M_{\text{SMBH}} = 4.61 \times 10^6 M_{\text{Sun}}$ . Центральний об'єкт Sgr A\* зазвичай перебуває у стані спокою, але іноді демонструє швидкі спалахи випромінювання. Це класифікує його як галактичне ядро низької світності, що випромінює на рівні  $10^{-8}$  від границі Еддінгтона. У такому режимі активності ядро ЧШ не має типового газопилового тору, як в багатьох активних ядрах, а має так званий «навколоядерний диск» (CND) у вигляді тороподібного пило-молекулярного газу навколо Sgr A\*, що простягається від  $\sim 1$  пк до 5 пк (рис. 7).

**Критерій ізольованості.** Чумацький Шлях можна вважати ізольованою галактикою протягом тривалого часу його еволюції. Умови останнього великого злиття нашої Галактики з об'єктом Gaia-Sausage-Enceladus (GSE), виявлені за розподілом зір гало Чумацького Шляху, вказують, що ця подія відбулася приблизно 8–11 млрд років тому на червоних зміщеннях  $z \sim 2$ . Щонайменше вісім кулястих скупчень від GSE стали членами Чумацького Шляху разом із іншими зорями, газом та темною матерією загальною масою  $50 \times 10^9 M_{\text{Sun}}$ . Зорі, які злилися з Чумацьким Шляхом, мають дуже витягнуті орбіти, а крайні точки їх орбіт знаходяться приблизно в 20 кпк від центру Галактики (рис. 8). Результати чисельного моделювання з високою розрізненістю цього злиття (Naidu et al., 2021) дозволили, зокре-

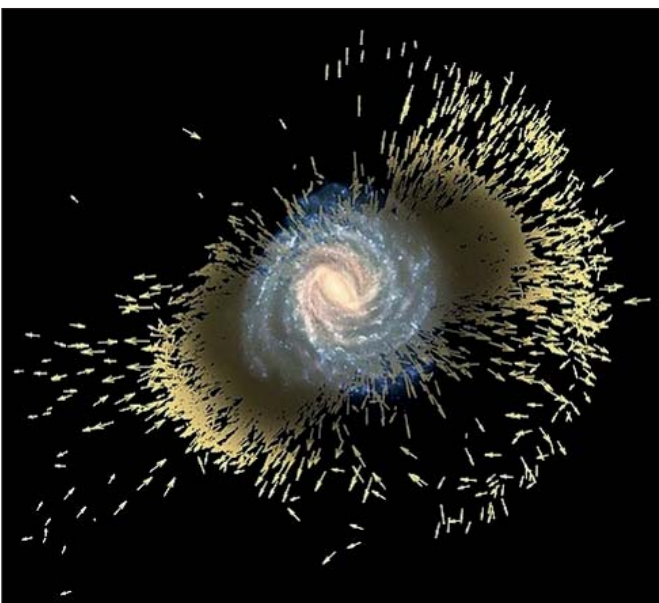


Рис. 8. Ілюстрація спостережуваних зараз наслідків великого останнього злиття нашої Галактики з об'єктом Gaia-Sausage-Enceladus, виявлені за розподілом зір гало. GAIA posters (2021-2023) [https://gruze.org/posters\\_dr3/](https://gruze.org/posters_dr3/)

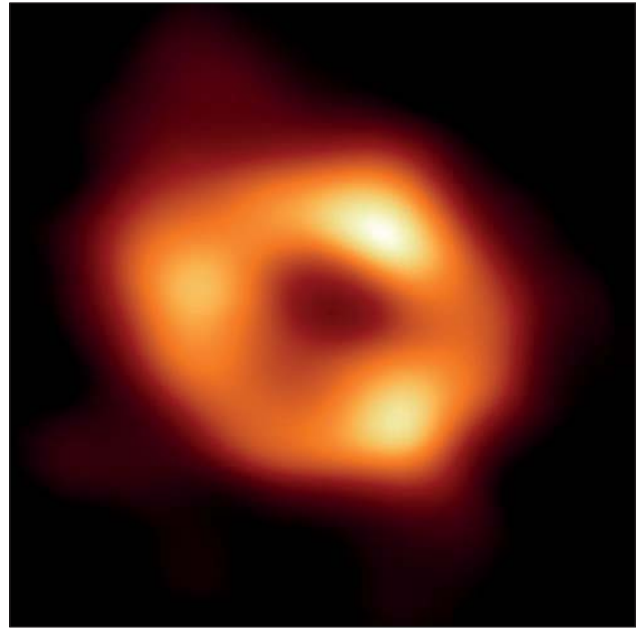


Рис. 7. Перше зображення центрального об'єкта Sgr A\* (Стрілець A\*) у нашій Галактиці, отримане за допомогою Event Horizon Telescope у 2022 р. Sgr A\* випромінює, головним чином, в радіо, ІЧ- та X- діапазонах

ма, визначити як орбітальні параметри злиття з двома розривами профілю розподілу густини маси на  $\sim 15$ -18 кпк і 30 кпк, так і розподіл маси зоряної і темної матерії між GSE і Чумацьким Шляхом. Отже, можна прийняти за робочу гіпотезу, що особливості ЧШ зумовлені його еволюцією без великих злиттів протягом останніх 10 млрд років і необхідною умовою пошуку АЧШ-галактик і критерій їхньої ізольованості.

Розглянемо критерій ізольованості галактик АЧШ в масштабах гравітаційного впливу сусідніх галактик, щоб дослідити роль супутників в еволюції галактик АЧШ.

Що таке малі злиття? Як Магелланові Хмари (газові резервуари) впливають на еволюцію ЧШ? Припускається, що Магелланові Хмари можуть бути інтерлоперами з віддаленої частини Місцевої Групи, а не справжніми супутниками Чумацького Шляху, тобто Велика Магелланова Хмара (ВМХ) знаходиться на першому етапі зближення із ЧШ. На цю тему виконано багато робіт, в яких отримано оцінки гравітаційних ефектів від малих галактик-супутників ЧШ і проаналізовано темпи зореутворення в системах галактик, подібних до системи ЧШ, використовуючи прогнозовані відстані між галактиками.

Яким буде майбутнє зіткнення Чумацького Шляху з галактикою Андромеди (M31) приблизно через 5 млрд років? *Sawala et al. (2024)* використали дані спостережень GAIA та Hubble Space Telescope для визначення динамічного



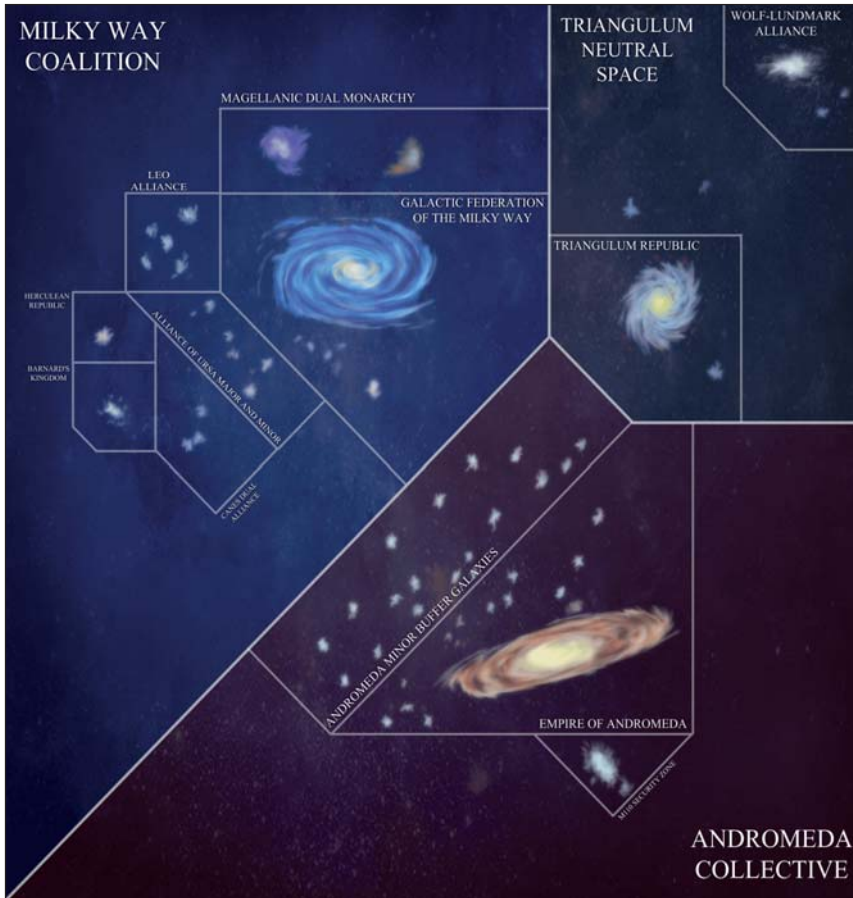


Рис. 9. Ілюстрація «гравітаційної боротьби» упродовж мільярдів років між Чумацьким Шляхом з його супутниками і Туманністю Андромеди (М31) з її супутниками (swedishplayer97)

процесу злиття системи ЧШ-М31. Ці автори передбачили, що М33 і ВМХ, як і інші члени Місцевої групи, можуть зробити це злиття менш імовірним, оскільки орбіта ВМХ проходить перпендикулярно до орбіти системи ЧШ-М31. Більше того, існуючі невизначеності в теперішніх

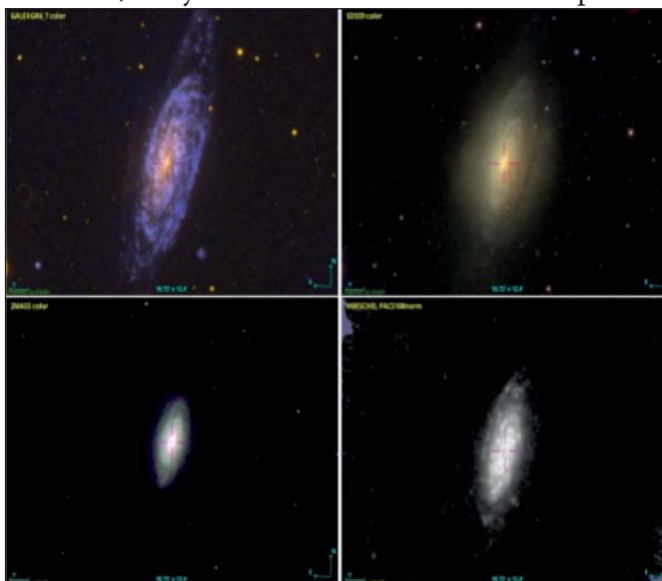
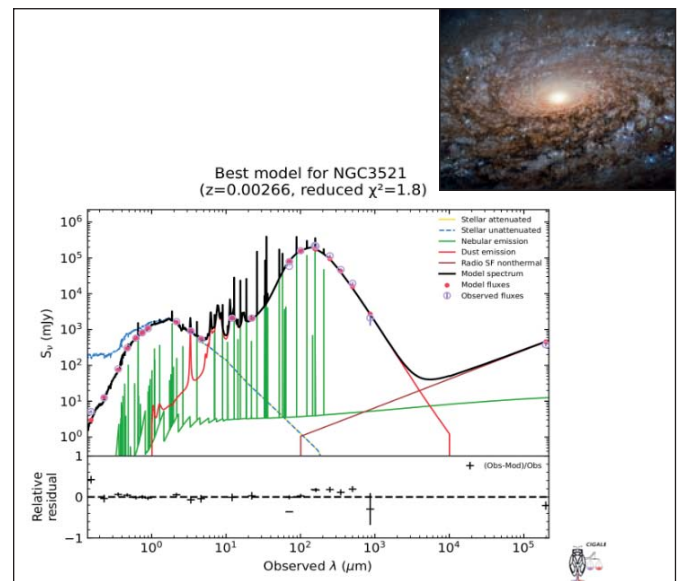
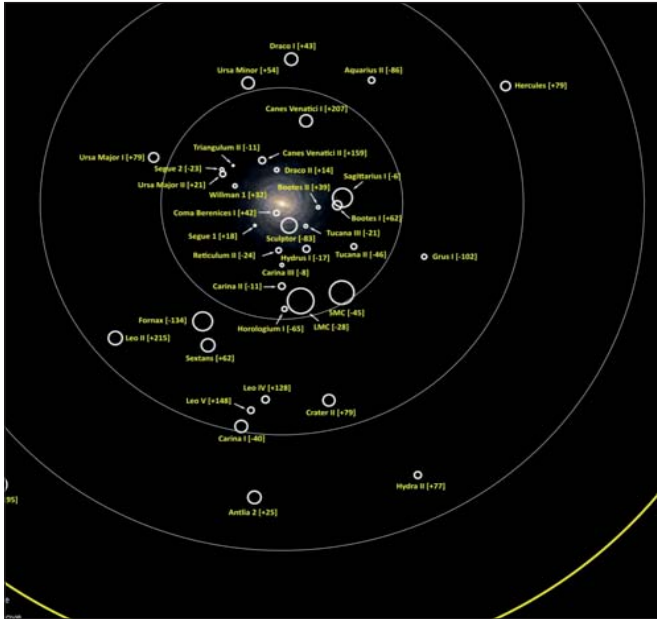


Рис. 10. Ліворуч – мультиспектральні зображення галактики NGC 3521: в УФ-, оптичному та ІЧ- спектральних діапазонах. (зверху праворуч) Оптичне зображення галактики NGC 3521, отримане Hubble Space Telescope (2015 р.). (знизу праворуч) Спектральний енергетичний розподіл NGC 3521, галактики-близнюка Чумацького Шляху, в діапазоні УФ-, оптичний, ІЧ-, радіо (21 см) (Pastoven et al., 2024)

кінематичних і динамічних (маси) даних для галактик Місцевої Групи дають 50 % – 50 % ймовірності злиття нашої Галактики з М31 протягом наступних 10 млрд років. Певну роль може відігравати не лише правильне визначення модулів відстаней та геометрія орбіти цих систем галактик, але й положення Місцевого Войду поруч із Місцевою Групою галактик та віддаленість Чумацького Шляху від Місцевого Войду. Для вивчення ролі взаємодії з сусідніми (карликовими/нормальними) галактиками в еволюції ЧШ (рис. 11) доступні параметри їхньої ізольованості (проект AMIGA). Наприклад, ізольовані галактики демонструють мультиспектральні властивості, які відмінні від галактик у щільному оточенні та мають слабку світність зокрема в радіо та X- спектральних діапазонах.

**Мультиспектральні дані** для вивчення енергетичного спектрального розподілу (SED) АЧШ-галактик зазвичай збираються в різних оглядах неба, отриманих за допомогою наземних і космічних телескопів. Серед них заслуговують на увагу галактики-близнюки ЧШ. Наприклад, галактика NGC 3521 (рис. 10) є однією з таких ЧШ-близнюків за баріонною масою, швидкістю обертання, масштабною довжиною диска та металічністю.





**Рис. 11.** Найближче оточення Чумацького Шляху (галактики-супутники) в межах області 20 кпк. GAIA posters (2021-2023) [https://gruze.org/posters\\_dr3/](https://gruze.org/posters_dr3/)

Спектральний енергетичний розподіл галактики NGC 3521, змодельований у програмному середовищі SIGALE, подано на рис 1. Для цієї галактики недостатньо даних, щоб побудувати повний SED, зокрема спостережувані дані з українського радіотелескопа УТР-2 у декаметровому діапазоні (РІ НАН України), отримані в 2022 р., у дні буквально напередодні війни, будуть дуже корисними як для побудови повної SED, так і для пояснення деяких особливостей нашої Галактики, таких, як галактичне фонове радіовипромінювання або Північний полярний шпур. Архів радіотелескопа УТР-2 містить великі обсяги даних 24-годинних спостережень для 4-5 позицій NGC 3521 за нахилом.

Цікавий очікуваний результат знаходження вигляду ЧШ для зовнішнього спостерігача може

бути досягнутий при використанні машинного навчання для класифікації за фотометричними параметрами та особливостями зображення (бар та балдж, структура спіральних рукавів, кут нахилу тощо), а також отриманої тривимірної кінематики Чумацького Шляху.

Вибірки кандидатів на роль АЧШ-галактик повинні містити максимально можливу кількість особливостей ЧШ. Це дає змогу оптимізувати необхідні та достатні умови для виявлення галактик АЧШ. Космологічні симуляції TNG50, у свою чергу, дають змогу з'ясувати, які саме єдині/різні еволюційні шляхи призвели до утворення галактик АЧШ.

Людей завжди цікавило, чи є наше місце проживання у Всесвіті особливим, чи існують інші подібні місця. Спочатку були пошуки планет біля інших зір після відкриття перших екзопланет почався пошук планет земної групи та планетних систем, схожих на Сонячну систему. Пошук галактик-аналогів Чумацького Шляху є наступним кроком, що має як фундаментальне, так і світоглядне значення.

Ця робота підтримується Національним фондом досліджень України (проект № 2023.03/0188). ■

**Ірина Вавилова, Дар'я Добричева,  
Анатолій Василенко, Ольга Сергієнко,  
Олена Компанієць** (ГАО НАН України, Київ);  
**Петро Федоров, Артем Дмитренко,  
Владислав Храмов** (НДІ астрономії  
ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Харків);  
**Євген Васильківський**  
(РІ НАН України, Харків)

#### Література:

- Boardman, N., Zasowski, G., Seth, A., et al. (2020). Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 491, Is. 3, 3672—3701
- de Vaucouleurs, G., Pence, W. D. (1978). Astron. J., 83, 1163—1173.
- Fedorov, P. N., Akhmetov, V. S., Velichko, A. B., et al. (2023). Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 518, Issue 2, 2761—2774.
- Fraser-McKelvie, A., Merrifield, M., Aragón-Salamanca, A. (2019). Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 489, Is. 4, 5030—5036
- Han, J. J., Conroy, C., Zaritsky, D., et al. (2024). arXiv.2406.12969
- Licquia, T. C., Newman, J. A., Brinchmann, J. (2015). Astrophys. J., 809, Issue 1, article id. 96, 19 p.
- Mutch, S. J., Croton, D. J., Poole, G. B. (2011). Astrophys. J., 736, Is. 2, article id. 84, 11 p
- Naidu, R. P., Conroy, C., Bonaca, A., et al. (2021). Astrophys. J., 923, Is. 1, article id. 92, 24 p
- Pastoven, O.S., Kompaniets, O.V., Vavilova, I.B., Izviekova, I.O. (2024). Space Sci. Technol. 30, No. 6 (151). 10 P.
- Pilyugin, L. S., Tautvaišienė, G., Lara-López, M. A. (2023). Astron. Astrophys., 676, id. A57, 28 p.
- Rix, H.-W., Chandara, V., Zasowski, G., et al. (2024). arXiv.2406.01706
- Sawala, T., Delhomelle, J., Deason, A. J., et al. (2024). arXiv.2408.00064
- Vavilova, I.B., Fedorov P. M., Dobrycheva D. V., et al. (2024). Space Sci. Technol.. 30, No. 4 (149). P. 81—90
- Wylie, S. M., Clarke, J. P., Gerhard, O. E. (2022). Astron. Astrophys., 659, id.A80, 8 p.
- Pastoven, O.S., Kompaniets, O.V., Vavilova, I.B., Izviekova, I.O. (2024). Space Science and Technology. 30, No. 6 (151). 10 P.

# БІЛИЙ СЛОН ПІД НАЙТЕМНІШИМ НЕБОМ ЄВРОПИ

*Піп Іван – третю за висотою гору українських Карпат увінчує Гуцульська піраміда, відома також як Білий Слон. Це колишня польська обсерваторія. Перед Другою світовою війною вона працювала лише два роки, а потім, за понад 70 років забуття, перетворилася на руїну. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника разом із партнерами з Варшавського університету поступово повернули обсерваторію до життя. Нині тут уже працюють біологи, метеорологи та екологи. А незабаром за допомогою телескопів Білого Слона науковці знову спостерігатимуть за зірками, астероїдами й метеоритами. Численні туристи з нетерпінням очікують на закінчення війни і появу цікавих екскурсій до Міжнародного наукового центру «Обсерваторія» (МНЦ) на горі Піп Іван.*



**Яна Стадільна**  
шеф-редактор вебсайту  
БІЛИЙ СЛОН Міжнародного  
наукового центру  
«Обсерваторія»,  
Прикарпатський національний  
університет  
ім. Василя Стефаника,  
м. Івано-Франківськ

## Фортеця науки та мудрості

**А**строномічну обсерваторію на горі Піп Іван (Попіван, як кажуть місцеві мешканці, адже тут «співають-попівують» сильні вітри) на висоті 2028 метрів над рівнем моря вперше було введено в експлуатацію у 1938 році Варшавським університетом.

Товщина стін Гуцульської піраміди із вапнякових блоків, складених силами жителів навколишніх сіл, становила півтора метра. Будівля мала 5 поверхів, 43 приміщення та 57 вікон. Два поверхи зі східного боку і п'ять рівнів будівлі із західного надавали споруді величного й неприступного вигляду фортеці. З південного боку поляки розташували ротонду із 33-сантиметровим астрографом виробництва британської фірми «Sir Howard Grubb Parson & Co». Астрономічний відділ обсерваторії був філією астрономічної обсерваторії Варшавського університету, а її метеорологічний відділ підпорядковувався Національному інституту метеорології у Варшаві.

Під час Другої світової війни обсерваторію було пограбовано, а у післявоєнний період вона зазнала руйнації від природи та вандалів. Узимку покинута людьми будівля без даху й вікон цілком обмерзала і ставала схожою на велетенського Білого Слона...

На момент прийняття Прикарпатським та Варшавським університетами рішення про відновлення обсерваторії від неї залишалися тільки напівзруйновані кам'яні стіни.

Проект «другого життя» обсерваторії було схвалено президентами України й Республіки Польща в липні 2007 року, а в грудні зафіксовано у спільному комюніке «Загальні виклики – нові аспекти стратегічного партнерства», а також у «Дорожній карті співробітництва України – Польщі», підписаній у вересні 2009 року. Того ж року проект отримав патронат президентів України і РП.





У 2012 році ініціаторами відбудови було розпочато консервацію будинку. Проведено роботи з реставрації стін та накриття дахом. Важливим етапом стало очищення приміщення від багатометрового шару спресованого десятиліттями сміття. Тоді здавалося, що за два-три роки обсерваторія знову запрацює. Але тоді ніхто не знав, які виклики чекають на Україну в найближче десятиліття.

Тож першими мешканцями оновленої обсерваторії стали рятувальники. Від 16 вересня 2017 року в невеликому окремому відремонтованому за грантові польські гроші приміщенні розпочав постійне цілодобове чергування Чорногірський гірський рятувальний пост Управління ДСНС України в Івано-Франківській області.

22 лютого 2019 року було підписано Грантову угоду між Прикарпатським національним університетом імені Василя Стефаника та Міністерством інвестицій і розвитку Республіки Польща щодо проекту «Адаптація колишньої обсерваторії на горі Піп-Іван для потреб високогірного рятувального центру» (PIMReC) у рамках програми транскордонного співробітництва Європейського Союзу. Завдяки коштам цього проекту станом на вересень 2023 року університети у співпраці з рятувальними службами України та Польщі змогли на 2/3 відремонтувати приміщення обсерваторії та придбати сучасне метеообладнання, яке використовують і рятувальна служба, і науковці. Завдяки ще одному польському гранту у 2024 році на горі було встановлено сонячні батареї для автономізації поста еколого-кліматичного моніторингу МНЦ.

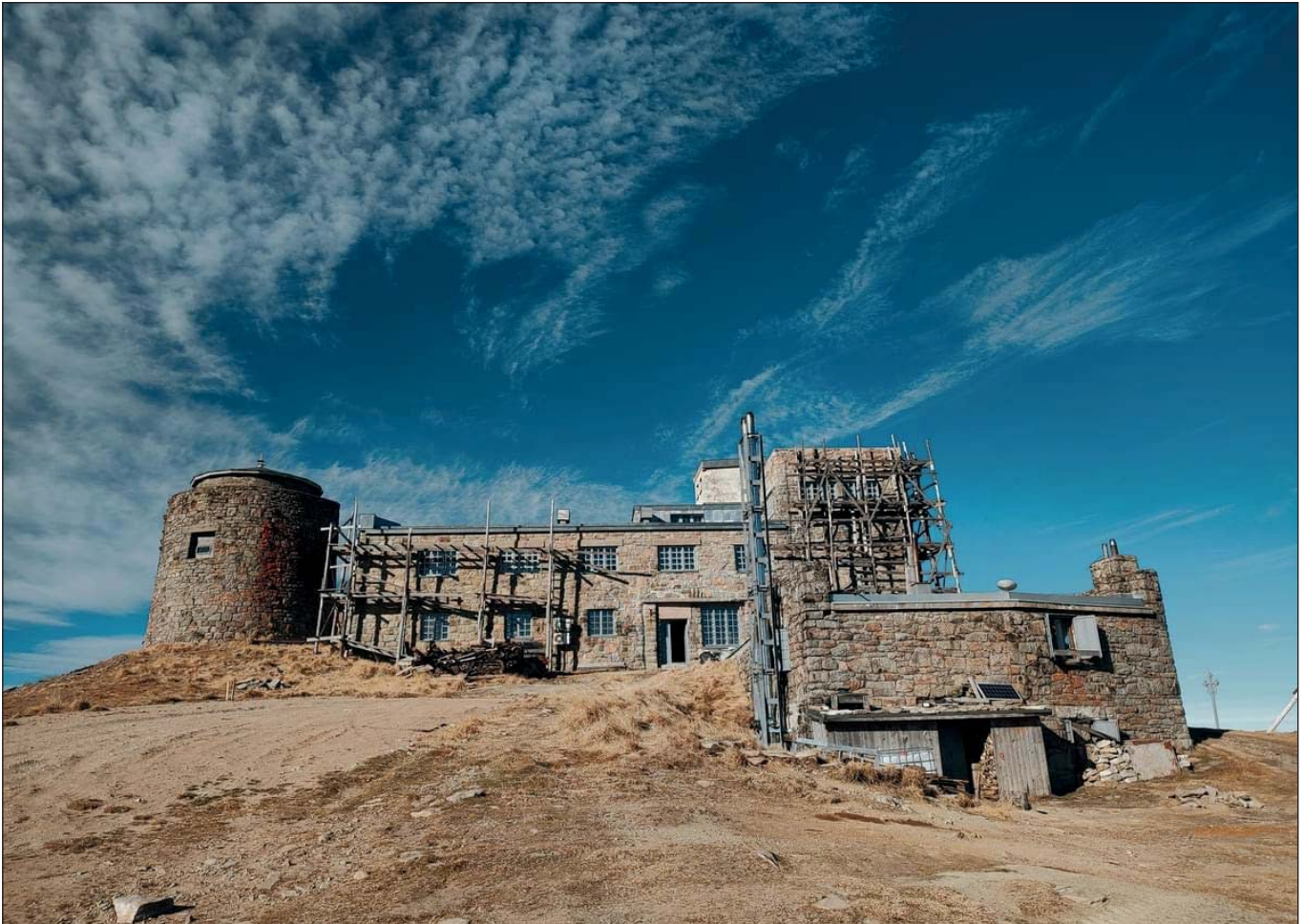
Будівля Білого Слона, розташована на території Карпатського національного парку, є власністю МОН України й перебуває у господарському розпорядженні Прикарпатського національного університету.

Міжнародний науковий центр «Обсерваторія» Прикарпатського та Варшавського університетів є унікальним для України простором взаємодії освіти і науки, безпеки і туризму, культури та історії. Нині це навчально-науковий центр практик для студентів і науковців, який діє у весняно-літній період, а взимку працює як міжнародна школа гірського рятувництва. Метеодослідження тут відбуваються цілий рік.

Діяльність МНЦ наразі спрямована на еколого-кліматологічні спостереження, вивчення біологічного й ландшафтного різноманіття, збереження природно-заповідного статусу Чорногірського масиву, розвиток «зеленого» туризму і громадської науки (citizen science), а також еколого-освітні та просвітницькі заходи.

## Передбачаючи погоду та захищаючи Карпати

У рамках грантового транскордонного проекту Європейського Союзу PIMReC 2023 року в обсерваторії було встановлено автоматичну метеостанцію Vaisala Automatic Weather Station AWS310 з датчиками температури, відносної вологості повітря і точки роси, тиску атмосферного повітря, опадів, тривалості сонячного світла, швидкості та на-



прямку вітру, довго- та короткохвильової радіації й низки показників якості атмосферного повітря (дво- та монооксидів нітрогену, озону, монооксиду вуглецю, твердих часток PM 2,5 і PM10).

Відстеження цих параметрів є вкрай важливим у світлі глобальних процесів зміни кліматичних характеристик, які спричиняють трансформації умов природно-географічних областей, зокрема й Карпатського регіону. Це проявляється також зміною видового складу природних рослинних і тваринних угруповань, зміщенням верхньої межі лісу, заростанням альпійських лук тощо й призводить до низки природно-екологічних й соціально-економічних наслідків.

Невідворотність процесу глобального потепління змушує розробляти функціональні стратегії адаптації регіонів до зміни клімату, ефективність яких визначається об'єктивністю даних екомоніторингових досліджень. Саме над цим працюють нині науковці Прикарпатського національного університету.

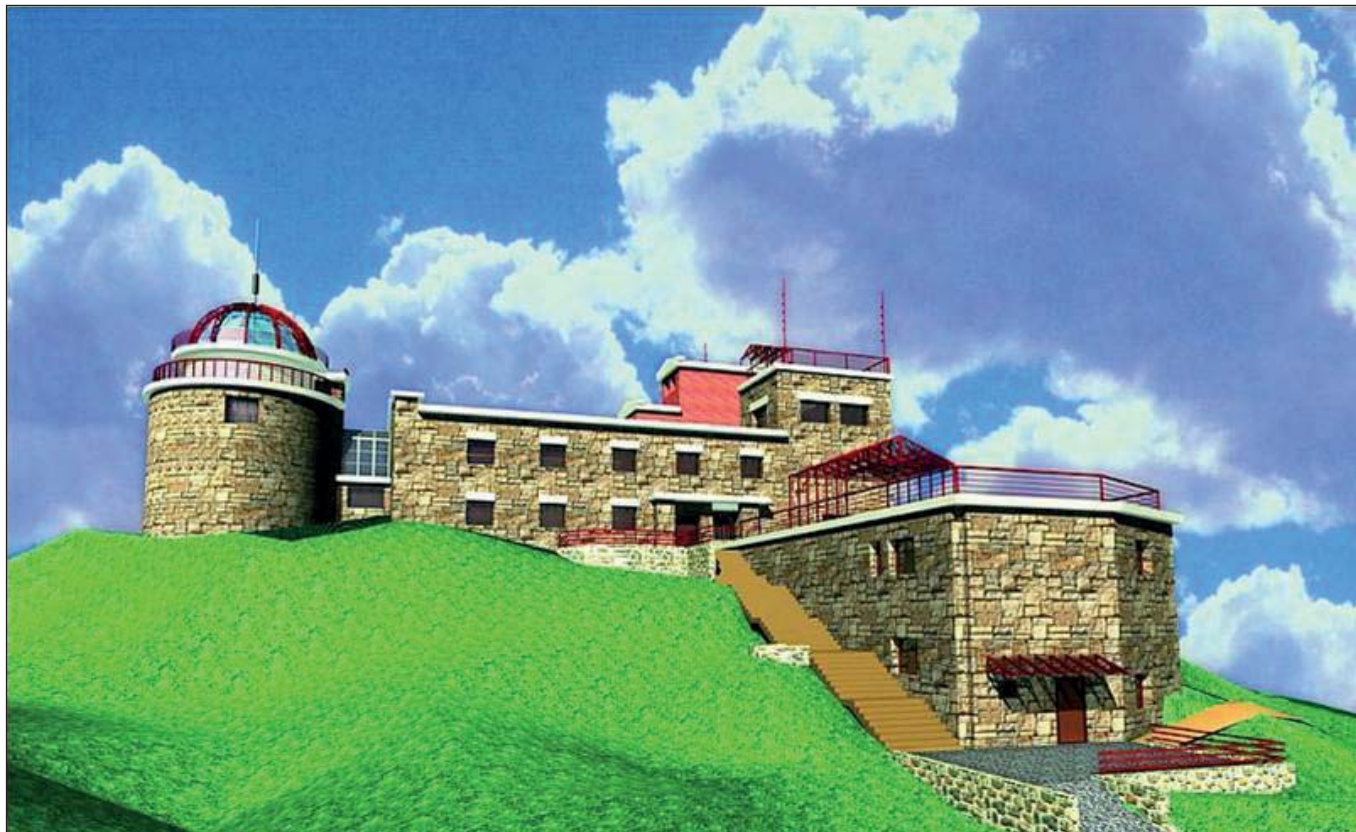
Івано-Франківщина є однією з трьох пілотних областей, які увійшли до проекту Арена 3 і підлягають комплексній оцінці вразливості до змін клімату, розробленню заходів щодо стійкості та розрахунку витрат на адаптацію. Нині тривають

роботи з налагодження функціонування метеостанції та її приєднання до міжнародної мережі синоптичних станцій Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО). Це дасть змогу вже у звичайному режимі вивчати тенденції зміни метеорологічних і геліогеофізичних параметрів у коротко- та довготерміновій перспективі.

Еколого-аналітичне обладнання МНЦ «Обсерваторія» є важливим і практично єдиним на теренах транскордонного простору джерелом інформації про стан нижніх і верхніх шарів атмосфери, переміщення повітряних мас із наявними домішками через Карпатську дугу, про умови та ймовірність виникнення вторинного забруднення атмосфери, а також процеси розсіювання поллютантів тощо.

Дані щодо метеоумов є цінними також для відстеження аеродинаміки хімічних і радіоактивних речовин, які можуть потрапляти у довкілля в разі актів екоциду, пов'язаних з емісією забруднювачів і процесами горіння. Доукомплектація наявного метеопункту аналітичним обладнанням для визначення додаткових параметрів якості атмосферного повітря з можливістю дистанційної передачі даних забезпечить високоякісні еколого-моніторингові дослід-





ження атмосфери, що відповідатимуть вимогам державних і міжнародних документів; відкриті нові можливості для впровадження законодавства ЄС у сфері охорони довкілля.

Автоматична метеостанція Vaisala AWS310, що нині працює на горі в тестовому режимі, довела свої неабиякі можливості для досліджень кліматичних умов і їхніх впливів на екосистему Карпат. За допомогою наявних датчиків з-поміж іншого визначаються погодні зміни і надається прогноз щодо можливих атмосферних явищ, зокрема буревіїв чи сильних дощів. А це допомагає в аналізі поведінки циклонів і антициклонів над гірськими територіями.

Також цікавими є дослідження, які дають змогу оцінити кількість сонячної енергії, що впливає на мікрокліматичні умови гірського регіону. Це важливо для біологічних досліджень, наприклад для вивчення сезонного розвитку рослинності.

Не менш актуальними є наукові дослідження вітрових умов. Вимірювання параметрів вітру потрібні для дослідження повітряних потоків у гірській місцевості, щоб краще розуміти розподіл вітрів, їхній вплив на температуру і вологість, а також дослідити транспортування повітряних мас. Дослідження вітрових умов важливе й для прогнозування можливих екстремальних погодних явищ, зокрема сильних вітрів і штормів.

Вимірювання рівня опадів допомагає вивчати гідрологічний режим гірського регіону. Ці дані цікаві для оцінки водних ресурсів, зокрема джерел і річок, які беруть початок у Карпатах. Аналіз інтенсивності опадів та їх тривалості дає змогу оцінити ризики повеней, зсувів та інших гірських стихій, що може бути критично важливим для безпеки туристів і місцевого населення.

Складовою роботи науковців Білого Слона є також дослідження астроклімату. Адже дані з метеостанції можуть допомогти астрономам оцінити рівень прозорості атмосфери, кількість ясних ночей і наявність сприятливих умов для астрономічних спостережень.

### Перший український парк темного неба

Європейські партнери Прикарпатського університету переконані, що Міжнародний науковий центр «Обсерваторія» на горі Піп Іван матиме велике значення в контексті розв'язання екологічної проблеми світлового забруднення та парків темного неба. Адже приблизно 80 відсотків населення світу живе під «світловим куполом», і є лише кілька місць на Землі, де можна побачити природне зоряне небо. Гора Піп Іван – одне з них.

Це унікальне місце, бо тут, далеко від міських вогнів, досі зберігається цілком природна темрява





нічного неба. Обсерваторія може стати ядром парку темного неба в Карпатах. Такі парки зазвичай охоплюють територію навколо обсерваторій, що дає змогу уникати неконтрольованого штучного освітлення і зберігати природну темряву. Це сприяє не тільки науковим дослідженням, а й біорізноманіттю, адже життєдіяльність багатьох видів, які живуть у Карпатах, залежить від темряви.

За оцінками фахівців, Україна може доєднатися до сертифікованих парків світу, що мають статус «темного неба» за суворими критеріями, які передбачають мінімальне штучне освітлення. Це допоможе збереженню екосистеми: темрява необхідна для біологічних ритмів тварин і рослин. Нічні тварини, як-от сови, кажани й нічні комахи, покладаються на природну темряву для полювання та орієнтації.

Це стане одним із важливих напрямів екологічної просвіти, адже парки темного неба підвищують обізнаність з проблемою світлового забруднення та вчать екологічно відповідального використання штучного освітлення.

Ще один дуже важливий складник – заощадження енергії. Майже 35 % зовнішнього освітлення є неефективним і спрямоване у небо, що призводить до марних витрат електроенергії. Обмеження надлишкового освітлення в навколишніх районах сприятиме зниженню енергоспоживання і зменшенню викидів парникових газів.

Тож обсерваторія має потенціал стати символом збереження природного нічного середовища. Завдяки міжнародній співпраці, зокрема з польськими та словацькими науковими установами, на її базі буде запроваджено спеціальні програми моніторингу світлового забруднення, що підвищить значущість гори Піп Іван як міжнародного наукового центру. Як частина Карпатського національного парку Білий Слон стане важливим центром для екологічних ініціатив, зокрема в рамках створення першого українського парку темного неба. Це сприятиме майбутнім астрономічним дослідженням і спостереженням без перешкод від штучного світла, адже парки темного неба надають таку можливість.





### Найвища в Україні обсерваторія для космічних досліджень

Що робить Білого Слона цікавим для астрономічних досліджень?

Завдяки чистому повітрю та практично цілковитій відсутності світлового забруднення в регіоні обсерваторія може вести досить точні астрономічні спостереження. Ці умови важливі для науковців та дослідників, які вивчають космічні об'єкти, та для популяризації астрономії серед туристів. Тож Білий Слон завдяки своєму розташуванню на висоті понад 2000 метрів має цікаві умови як для популяризації астрономії, так і для наукової роботи, астрономічних досліджень.

Зокрема, ці умови можуть сприяти спостереженням за астероїдами та метеоритами, які є важливим об'єктом дослідження, адже деякі з них мають потенційну загрозу зіткнення з нашою планетою.

З Білого Слона можна здійснювати постійний моніторинг астероїдів, особливо тих, що рухаються близько до Землі (Near-Earth Objects, NEOs). А завдяки сучасному обладнанню – відстежувати траєкторії астероїдів, їхні розміри та швидкість, що становить цінну інформацію.

Також гора Піп Іван – чудове місце для спостережень за метеорними потоками, як-от Персеїди та Гемініди, коли Земля проходить крізь залишки комет або астероїдів. Карпати дають вченим змогу фіксувати слабкі метеори, які не були б видимі в умовах світлового забруднення.

Крім того, аналіз хімічного складу метеоритів, що потрапляють на Землю, дає важливу інформацію про початкові умови формування Сонячної системи. У майбутньому, з додатковим фінансуванням, на Попі Івані можна було б встановити спеціальне обладнання для збирання та вивчення частинок метеоритного пилу.

Обсерваторія на Попі Івані прагне стати частиною міжнародної мережі для спостереження за астероїдами та метеоритами. Працюючи ра-

зом із іншими обсерваторіями в Європі, зокрема в Польщі та Словаччині, вона могла б координувати спостереження, обмінюватися даними та вдосконалювати методи моніторингу. Спільні проекти з іншими науковими центрами дають змогу вивчати поведінку астероїдів на великій відстані та сприяти міжнародним програмам з виявлення та каталогізації навколоземних об'єктів.

Наразі Прикарпатський національний університет, що входить до Міжнародного альянсу космічних університетів UNIVERSEH, перебуває на етапі створення умов для втілення своїх найсміливіших планів наукових космічних досліджень. Адже астрономи нашої країни та Європи, працюючи і співпрацюючи з обсерваторією Білий Слон, можуть зробити свій вагомий внесок у розширення знань людства у цій сфері й сприяти розвитку української астрономії та науки загалом.

### Гірськими туристичними стежками – до самих зірок

Білий Слон, наче магніт, завжди притягував до себе тисячі туристів і дослідників-аматорів.



З висоти будівлі обсерваторії відкриваються неймовірні краєвиди Карпат. Це чудове місце для фотографів та шанувальників природи, де можна знімати красу гір і зоряного неба.

Білий Слон має дуже цікаву історію. Знайомство з нею в інтерактивному музеї стане родзинкою цього унікального (й, зокрема, з містичного та магічного поглядів) місця, де в давнину було розташоване одне з найбільших святилищ Карпат. А історії про катакомби всередині гори й досі не дають спати окремим шукачам пригод.

Але, як то кажуть, не самими лише міфами та казками. У серпні 2024 року в обсерваторії було урочисто відкрито бібліотеку. На базі МНЦ діятиме Центр природничої громадської науки. Над програмами для всіх звичайних людей нині працюють у Прикарпатському університеті. Адже ця діяльність на горі Піп Іван сприятиме і астротуризму, і екологічному туризму, що відповідно створить позитивний імідж для України як регіону, котрий цінує та зберігає природу.

Після закінчення війни обсерваторія на третій вершині Карпат, до якої пролягають доволі непрості, але дуже мальовничі туристичні маршрути, безперечно, стане найпопулярнішим об'єктом для астротуризму, зокрема під час метеорних потоків чи особливих небесних подій, як-от затемнення чи проходження комет. Це не лише розширить знання про астероїди та метеорити, але й допоможе збільшити фінансову підтримку наукових ініціатив.

Тут проводитимуть екскурсії з розповідями про зірки, планети та різні космічні явища. За допомогою різних телескопів туристи зможуть спостерігати за Сонцем у ясні дні та брати участь у спеціальних нічних програмах спостереження.

Освітні програми університетів в обсерваторії передбачають лекції та практичні заняття для студентів і відвідувачів, зосереджені на дослідженнях космічних об'єктів, що в майбутньому сприятиме популяризації астрономії в Україні.

Отже, обсерваторія на горі Піп Іван вже отримала своє друге життя і найближчими роками має всі шанси стати зразковим прикладом поєднання наукових досліджень, екологічної освіти та туризму в Україні, спрямованим на захист нічного неба та біорізноманіття Карпатського регіону. ■

Фото *Василь Фіцак, Яна Стадільна.*



# ПІДЗЕМНІ СВІТИ ДОРДОНІ



**Наталія Михайлова**  
канд. істор. наук,  
старш. наук. співроб. Інституту  
археології НАН України,  
м. Київ

**П**ерші шедеври первісного мистецтва з'явилися у період пізнього палеоліту, який розпочався приблизно 30 000 років до н. е. Стародавні люди майстерно виготовляли з кістки та рогу мініатюрні фігурки, просвердлені підвіски, багатоорнаментовані жезли. Але найвищим досягненням, без сумніву, є наскельне мистецтво. Основні регіони його поширення розташовані у Південній Франції та Північній Іспанії, у так званій *Франко-Кантабрійській зоні*.

## Мальовничий притулок кроманьйонців

За вікном розгортається справжня французька казка. Мальовничі горби, озера, болота, річки й ручаї та яскраво-жовті ріпакові поля, посеред яких подеколи видніють акуратні старовинні садиби-кам'яниці, гострі шпилі дзвіниць, середньовічні замки – шато. Неквапно обертаються витончені електровітряки. У невеличких загонах відпочивають гладкі брунатні корови. Вузенька колія то підноситься на місток над річкою, то заглиблюється у западину між горбами (рис. 1). Врешті ми приїхали до містечка Періго – столиці однойменного регіону і департаменту Дордонь.



**Рис. 1.** Краєвид Чорного Періго. Фото авторки

Історичний і культурний регіон Періго, що веде свій початок від столиці кельтського племені петрокоріїв, у середні віки став графством, що відіграло важливу роль у середньовічному політикумі. Регіон поділений на чотири Перігори різних кольорів, серед яких вирізняється Чорний Періго – темний, порослий дубовими та пінієвими лісами, що розкинувся між бурхливими річками Дордонню та Везерою. Перігорські ландшафти нагадали мені кримські – глибокі долини між масивними скельними навісами, вкритими темно-сірим лишайником, а навколо буяння південної рослинності. Чепурні і веселі будиночки з жовто-рожевого обтесаного вапняку, з гострими черепичними дашками і дерев'яними віконницями, обвішані ніжними гірляндами гліциній, зворушливо туляться до скель. Нешироку, але бурхливу Везеру перетинають старовинні арочні мости, а на березі замість звичних верболозів росте молодий бамбук (рис. 2).



Рис. 2. На березі Везери. Фото авторки

Періго – край тисячі печер, у багатьох з яких у різні часи жили люди. Вони залишали по собі історичні пам'ятки, серед яких і шедеври палеолітичного живопису, і середньовічні житла. Найбільше скупчення археологічних пам'яток кам'яної доби віднайдено навколо крихітного містечка Лез Ейзі де Тейяк де Сюрей, яке називають Столицею доісторії. І справді столиця: у місті всього декілька вулиць, серед яких Доісторична, Середньовічна, і вулиця Печер, зате аж три історичні музеї з багатими колекціями і надсучасними мультимедійними засобами.

Перше, що бачать люди, які виходять з поїзда у Лез Ейзі, – маленький, але дуже колоритний готель під знаковою назвою «Кроманьйон» (рис. 3). А за двісті метрів від готелю розташова-

ний справжній Кроманьйон – грот, де 1868 року були знайдені п'ять скелетів людей, які жили 25 тис. років тому. Саме ці небіжчики дали назву виду «кроманьйонців», або Homo Sapiens Sapiens – тобто «дуже розумних» людей, що прийшли до Європи майже 40 тис. років тому. Вважають, що вони зовсім не відрізнялись ані зовнішньо, ані внутрішньо від нас. Кроманьйонці вміли виготовляти знаряддя з рогу та кістки, шили собі одяг, користуючись голками і жилами. Для полювання у них були списи з гострими крем'яними вкладнями – з такою зброєю вони полювали навіть на мамонтів. Люди жили общинами до 20 осіб, від холоду ховались у гротах та печерах, або в хатинах зі шкур. Лише на території України і частково Росії первісні мисливці вміли будувати грандіозні житла з мамонтових кісток.



Рис. 3. Готель «Кроманьйон» у містечку Лез-Ейзі. Фото авторки

Знайомство з побутом прадавніх мешканців регіону розпочинається з музею палеолітичної стоянки Абрі Пату – печери в основі вапнякової скелі поблизу річки Везери, де були знайдені свідчення людської діяльності від 40 до 20 тис. років тому. За 53 роки досліджень виявле-



но 14 шарів пізньопалеолітичного часу, нині їх законсервовано і відкрито для огляду. Під час розкопок були знайдені рештки тварин, переважно північного оленя, а також бізона і мамонта, численні крем'яні і кістяні знаряддя праці, сліди вогнищ. Імовірно, на стоянці відбувалось оббілювання тварин та обробка шкур. Були також знайдені рештки людей і численні прикраси, зроблені з мамонтового бивня, кістки та мушель, які дають можливість вивчати соціальний статус мешканців стоянки. Найвідомішою знахідкою є граційна жіноча фігурка, викарбувана у скелі. 1990 року поруч зі стоянкою відкрито музей, де можна побачити найцікавіші знахідки.

Це, напевно, найромантичніше робоче місце, де мені пощастило працювати. Експозиційний зал влаштовано прямо під скельним навісом, який слугує природнім дахом. З широкої кам'яної тераси, на якій стоїть музей, відкривається грандіозна панорама на долину Везери і далеке селище у горах (рис. 4). Колись під цим навісом притулилася садиба родини Пату. У 1950-х рр. американський археолог **Х. Мовіус** знайшов на території ферми крем'яні знаряддя. Він викупив садибу і розпочав масштабні археологічні розкопки. Згодом він подарував обійстя і всі права на знахідки французькому народові. Старовинний родовий будинок Пату, де зараз працює музей стоянки, так вдало прибудований до скелі, що здається її продовженням.



Рис. 4. Панорама містечка Лез-Ейзі.  
Фото авторки

Неподалік від навісу Пату розташувалась велична модерна споруда Національного музею доісторії, що гармонійно вписалась у підніжжя середньовічного замку, над яким здіймається грандіозний скельний навіс (рис. 5). У просторих залах на двох поверхах експозиції представлені 400 тис. років історії людства. Тут можна вивча-

ти хронологію доісторичних культур Франції, прослідкувати походження людини та її пересування Європою, скласти враження про стиль життя, мистецтво і ритуали первісних мисливців. Експозиція заснована на найновітніших наукових досягненнях. Відеоінсталяції показують процес виготовлення крем'яних або кістяних знарядь чи прикрас.

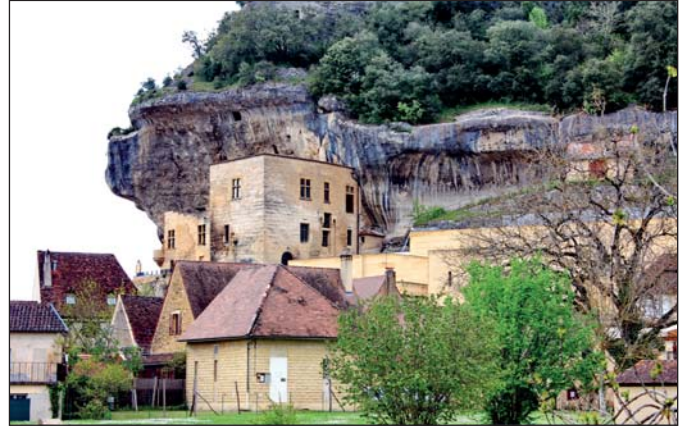


Рис. 5. Національний музей доісторії. Лез-Ейзі.  
Фото авторки

### Палеолітичний Монмартр

Під час останнього льодовикового періоду (а свого максимуму він досяг 18 тис. тому) більша частина населення Європи знайшла притулок у затишній гірській зоні від французького Провансу до іспанської Астурії, яку науковці називають *Франко-Кантабрією*, куди входить і Дордонь. Палеолітичні мешканці цього регіону прославили себе створенням шедеврів мистецтва, перевершити які не вдалось і в пізніші часи. Персонажами мистецтва стали тварини, на яких полювали давні мисливці, – мамонти, печерні леви, бізони, коні, олені... Первісні художники відтворювали їх на стінах печер і кістяних чи кам'яних предметах. Зображення тварин вражають реалістичністю, динамікою, об'ємністю. І в той же час малюнки не натуралістичні – вони надзвичайно виразні, лаконічні, стилізовані, інколи майже до рівня піктограм (рис. 6). Доісторичні митці використовували декілька технік: спершу вони знаходили природні рельєфи, які нагадували обриси тварин, і на них малювали силует натуральними пігментами — вохрою, оксидом вуглецю, різнокольоровими глинами. Природні матеріали забезпечували найрізноманітніші відтінки від білого до чорного і від палевого до темно-червоного і брунатного. Малювали тварин китицями і тампонами, зрідка малюнок довершували кольоровою пудрою,



дмухаючи кризь кістяну рурку. Живописне зображення доповнювали графічними обрисами голови, ніг, хвостів. Вражає, що давні живописці, чий високий професіоналізм не викликає сумнівів у мистецтвознавців, вживали однакові стилістичні прийоми на всіх пам'ятках Франко-Кантабрійської зони.



Зображення биків були найпоширенішими у франко-кантабрійському мистецтві

Коли ж картина була готовою, митці застосовували гру світла за допомогою кам'яних ламп – і розпочинався справжній театр тіней. Вправний рух світильника – і невиразна пляма на стіні печери перетворювалась на об'ємний, динамічний образ тварини, сповненої життєвої сили, агресії, чи, навпаки, милостивого спокою.

### Альтаміра — від скандалу до визнання

Першовідкриття наскельного мистецтва франко-кантабрійської зони позначено грандіозним скандалом. Все розпочалося 1879 року, коли іспанський юрист **Марселіно де Саутуола**, прогулюючись із маленькою донькою **Марією** своєю садибою в іспанському регіоні Сантандер, зайшов у нещодавно відкриту печеру. Дівчинка побігла по низькому коридору у глибину і раптом закричала: «Дивись, тато, бики!». Так були відкриті палеолітичні розписи славнозвісної печери Альтаміра. Сеньор Саутуола був археологом-аматором, знайомим із останніми археологічними відкриттями (рис. 7). Тому він одразу звернувся до знайомого археолога **Хуана Віланови**. Разом вони написали брошуру про визначну знахідку, припустивши, що вона пов'язана з палеолітичними мешканцями Кантабрії. І розпочалась справжня «інформаційна війна».

Амбітні французькі науковці об'явили, що такі досконалі зображення не могли бути створені первісними дикунами, а написав їх знайомий Саутуоли художник. Деякі фахівці пішли ще далі – вони звинуватили у фальсифікаціях церкву,

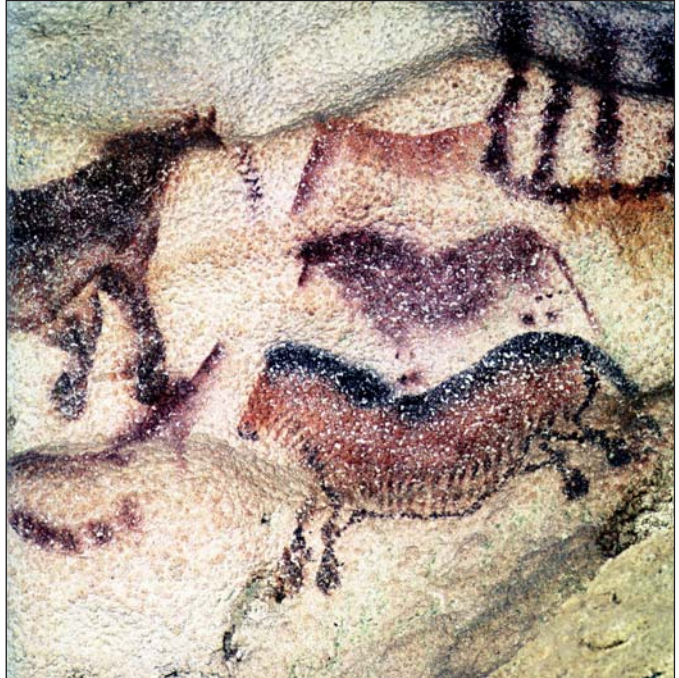


Рис. 7. Зображення коней і геометричні фігури з печери Ляско. Bataille G. La

нібито вона за допомогою наскельних малюнків прагнула довести, що людина не походить від мавпи!

Марселіно де Саутуола тяжко переживав ганьбу і помер в 1888 р. не доживши до повернення своєї честі. А вже чотири роки потому у печерах Комбарель і Фон де Гом поблизу Лез Ейзі також були відкриті зображення тварин. Наукова аудиторія вже готова була і їх публічно підняти на кпини. Аж тут на сцену вийшов давній противник Саутуоли – **Еміль Картальяк**, який публічно покаявся у своїй фатальній помилці і приніс свої вибачення **Марії Саутуолі**<sup>1</sup>.

### Таємниці підземних вернісажів

Від самого початку вивчення наскельного живопису постало питання його призначення. Це, без сумніву, святилища, бо, як відомо, люди не могли жити у печерах поруч із зображеннями тварин, які уособлювали як добрих, так і злих духів. Найтрадиційнішою інтерпретацією мистецтва була мисливська магія<sup>2</sup>, бо в багатьох сюжетах є геометричні знаки (рис. 7). Деякі з них

<sup>1</sup> Дэвлет Е.Г. Альтамира – «королева расписных пещер»: К 125-летию открытия пещерного искусства. Природа. 2004. № 12.

<sup>2</sup> Reinach S. L'Art et la magie. L'Anthropologie. 1903. XIV. P. 257–266.



нагадують мисливські стріли, втім у палеолітичний час таку зброю не використовували. Відомий дослідник *А. Леруа-Гуран* припустив, що ці знаки означали гендерну приналежність тварин<sup>3</sup>. А в останні роки набула поширення гіпотеза *Ж. Клотта* та *В. Льюїса-Вільямса* про те, що у печерах відбувались шаманські сеанси. На їхню думку, деякі мотиви наскельного мистецтва свідчать про змінену свідомість художників, яка могла виникнути під дією психоделічних рослин, монотонного ритму бубна, або, наприклад, унаслідок підвищеної концентрації CO<sub>2</sub> у віддальних камерах печер<sup>4</sup> (рис. 8).



Рис. 8. Початок «коридору» у печері Ляско.  
Bataille G., 1992

Восени 1901 р. селяни, які тримали худобу у привходовій частині печери Комбарель (рис. 9), знайшли декілька крем'яних виробів. На запрошення господаря печери приїхали всесвітньовідомі археологи, серед яких був зовсім молодий ще абат *Анрі Брейль*, майбутній класик у вивченні первісного мистецтва<sup>5</sup>. Із свічками вони обстежили довгий вузький коридор печери і побачили перші прокреслені обриси тварин. Згодом було виявлено і замальовано близько 600 зображень тварин і людей.

Коли ж до цього печерного коридору зайшли ми, гід пояснила, що в давнину його висота становила не більше метра. І відвідувачі печери по-



Рис. 9. Вхід до печери Комбарель.  
Фото авторки

винні були долати більше ста метрів навколішки, тримаючи в руках палаючі кам'яні лампи. Вочевидь, за час важкого шляху їхня свідомість досягала потрібної «кондиції», в голові з'являлися візії, які залишалося тільки закарбувати на стінах. Може, тому в цій печері так багато химерних людських постатей – чи то духів, чи то «шаманів». Деякі вражають реалістичністю – наприклад, олень, що «п'є» воду з реальної річки, яка тече в печері.

Дослідники печери Комбарель були вражені побаченими витворами мистецтва, і вже через чотири дні один із учасників експедиції *Деніс Пейроні* попрямував до печери Фон-де-Гом, розташованої неподалік. Він сподівався побачити в ній такі ж прокреслені рисунки, як і в Комбарелі. Але на вченого чекало грандіозне відкриття: перші поліхромні наскельні малюнки у Франції! Нагадаю, що аналогічні зображення бізонів в Альтамірі науковий світ не сприйняв. Разом із колегами Пейроні зафіксував 180 кольорових зображень тварин, більшість із яких становили бізони, але були й коні, мамонти, олені і інші тварини – хоча б по одній. На сьогодні вивчено 230 зображень, але, як кажуть, це лише невелика частина сакрального «бестіарію»<sup>6</sup>.

Найбільше прославила Фон-де-Гом надзвичайно зворушлива композиція з двох північних оленів (рис. 10). Самиця опустила на коліна перед самцем із великими загнутими рогами, а той нахилився до подруги, ніби цілує її у верхівку голови. На жаль, первісне зафарбування не збереглося, проглядає лише темно-коричневий силует олениці, чорна смуга на спині і роги оле-

<sup>3</sup> Leroi-Gourhan A. Prehistoire de l'art occidental. Paris: Mazenod, 1965.

<sup>4</sup> RLewis-Williams J. Light and darkness: earliest rock art evidence for an archetypal metaphor. BCSP. 1996. XXIX. P. 125–132.

<sup>5</sup> Абрамова З.А. Анри Брейль (1877–1961) и относительная хронология палеолитического искусства. Первобытное искусство. Новосибирск: Наука, 1971. С. 22–40.

<sup>6</sup> Daubisse P., Vidal, P., Vouve Brunet J. The Font-de-Gaume cave. Perigueux: Pierre Fanlac Editeur. 1994.

ня, але прокреслені тонкими точними лініями обриси дають уявлення про цей палеолітичний шедевр. Такого емоційного, сповненого любові і доброти сюжету немає в жодній іншій печері.

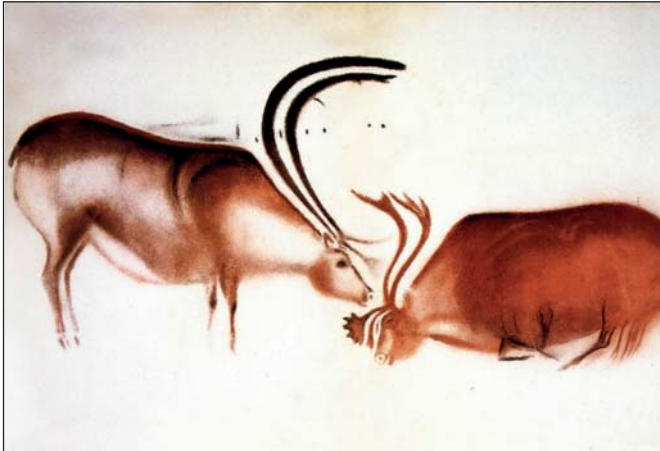


Рис. 10. Олені з печери Фон-де-Гом. Daubisse P., Vidal, P., Vouve Brunet J. *The Font-de-Gaume cave – Perigueux: Pierre Fanlac Editeur, 1994*

Дорога до іншої печери проходила повз руїни середньовічного шато Комаркю. Збудований у XIV ст. величний замок був повністю занедбаний після смерті його останнього господаря у XVII ст. і поступово руйнувався. А 1968 року далекий нащадок викупив руїну і розпочав реконструкцію. У фундаменті замку він знайшов палеолітичний грот, де зберігалася кістяна платівка із гравійованою головою коня. У підніжжях скель навколо замку видобані середньовічні житла троглодитів – так тут називають людей, що жили у печерах. Але це були каменярі, що забезпечували матеріалом навколишні селища, і вирубували собі оселі прямо у скелях.

### Під охороною мамонтів

Печера Руфіньяк зовсім не схожа на все те, що ми бачили раніше. Перш за все нас посадили у маленький вагончик, і ми в'їхали під високе темне склепіння, схоже на перегін київського метро. З обох боків у м'якому глинистому ґрунті були неглибокі довгасті ями – їх викопали перші відвідувачі Руфіньяку, печерні ведмеді. Вони ж залишили на стінах і стелі довгі глибокі подряпини – сліди кігтів. Ми здолали майже 700 м темряви, аж раптом на стіні виринуло перше зображення мамонта, прокреслене по мергелю пальцем – однією лінією від хобота до хвоста. Велике виразне око і шерсть виконані коротки-

ми чіткими нарізками за допомогою крем'яного різця. Добродушні велетні, поодинокі чи у групах, чатували у холодному темному коридорі, ніби оберігаючи дух печери від небажаних відвідувачів, земних і потойбічних (рис. 11). Нарешті ми дістались просторої зали з темними силуетами тварин на стелі – коней, козлів, бізонів, носорогів і мамонтів. Виявилось, що у цього стельового вернісажу також є своя таємниця. У давнину підлогу печери від стелі віддаляло менше метра! Отже, художники малювали, лежачи на спині. Відтворюючи різні частини тіла тварини при світлі кам'яної лампи, вони не тримали у полі зору всю композицію. Постає питання: що було важливішим для первісних людей – зображення чи процес малювання?



Рис. 11. Прокреслене зображення мамонта та геометричних фігур з печери

На краю зали розпочинається вертикальний колодязь глибиною понад 9 м, який веде до підземних галерей. Напевно, там у найнедоступніших місцях справляли найпотаємніші містерії.

### «Сікстинська капела» палеоліту

В останній день нас чекала найвідоміша у світі печера – Ляско, яку називають «Палеолітичною Сікстинською капелою»<sup>7</sup>. Грандіозний підземний сакральний комплекс в одній із найбільших в Європі печер створили давні мисливці 17 тис. років тому.

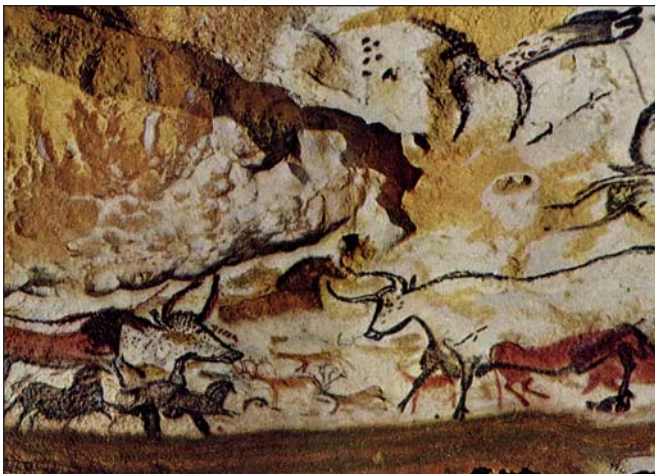
1940 року учень механіка *Марсель Равіда*, прогулюючись неподалік від середньовічного

<sup>1</sup> Абрамова З.А. Ляско — памятник палеолитического наскального искусства. Первобытное искусство. Новосибирск: Наука, 1971. С. 53—80.



містечка Монтіньяк, побачив невеликий отвір у землі і вирішив, що це вхід до давнього підземного ходу. Через кілька днів компанія з чотирьох юних «копачів» пробилась крізь вузький вхід до підземної зали із величезними чорними силуетами биків на стелі і стінах. Про цю знахідку повідомили відомого дослідника абата Анрі Брейля, якого називали «Доісторичним папою». Величне палеолітичне святилище почало відкривати свої таємниці. Після війни літній уже абат залучив до виявлення і вивчення зображень свого учня, отця **Андре Глорі**. Ім'я цієї людини заслужено стало символом Ляско. У минулому спеолог, отець Глорі сам-один 10 років безоплатно ретельно опрацьовував найпотаємніші ділянки печери. Він закріплював на стінах чи стелі великі шматки целофану і наводив безкінечні гравійовані лінії. Так було виявлено і зафіксовано 1500 рисунків! Результати самовідданої праці не були опубліковані за життя дослідника – 1966 р. він загинув в автокатастрофі.

Невеликий коридор приводить до величезної округлої зали, яку називають ротондою. Мисливці, котрі завітали до печери вперше, намалювали на стіні п'ятірку невеличких оленів – тварин, які відігравали найважливішу роль в їхньому житті. А пізніше по стінах і високій стелі побігли величезні тіні биків, обведених чорною фарбою, чорні коні і червоні бізони (рис. 12). Біля входу увесь цей «бестіарій» стереже грізний фантастичний звір із двома довгими прямими рогами. З ротонди відходить вузький коридор, біля порогу якого знову ж таки зображений олень, що має розкішні величезні роги, подібні до небаченої рослини (рис. 13). А далі — лабіринт коридорів і камер, і незліченні череди тварин, завислих понад простором і часом у міфічних сновидіннях.



**Рис. 13. П'ять маленьких оленів – найдавніші зображення у печері Ляско. Bataille G., 1992**



**Рис. 14. Величний олень з гіллястими рогами – важливий ідеологічний символ у міфо-ритуальному комплексі давніх мисливців-збирачів. Bataille G., 1992**

У глибині печери ховається найдивніша палеолітична загадка. Це шахта глибиною 6 м, на її стіні зображена химерна композиція: поранений бізон, чоловік із довгим носом-дзьобом, що безсило розпластався на землі, і довга паля, на верхівці якої сидить птах. Довгі роки не вщухають палкі наукові дискусії про сюжет композиції – чи то жорстокий поєдинок людини і тварини, що призвів до загибелі обох, чи то шаман в стані екстазу. Птах, як вважають учені, символізував душу – як і десятки тисячоліть потому. Без сумнівів, рисунок відтворює давній палеолітичний міф. У тій-таки шахті була знайдена рідкісна археологічна річ – кам'яна лампа з прокресленим орнаментом, в яку давні художники наливали оленьчий жир.

Доля прославленої печери склалася нелегко. Через двадцять років після її відкриття (а всі ці роки первісний вернісаж був відкритий для відвідувачів) на стіні були виявлені зловісні синьо-зелені водорості – жахливу загрозу для малюнків. Уряд Франції вжив термінових заходів, печеру викупили у власника і закрили для загалу. Після тривалої боротьби фахівців різних галузей із водоростями наскельне мистецтво було врятовано. Та 1981 р. на Ляско чекало ще одне лихо – зливи, внаслідок яких постраждала частина малюнків.

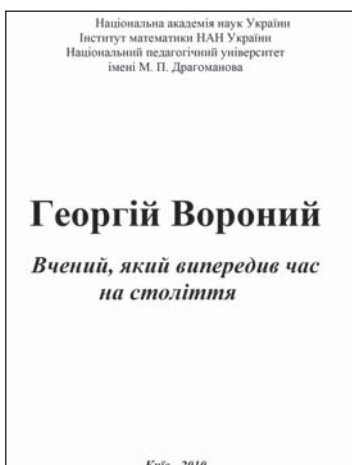
Щоб зберегти безцінний підземний скарб, уряд вирішив «клонувати» печеру. З бетону на сталевому каркасі була збудована подoba Ротонди і «осьового» коридору, художники натуральними фарбами відтворили палеолітичних звірів. Тож тепер побачити «палеолітичний Версаль» може кожний. ■

# ДІАГРАМИ ГЕОРГІЯ ВОРОНОГО



**Галина Сита**  
канд. фіз.-мат. наук,  
Інститут математики  
НАН України,  
м. Київ

Матеріал до статті  
взято з книги:



В середині 70-х років ХХ століття у теоретичних комп'ютерних розробках було вперше використано ідеї Георгія Вороного, які були надруковані в його дослідженнях про примітивні паралелепіеди у 1908-09 роках. За твердженням професорів **О. Ейкенлера** і **Ф. Ауренхаммера**, відомих австрійських учених в галузі комп'ютерної науки, «з того часу діаграми Вороного стали вживати повсюдно у конструкціях, пов'язаних із геометричними алгоритмами, так що деякі фахівці вважають народження комп'ютерної геометрії саме з цього моменту. Дійсно, значний процент статей з комп'ютерної геометричної літератури прямо чи побічно пов'язаний із діаграмами Вороного або об'єднано з іншими структурами [...]. Не менш значною є роль діаграм Вороного також у більш практично орієнтованих галузях, таких, як комп'ютерна графіка, геометричне моделювання, конструювання роботів, розпізнавання образів, побудова географічних інформаційних систем та ін.».

Отже, діаграми Вороного ... Ці математичні об'єкти, що носять ім'я видатного українського математика Георгія Вороного, видаються на основі його праці «Дослідження про примітивні паралелепіеди» (1908 – 09), основним об'єктом якої є багатовимірні структури – паралелепіеди. Це опуклі многогранники у  $n$ -вимірному евклідовому просторі, розташовані паралельно, котрі не входять один в один, мають спільні грані та всі разом заповнюють  $n$ -вимірний простір. Серед них Г. Вороній виділяв паралелепіеди, названі ним «примітивними», в яких в кожній вершині сходяться найменше число цих просторових тіл, тобто  $n+1$ . Георгій Вороній знайшов алгоритм, який дозволяє для кожного  $n$  побудувати всі примітивні паралелепіеди. І головне – він знайшов зв'язок між цими просторовими фігурами і додатними квадратичними формами, отже представив математичний апарат для вивчення цих просторових фігур. От що писав сам Г. Вороній у 1907 році в листі до редактора журналу, в якому вперше у 1908 році було надруковано згадану вище його статтю:

*«Протягом дванадцяти років я вивчав властивості паралелепіедів. Я можу сказати, що це – тернисте поле для досліджень і що отримані результати, які викладені в цьому дослідженні, коштували мені дорого...*

*Трьохмірні паралелепіеди відіграють тепер важливу роль в теорії кристалічних тіл, і кристалографи все звернули увагу на властивості цих дивних многогранників, де в той же час кристалографи задоволені описом паралелепіедів з чисто геометричної точки зору. Я бачу одне поняття, що задача розбиття  $n$ -мірного аналітичного простору на опуклі конгруентні многогранники тісно пов'язана з арифметичною теорією додатних квадратичних форм».*



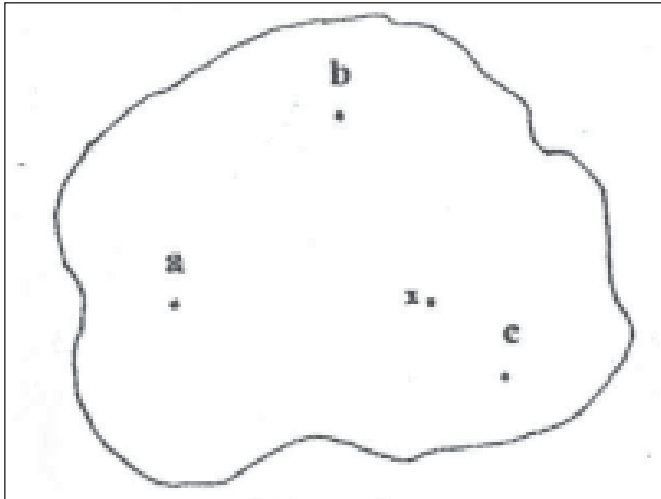


Рис. 1

Тепер покажемо на елементарному прикладі, який об'єкт носить назву «*діаграми Вороного*». Уявімо собі, що в деякому населеному пункті є три поштових відділення: *a*, *b* і *c* (рис. 1). До якого з цих відділень понесе свого листа мешканець, будинок якого знаходиться в точці *C*. Розумно допустити, що до найближчого. Наша задача полягає в тому, щоб поділити територію, яку займає цей населений пункт, на «зони впливу», тобто на три ділянки *A*, *B* і *C*, в кожній з яких зручніше (ближче) користуватися відповідним поштовим відділенням: в зоні *A* — відділенням *a*, в зоні *B* — відділенням *b*, в зоні *C* — відділенням *c*. Як це зробити?

Візьмемо точки *a* і *b*, з'єднаємо їх відрізком прямої і проведемо перпендикуляр через середину відрізка *[a, b]* (рис. 2). Тоді усі точки, які знаходяться ліворуч від *h<sub>1</sub>*, ближчі до *a*, ніж до *b*, і навпаки: усі точки, які знаходяться праворуч від *h<sub>1</sub>*, — ближчі до *b*, ніж до *a*.

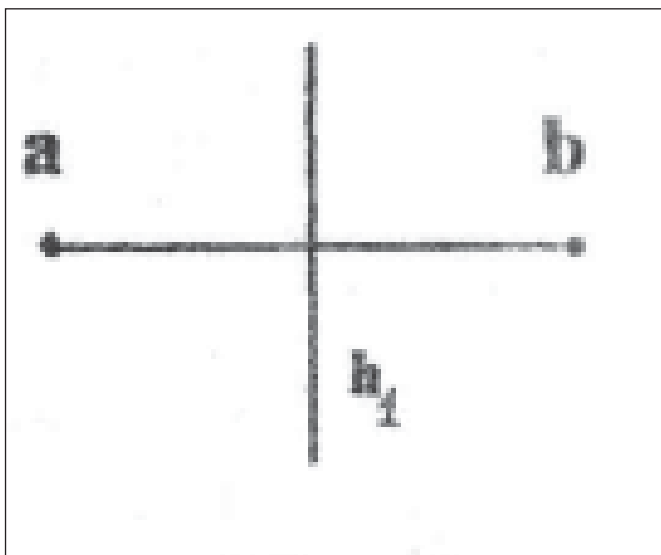


Рис. 2

Так само з'єднаємо відрізками точки *a* і *c*, *b* і *c* і проведемо перпендикуляри *h<sub>2</sub>*, *h<sub>3</sub>* (рис. 3) через середини відрізків *[a, c]* і *[b, c]* відповідно. У результаті, за допомогою прямої *h<sub>1</sub>* ми визначимо, які точки ближчі до *a*, ніж до *b*, а за допомогою прямої *h<sub>3</sub>* ми так само визначимо, які точки ближчі до *b*, ніж до *c*.

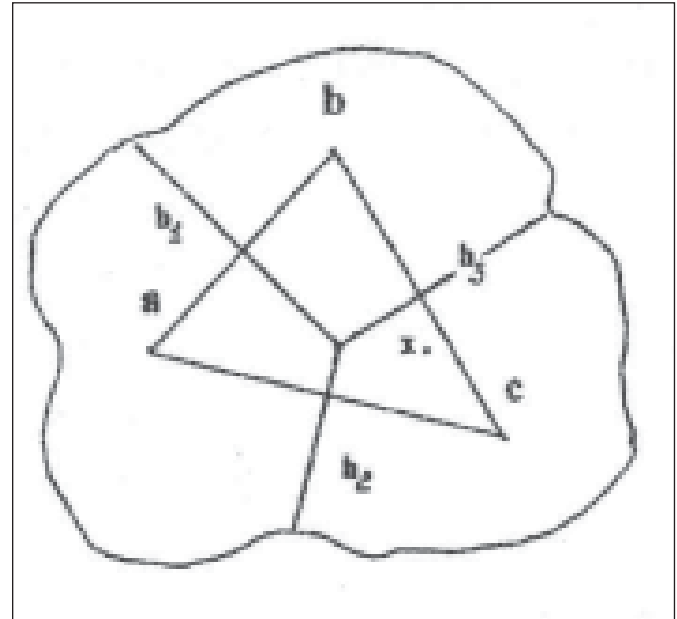


Рис. 3

Відомо, що перпендикуляри через середини сторін трикутника перетинаються в одній точці. Отже, прямі *h<sub>1</sub>*, *h<sub>2</sub>*, *h<sub>3</sub>* мають спільну точку перетину. Тобто ми поділили територію нашого населеного пункту на три ділянки *A*, *B* і *C* (рис. 4), в кожній з яких мешканцям зручніше користуватися тим поштовим відділенням, яке знаходиться на території даної ділянки: мешканцям території *A* зручніше користуватися відділенням *a*, мешканцям території *B* зручніше користуватися відділенням *b*, а мешканцям території *C* зручніше користуватися відділенням *c*. У нашому випадку будинок мешканця (точка *x*) потрапив у зону *C*. Тобто йому зручніше користуватися поштовим відділенням *c*.

Отже, ми вже маємо певний досвід, як поділити територію (або область), на якій існують окремо виділені точки (в нашому прикладі точки *a*, *b* і *c*) на «зони впливу» цих точок, тобто розбити цю область на окремі ділянки навколо виділених точок, такі, щоб відстань до виділеної точки була найменшою для усіх точок даної ділянки порівняно з відстанню до усіх інших виділених точок даної області. При цьому побудовані ділянки між собою не перетинаються і покривають собою усю територію.

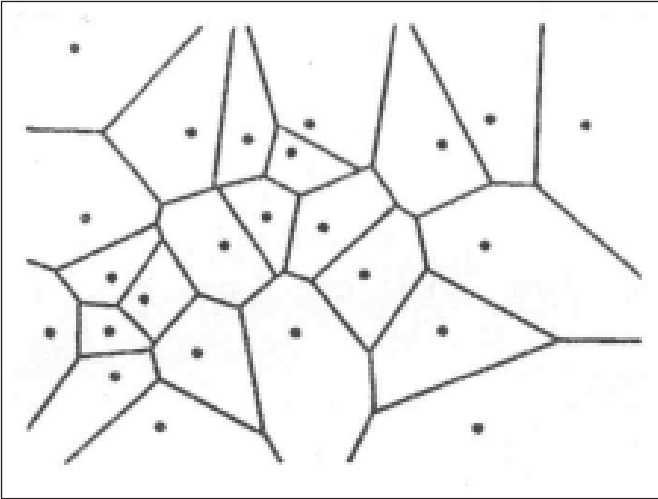


Рис. 4

Виділених точок може бути і більше. На рис. 4 зображено поділ на «зони впливу» у випадку більшого числа таких точок. Зверніть увагу, що кожна пара точок знаходиться на рівній відстані від відрізка, що їх роз'єднує. Кожна точка ближче, аніж інша, до знаходження всередині області, має форму многокутника. Утворені таким чином ділянки є прикладом діаграми Вороного.



Рис. 5

У загальному випадку нехай маємо певну область  $D$  на площині, на якій виділено  $n$  точок. Будемо називати їх «*породжуючими точками*».

Діаграмою Вороного області  $D$  з  $n$  породжуючими точками називається розбиття цієї області на  $n$  опуклих фігур (многокутників), які називаються «*клітинами*» (їх ще називають «*комірками*»), таких, що кожна клітина має лише одну породжуючу точку і для кожної точки даної клітини відстань до породжуючої дану клітину точки менша за відстань до кожної іншої породжуючої точки даної області.

Задачі, в яких виникала потреба поділити певну область на «зони впливу» окремих об'єктів всередині цієї області, виникали давно. Відомо, що до цієї задачі звертався ще в середині XVII ст. французький математик **Рене Декарт** (1596–1650), розглядаючи рух небесних тіл (рис. 5), у 1850 році її розглядав німецький математик **Діріхле** (1805–1859).

Таке поняття, як «*клітина*» (або «*комірка*», «*мозаїка*») виникло незалежно у дослідженнях багатьох вчених різних галузей знань. Тому комірка Вороного називалася по-різному у різних галузях науки. Вона носила назву «*область Діріхле*» в математиці, «*многокутник Тіссена*» в географії, «*клітини Мейєрина*» у металургії, «*S-мозаїки*» в екології та «*клітини Вінгера-Зейца*» у кристалографії. Проте термінологія вищезазначених понять в останній час уніфікована і в більшості галузей вживається термін «*клітина Вороного*», «*комірка Вороного*», тому що саме Георгій Вороний дав математичний апарат для вивчення цього об'єкту.

Діаграми Вороного широко застосовуються у ряді нещодавно створених напрямів науки, про які йшла мова вище (див. цитату О. Ейхгольдера і Ф. Ауренхаммера), а також і в багатьох дослідженнях з мікробіології, радіаційної фізики, фізичної хімії, астрономії, астрофізики, кристалографії, медицини, археології, антропології тощо.

Зазначимо, що феномен Г. Вороного полягає не тільки у виключній популярності його останньої наукової роботи серед сучасних дослідників. Наукові праці Г. Вороного головним чином стосувалися теорії чисел. Друкованих статей у нього було небагато (двадцять), але майже всі вони послужили поштовхом для виникнення і розвитку нових напрямів теорії чисел – многокутника Тіссена, аналітичної теорії чисел, алгебраїчної теорії чисел, а також в теорії підсумовування розбіжних рядів, які зараз продовжують





#### Георгій Феодосієвич Вороний

активно розвиватися. Георгій Вороний разом із німецьким математиком **Т. Мінковським** (1864–1909) став засновником нової науки – геометрії чисел. Майже всі наукові праці Г. Вороного використовуються сучасними дослідниками!

У наші дні діаграми Вороного використовуються фахівцями різних галузей знань практично в усіх країнах Європи, США, Канаді, Японії, Австралії, Кореї, Гон-Конгу, Новій Зеландії і т. д. За останні 30 років вийшло кілька ґрунтовних монографій, присвячених діаграмам Вороного, присвячено сотні статей. 1992 року у відомому міжнародному видавництві John Wiley and Sons було видано монографію **А. Окабе** (Японія), **Б. Буче** (Канада) і **К. Сугіхара** (Японія) «Просторові мозаїки. Поняття та застосування діаграм Г. Вороного» (534 стор.), у якій підсумовано основні досягнення в застосуваннях діаграм Г. Вороного і їх численних узагальнень в багатьох наукових і технічних розробках. Книга кілька разів перевидавалася, і в 2000 році вийшло нове, розширене і доповнене її видання у складі вже чотирьох авторів (до перших трьох приєднався **С. Н. Чу**, вчений з Гонконгу).

У Києві, починаючи від 1993 року, відбулися чотири (раз на п'ять років) міжнародні конфе-

ренції, присвячені розвитку наукових напрямів, що їх розробляв Г. Вороний. Організовані вони були Інститутом математики НАН України, Національним педагогічним інститутом ім. М.П. Драгоманова та рядом інших наукових освітніх установ України.

Від початку 2004 року в різних країнах світу відбуваються щорічні міжнародні симпозиуми, присвячені діаграмам Вороного (ISVD): в Японії (Токіо, 2004), Кореї (Сеул, 2005, симпозиум був організований Дослідницьким центром з діаграм Вороного, створеним в Сеулі), Канаді (Калгарі, 2006), Великій Британії (Плімут, 2007).

У 2008 році за пропозицією організаторів ISVD обидві конференції об'єдналися і відбулися в Києві. У 2013 році відбулася знову спільна конференція у Києві. Усі міжнародні київські конференції закінчувалися вшануванням могили Г.Ф. Вороного – його учасники відвідували комплекс Георгія Вороного в селі Журавки Варвинського району на Чернігівщині і місце його поховання з влаштуванням наукових лекцій в його честь. Зараз в селі розпочато створення музею-кінематеки Георгія Вороного і його родини, а також загального музейного комплексу з історії Журавки. ■

# ГЕОМЕТРІЯ ЧИСЕЛ ГЕОРГІЯ ВОРОНОГО

Сучасні дослідження з теорії чисел  
у доступному вигляді для тих,  
хто цікавиться математикою

Утворчості *Георгія Феодосієвича Вороного* завжди відчувався вплив геометрії, і в його роботі з квадратичних форм це проявлялося найбільш явно, ніж у інших його дослідженнях.

Після публікації листування Ферма і арифметичних досліджень Гаусса квадратичні форми опинилися серед тих об'єктів теорії чисел, які викликали найбільший інтерес. По-перше, їх досліджували у зв'язку з діофантовими рівняннями. Далі, класичний результат Ферма стверджує, що кожне просте число  $p = 1 \pmod{4}$  має зображення у вигляді суми двох цілих квадратичних форм, як от

$$5 = 2^2 + 1^2, 97 = 9^2 + 4^2, 30\,449 = 100^2 + 143^2.$$

Однак прості числа виду  $p = 3 \pmod{4}$  не можна подати в такий спосіб. Більше того, ціле число  $n$  можна подати у вигляді суми двох квадратів тоді й лише тоді, коли усі прості дільники  $p = 3 \pmod{4}$  мають парну кратність. У подальшому розвитку алгебраїчної теорії чисел квадратичні форми виявилися важливими в задачі опису структури алгебраїчних цілих чисел. Наприклад, ми можемо розглянути гауссове числове поле

$$\mathbb{Q}(i) = \{a + bi : a, b \in \mathbb{Q}\}, \text{ де } i = \sqrt{-1}.$$

Його кільцем цілих чисел є  $\mathbb{Z}[i]$ , а норма його елементів задається квадратичною формою  $(a, b) \rightarrow a^2 + b^2$ . Отже, згідно з результатом Ферма, цілі прості числа  $p = 3 \pmod{4}$  відповідають простим ідеалам у  $\mathbb{Q}(i)$ , тоді як прості числа  $p = 1 \pmod{4}$  розкладаються в добуток двох простих. Це також пов'язує число зображень у вигляді суми двох цілих квадратів із задачею про круг. Справді, ряд у (25) є аналогом  $\zeta(s)$  для  $\mathbb{Q}(i)$  завдяки дзета-функції *Дедекінда*. Із заданого про круг пов'язана ця рівність

$$1/1^2 + 1/3^2 + 1/5^2 + \dots = \pi / 4,$$

яка приписується *Грегори й Ляйбніцу*.

Третя, не менш важлива властивість квадратичних форм полягає в локально-глобальних принципах, встановлених *Мінковським* [66] і *Гассе* [43] (див. [90]). Учені поля й діофантові поля з кінцевими нормами називаються «глобальними», а розширення глобальних полів із дискретною нормою й скінченним полем залишків називаються «локальними». Локальні поля містять значну інформацію про глобальне поле; локально-глобальний принцип полягає в зборі інформації про всі локальні поля для отримання інформації про глобальне поле. Цей принцип надзвичайно плідний, і відома теорема Гассе–Мінковського дає таку характеристику квадратичних форм: квадратична форма над  $\mathbb{Q}$  ізотропна (тобто має нерівнозначні нулі) тоді й лише тоді, коли вона ізотропна над усіма  $p$ -адичними полями і  $\mathbb{R}$ . У Санкт-Петербурзькій школі з теорії чисел квадратичні форми, зокрема, інтен-



сивно вивчали *Коршун, Золотарьов і Марков* (див. [20]).

У революційні 1905–1907 роки варшавський університет було закрито, тож від 1905 року до осені 1908-го, коли викладав у Варшаві повноправно, Г. Вороний і деякі його колеги жили і працювали в Новочеркаську в Росії. Георгій Вороний був деканом факультету механіки в політехнічному інституті. У 1907 році його обрали членом-кореспондентом Санкт-Петербурзької академії наук. Незважаючи на ці обов'язки і відзнаки, Г. Вороний багато працював і опублікував дві великі статті (107, 108) з квадратичних форм. Це його останні практичні публікації – і, можливо, найбільш вражаючі в його доробку. Їх можна вважати основоположними в теорії квадратичних форм. Ними Г. Вороний фактично (разом із Мінковським) заснував геометрію чисел. Ця теорія ґрунтується на зв'язку між окупюмами множинами та графами і має численні застосування в діофантовому аналізі. Інтуїція й метод доведення цієї теорії за своєю природою геометричні, однак застосування арифметичні. Вороний запропонував такі важливі нові поняття, як досконала квадратична форма і знаменита тепер «комірка Вороного».

Коротко розповімо про останнє поняття, позаяк воно стало фундаментальним в різноманітних математичних дисциплінах та інших науках. У багатьох випадках важливо розглядати загальні ґратки, ніж  $Z^2$ . Ґратка  $A$  складається з векторних сум вигляду

$$\alpha_1 z_1 + \dots + \alpha_n z_n, \alpha_i \in Z, \text{ де } z_1, \dots,$$

$z_n$  лінійно незалежних векторів із  $R^n$ . Така ґратка є групою, ізоморфною  $Z^n$ . Нехай  $A$  –  $n \times n$  матриця, стовпчиками якої є вектори  $z_n$ . Тоді  $A^T A$  – додатна симетрична матриця, а

$$R^n \rightarrow R: x \rightarrow x^T A^T A x$$

– додатно визначена квадратична форма. Можна й навпаки – спочатку взяти додатну квадратичну форму й очевидним чином визначити асоційовану з нею ґратку. Однією з важливих рис ґраток є їхня симетрія. Тому ми маємо вивчати дію загальної лінійної групи  $GL_n(Z)$  на  $n \times n$  матриці з цілими коефіцієнтами і визначеними 1, зокрема в теорії еліптичних кривих і автоморфних форм. Існує тісний зв'язок між ґратками і зображеннями. Тут комірки Вороного входять у

гру. Нехай дано ґратку  $A \subset R^n$ , для кожної точки  $z \in A$  ґратки визначимо комірку Вороного  $V(z)$  як множину векторів  $x \in R^n$ , для яких  $\|x - z\| \leq \|x - z'\|$  для кожної іншої точки ґратки  $A$ . Легко бачити, що додатна комірка  $V(z)$  є опуклим многогранником і що їхнє об'єднання дає діз'юнктне замощення усього простору  $R^n$ . Детальніше про це можна прочитати в монографії *Коксетера і Селла* [18]. У нашому прикладі важливою властивістю ґратки  $Z^2$  є кінцевість площ комірок Вороного в квадрати, які стають розташовані у своїй осяжності щодо точки ґратки всередині даного круга (див. рис. 3). Чому ця ідея також використовується для ґраток, і, відповідно, в теорії квадратичних форм?

Важливим аспектом теорії чисел є класифікація квадратичних форм. Слідуючи Лагранжу, бінарну квадратичну форму

$$(x, y) \rightarrow ax^2 + 2bxy + cy^2 \text{ з } a, b, c \in Z$$

називають «зведеною», якщо  $0 < 2b \leq a$  і  $2b \leq c$ . Така форма є представником свого класу еквівалентності відносно унімо-дульних перетворень  $M \in GL_2(Z)$ . Наприклад, квадратичні форми  $x^2 + y^2$  і  $5x^2 + 6xy + 2y^2$  еквівалентні; перша зведена, а друга – ні. Діріхле [24] знову (!) зауважив, що ці умови завжди задовольняються, коли базисні вектори  $z_1, z_2$  для відповідної ґратки вибрані найменшої довжини з невід'ємним скалярним добутком. Більше того, він зауважив, що перпендикулярні бісектриси  $z_1 + z_2$  і  $z_1 - z_2$  визначають опуклий многокутник (область Діріхле), який є не що інше, як область площини, ближча до початку координат, ніж до довільної іншої точки ґратки. Легко бачити, що цей многокутник є прямокутником або шестикутником залежно від того, дорівнює скалярний добуток  $(z_1, z_2)$  нулю чи ні. Вороний розширив це поняття на ґратки довільної розмірності – комірки Вороного є узагальненням області Діріхле.

Щільність регулярного сферичного пакування, коли центри сфер є точками еквідистантної ґратки  $A$ , пропорційно евклідовому інваріанту  $\gamma(A)$  останньої. Ґратки, на яких досягається локальний максимум щільності, так звані «екстремальні ґратки», характеризуються знаменитою теоремою Вороного в термінах досконалості і компактності. Детальніше з цим можна ознайомитися за роботою *Кассельса* [12] і роботою *Селласа* [82] з теорії ґраток Вороного. Наукове дослідження праць Вороного (107, 108), разом

із опублікованими його нотатками і щоденником (написаними незадовго до смерті), провів *Вельхос* [95]. У цих нотатках Г. Вороний розглядає проблему розкладу нерегулярної квадратичної форми в суму додатно і від'ємно визначених форм.

Тепер математики розглядають комірки Вороного для довільних дискретних точкових множин. Ця вільність привела до цікавих і досить несподіваних застосувань цього поняття в обчислювальній дискретній геометрії (див. *Матоюнек* [64]), а також у багатьох інших областях науки (наприклад, у біології, фізиці, хімії і кристалографії, а також у географії, метеорології і навіть астрономії). Мабуть, найперше начне застосування цього поняття комірок Вороного є малюнок сонячної системи в *Principia Philosophiae Декарта* 1644 року (пор. Матоюнек [64], стор. 120). Однак строго математичне означення вперше дали Діріхле [24] і Вороний [108].

Певно, найбільш вражаючим результатом недавнього минулого з геометрії чисел стало доведення гіпотези Кеплера, що серед усіх сферичних пакувань у тривимірному просторі щільність сферичних і кубічно-центрованих пакувань є найбільшими. Те саме засвідчує золоте гіпотетичне пакування, оскільки кожен продавець фруктів саме так і пакує апельсини. Доведення *Лі* і *Веіс* [93] показало, що оптимальна щільність пакування в  $R^3$  є  $\pi / \sqrt{18} \approx 0.74$ , і що це значення досягається на тіснокутих і на кубічно-центрованих ґратках. Однак було незрозуміло, чому не існує неперервного пакування куль з більшою щільністю. Усі спроби довести гіпотезу Кеплера в загальному випадку зазнавали невдач протягом багатьох століть. Число дотиків визначається як кількість еквівалентних  $n$ -вимірних гіперкубів, які можуть дотикатися до еквівалентної гіперсфери без жодних перетинів. У випадку розмірності 3 числом дотиків є 12. Це навело *Ф. Тома* [29] на думку, що в кожному пакуванні одиничними кулями об'єм довільної комірки Вороного навколо довільної сфери планомірно такий же, як і об'єм правильного додекаедра з одиничним радіусом вписаної сфери. Це твердження відоме як доведена гіпотеза. З неї випливає верхня оцінка 0.75469 щільності сферичного пакування, а відтак і оцінка найщільнішого можливого сферичного пакування. Проте цього недостатньо для доведення гіпотези Кеплера.

У 1998 році *Хейлс* [36] анонсував доведення гіпотези Кеплера. Окрім винятковості, дове-

дення Хейлса містить величезну кількість обчислень. У ньому ідея комірок Вороного також відіграла вирішальну роль (див. опис доведення в [35]). Після тривалого рецензування доведення Хейлса було зрештою опубліковане зі скороченнями у вигляді статті [36] обсягом 121 стор. (повне доведення надруковано в серії статей, частково у співаторстві з *С.П. Фергюсоном*, у 36 томі \*Discrete and Computational Geometry\*). Доведено гіпотезу у 2002 році Хейлс і *МакЛафлін* [37].



Георгій Феодосієвич Вороний

## Епілог

Георгій Феодосійович Вороний помер 20 листопада (7 листопада за старим стилем) 1908 року у Варшаві; похований у його рідній Журавці. Вважається, що частина його робіт з нерегулярних квадратичних форм, закінчена в останні дні, згоріла (пор. [78]). Це непоправна втрата для математики. Інші статті [110, 111] було знайдено і опубліковано після його смерті.

Роботи Г.Ф. Вороного дали сильний поштовх розвитку теорії чисел у ХХ столітті, і ми вважаємо, що у найближчому майбутньому це не зміниться. Ми вже розповіли, як його дослідження були продовжені багатьма математиками з усього світу і як його ідеї стали фундаментальними в нових областях науки, що надалі розвиваються. Однак Г. Вороний значно вплинув на математику іншим способом, і, певно, розповідь про це гарно завершить нашу мандрівку його математичною біографією.

Серед студентів Вороного у Петербурзькому університеті був видатний Вацлав Серпінський.



У 1903 році факультет математики і фізики Варшавського університету запропонував нагороду за кращу студентську роботу про внесок Г. Вороного в теорію чисел. Наступного року золоту медаль у цьому конкурсі отримав Серпінський за дисертацію, присвячену задачі про круг; проте з політичних причин його результати (24) побачили світ лише в 1906 році (спогади самого Серпінського про ці події описані у статті *Роткевича* [77]). Після закінчення університету Серпінський працював викладачем математики і фізики у Варшаві, але пізніше переїхав до Кракова для підготовки до докторської дисертації Ягеллонського університету. Тут він співпрацював з професором *Зарембою* з математики, вивчаючи додатково астрономію і сфероїди. У 1906 році він написав дисертацію про проблеми точок ґратки, науковими консультантами його були Вороний і Заремба. Серпінський отримав ступінь доктора і в 1908 році був направлений до Львівського університету. Серпінський заснував сильну школу з теорії чисел; серед його студентів були Шпінель (який також написав дуже інформативну статтю [81] про варшавський період життя Вороного) і Роткевич.

У Росії деякі напрямки досліджень Г. Вороного продовжив *Іван Матвійович Виноградов*, який (як і до нього Вороний) був студентом Маркова. Тут слід згадати узагальнення Виноградовим результатів Вороного в проблемі дільників, яке дозволило йому отримати дуже хороші оцінки для числа точок ґратки між даною кривою  $y = f(x)$  (а не лише гіперболоїдом двох полюсів) і віссю  $x$ ; зокрема, його оцінка залишкового члена в проблемі дільників залишалася тривалий час

найкращою. Виноградов прославився своїм розв'язанням тернарної проблеми Гольдбаха: кожне достатньо велике непарне ціле число можна подати у вигляді суми трьох простих чисел (див. [20]). Бінарна проблема Гольдбаха – чи кожне парне ціле число  $N \geq 4$  можна подати у вигляді суми двох простих чисел – досі відкрита (і схоже, далека від розв'язання сучасними методами).

За межами Польщі та Росії внесок Г. Вороного в теорію чисел був забутий на майже тридцять років (можливо, з огляду на політичну ситуацію в Європі). Проте все змінилося в 1932 році після публікації статті Г. Вороного [102] в «Annals of Mathematics». У 1947 році *Делоне* [20] написав книгу про Санкт-Петербурзьку школу з теорії чисел і присвятив главу роботі Г. Вороного; нещодавно ця книга була перекладена англійською і опублікована Американським математичним товариством. У 1952–53 роках було опубліковано зібрання праць Г. Вороного [109]. Три томи включали кілька неопублікованих робіт, зокрема статті [110;111] про нерегулярні квадратичні форми (також опубліковані в українському математичному журналі) і деякі нотатки щодо останньої теореми Ферма.

Відтоді інтерес до Г. Ф. Вороного живе, а інтерес до його математичного доробку добре відображений у частині конференцій, присвячених тим галузям математики, в які Вороний вкладав свої яскраві ідеї. ■

*Олександр Ганюшкін,*  
канд. фіз.-мат. наук, доцент,  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка

#### Література:

1. J.C. Adams, Table of the first sixty-two numbers of Bernoulli, J. reine angew. Math. 85 (1878), 269–272.
2. S. Alaca, K.S. Williams, On Voronoi's method for finding an integral basis of a cubic field, Util. Math. 65 (2004), 163–166.
3. F.V. Atkinson, The mean value of the zeta-function on the critical line, Quart. J. Math. 10 (1939), 122–128.
4. F.V. Atkinson, The mean value of the Riemann zeta-function, Acta Math. 81 (1949), 353–376.
5. R. Ayoub, Euler and the zeta function, Amer. Math. Monthly 81 (1974), 1067–1087.
6. V. Bentkus, F. Gotze, Lattice point problems and distribution of values of quadratic forms, Ann. Math. 150 (1999), 977–1027.
7. B.C. Berndt, Arithmetical identities and Hecke's functional equation, Proc. Edinburgh Math. Soc. 16 (1969), 221–226.
8. B.C. Berndt, The Voronoi summation formula, in "The theory of arithmetic functions", Proceedings of the conference at Western Michigan University 1971, A.A. Gioia, D.L. Goldsmith eds., Springer Lecture Notes 251 (1972), 21–37.
9. E. Bombieri, H. Iwaniec, On the order of  $\zeta(\frac{1}{2} + it)$ , Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa 13 (1986), 449–472.
10. J. Brillhart, P. Morton, Class numbers of quadratic fields, Hasse invariants of elliptic curves, and the supersingular polynomial, J. Number Theory 106 (2004), 79–111.
11. J. Buchmann, A generalization of Voronoi's unit algorithm, I, II, J. Number Theory 20 (1985), 177–191, 192–200.
12. J.W.S. Cassels, An introduction to the geometry of numbers, Springer 1971 (рос. пересп.: Дж. Кассель. Введение в геометрию чисел, М., 1965).
13. F. Chamizo, Lattice points in bodies of revolution, Acta Arith. 85 (1998), 265–277.
14. K. Chandrasekharan, R. Narasimhan, Functional equations with multiple gamma factors and the average order of arithmetical functions, Ann. Math. 76 (1962), 99–136.

# ДІАГРАМИ ВОРОНОГО – НАДИХАЮЧИЙ ПАРТНЕР ДЛЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ



**Дар'я Добричева (праворуч)**

канд. фіз.-мат. наук,  
ст. наук. співроб.

**Олена Компанієць (ліворуч)**

мол. наук. співроб.

Головна астрономічна обсерваторія  
НАН України,  
м. Київ

Основною метою школи було ознайомити студентів із науковими напрямками, що дасть змогу обрати напрям майбутніх наукових досліджень. Окрім того, літня школа є чудовим майданчиком для тренування комунікативних навичок, ведення наукових дискусій та можливість спілкування із учасниками з різних міст, що дає можливість для створення нових зв'язків та поглиблення співпраці між студентством та науковою спільнотою України.

**Крізь Чумацький Шлях до Всесвіту.**

**Концепція Наукової школи для молодих вчених з астрономії та астрофізики  
ГАО НАН України.**

**Автор Інна Ізвекова,**

**мол. наук. співроб. ГАО НАН України**

У цьому році Рада молодих вчених Головної астрономічної обсерваторії НАН України, організувала і провела літню школу для студентів «Крізь Чумацький Шлях у Всесвіт», що проходила 26–28 серпня 2024 на території обсерваторії. У школі взяли участь 28 студентів з університетів Києва, Харкова та Миколаєва, а також двоє студентів, які приїхали на літні канікули до України, один з Вроцлавського університету, а інша студентка Массачусетського Технологічного Інституту. Чотирнадцять наукових співробітників Головної астрономічної обсерваторії НАН України, співробітник Радіоастрономічного інституту НАН України, співробітник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, а також співробітник Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, офлайн прочитали оглядові лекції, присвячені досягненням у різних напрямках астрономії: від досліджень атмосфери Землі до новітніх відкриттів у космології (<https://mao.kiev.ua/index.php/ua/conference-school-ua>).







Дана школа була б неможливою без партнерів школи. Члени Ради молодих вчених звернулись до малого бізнесу, який їх підтримав. Генеральною партнеркою стала підприємниця та меценатка **Руслана Тулупова**. З 2023 року вона є керівницею ГО «Агенція позашкільної освіти». Руслана Тулупова систематично надає гуманітарну допомогу та втілює у життя благодійні проекти.

Одним із прикладів такого проекту є астрономічний гурток «Галактика», розташований у селі Лісники. В даному гуртку діти після школи мають можливість безкоштовно поглибити свої знання з фізику, математику та астрономію. Результат неймовірний, вже через 4 місяці після відкриття гуртка, деякі учні успішно почали приймати участь в олімпіадах з математики та астрономії! А також Руслана Тулупова організувала 8 семінарів із Астрономії «Від основ до космічних місій та погляду у майбутнє» для усіх бажаючих учнів 1–11 класів чотирьох ліцеїв Феодосіївської громади.

Надихаючим партнер –український бренд прикрас **CDD JEWELRY**. Їх ювелірні вироби створені за математичних алгоритмом українського математика **Георгія Вороного**. Даний алгоритм являє з себе геометричний спосіб розв'язання задачі про пошук найближчого сусіда або зони близькості. Даний алгоритм, який ще називають мозаїкою Вороного, використовується у фізиці, хімічній інженерії, мікробіології, офтальмології, у вирішенні проблем штучного інтелекту, а також в астрофізиці та космології.

Український ювелірний бренд CDD Jewelry був заснований в 2019 році.



**Дарина Чернишова** - засновниця ювелірного бренду прикрас **CDD JEWELRY**(ліворуч)

та ювелірна прикраса «Сузір'я Кассіопея» (праоруч) на основі мозаїки Вороного – надихаючий партнер наукової школи для молодих вчених з астрономії та астрофізики

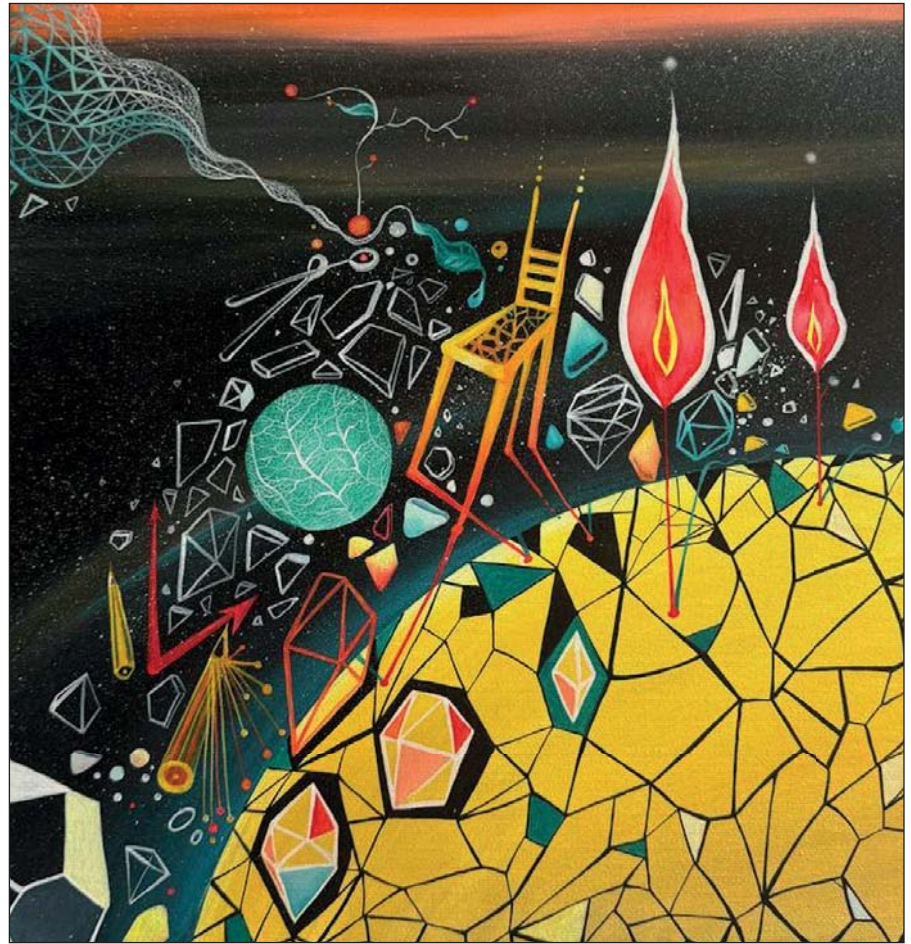
Засновниця **Дарина Чернишова** використовувала свій досвід з області архітектури. Концепція бренду популяризує науку та підтримує українську наукову спадщину. Власниця бренду запропонувала разом створити прикрасу для учнів та лекторів школи, що поєднує в собі сузір'я Кассіопея та алгоритм Вороного.





Це сузір'я можна побачити з любого міста України саме у такому виді. Менші зорі навколо сузір'я також взяті з нічного неба – це або найбільш близькі або найяскравіші зорі, що знаходяться поруч з сузір'ям Кассіопея. Це прикраса, що надихає, її можна носити із собою як нагадування, що навіть у найтемніші часи зорі завжди з вами, вони поруч, біля серця.

Наразі ця прикраса вже запущена у продаж, і 20% від кожної проданої прикраси йде на підтримку наступної астрошколи. Ми віримо у майбутнє української астрономії та сподіваємось, що ця співпраця допоможе залучити нових молодих вчених до цієї сфери діяльності (<https://cddjewelry.com/collections/brooch>)■



Сонячна фантастика діаграм Вороного.  
Художниця Ольга Аборонюк



Учасники Наукової школи з астрономії та астрофізики ІАГО НАН України.  
Київ, серпень 2024 р.



## З ПОЕТИЧНОГО ЗОШИТА



**Надія Гула**

доктор біол. наук, професор,  
член-кор. НАН України,  
член-кор. НАМН України,  
Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна  
НАН України, м. Київ

### Спека

Спека плавить камені й пісок,  
Скрізь посохли квіти та бузок,  
Падають нестиглі ще плоди,  
Все кричить: води, води, води...  
Вже ні сил немає, ні бажань –  
Все поглинула спекотна хлань...  
Час десь плине, а для нас стоїть.  
Де ж поділась прохолоди мить?  
14.07.2024

\*\*\*

### В. Грінченку

Боюсь, що не зустрінемося ми більше,  
Бо у Канаді сонце сходить інше.  
Вам з дітьми краще, Ви не наодинці,  
До Вас не пруться чортові чужинці.  
А старість вже прийшла безповоротно,  
Болячками обсипала щедротно.  
З болячками ще можна воювати,  
Дай Боже, Вам завжди перемагати!  
Здоровим будьте! Хай Вам пощастить  
На світі довго ще прожити!  
27.07.2024

\*\*\*

Не треба сумувати,  
Не треба сльози лить,  
А треба пригадати  
Якусь приємну мить:

Як сходить ясне сонце,  
Чи затиха гроза,  
Чи загляда в віконце  
Зворушлива коза.

17.09.2024

\*\*\*

Чекали довго, поки пройде спека,  
Настануть теплі та погожі дні.  
Та раптом несподівано здалека  
Вітри примчали люті й крижані.

І знов чекаєм, що тепло настане.  
Це доля наша: все життя чекать.  
Тепер – як упаде сніг і розтане,  
І весняні струмки знов зашумлять.

19.10.2024

\*\*\*

Іде війна, комфорту не чекай,  
І винуватців зайвих не шукай:  
Це божевільний наш сусід дуріє,  
Заволодіти цілим світом мріє.  
3.11.2024

\*\*\*

Сад облетів, дерева голі,  
Біліє інеем трава...  
Безповоротно, хоч поволі,  
Бере зима свої права.

Спокійно треба це прийняти,  
Зимі теж можна порадіть;  
Носи від холоду сховати, -  
Й зима пролине, наче мить. ■

8.11.2024

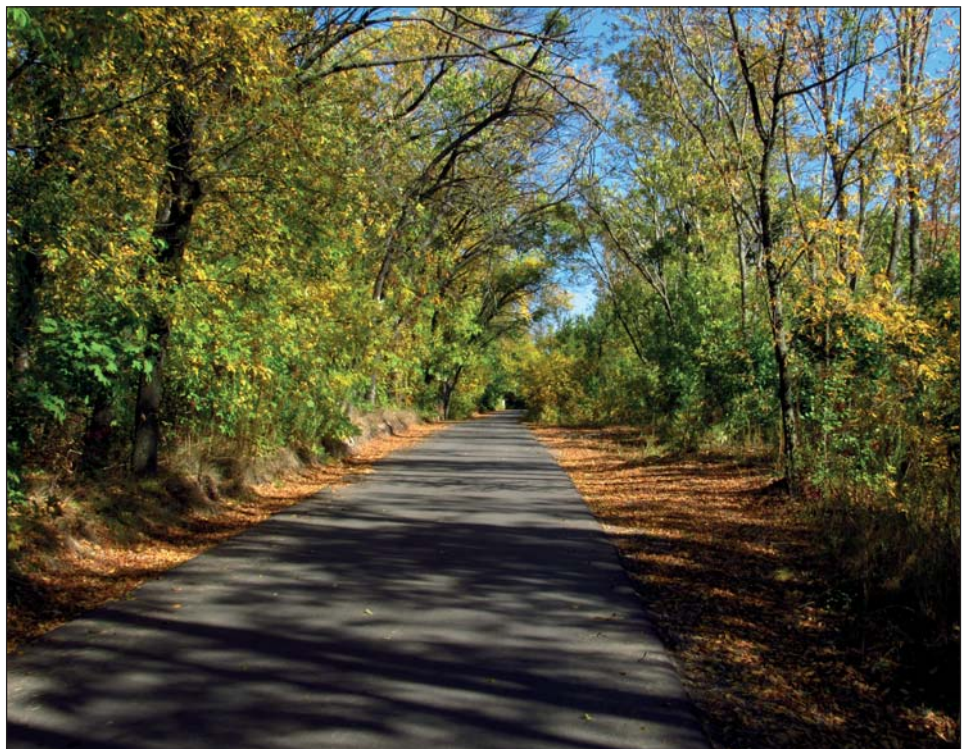
# ОСІННІЙ ВИХІДНИЙ У ВИТАЧЕВІ



**Костянтин Буркут**  
канд. філол. наук,  
вчений секретар  
Відділення літератури,  
мови та мистецтвознавства  
НАН України,  
м. Київ

**Ц**е давнє, з понад тисячолітньою історією, село відвідують передусім задля того, щоб помилуватися Канівським водосховищем і островами на ньому. Пейзажі точно не розчарують, навіть досвідчені туристи задоволено посміхаються, дістаючи телефони, аби сфотографувати цю красу. Приголомшливі види з лишком компенсують майже повну відсутність у Вітачеві архітектурних пам'яток, на які можна було б розраховувати, знаючи про його солідний вік. Винятком слугує хіба що дерев'яна каплиця, зведена в 1991 за проектом *Тараса Шевченка* з ініціативи *Олеся Бердника*. Нині вона – символ села. Ця невелика за розмірами святиня є орієнтиром для тих мандрівників, хто самотужки дістається до Вітачева в пошуках інстаграмних видів.

Зазвичай сюди приїздять екскурсійними автобусами, гіді дають певний час, аби туристи сфотографували пейзажі та себе на тлі Дніпра, купили місцевий хліб чи тістечка і знову зайняли місця в транспорті, що їх привіз.



Дорога до каплиці



Автобусний комфорт і розповідь екскурсовода про історію Витачева не спокусили мене відправитися сюди в складі організованої групи: більше люблю самостійні подорожі. Дістатися нескладно: маршрутка, що їде з автовокзалу «Видубичі» в напрямку Ржищева / Канева, підвезе до повороту на село. Звідси хвилин 15–20 неспішної ходи до його центрального роздоріжжя, на якому слід повернути праворуч і йти десь із кілометр по асфальтованій дорозі, яка й виведе до дніпровських схилів.

Насолодившись краєвидами, що відкриваються від каплиці та поблизу неї, не поспішайте уходити, трохи спустіться стежкою в яр – побачите не менш мальовничі панорами. Краса краєвидів Витачева вабить кіношників, тут знімали «Вавилон–XX», «Богдан-Зиновій Хмельницький», «Поводир»...

Прощаючись із селом, гості зазвичай заходять у місцеву пекарню. Я наслідував приклад численних туристичних груп. Тут було гамірно й весело, проводився майстерклас, малеча за допомогою вихователів старанно й діловито вправлялася з тістом: ліпили булки. Дуже зворушливо спостерігати за цим відповідальним процесом!

Продукція пекарні розрахована перш за все на столичних туристів: не кожен місцевий зможе регулярно купувати хліб, нехай навіть запашний і виготовлений за старовинними рецептами, за ціною 70 гривень і вище. Годі й казати, що він видався мені неймовірно смачним! Вийшовши з пекарні, не можна втриматися, щоб іще раз не поглянути на дніпровські простори. Як же вони захоплюють, наснажують, окрилюють душу!

Їхати до Києва вирішив із Халеп'я – сусіднього з Витачевим села, відомого тим, що на його території виявлено залишки поселення трипільської культу-

ри, а також музеєм **Вікентія Хвойки**. Сюди також організують екскурсійні тури. А от про урочище «Калинове», розташоване неподалік шляху, що веде з Витачева до Халеп'я, знають, мабуть, тільки жителі навколишніх сіл і природоохоронці. Мене в ньому зацікавило озеро з екзотичним найменуванням Ріца. Місцеві трохи розгублюються, коли чують цю назву.

– *Хто як називає... Все врем'я було Стрількове, а так і Калиновим називають, хто як...* – поділилася зі мною особливостями місцевої топоніміки жителька Халеп'я, згадуючи безтурботне дитинство, проведене на озері. Без її порад я б довго блукав, відшукуючи ландшафтний заказник. Спасибі їй за допомогу!

Урочище утворене балкою, по центру якої розташована проточна водойма. Струмок, який з неї витікає, впадає в річку Сквиру (це я близько до тексту переказав фрагмент плакату на вході в заказник – не знаю, як оформлювати цитату в такому випадку) ☺. Симпатична водойма, але дуже вже мало вона нагадує пам'ятне мені з дитинства оточене горами абхазьке озеро Ріца. Чи любов'ю до Абхазії та вишуканих назв, чи багатую уявою, а може, всім цим разом узятим керувався той, хто його називав. Тут затишно і безлюдно, можна побути на самоті з природою, вдихнути лісові запахи, згадавши рядки улюбленого вірша... :

**Пахне грибами і медом, вогкістю пахне тією,  
Що, oprіч назви осінь, немає імені їй...**

Такі емоції, міркування, спогади викликав у мене жовтневий день, проведений у Витачеві та його околицях. Може, саме для того, щоб розбудити приспану повсякденними турботами душу, ми й мандруємо? ■



Озеро Ріца (Стрількове)

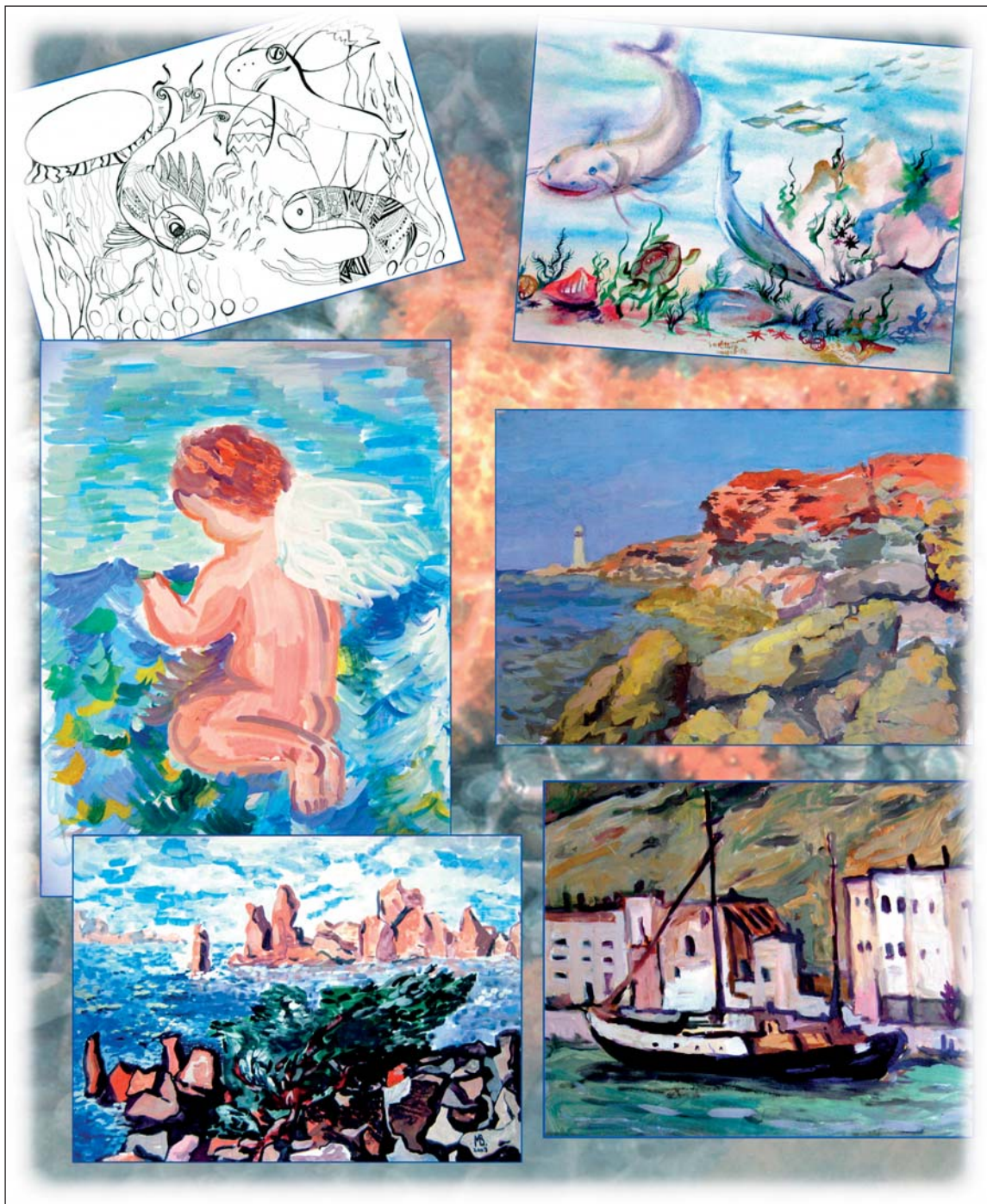




## ДІТИ І МОРЕ

**В** останні місяці кожного року, темні й холодні, з короткими, переважно похмурими, днями, з особливою тугою я згадую літо, сонце, тепло і море. Найчастіше – рідне Чорне, яке тривалий вже час щохвилини потерпає від жорстокостей повномасштабної війни.

Аж тут на очі трапився альбом, який побачив світ у Києві в далекому 2005 році – «CHILDREN and the SEA», виданий за підтримки Міжнародного інституту океану (International Ocean Institute). На сторінках альбому, присвяченого пам'яті всесвітньовідомого еколога й політолога, експерта у галузі морського права, письменниці *Елізабет Манн-Боргезе*, відтворено







На с. 68 згори донизу: ліворуч – «Підводний світ», Віталій Сміян, 7 років; «Янгол над хвилями», Майя Агаєва, 11 р.; «Кримський пейзаж», Віталій Мельниченко, 15 р.; праворуч – без назви, Валерій Патратий, 15 р.; «Херсонський маяк», Наталія Лосс, 15 р.; «Рибальська яхта в Балаклаві», Максим Семененко, 15 р.  
 На с. 69 згори донизу: ліворуч – «Світ риб», Ілля Неправда, 14 р.; «Морська казка», Світлана Рейпіги, 12 р.; «Аю-Даг», Гліб Капоріков, 12 р.; праворуч – «Костянтинівський рavelін», Іван Горбан, 13 р.; «Морська фантазія», Валерія Беркало, 10 р.

дитячі малюнки. Це акварельні пейзажі, фантастична комп'ютерна графіка, історичні сюжети, графічні роботи і пастельні малюнки, присвячені морю, його мешканцям, екологічним питанням і культурній спадщині. Авторам – митцям із Києва, Севастополя й Одеси на момент виходу альбому виповнилось від 5 до 16 років...

Де вони зараз, через майже 20 років? В еміграції, на окупованих територіях чи на фронті?

Продовжують малювати чи вивчають Світовий океан? Невідомо. Але я впевнена, що де б ці люди не перебували нині, вони дбайливо ставляться до довкілля і сумують за мирним і прекрасним українським чорноморським узбережжям. ■

*Анна Радченко*

канд. геол. наук, директор  
 ВД «Академперіодика» НАН України, м. Київ

## ЗУСТРІЧ ГРЕКО-КАТОЛИКІВ У ГДАНЬСЬКУ –

8 листопада 2020 року в Гданську відбулася особлива подія, яка зібрала греко-католицьких вірян з усього регіону. Спільнота з Вармінсько-Мазурського і Поморського регіонів Польщі мала честь приймати Верховного Архієпископа Києво-Галицького та Главу Української греко-католицької церкви Блаженнішого **Святослава Шевчука**.

Віряни, численно зібрані у катедральному соборі, привітали Блаженнішого традиційним українським хлібом і квітами, які вручили діти, молодь та представники громади. До Гданська Блаженнішого Святослава запросили єпископ Ольштинсько-Гданської єпархії Владика **Аркадій Трохановський** і Капітула Санктуарію святого Володимира Великого, що знаходиться при греко-католицькій парафії у Гданську.

Під час урочистостей єпископ Аркадій Трохановський звернувся з посланням, сповненим вдячності та підтримки для України: *«Це велика радість, що сьогодні ми можемо разом підносити наші молитви до Бога, просячи про закінчення війни, перемогу України і справедливий мир. Ми вдячні за те, що Ви зміцнюєте нас у вірі і постійно нагадуєте, що Україна молиться, бореться і стоїть. Наша громада молиться разом з Вами за Україну»*.

Блаженніший Святослав очолив урочисту літургію, після якої відбулася церемонія вручення архієпископу статуетки та медалі святого Володимира Великого – відзнаки, що вручається за видатні заслуги в обороні християнства, зокрема за збереження цінностей і самоідентичності Української греко-католицької церкви. Медаль і статуетка святого Володимира були вперше вручені Капітулою Санктуарію святого Володимира Великого, що є виразом визнання за незламний захист правди і української християнської ідентичності.

Блаженніший Святослав Шевчук нагадав про значення віри та українського духу, який, як і пам'ятник святого Володимира на Балтійському узбережжі, твердо стоїть і спрямований у майбутнє. Протягом кількох десятків хвилин він благословляв присутніх вірян, висловлюючи вдячність за їхню підтримку України.

Під час перебування в Гданську архієпископ Святослав також зустрівся з воєводою Поморського воєводства **Бєатою Руткевич** і митрополитом Гданським архієпископом **Тадеушем Войдою**, а також відвідав Дом згромадження сестер служебниць.

Урочистість зібрала представників місцевої греко-католицької громади, українських емігрантів, студентів, паломників, а також духовенство. Це був важливий момент єдності, підтримки та солідарності в складні часи, який нагадав про силу спільної молитви та надії. ■

**Оксана Ситчик**

делегатка на сесію собору Перемисько-варшавської архієпархії 2020 року,  
13 листопада 2024 р.



# БЛАЖЕННІШИЙ СВЯТОСЛАВ ШЕВЧУК НАГОРОДЖЕНИЙ МЕДАЛЛЮ СВЯТОГО ВОЛОДИМИРА ВЕЛИКОГО







Killer drones: Pioneered in Ukraine, the weapons of the future  
(The Economist)

