



# ВИНАХІДНИК І РАЦІОНАЛІЗАТОР

## № 4 (133) 2020 р.

Науково-популярний,  
науковий журнал  
«Винахідник і раціоналізатор»  
№ 4 – 2020 р.

**Засновник журналу:**  
ВГО Українська Академія Наук

**Зареєстровано:**  
Державним комітетом  
інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення  
України. Свідоцтво Серія КВ  
№4278 від 31.07.1997 р.

**Голова редакційної ради:**  
Оніпко О.Ф., заслужений  
винахідник України, доктор  
технічних наук

**Головний редактор:**  
Китаєв М.М.

**Коректор:**  
Олійникова І.І.

**Редакційна рада:**  
Аль-Ріфаї Н.М.; Березанський В.І.;  
Демчишин А.В., д.т.н.;  
Єговкін В.А.; Конеченков А.Є.;  
д.т.н.; Коробко Б.П., к.т.н.;  
Мікульонюк І.О., д.т.н.;  
Перегінець І.І.; Савенко В.І., к.т.н.;  
Семенюк В.Ф.; Скопенко А.Ю.;  
Федоренко В.Г., д.е.н.; Черевко  
О.І., д.е.н.; Якименко Ю.І., д.т.н.

**Директор:**  
Оніпко А.О.

Видається за інформаційної  
підтримки Державної служби  
інтелектуальної власності,  
ДП «Український інститут  
інтелектуальної власності»

**Адреса редакції:**  
03142, м.Київ, вул. Семашка, 13  
Тел.: +38 (044) 424-51-81  
www.vir.uan.ua  
vinahid@ukr.net

**Друкарня:**  
ТОВ «ДКС-Центр»  
Тел.: +38 (044) 467-65-28

## ЗМІСТ

НОВИНИ НАУКИ І ТЕХНІКИ ..... 2

*Духовний С.*

Гравітаційний електрогенератор ..... 5

*Дубовкіна І.*

Спосіб мінералізації питної води ..... 6

*Нахаба О.*

Літак вертикального зльоту та посадки  
із полікоптерним алгоритмом керування польотом ..... 9

*Лисенко С.*

Форсайт безпеки як майбутній захід організації ..... 13

*Семенюк В.*

Чому бджоли покидають гніздо ..... 17

*Высоцкий В.И. и др.*

Механизм ядерного синтеза железа в геологических  
корках и конкрециях в морях и океанах  
(мифы и фантастическая реальность) ..... 21

*Ремізов П. та інші*

Морський пересувний енергетичний комплекс «Каскад» 27

*Ферчук А.*

Федір Гешвенд: будівничий, винахідник, мрійник ..... 32

*Микуленок И.*

Удивительный «перевёртыш» ..... 38



## П'ять технологій, які стануть нормою після коронавірусу

Пандемія коронавірусу змінила усі сфери діяльності людини. Безконтактні технології та дистанційна робота вже не новина, а на черзі – створення ваших аватарів і тотальне впровадження роботів.

Вихід з карантину привніс нові тенденції і зміни. Зокрема, у світі починає відкриватися ринок туризму і подорожей.

Цей ринок, процеси перельотів, заселення у готелі, ресторани, відвідування бізнес-зустрічей і конференцій дозволяють відкрити завісу і заглянути – яким же він буде «посткоронавірусний світ».

І, судячи з усього, цей світ буде безконтактним і роботизованим, здоров'я і пересування будуть відслідковуватися, все навколо стане дезінфікованим і віртуальним.

### Безконтактність

Оскільки вірус передається через контакт із зараженою поверхнею, новим трендом стане використання безконтактних технологій. Це виявиться настільки комфортним, що навряд чи людство вже повернеться у «контактний світ». Особливий комфорт доставляє те, що до цієї зміни світ був готовий заздалегідь.

Наприклад, безліч передових платіжних систем і банків вже кілька років пропонують послуги безконтактного платежу, – сервіс став настільки популярним, що люди перестають використовувати фізичні кредитні картки. Тому гроші вже сьогодні перетворюються на архаїзм.

Популярність безконтактних платежів є фундаментом ще двох великих змін. Перше – все більше магазинів буде впроваджувати автоматичні каси самообслуговування, які спільно з технологіями розпізнавання облич і роботизованими системами стеження заміняють нинішніх продавців.

Успішність і вигідність подібних кас давно була доведена в американських торгових мережах, непогано система зарекомендувала себе і в Україні.

І якщо зараз клієнту все ще доводиться діставати картку, телефон або використовувати готівку, – незабаром покупки стануть повністю безконтактними, а датчики будуть зчитувати спеціальний застосунок на телефоні, захованому у кишені. Схожа схема працює у США у повністю автономних магазинах Amazon Go.

Друга зміна, яку несуть безконтактні платежі, більш складна і небезпечна. Непопулярність готівкових коштів і відмова від кредитних карт оголює проблему створення «цифрових грошей».

Те, що не вдалося біткоїну й іншим криптовалютам, може вдатися «цифровому долару». Конгрес США планує провести засідання на тему актуальності створення і використання подібних інструментів.

Упровадження «криптодоллара» може значно змінити світову економіку і розділити історію на до і після, але поки невідомо, ця зміна буде позитивною чи негативною.

Ще однією сферою, в якій буде активно розвиватися безконтактність, стануть транспорт і подорожі. Безконтактними платежами у метро і трамваї вже нікого не здивувати, а ось безконтактні прикордонні контролю, заселення у готелі і віртуальні ключі від готельних номерів прямо у телефоні – це ще дивина.





## Стеження за здоров'ям

**Щ**е якихось півроку тому думка про те, що хтось буде вимірювати температуру і заносити її в якісь застосунки викликала б шквал невдоволення й обурення.

Сьогодні ж це реальність. До багатьох громадських місць і закладів у світі зараз неможливо потрапити без добровільного аналізу температури. Особливо це стосується співробітників таких закладів.

У більшості випадків, все ще, подібні виміри виконуються вручну з використанням безконтактного термометра. Але ця індустрія розвивається семимильними кроками і вже активно впроваджуються термальні камери, які досліджують температуру автоматично і без згоди «випробовуваного».

Об'єднання цієї технології з системою розпізнавання обличчя і відстеженням Bluetooth-систем телефонів з одного боку є благом в умовах поширення вірусу. З іншого – повністю знищує приватність, відкриваючи доступ до всіх пересувань і контактів людини третім особам.

Благо очевидне – датчик помітив підвищену температуру, розпізнав обличчя, відстежив Bluetooth і сповістив медиків і всіх людей, з якими спілкувався потенційний хворий останні два тижні.

Але виникають проблеми приватності – подібні дані збираються без згоди людини. Це може бути очікувано у Китаї, де такі технології вже використовуються, але їх впровадження в інших розвинених країнах поки що виглядає сумнівним.

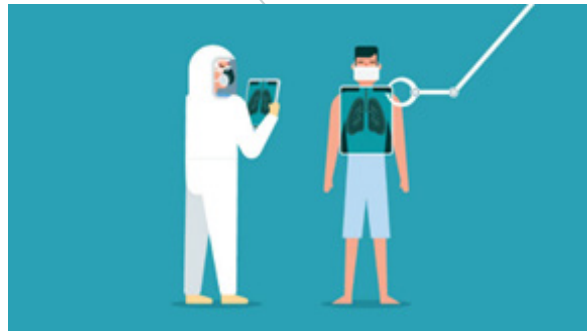
І якщо технологію розпізнавання обличчя у багатьох державах частково блокують на офіційному рівні, – трекінг контактів вже проводиться за допомогою інструментів, розроблених Google і Apple. Згідно зі спільною заявою компаній, подібним софтом зацікавилася 23 країни.

Попри те, що від систем розпізнавання обличчя офіційно відмовляються у багатьох країнах, та ж Apple активно займається удосконаленням FaceID для розпізнавання людей у масках.

Окрема тема – «паспорти щеплення»: це застосунки, які будуть вказувати стан здоров'я, щеплення, а також всі пересування людини, описані вище.

Світ може дійти до того, що такі паспорти, у вигляді мобільного застосунка, як наприклад «Дія», будуть необхідні при перетині кордонів або відвідуванні певних місць.

Ці технології можуть спокійно перетворитися на подобу виїзних віз і, велике питання, хто, як і з якою метою буде використовувати інформацію з таких застосунків.



## Дезінфекція

**П**андемія навчила людство мити руки. У цьому жарті є частка правди, такого охайного населення Земля не бачила за всю свою історію. Дезінфектори стали мега популярними, причому у будь-якому вигляді – серветки, спреї, рідини. Багато хто почав виробляти власні суміші на основі спирту і масел.

Не відстають від цього тренду й технології.

Популярність набирають так звані «дезінфекторні тунелі». Ці споруди часто є герметично закритим приміщенням, іноді це буквально тунель, в якому вбудовані датчики руху, температури і форсунки з дезінфікувальною рідиною, яка обприскує людину з ніг до голови.

Щось на зразок «безконтактної автомийки», але для людини.

Ще на початку травня подібні конструкції з'явилися на кордоні Мексики і США. Водії і пасажирів після перетину кордону з Мексикою повинні були виходити з авто і проходити через надуту капсулу, де їх «поливали» спеціальною рідиною.

Аеропорт Гонконгу також впроваджує схожі дезінфікувальні машини. До слова, ефективність такого методу не доведена, а у деяких країнах технологія і зовсім визнана небезпечною. Згідно із заявою Центру





контролю і профілактики захворювань США, подібні тунелі можуть викликати пошкодження шкіри, очей або органів дихання.

Але, очевидно, що такі «місця стерилізації» будуть з'являтися у місцях скупчення людей, аеропортах і на кордонах.

Ще однією популярною технологією дезінфекції стало використання ультрафіолетового випромінювання для знищення вірусу. Ефективність технології також поки що не доведена, хоча деякі дослідження підтверджують знищення інших видів коронавірусів УФ-променями.

Сьогодні на ринку можна знайти УФ-бокси для стерилізації мобільних телефонів, ключів і так далі. Цілком ймовірно, що у разі погіршення ситуації такі прилади стануть необхідними для домашнього використання. А, можливо, цей процес заберуть на себе роботи.

### Роботизація

**П**андемія прискорила те, чого боялася добра половина людства – активне впровадження штучного інтелекту в усі сфери життєдіяльності людини. Роботи вже не сприймаються, як щось чужорідне, наприклад, у сфері доставки.

У багатьох китайських містах і аеропортах вже можна зустріти робота, який перевіряє температуру людей, що проходять повз. У лікарнях роботи доставляють пацієнтам з COVID-19 їжу.

Величезний бум на роботів відбувається у сфері туризму і відпочинку. Круїзні компанії впроваджують роботів-стюардів і роботів-барменів, деякі готельні системи тестують роботів-рецепшністів.

І якщо до пандемії такі машини робили безликими, – зараз вірус штовхає на створення віртуальних людиноподібних консьєржів, які будуть сприйматися людьми «як люди». Технології створення потрібної міміки і емоцій вже активно тестуються.

COVID-19 і соціальне дистанціювання сильно вдарили по сфері обслуговування, і саме ця сфера першою пройде через четверту промислову революцію і впровадить її блага на постійній основі.



### Віртуальність

**Г**лобальний карантин став каталізатором «дистанційної роботи», до якої по-різному ставляться різні співробітники.

З іншого боку, світовий бан на перельоти ставить хрест на фізичних бізнес-зустрічах і конференціях. Цілком очевидно, що сервіси на кшталт Zoom, Skype, Google Meets будуть тільки рости, але на їх хвилі з'являються часом неочевидні рішення, які ще більше модернізують цей світ.

Такі рішення затягують людство у віртуальну реальність. Наприклад, студенти університету Берклі провели церемонію випускного 2020 у популярній грі Майнкрафт. Для цього вони побудували цілий віртуальний світ, що нагадує їх рідний університет! Цю ж технологію можна застосувати для лекцій і навіть іспитів.

Ще одним нетривіальним прикладом служить використання гри про ковбоїв Red Dead Redemption 2, замість Zoom. Як заявила одна зі співробітниць компанії, «дуже круто обговорювати питання, сидячи навколо багаття і чуючи виття вовків... а коли зустріч закінчена ви можете сісти на коня і вершити правосуддя, а не ось ці дивні посмішки на камеру, коли зазвичай намагаєшся завершити дзвінок».

Подібні приклади не є широко використовуваними, але вони чітко показують тренд, що банальні зустрічі з десятком іконок з веб-камер стають людям не дуже цікавими.

Проблему можуть вирішити і застосунки для віртуальних зустрічей з використанням шоломів додаткової реальності. Подібні технології вже є, вони впроваджуються і навіть використовуються.

Більш того, на арену з різними компаніями і стартапами активно вийшли Facebook зі своєю портфельною компанією Oculus і гігант HTC з технологією Vive, а це значить, що зовсім скоро макіяж віртуального аватара перед зустріччю з клієнтом стане реальністю.

Поки що складно судити, чи зможе людство жити у матриці з віртуальними аватарами, які будуть ходити в університети, на зустрічі і побачення, або у світі, де доведеться носити маски, дезінфікувати всіх і вся і спілкуватися з роботами. Ясно одне – нудно не буде! ■





С. Духовний

## Гравітаційний електрогенератор

Патент на винахід № 118204

Відомий з підручника Слободянюк А.И. «Фізика», §18, 18.1. генератор змінного струму, який містить вал з ротором, струмовідводи ротора, контактний комутатор та магнітний статор. Недолік такого рішення – наявність магнітів у конструкції електрогенератора. Технічним рішенням винаходу пропонується відмова від магнітів у конструкції електрогенератора. Це вирішується тим, що гравітаційний електрогенератор (ГЕГ) містить вал з ротором, струмовідводи ротора, контактний комутатор. Ротор складається, як мінімум, з однієї електроізоляційної капсули, яка розташована у площині, перпендикулярній до осі обертання валу, і містить два взаємновідштовхувані рідкі діелектрики (ВРД) з різними густинами; у ВРД, біля торців електроізоляційної капсули, розташовані електроди, які струмовідводами ротора з'єднані з контактним комутатором.

Гравітаційний електрогенератор (рис. 1, 2) містить вал 1 з ротором, струмовідводи ротора 6 та 6', контактний комутатор 7. Ротор складається, як мінімум, з однієї електроізоляційної капсули 2, яка розташована у площині, перпендикулярній до осі обертання  $O-O'$  вала 1 і містить взаємновідштовхувані рідкі діелектрики (ВРД) 4 та 5 з різними густинами; у ВРД 4 та 5, біля торців електроізоляційної капсули, 20 розташовані електроди 3 та 3', які струмовідводами ротора 6 та 6' з'єднані з контактним комутатором 7.

ГЕГ працює таким чином: Під дією зовнішніх сил вал 1 з ротором обертається по часовій стрілці відносно осі обертання  $O-O'$ , від (-) до (+), електроізоляційна капсула 2 змінює своє

положення від горизонтального до вертикального (перша чверть оберту), під дією гравітації ВРД із більшою густиною 4 осідає від електрода 3 до електрода 3', під дією сили Архімеда ВРД із меншою густиною 5 спливає від електрода 3' до електрода 3; між електродами 3 та 3' виникає трибоелектричний потенціал (трибоелектричний ефект зумовлений встановленням і розривом контакту між тілами при терті), через відповідні струмовідводи ротора 6 та 6', трибоелектричний потенціал передається до контактного комутатора 7.

Друга чверть – електроізоляційна капсула – 2 змінює своє положення від вертикального до горизонтального, у цей час зупиняється рух ВРД – 4 та 5, між електродами – 3 та 3' щезає трибоелектричний потенціал. Третя чверть обертання, під дією гравітації ВРД із більшою густиною 4 осідає від електрода 3' до електрода 3, під дією сили Архімеда ВРД із меншою густиною 5 спливає від електрода 3 до електрода 3', між електродами 3 та 3' виникає трибоелектричний потенціал, через відповідні струмовідводи ротора 6 та 6', трибоелектричний потенціал передається до контактного комутатора 7; четверта чверть – зупиняється рух рідин 4 та 5, між електродами 3 та 3' зникає трибоелектричний потенціал і так далі. Залежно від конструкції контактного комутатора 7, на зовнішніх контактах контактного комутатора 7 отримуємо постійний або перемінний електричний струм. Таке рішення дозволяє відмовитися від магнітів у конструкції електрогенератора.■

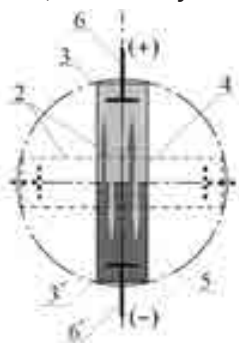


Рис. 1. Ротор гравітаційного електрогенератора

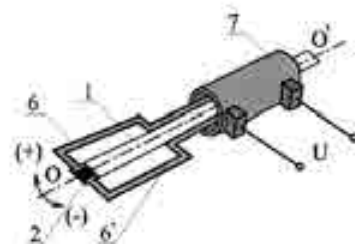


Рис. 2. Схема гравітаційного електрогенератора



І. Дубовкіна

## Спосіб мінералізації питної води

Патент на винахід № 121806

**В**инахід належить до галузі обробки води шляхом мінералізації підготовленої води і може бути використаний у харчовій промисловості, медицині, бальнеології, тваринництві і птахівництві та інших галузях для отримання питної води збалансованого складу.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, який досягається, обраним за прототип, є спосіб мінералізації дистильованої води (патент РФ на винахід, RU № 2616658, C02 F1/68, C02 F1/44, C02F1/32, C02 F103/04, від 28.03.2016 р. опубл. 18.04.2017 р., Бюл. № 11), що передбачає введення у дистильовану воду мінеральної домішки та перемішування, при цьому мінеральна домішка є концентратом з морської води у кількості від 0,5 до 1,0 мг/л, який одержаний шляхом розділення морської води на установці зворотного осмосу при тиску від 24,0 до 70,0 атм. на пермеат (*сухе молоко з вмістом лактози близько 80%*) та концентрат, з подальшим видаленням пермеату, очищенням концентрату від механічних домішок і мікроорганізмів за допомогою ультрафільтрації на розділювальному апараті на порожнистих волокнах з межею затримання 15,0 кДа (*розмірність молекулярної маси*), додатковою стерилізацією очищеного концентрату в ультрафіолетовому стерилізаторі, при цьому перемішування здійснюють протягом 10,0-15,0 хв. до повного розчинення мінеральної домішки.

Недоліками способу є складність технологічного процесу одержання мінеральної домішки із використанням енерговитратного обладнання, необхідність підвищеного контролю та періодичного обслуговування обладнання, тривалість проведення процесу змішування, обмеження щодо використання лише концентрату лише у рідкій фазі.

Технологічним рішенням винаходу пропонується вдосконалення способу мінералізації питної води, шляхом проведення багатоступеневої послідовної обробки у коливальних перехідних режимах із високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням

акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини та проведення перемішування в умовах гідродинамічної кавітації, що забезпечить підвищення якості води внаслідок покращення органолептичних показників, зниження окисно-відновного потенціалу, підвищення рівня рН, зниження вмісту розчиненого кисню, скорочення тривалості процесу мінералізації і, як наслідок, зменшення енергетичних і матеріальних витрат.

Це вирішується тим, що у способі мінералізації питної води, що передбачає введення у підготовлену воду мікро- і макроелементів та перемішування, згідно з винаходом, перед введенням мікро- і макроелементів проводиться багатоступенева послідовна обробка у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини, при цьому амплітуда тиску –  $350 \cdot 10^3$  Па; частота пульсацій – 105 Гц; циклічна частота –  $350 \text{ с}^{-1}$ , після чого здійснюють введення у підготовлену воду мікро- і макроелементів та проводять перемішування в умовах гідродинамічної кавітації з числом кавітації – 0,15.

Багатоступенева послідовна обробка у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини дає змогу змінювати фізичні і хімічні параметри води, оскільки вона є амфіпротним розчинником. При цьому відбувається трансформування структурних утворень на мікро- і нанорівні завдяки ініціюванню автопротолізу (*зворотний процес взаємодії двох молекул амфотерного протонного розчинника, в якому одна з молекул передає протон, а друга приймає його, виступає основою*) та асоціатор утворення між молекулами води.

Рекомбінація молекулярних структур та трансформація їх в асоціати певного типу зумовлює зміну кислотно-лужних властивостей води, що позначається на її сорбційній здатності, при цьому підвищується швидкість



перебігу хімічних реакцій та водночас відбувається зниження окисно-відновного потенціалу, підвищення рівня водневого показника, зниження вмісту розчиненого кисню без застосування хімічних домішок та елементів.

Процес мінералізації у таких умовах полягає в інтенсифікуванні гідромеханічних та масообмінних процесів між мікро-, макроелементами та водою. Перемішування в умовах гідродинамічної кавітації сприяє збільшенню поверхні масообміну та утворення гомогенних розчинів за короткий проміжок часу, внаслідок чого зменшуються енергетичні витрати на проведення процесу мінералізації питної води.

На основі експериментальних досліджень було вибрано значення оптимальних параметрів багатоступеневої послідовної обробки у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини, а саме: амплітуда тиску –  $350 \cdot 10^3$  Па; частота пульсацій – 105 Гц; циклічна частота –  $350 \text{ с}^{-1}$  та число кавітації – 0,15 – при перемішуванні в умовах гідродинамічної кавітації. Результати досліджень органолептичних параметрів зразків мінералізованої питної води, одержаних різними способами мінералізації наведено у таблиці №1.

Підготовлена питна вода, якою може бути звичайна водопровідна вода, джерельна вода, вода з артезіанських свердловин, дистиллят, вода, одержана зворотним осмосом та ін. по

трубопроводу у безперервному режимі подається до проточного генератора, в якому проводиться багатоступенева послідовна обробка у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини, при цьому амплітуда тиску –  $350 \cdot 10^3$  Па; частота пульсацій – 105 Гц; циклічна частота –  $350 \text{ с}^{-1}$ , оброблена вода мережею трубопроводів направляється на мінералізацію. Введення у підготовлену воду мікро- і макроелементів проводять відповідно до рецептур та необхідного ступеню мінералізації. Введення мікро- і макроелементів відбувається у безперервному режимі у потоці рідини з одночасним перемішуванням в умовах гідродинамічної кавітації з числом кавітації – 0,15. Після чого мінералізовану питну воду використовують відповідно до потреб або мережею трубопроводів надають споживачу, або подають у бювет, або пакують загальноприйнятими способами, маркують, етикетують та реалізують у відкритій торговельній мережі.

**Приклад 1.** Процес мінералізації питної води з метою використання у бюветі здійснюють наступним чином. Водопровідна вода, з мережі центрального водопостачання, після дослідження компонентного складу, системою трубопроводів у неперервному режимі направляється для багатоступеневої послідовної обробки у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та

Таблиця №1. Дегустаційне оцінювання зразків мінералізованої питної води

| Параметри        | Зразки мінералізованої питної води                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Зразок № 1                                                                                                                                                                                                                                                          | Зразок № 2                                                                                                                                                                                                                                | Зразок № 3                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                  | (перемішування здійснювалось в апараті періодичної дії з перемішувачем, тривалість 15 хв., без багатоступеневої послідовної обробки в перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону) | (перемішування здійснювалось в умовах гідродинамічної кавітації, без багатоступеневої послідовної обробки в перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону) | (багатоступенева послідовна обробка в коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини, перемішування здійснювалось в умовах гідродинамічної кавітації) |
| Зовнішній вигляд | 2,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,5                                                                                                                                                                                                                                       | 3,0                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Забарвлення      | 2,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,5                                                                                                                                                                                                                                       | 3,0                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Прозорість       | 1,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,0                                                                                                                                                                                                                                       | 1,0                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Аромат           | 5,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5,5                                                                                                                                                                                                                                       | 5,5                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Смак             | 5,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5,5                                                                                                                                                                                                                                       | 6,0                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Загальний бал*   | 16,5                                                                                                                                                                                                                                                                | 17,0                                                                                                                                                                                                                                      | 18,5                                                                                                                                                                                                                                                            |

\* Оцінювання здійснювалось за 20-ти бальною шкалою.



одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини до проточного генератора, при цьому амплітуда тиску –  $350 \cdot 10^3$  Па, частота пульсацій – 105 Гц та циклічна частота –  $350 \text{ с}^{-1}$ . Оброблена вода після генератора мережею трубопроводів направляється на штучну мінералізацію. Кількість мікро- і макроелементів 25 (солей), що використовуються для мінералізації складає:

$\text{MgSO}_4$  125 мг/л;

$\text{K}_2\text{SO}_4$  200 мг/л;

$\text{ZnSO}_4$  10 мг/л;

$\text{MnSO}_4$  0,25 мг/л.

Введення солей відбувається у безперервному режимі безпосередньо у потік рідини з одночасним перемішуванням в умовах гідродинамічної кавітації з числом кавітації – 0,15. При цьому одержують питну воду з наступними параметрами:

жорсткість, 2,0 мг екв./л;

лужність 0,5 мг екв./л;

окислюваність 1,5 мг  $\text{O}_2$ /л

загальний вміст солей 335,25 мг/л.

Вміст катіонів:

$\text{Mg}^{2+}$  25 мг/л

$\text{K}^+$  90 мг/л

$\text{Zn}^{2+}$  4,0 мг/л

$\text{Mn}^{2+}$  0,09 мг/л

Вміст аніонів:

$\text{SO}_4^{2-}$  212 мг/л

Після чого мінералізовану питну воду по мережі трубопроводів подають у бует для використання споживачем. Одержана таким способом мінералізована питна вода належить до столових питних вод і не має обмежень щодо терміну вживання.

**Приклад 2.** Процес мінералізації питної води з метою одержання бутильованої столової питної води здійснюють наступним чином: підготовлена зворотним осмосом вода зі збірної ємності по трубопроводу у безперерв-

ному режимі подається до проточного генератора, в якому проводиться багатоступенева послідовна обробка у коливальних перехідних режимах з високочастотними пульсаціями тиску та одночасним накладанням акустичних полів ультразвукового діапазону на потік рідини, при цьому амплітуда тиску –  $340\text{-}350 \cdot 10^3$  Па; частота пульсацій – 105 Гц; циклічна частота –  $350\text{-}360 \text{ с}^{-1}$ , оброблена вода мережею трубопроводів направляється на мінералізацію. Для мінералізації використовують концентрат мікро- і макроелементів, одержаний з морської води. Введення у підготовлену воду концентрованого розчину мікро- і макроелементів проводять у неперервному режимі у потоці рідини, контролюючи кількість розчину витратоміром, одночасно з введенням концентрату мікро- і макроелементів проводять перемішування в умовах гідродинамічної кавітації з числом кавітації – 0,15. Кількість концентрату мікро- і макроелементів розраховується таким чином, щоб мінералізована питна вода відповідала наступним вимогам:

сухий залишок 108-134 мг/дм<sup>3</sup>,

окислюваність 0,48-0,56 мг  $\text{O}_2$ /дм<sup>3</sup>,

твердість 0,8-1,00 мг/л,

загальна мінералізація 149,60-173,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Масова концентрація іонів:

натрію 22,3-28,1 мг/дм<sup>3</sup>,

калію 0,5 мг/дм<sup>3</sup>,

кальцію 14,0-18 мг/дм<sup>3</sup>,

магнію 1,2-2,4 мг/дм<sup>3</sup>,

хлоридів 6,0-7,0 мг/дм<sup>3</sup>,

сульфатів 20,0-37,0 мг/дм<sup>3</sup>,

гідрокарбонатів 61,2-73,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Після проведення процесу мінералізації питну воду насичують вуглекислим газом до концентрації 4-6 г/дм<sup>3</sup> і фасують у пляшки, маркують, етикетують та відправляють на реалізацію через торговельну мережу.





О. Нахаба

## Літак вертикального зльоту та посадки із полікоптерним алгоритмом керування польотом

Патент на винахід № 121541

Винахід відноситься до транспортної галузі, а саме до авіаційної техніки і може бути використаний для транспортування пасажирів, вантажів та спецтехніки на різних висотах, як на малих швидкостях (високоточне маневрування у межах щільно населених міських кварталів), так і на великих швидкостях (міжміські, міжобласні, міжнародні та міжконтинентальні сполучення).

За останні 10 років значно збільшилася зацікавленість громадянських та військових до літальних апаратів із вертикальним зльотом-посадкою та високоточним маневруванням у складних умовах польоту для вирішення самих різних задач (від аерофотовідеозйомки та автоматичної доставки вантажів різного призначення – до перевезення пасажирів у непридатні для посадки звичайних літаків ділянки та проведення складних рятувальних операцій по евакуації постраждалих із самих небезпечних місць ДТП, катастроф, надзвичайних ситуацій або зон збройних конфліктів). Якщо проаналізувати усі можливі види транспорту, то можна умовно їх поділити на 3 основні групи: 1) транспорт з однією ступенню свободи переміщення у просторі (одновимірне переміщення по ломаній лінії) – автомобільний та залізничний транспорт; 2) транспорт із двома ступенями свободи переміщення у просторі (двохвимірне переміщення у просторі у межах однієї площини) – річковий, морський, океанічний транспорт, снігоходи, транспорт на повітряних подушках, екраноплани; 3) транспорт із трьома ступенями свободи переміщення у просторі (трьохвимірне переміщення у просторі) – підводний транспорт (підводні човни), авіаційний транспорт (літаки, гелікоптери), космічний транспорт (ракети, космічні кораблі, штучні супутники землі, космічні станції).

З усіх вище приведених видів транспорту нашим цілям та задачам найбільш відповідає авіаційний транспорт, бо він має максимально можливу ступінь свободи переміщення у трьох

вимірах, з іншого боку має можливість переміщення із пункту А у пункт Б по прямій лінії на швидкості 500-1100 км/год, що майже у 20 разів перевищує середню швидкість міського автотранспорту та могло би дозволити найбільш ефективно вирішувати транспортні задачі вище приведених екстрених муніципальних служб із мінімальними втратами часу. Але, на жаль, умови міських кварталів не дозволяють використовувати більшість сучасних видів авіаційного транспорту, бо для літаків та гелікоптерів необхідні злітно-посадочні смуги та гелікоптерні майданчики, котрими більшість українських міських кварталів не устатковані.

У зв'язку із цим виникла реальна необхідність розробки авіаційного транспорту, котрий здатен літати за межами міста зі швидкістю реактивного літака (500-1100 км/год), у межах міста літати із можливостями гелікоптера зі швидкістю 0-500 км/год і котрий буде мати здатність до точного маневрування, здатність до стабільного та нерухомого зависання на малих висотах, здатність до плавного вертикального зльоту та посадки безпосередньо з доріг, тротуарів та звичайних автомобільних паркувальних майданчиків, котрими устатковані сучасні міста України у достатньої кількості, тобто транспорт, що буде мати усі переваги і гвинтокрила, і літака.

Першим аналогом запропонованого винаходу є літальні апарати із поворотними двигунами вертикального зльоту (конвертоплани та інші) [1-2], котрі мають можливість вертикального зльоту (посадки) та можливість переходу до фази горизонтального польоту за рахунок повороту (зміни кута нахилу) двигунів вертикального зльоту/посадки відносно повздовжньої вісі цих літальних апаратів, але котрі мають дуже небезпечний поворотний механізм переходу із вертикальної фази польоту у горизонтальну фазу польоту, у зв'язку із чим вони є занадто складні у керуванні та занадто вимогливі до рівня підготовки пілота, най-



менша помилка пілота при повертанні двигунів (при переході такого літального апарату із однієї фази польоту до іншої) призводить до серйозних аварій із суттєвим ушкодженням літального апарату, та із загибеллю, або тяжкими каліцтвами пілотів та пасажирів такого транспортного засобу.

Другим аналогом запропонованого винаходу є звичайний гвинтокрил [3-6], котрий має можливість вертикального зльоту та посадки та горизонтального польоту на достатньо великій швидкості, але котрий за рахунок великогабаритного відкритого (незахованого) повітряного гвинта вертикального зльоту (посадки) не можна використовувати в умовах густонаселених кварталів мегаполісу, а для його безпечного зльоту та посадки необхідні спеціальні гелікоптерні майданчики або вертодроми.

Третім, найбільш близьким, аналогом запропонованого винаходу є гібридний багатоцільовий авіаційний транспорт, що має форму двоопуклої лінзи, параболічної форми крила, із можливістю надзвукового польоту, плавного вертикального зльоту-посадки і високоточного маневрування за [7], котрий має можливість горизонтального польоту на достатньо великій швидкості, функцію плавного вертикального зльоту та посадки, але у котрому двигуни вертикального зльоту (посадки) розташовані фіксовано до параболічного (куполоподібного) крила даного літального апарату під фіксованим кутом  $90^\circ$  до його поздовжньої вісі, у результаті чого даний транспортний засіб виконує горизонтальний політ під аеродинамічно не вигідним кутом, що дещо знижує максимальну горизонтальну швидкість та максимальне прискорення під час здійснення горизонтального польоту та збільшує витрати енергії (палива) на такий політ.

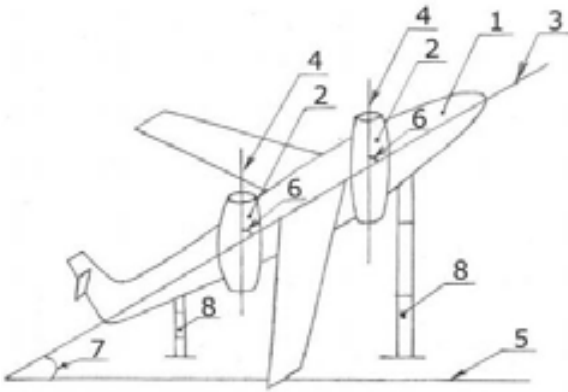
Технічним рішенням винаходу запропоновано створення багатоцільового авіаційного транспорту із можливістю більш надійного та безпечного переходу із фази вертикального зльоту до фази горизонтального польоту та навпаки та з можливістю зменшення енерговитрат у горизонтальній фазі польоту.

Це вирішується тим, що до фюзеляжу класичного літака спереду та позаду його крил, прикріплені двигуни вертикального зльоту (вертикальної тяги) (два спереду крил, та два позаду крил), які мають фіксоване кріплення

(без можливості повороту відносно поздовжньої вісі літака) і які направлені догори та вперед (тобто серединна поздовжня вісь двигунів розташована під кутом  $67^\circ$  до поздовжньої вісі фюзеляжу літака), з метою компенсації обертання літака за віссю ризику ротори половини його двигунів вертикального зльоту виконані з можливістю обертання за годинниковою стрілкою, ротори другої половини його двигунів вертикального зльоту виконані з можливістю обертання проти годинникової стрілки, як шасі використовуються чотири телескопічні опори, при цьому передні дві опори більш довгі, ніж задні дві опори, таким чином, що при стоянці на землі поздовжня вісь фюзеляжу літака знаходиться під кутом  $23^\circ$  до площини поверхні землі, а ніс літака знаходиться вище його хвоста.

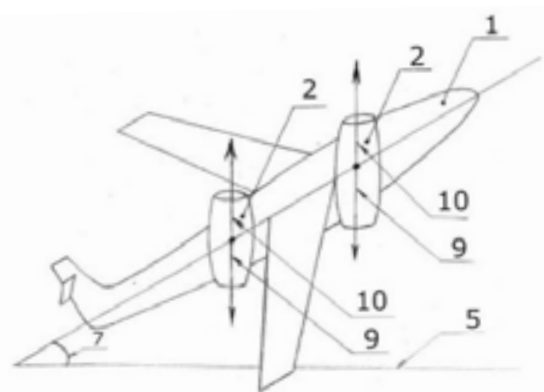
Фіксоване розміщення двигунів вертикального зльоту під кутом  $67^\circ$  до поздовжньої вісі літака забезпечує найоптимальніший кут поздовжньої вісі літака до площини землі у  $23^\circ$  ( $90^\circ - 67^\circ = 23^\circ$ ), що дозволяє уникнути аварій із-за технічних неполадок у системі розвертання двигунів.

У момент стоянки (рис. 1) літак знаходиться у такому положенні, що його ніс знаходиться вище хвоста і двигуни вертикального зльоту у такому положенні направлені доверху під кутом  $90^\circ$  до площини землі, вертикальний зліт (1 фаза польоту), літак також робить у такому положенні, після чого проводиться прибирання шасі (рис. 2). Далі для початку руху вперед (2 фаза польоту) – оберти задніх двох двигунів збільшуються і літак нахилється вперед та донизу на  $23^\circ$  градуси і стає у таке положення, що його поздовжня вісь стає паралельною площині землі, а вісь двигунів вертикального зльоту стає під кутом  $67^\circ$  до площини землі. Після набору певної горизонтальної швидкості (рис. 3, 4) з'являється додаткова піднімальна сила крил літака і енергозатрати знижуються. Якщо рухатись далі не збільшуючи швидкість – обертання двигунів може дещо зменшитись. Після досягнення місця призначення джойстик керування тангажем переводиться у нейтральне положення (3 фаза польоту), що приводить до зменшення швидкості обертання задніх двох двигунів, нахилу фюзеляжу літака назад (у положення під кутом  $23^\circ$  до площини землі) і до повної зупинки руху літака у горизонтальному



**Рис. 1.** Запропонований пристрій у момент його стоянки та під час виконання 1 і 4 фази польоту (вид збоку)

1 – фюзеляж літака; 2 – двигуни вертикального зльоту; 3 – повздовжня вісь фюзеляжу літака; 4 – середина повздовжня вісь двигунів; 5 – площина поверхні землі; 6 – кут між віссю двигунів та повздовньою віссю фюзеляжу літака; 7 – кут між повздовньою віссю фюзеляжу літака та площиною поверхні землі; 8 – телескопічні опори (шасі) літака.



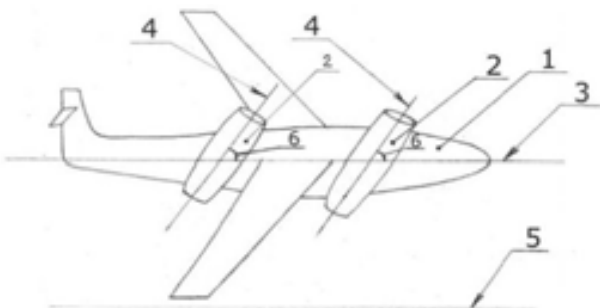
**Рис. 2.** Запропонований пристрій під час виконання 3 фази польоту та під час вертикального зльоту та посадки при прибраних шасі (вид збоку)

1 – фюзеляж літака; 2 – двигуни вертикального зльоту; 5 – площина поверхні землі; 7 – кут між повздовньою віссю фюзеляжу літака та площиною поверхні землі; 9 – вектор сили тяжіння; 10 – вектор сили тяги двигунів вертикального зльоту.

напрямі та його зависанні у повітрі (рис. 2). Далі відбувається поступове зниження обертів одночасно усіх чотирьох двигунів (4 фаза польоту) та випуск шасі, що приводить до плавної вертикальної посадки літака на необхідну ділянку у точці призначення.

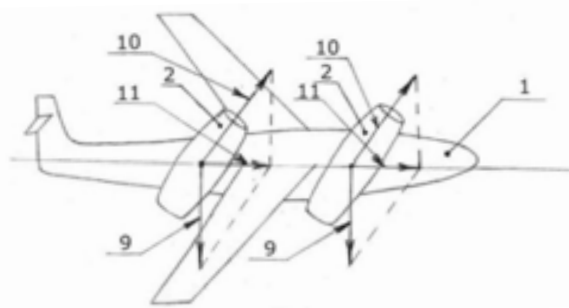
Запропонований винахід забезпечує наступний технічний результат – більш надійний та безпечний перехід із фази вертикального зльоту до фази горизонтального польоту та назад (з фази горизонтального польоту до фази вертикального польоту) за рахунок більш надійного (фіксованого та нерухомого) розміщення двигунів вертикального зльоту під кутом 67 градусів до повздовньої вісі літака – що забезпечує найоптимальніший кут повздовньої вісі літака до площини землі у  $23^\circ$  ( $90^\circ - 67^\circ = 23^\circ$ ), що дозволяє уникнути ава-

рій через технічні неполадки у системі розвертання двигунів. Кут у 23 градуси зміни нахилу літака при переході із вертикального до горизонтального польоту та назад – є достатнім для ефективного прискорення літака при середньому використанні палива, та відносно невеликим для пілота та пасажирів тобто даний кут не знижує зручність та безпечність керування літальним апаратом і не потребує додаткових модифікацій у конструкції крісел (не потребує системи автоматичної зміни кута нахилу крісел). Цей кут (23 градуси) нахилу повздовньої вісі літака при переході із фази вертикального зльоту до фази горизонтального польоту та назад виведений дослідним шляхом при керуванні різними видами літальних апаратів (літакового, полікоптерного та гелікоптерного типів). При зменшенні цього кута – буде



**Рис. 3.** Запропонований пристрій під час виконання 2 фази польоту (вид збоку)

1 – фюзеляж літака; 2 – двигуни вертикального зльоту; 3 – повздовжня вісь фюзеляжу літака; 4 – середина повздовжня вісь двигунів вертикального зльоту; 5 – площина поверхні землі; 6 – кут між віссю двигунів вертикального зльоту та повздовньою віссю фюзеляжу літака.



**Рис. 4.** Запропонований пристрій під час виконання 2 фази польоту (вид збоку)

1 – фюзеляж літака; 2 – двигуни вертикального зльоту; 9 – вектор сили тяжіння; 10 – вектор сили тяги двигунів вертикального зльоту. 11 – результуючий вектор сили, що штовхає літак у горизонтальному напрямі.



невигідно зменшуватись прискорення (уповільнення), тобто швидкість зміни швидкості літака, що призведе до збільшення витрат енергії (електроенергії, палива) на здійснення горизонтального польоту. При збільшенні даного кута – з'являється проблема незручності керування для пілота (суттєва зміна нахилу крісла при переході із фази вертикального зльоту до фази горизонтального польоту і назад та занадто велика інтенсивність прискорення та уповільнення літального апарату для середньої швидкості реакції пілота на ці швидкі зміни), та незручності для пасажирів, що може вимагати додаткового переоснащення крісел механізмами автоматичної зміни нахилу, що у свою чергу збільшують масу літака, та збільшують додаткові витрати на дооснащення та на додаткові витрати енергії на політ більш важкого літального апарату.

Запропоновані нові технічні рішення та безпілотна модель запропонованого нового авіаційного транспорту у масштабі 1:100 успішно апробовані у ході виконання автором магістерської роботи за спеціальністю «Інтелектуальна власність» за темою «Створення винаходів для розробки багатоцільового надзвукowego авіаційного транспорту форми двояковипуклої лінзи із можливістю плавного вертикального зльоту-посадки та високоточного маневрування для потреб невідкладної медицини» на базі «Національного Авіаційного Університету» у присутності комісії із керівників підрозділів НАУ, у ході льотних випробувань визнані такими, що відповідають основним вимогам сучасної експериментальної авіаційної техніки, можуть бути корисними у подальших нових перспективних наукових розробках у галузі авіації, галузі транспорту і зв'язку та у галузі медицини (санітарної авіації, невідкладної медицини та організації і управління охороною здоров'я).

Запропонований транспортний засіб має такі переваги: – має можливість плавного вертикального зльоту та посадки безпосередньо з тротуарів, доріг та звичайних автомобільних паркувальних майданчиків, та не потребує спеціальних гелікоптерних площадок, що може бути використано у будь-якому виді транспорту (державного, муніципального, приватного – частково замінити легкові автомобілі на даний вид транспорту); – має можливість зависання та більш точного маневрування на малих висо-

тах внаслідок зміни швидкості обертання двигунів вертикального зльоту, що дозволяє безпечно використовувати даний транспортний засіб в умовах звичайних українських міських кварталів та проводити його заправку паливом зі звичайних автозаправочних станцій; – можливість використання даного виду транспорту для проведення агротехнічних робіт – полив (зрошення) та обробка хімікатами рослин сільськогосподарського та технічного призначення на полях безпосередньо з повітря на більш малих висотах (від 50 см), ніж це можливо зі звичайних літаків та гелікоптерів, що забезпечить більш точне та більш економічне використання води, хімікатів, реагентів і т.д.; – можливість швидкого польоту (до 1100 км/год) за межами міста, як на великих, так і на малих висотах; – можливість повністю забезпечити потреби екстрених муніципальних служб, як у швидкості, так і у маневреності; – можливість доставляти хворих та постраждалих з будь-якого населеного пункту України у спеціалізовані лікувальні заклади м. Києва за короткий час, у межах однієї області – менш ніж за 10 хвилин; – можливість проведення будь-яких висотних рятувальних робіт (гасіння пожеж та евакуація постраждалих з верхніх поверхів хмарочосів та інших висотних будинків); – можливість швидкої зміни напрямку руху без додаткових розворотних маневрів шляхом зміни швидкості обертів двигунів вертикального зльоту, що майже миттєво приводять до відповідного нахилу літака і до зміни напрямку його руху без необхідності більш тривалих поворотів та розворотів із використанням класичних органів керування літаком (елеронів, руля висоти та руля напрямку); – більш прогресивні та більш досконалі полікоптерні математичні алгоритми керування польотом літального апарату, що на відміну від класичних літакових та гелікоптерних алгоритмів керування не залежать від механічних складових літального апарату (елеронів, рулів висоти, рулів напрямку, або апарату перекоосу гвинта гелікоптера), а напряму керують обертами двигунів і завдяки цьому є більш безпечними, більш відмовостійкими, менш залежними від механічного фактору, більш точними у керуванні, більш гнучкими, більш універсальними і придатними для керування практично будь-яким літальним апаратом, як традиційної, так і нетрадиційної схеми.■





С. Лисенко, д.ю.н., академік УАН

## Форсайт безпеки як майбутній захід організації

Розглянуто новий погляд на сучасну методику реконструкції моделі безпеки організації, яка базується на активному застосуванні форсайту (передбачення) безпеки та генезу становлення форсайту безпеки і особливості його застосування у сучасних умовах. Про можливість отримати доволі точні прогнози, про можливі ризики та недоліки у розвитку організації у довготривалій перспективі. Констатовано, що форсайт безпеки дозволяє не просто спрогнозувати ймовірні загрози та позитивні наслідки, але й визначити різні сценарії майбутнього. Визначено, що головною перевагою форсайту, як інструменту безпеки, є можливість усвідомити, що саме варто робити вже зараз, щоб майбутній світ відповідав найбільш оптимістичному прогнозу. Проведено аналіз особливості застосування форсайту на прикладі карантинних заходів, спрямованих на протидію пандемії COVID-19 та прогнозування тих загроз, які несе за собою як сама епідемія, так і заходи протидії їй. Особливу увагу присвячено опису нової професії – «безпекового посередника», як особи, яка працює у штаті служб безпеки, або окремої організації та буде, замість основних сторін, які знаходяться на самоізоляції, присутня при підписанні міжнародних договорів для консультування у питаннях безпеки, пов'язаних, серед іншого, з культурними особливостями учасників.

### Аналіз дослідження та мета

Наше уявлення про майбутнє постійно змінюється залежно від прогресу, що обумовлює не лише розвиток технологій, але й еволюцію свідомості та світосприйняття сучасної людини. Стрімкі зміни інформаційно-комп'ютерних систем поєднуються з глобалізаційними процесами, що породжує справжній вир подій, які на перший погляд можуть видаватися непередбачуваними. Водночас, разом із цим реально змінюється рівень загроз у діючих організаціях, що обумовлює потребу роз-

робки та впровадження нових методів прогнозування, виявлення та протидії цим загрозам.

Існуючий наразі перелік методик для аналізу та виявлення загроз безпеці є доволі різноманітним. Автором неодноразово висвітлювались адміністративно-правові особливості реконструкції одного із таких заходів. Однак останнім часом методика реконструкції знайшла своє продовження та вдосконалення. Очевидно, що у провідних країнах цю думку розвинули дуже якісно та ґрунтовно, навіть надали цьому заходу оригінальну назву – форсайт безпеки.

На пострадянському просторі форсайт, як явище та інструмент прогнозування, досліджували І. Баришев, Р. Кравець, І. Кірнос, С. Кукушкіна, С. Серьогіна. Особливої ж уваги проблематика форсайту набула у працях таких західних дослідників як А. Clayton, G. Muller, R. Phaal, N. Taleb. Водночас, проблематика форсайту безпеки лишається малодослідженою та потребує уваги науковців, які представляють різні галузі знань.

Метою дослідження є висвітлення нового погляду на сучасну методику реконструкції моделі безпеки організації, яка базується на активному застосуванні форсайту безпеки.

### Зміст дослідження

Сьогодні для визначення гіпотетичних позитивних і негативних сценаріїв розвитку у організаціях, спеціалісти дедалі частіше вдаються до так званого «форсайту безпеки». Форсайт (англ. foresight) – це технологія і формат комунікації, що дозволяють учасникам домовитися з приводу образів майбутнього, а також, визначивши бажаний образ, узгодити дії у його контексті. Але у даному випадку, мова йде про більш досконалу версію авторської перспективної реконструкції, яку вже зараз активно використовують західні фахівці у галузі безпеки.

Історично, вперше термін «foresight» запропонував відомий письменник-фантаст Гер-



берт Уеллс. Ще у 1930 р виступаючи на BBC, він запропонував впровадити особливу спеціальність – «професор передбачення», який, подібно до історика, буде аналізувати і знаходити застосування майбутнім технологічним відкриттям. Як і чимало інших передбачень, зроблених письменниками-фантастами початку XX століття, це стало значною мірою пророчим. Якщо говорити про форсайт безпеки, як про глобальний дослідницький проєкт закордонних (переважно – західних) фахівців з безпеки, то ця методика сягає своїм корінням у 50-ті роки XX століття. Уперше її прототип було впроваджено у США корпорацією RAND, яка являла собою стратегічний дослідницький центр, що працює на замовлення уряду і збройних сил США. Надалі технологія набула поширення у Південній Кореї, Японії та ряді країн НАТО. Спочатку це була важка і досить дорога технологія прогнозування у сфері безпеки, у рамках якої протягом місяців працювало величезна кількість експертів.

Наразі можна уявити чимало різних модифікацій форсайту безпеки. Так, швидкий Форсайт безпеки (англ. Rapid Foresight security) – це інструмент для прогнозування і формування майбутньої моделі безпеки організації, що дозволяє не лише за короткий період часу отримати доволі точні прогнози про можливі ризики та недоліки у розвитку організації, але й об'єднати людей, скоординувавши їх діяльність для реалізації отриманих уявлень про бажаний сценарій розвитку подій.

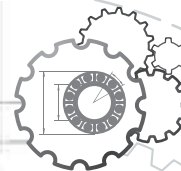
У попередніх дослідженнях, у процесі аналізу інформації у рамках перспективної реконструкції, виокремлювалося кілька способів (підходів) до організації мислення, такі як: екстраполяція; моделювання; форсайт; футурологія тощо (дослідження автора). Проте, з усіх перелічених, саме «форсайт-сесії» із залученням експертів з безпеки, часто виявляються незрівнянно більш ефективним інструментом, ніж, наприклад, просте екстраполювання на майбутнє вже наявних даних про минулі загрози та ризики. Отож, форсайт безпеки пов'язаний не стільки з прогнозуванням, скільки з проєктуванням певної моделі безпеки організації. В його основі лежить розуміння того, що майбутня безпека варіативна і безпосередньо залежить від впроваджених заходів. Тому головне завдання, яке варто вирішити суб'єктам безпеки, можна сформу-

лювати як: встановлення певного алгоритму заходів, які спільними зусиллями слід зробити вже зараз для того, щоб прийти до бажаного результату у майбутньому. Автор упевнений у тому, що форсайт безпеки може допомогти підготувати суспільство для безпечного життя прийдешніх поколінь.

Окрім зазначеного, у форсайті безпеки важливу роль відіграє оцінка загроз, що характеризуються низькою ймовірністю виникнення, але при цьому мають великий потенціал негативного впливу на майбутнє досліджуваної організації. Загальносвітова пандемія COVID-19 – яскравий приклад подібної події. Такі загрози називають «чорними лебедями», за визначенням одного з найвідоміших філософів сучасності Нассіма Талеба. «Чорні лебеді» – це точки біфуркації, які є настільки прихованими від поверхневого аналізу, що їх можливо виявити лише на обговореннях на кшталт форсайт-сесій з безпеки, при чому, лише за умови залучення до цієї проблеми достатньої уяви.

Про те, що у сучасному світі людям дедалі частіше загрожуватимуть не світові війни, а саме епідемії, свого часу попереджали багато футурологів. Зрозуміло, що вони не говорили саме про 2020 рік і саме про групу «корона вірусів», а тим більш – про COVID-19. Але вони неодноразово підкреслювали, що ми вступаємо у такий світ, в якому інфекції можуть стати більш небезпечною загрозою, ніж раніше. Це видавалося парадоксальним, оскільки у XX столітті впровадженням санітарних заходів, щеплень і антибіотиків нібито вдалося подолати, або принаймні – взяти під контроль більшість небезпечних хвороб. Але водночас, саме на початку XXI століття ми, як ніколи раніше, живемо скупчено, багато подорожуємо. До того ж, наш світ є ще більш неоднорідним ніж будь-коли, адже поруч з високорозвиненими існують слаборозвинені країни.

Важливо розуміти, що такі події, які можна віднести до категорії «чорних лебедів», дуже рідко відбуваються всупереч наявним глобальним загрозам або ж кардинально змінюють їх. Найчастіше – вони їх посилюють. Наприклад, якщо говорити про тотальний перехід різних сфер діяльності організації в онлайн площину, який набув поширення саме у процесі проти-епідемічних ізоляційних заходів протягом 2020 року, то люди так чи інакше до цього йшли і до появи епідемії COVID-19. Поява та поширення



нових телекомунікаційних технологій дедалі більше підвищували для організацій загрозу викрадення або пошкодження конфіденційної чи службової інформації, шляхом впливу з мережевого простору. Багато завдань з безпеки відходили на аутсорсинг, фріланс, і дедалі більше організацій віддавали перевагу оренді офісів на короткий час замість облаштування постійного місця для своєї діяльності, що теж негативно позначалося на рівні безпеки таких організацій. Усі перелічені загрози не виникли внаслідок пандемії COVID-19. Але саме завдяки пандемії ці загрози раптово посилювалися.

Уже сьогодні зрозуміло, що коли карантин закінчиться, вийдуть з нього не всі. Адже багато людей по всьому світу продовжать працювати з домівок, тому що вони вже налагодили собі повноцінне робоче місце. І якщо бути чесними, то так і зручніше і дешевше. Це може не подобатися деяким керівникам, для яких притаманний консервативний підхід до організації праці, і прагнення до візуального контролю. Але реальність диктує свої умови, і ті, хто не вміють їх розуміти – програють конкурентну боротьбу. За великим рахунком, саме карантин протидії COVID-19 став своєрідним заходом тотальної сегрегації видів діяльності на такі, які можливі у дистанційному режимі, і такі, які потребують фізичної присутності працівників/службовців. І у такому, несподівано новому суспільстві, способи та методи роботи суб'єктів з безпеки зміняться докорінно.

Тут важливо розділяти кілька принципово важливих моментів. Говорячи про форсайт безпеки, часто мають на увазі трохи різні речі. Найчастіше під цими словами мають на увазі саме форсайт-сесії фахівців з безпеки. Зазвичай у таких заходах беруть участь експерти, модератор, який веде процес, і секретар, який стежить за ходом дискусії і веде всі записи. Оптимальне число учасників – від 7 до 15 осіб, а час на обговорення зазвичай не перевищує кількох днів.

Натомість, форсайт безпеки, як глобальний дослідний проєкт, будується складнішими адміністративно-правовими засобами, завдяки яким стає можливо організувати такий складний процес. У рамках нього спочатку, як правило, проводяться попередні дослідження і моніторинги, на основі яких будуються гіпотези, і тільки після цього організовуються обговорення групами експертів з безпеки. Такі фахівці починають вибудову-

вати на основі попередніх висновків та фактів шлях до майбутньої моделі безпеки, прогнозувати, проєктувати дорожні карти і домовлятися. При цьому однієї форсайт-сесії з безпеки може виявитися недостатньо, і у такому разі планується ряд додаткових. Такі дослідження можуть тривати досить довго і включати у себе участь дуже великого числа фахівців, навіть – з кількох країн [8]. Зрозуміло, що без належного адміністративно-правового регулювання, буде доволі складно забезпечити такий масштабний та тривалий процес. Крім цього, важливу роль у форсайті безпеки відіграє підбір експертів, до яких висуваються певні адміністративно-правові вимоги. Насамперед, фахівці самі повинні бути зацікавлені у дослідженні і готові до подальших конкретних дій, а головне, у межах конкретної організації повинен підтримуватись режим конфіденційності.

Таким чином, можна вести мову про два формати форсайту безпеки, які відрізняються масштабістю. Але у рамках будь-якого форсайту безпеки проводиться аналіз тенденцій виникнення загроз, технологій їх створення і методів їх запобігання, які можуть розвинути у даний час у певній галузі. Наприклад, зростає кількість безробітних громадян, все більше людей працюють з дому або з'являється все більше систем, заснованих на великих базах даних. Усе залежить від того, що конкретно аналізують фахівці. Коли починає вимальовуватися карта змін, група прогнозує, до чого саме може призвести у майбутньому розвиток визначених загроз. Тут завжди і вимальовується найцінніший продукт форсайту: одні й ті самі прогнозовані процеси комусь можуть принести користь, а комусь – саме очікувану загрозу.

Використовуючи попередній приклад, уявімо, що збільшення числа безробітних загрожувало роботі торгових підприємств, які завжди розраховували на купівельну спроможність населення. Проте, водночас, ця ситуація дає нові можливості роботодавцям, здешевлюючи робочу силу. Також це може спричинити за собою появу нових сфер діяльності, або популяризації вже існуючих, але раніше не настільки затребуваних, які стануть активно освоювати безробітні і власники застарілих професій. Звичайно, це буде також корисним всілякого роду навчальним закладам та бізнес-тренерам. І, таким чином, перебираючи можливі загрози і





методики, аналітична група приходить до певного образу майбутнього, де виокремлено як загрози, так і потенціал.

Після цього робляться так звані «ставки» на те, що кожен з учасників готовий почати робити прямо зараз. Це може бути залучення інших фахівців, застосування запланованих раніше методів боротьби, або залучення силових органів влади. Тобто – використання будь-яких ресурсів, щоб прийти до потрібного варіанту майбутнього. Наприклад, якщо ми хочемо, щоб у 2030 році всі країни перестали добувати нафту, потрібно вже зараз думати над впровадженням зелених джерел енергії, тому що їх впровадження потребує значного часу. І якщо цього не почати робити прямо сьогодні, то за кілька років настане вже інший варіант майбутнього.

У кожній сфері людської діяльності, і навіть у кожній окремій організації, існує свій спектр прогнозування і життєвий цикл. В індустрії моди, наприклад, він відносно короткий, і будувати перспективну реконструкцію (тобто – форсайт безпеки) далеко вперед просто не має сенсу, тому що все може швидко змінитися. Те ж саме стосується мобільних додатків або ігрової індустрії.

Протилежною виглядає ситуація в атомній енергетиці, де керівники галузі мають мислити поняттями на кшталт «п'ятдесят років і більше». І говорити там у межах річного і навіть десятирічного прогнозу безглуздо, тому що за цей час нічого важливого та нового не відбудеться, а те, що зміниться, швидше за все, вже було раніше сплановано чи спрогнозовано.

Необхідно розуміти, що створений форсайтом безпеки перспективний план не є статичною догмою, до нього потрібно постійно повертатися і робити його корекцію з урахуванням того, що вже сталося. При цьому, ретельно і у точності вгадувати всі загрози, завдання не стоїть.

Наприклад, якщо говорити про освіту, то вже кілька років тому під час форсайту безпеки можна було спрогнозувати багато з тих загроз, з якими люди зіткнулися зараз. До таких можна віднести необхідність цифровізації та онлайнізації навчання, важливість якої усвідомили у зв'язку з карантинном та ізоляцією населення через загрозу світової пандемії.

У межах адміністративно-правових засад, під час форсайту безпеки не може і не повинно

ставитися завдання точно передбачити всі можливі загрози або точно їх описати. Такий абсолютистський підхід є тупиковим. Цілком зрозуміло, що більшість загроз так чи інакше дійсно можуть виникнути. Звичайно, адміністративно-правові засади повинні бути максимально гнучкими, тому що загрози можуть виникати трохи не у тому вигляді, у якому були б описані під час Форсайту безпеки. Проте вже точно буде відомо, що вони будуть з себе представляти, а завдяки прийнятим засадам, можна буде реально перебудувати стратегію захисту та модель безпеки організації для ефективної відсічі цим загрозам та імовірним агресорам.

Іншим цікавим прикладом може служити поява спеціальності посередника, який може забезпечити безпеку при здійсненні угод немайнового та міжкультурного характеру. Його можна визначити адміністративно-правовими засадами як людину, що працює у штаті служб безпеки та буде, замість основних сторін, які знаходяться на самоізоляції, присутня при підписанні міжнародних договорів для консультування у питаннях безпеки, пов'язаних з культурними особливостями учасників. Відомо, що досі така спеціалізація всередині корпорацій відсутня, але вже з'явилися окремі компанії, які саме цим і займаються. Тобто така задача в основному пішла на аутсорс, або цим займаються фахівці з безпеки, яких, коли необхідно, залучають до окремих переговорів як доповнення до звичайної роботи.

Ефективне застосування інструменту, який на заході називають форсайтом безпеки, дозволить уявити світ, яким він буде через десять років, спрогнозувати ризики та позитивний потенціал подій, ймовірність яких сьогодні може видаватися надзвичайно малою. Наглядність варіативності майбутнього, яку демонструє повноцінний форсайт, дає змогу виокремити як вкрай небажані, так і найбільш бажані варіанти розвитку подій. Але головною перевагою форсайту, як інструменту безпеки, є можливість усвідомити, що саме варто робити вже зараз, щоб майбутній світ відповідав найбільш оптимістичному прогнозу.

Особливості форсайту, як інструменту безпеки, проаналізовано на прикладі карантинних заходів, спрямованих на протидію пандемії COVID-19. Вже сьогодні можна спостерігати появу нової професії – безпекового посередника – як особи, що працює у штаті служб





безпеки, або окремої фірми та буде, замість основних сторін, які знаходяться на самоізоляції, присутня при підписанні міжнародних договорів для консультування у питаннях безпеки, пов'язаних з культурними особливостями учасників.

Наголошено на існуванні у сучасній безпечній практиці двох форматів форсайту без-

пеки, які відрізняються масштабною. При цьому більш масштабний формат, який передбачає залучення великої кількості фахівців, проведення циклу форсайт-сесій, потребує належного адміністративно-правового регулювання, що обумовлює один з вагомих напрямів подальших досліджень у цій сфері.



**В. Семенюк,**  
*Інститут апікультури УАН*

## Чому бджоли покидають гніздо

Зазвичай пасічники оцінюють поведінку бджіл, виходячи з власного життєвого досвіду, не враховуючи особливостей біології бджолиної сім'ї. Але це призводить до хибних висновків, що не дозволяє ефективно допомагати бджолиним сім'ям за тих чи інших обставин.

Основна відмінність біології бджіл від біології інших представників тваринного світу чи людини полягає у тому, що бджолина сім'я та оточуюче середовище складають єдиний взаємопов'язаний організм. Ентомофільні рослини не можуть існувати без бджіл, єдине призначення яких полягає у запиленні цих рослин для їхнього розмноження, а бджолині сім'ї не можуть існувати без цих рослин, бо квітки – це єдине джерело вуглеводного (нектар) та білкового (пилок) корму для них.

Ці невеличкі вступні тези дозволять нам зрозуміти логіку поведінки бджіл, коли вони покидають своє гніздо.

Досвідченим бджолярам відомі чотири обставини, за яких бджоли частково чи повністю залишають своє гніздо. По-перше, природне роїння, коли сім'я бджіл розвивається до такого стану, за якого переповнюється

гніздо, і сім'я втрачає перспективу для свого подальшого розвитку. По-друге, це надрання роїння, коли бджоли відчувають втрату можливості розвитку сім'ї внаслідок несприятливих зовнішніх умов (наприклад, після теплого березня настає холодний квітень, тому у квітні бджоли виховують трутнів, а на початку травня вилітають рої, хоча бджоли не обсиджують і десяти стільників). Третя обставина – це зліт бджіл, який в останні часи набув досить значного поширення і який пов'язаний з абсолютно неприйнятними умовами для перебування бджолиної сім'ї у даному гнізді. Це може бути викликане впливом отруйних хімікатів, іншими негативними чинниками, у тому числі і надмірною закліщеністю бджіл. Четверте – це напад, коли сім'ю розграбовують бджоли-зłodійки, і, врешті решт, бджоли сім'ї, на яку був здійснений напад, з залишками кормів приєднуються до сім'ї-грабіжниці. Ці чотири обставини досить докладно описані у підручниках з бджільництва і у пасічницькій періодиці. Єдиною причиною, що об'єднує ці явища, є відсутність комфорту для перебування бджіл у даному місці чи загроза для існування бджолиної сім'ї, взагалі. Перші три прояви такої пове-



дінки бджіл регулюються інстинктом роїння, четвертий – є крайнім проявом інстинкту накопичення.

У цьому році автору довелося спостерігати ще одну, за виразом П.І. Прокоповича, пригоду, коли бджолина сім'я у кінці вересня повністю залишила своє гніздо, відчуваючи загрозу для свого існування. Цікаво, що це була сильна продуктивна сім'я, яка не тільки дала товарний мед, але й повністю забезпечила себе кормами для зимівлі. Тому гніздо цієї сім'ї не оглядалось більше місяця, і було відсутнє будь-яке провокування нападу, та й значна її сила не дозволила б злодійкам прорватися у гніздо. При ревізії за місяць до цієї події у гнізді було дванадцять щільно обсиджених бджолами рамок, з яких чотири повномедних, дві медопергових, інші маломедні та напівмедні з різновіковим розплодом. За заставною дошкою перебувало декілька порожніх стільників, які були осушені бджолами після останнього відкачування меду. За тиждень до того, як була зафіксована відсутність бджіл у гнізді, не спостерігалось ознак якого б то не було неблагополуччя сім'ї, відбувався нормальний, як для кінця вересня, літ бджіл та обліт молодняка. Щоб в'ясувати причини такої поведінки бджіл, розглянемо більш детально чотири відомих випадки, коли бджоли залишають своє гніздо.

Перший випадок – природне роїння. У літературі, у тому числі і у працях авторитетного дослідника у галузі бджільництва Г.Ф. Таранова, домінуючою є теза, що роїння це своєрідний, притаманний лише медоносній бджолі, спосіб розмноження. Але ще у 1925 році Л. Лангстрот висловив думку, що роїння це є переселення бджіл із свого помешкання для поселення у новому місці, а це переселення може бути чи повним, чи частковим. Причини такої поведінки бджіл Л. Лангстрот не пояснив, тому це означення роїння було проігноровано бджільницькою спільнотою. Але саме це узагальнююче означення і об'єднує за наслідками всі відомі чотири обставини, а також і п'яту, що спостерігав автор, коли бджоли покидають своє гніздо.

Роїння – це не розмноження, а, як відзначав Л. Лангстрот, спосіб освоєння нових ареалів для поширення бджіл у просторі на нові території з новими умовами існування. Регулюється цей процес геном роїння, який закладений у геном бджоли при її виникненні.

Розмноження тварин, у тому числі і бджіл, відбувається статевим шляхом, коли запліднюється жіноча яйцеклітина і розвивається та народжується новий організм. Але у біології бджолиної сім'ї є своя особливість – особа чоловічої статі розвивається з незаплідненого яйця, тобто трутень не має батька та успадковує 100% генів від своєї матері – бджолиної матки. Цей факт, а також така особливість поведінки бджолиної сім'ї, коли з першим роєм відлітає стара матка, яка у минулому році парувалася з декількома (у середньому до семи) трутнями – статевими партнерами, по-перше, підтверджує, що бджоли і оточуюче середовище є єдиний живий організм, а, по-друге, він є головним чинником, який забезпечує збереження бджіл як виду при постійній зміні зовнішніх умов існування.

Для найбільш ймовірного відтворення генотипу, який прижився на даній території треба, щоб розмноження відбувалось через близько родинне парування сестри зі своїм братом. А для виключення накопичення негативних генетичних помилок внаслідок інбридингу природа розпорядилася таким чином, що у трутня відсутній батько. Тому у статевих партнерів молодої матки та трутня – брата і сестри по матері, а не по батьку, ступінь генетичної родинності становить одну чверть, як у двоюрідних сестер і братів.

Для підвищення ймовірності закріплення рою на новій території з роєм відлітає стара (торішня і старша) матка, у приймачі сперми якої вже перемішалася сперма від декількох статевих партнерів – носіїв різних генотипів. Сім'ї з цьогорічними матками, як правило, не рояться.

На новому місці приживеться той генотип із всього різнобарв'я, який зрезонує з місцевим, головним чином, мікробіологічним оточенням. Тому то молода матка і спаровується з декількома трутнями, хоча й сперми від одного парування їй вистачило б на все життя для виконання своєї репродуктивної функції.

Природне роїння відбувається, коли бджолина сім'я розвинулась до такого високого рівня, коли вихід рою, який забирає біля половини бджіл і значну частину кормів (кожна ройова бджола виносить з собою до 30 мг меду), не позначиться на подальшій долі бджіл, що залишаються у сім'ї. А рушійною силою для виходу рою є відсутність перспективи для роз-



витку сім'ї внаслідок переповнення гнізда кормами, розплодом і молодими бджолами середнього віку, які вже припинили роботу по вихованню розплоду, але ще не включились у льотну діяльність. Таким чином, ген роїння природньо спрацьовує тоді, коли неблагополуччя для бджіл визначається внутрішніми факторами.

Найефективнішим способом попередження природнього роїння є своєчасне штучне роїння шляхом створення відводків на плідну матку. Така, випробувана часом, технологія усунення природнього роїння докладно описана у книжках автора «Природнє інтенсивне пасічництво» (інноваційні технології бджільництва) та «Створення та утримання сильних бджолиних сімей».

Але ген роїння може визначити поведінку бджіл і під час так званого надраннього роїння, коли неблагополуччя пов'язане з зовнішніми умовами, несприятливими для розвитку сім'ї. За останні роки в Україні спостерігалось вже два таких випадки, коли сім'ї почали продукувати трутнів – передвісників роїння вже у квітні, а рої стали виходити на початку травня, а не у червні. У цей час бджолині сім'ї ще не набрали відповідної сили, яка потрібна для природнього роїння. А ген роїння спрацював внаслідок того, що у результаті глобального потепління, спричиненого людським фактором, порушилась природня зміна теплових режимів у березні та квітні, за теплим і сприятливим для розвитку бджолиних сімей березнем настав холодний квітень. Бджоли сприйняли це як загрозу для свого існування у даному місці, сім'я включила ген роїння для переселення на нові, можливо більш сприятливі території.

Ефективним методом попередження такого розвитку подій може бути підтримання сімей шляхом згодовування у кількості до 300 г на добу вуглеводного корму, який імітує принос нектару. Таким кормом є суміш у пропорції один до одного по масі 50% розчину цукру з медовою ситою (50% розчином меду – на 1 кг меду 0,6 л води). Білковим кормом – пилом бджоли здатні забезпечити сім'ю і у прохолодний квітневий день, бо пилок існує у квітках незалежно від температури їхньої поверхні.

Крайнім проявом інстинкту роїння є зліт (в іноземній літературі – колапс) бджолиних сімей. В українській літературі однією з основних причин зльоту бджіл називається

їхня надмірна закліщенність. Але з цим не узгоджується той факт, що гніздо, в якому після зльоту залишився і розплід, і корма, не розграбовується бджолами-зłodійками. Крім того, відомі випадки, коли бджоли злітали після обробки сімей тими чи іншими сильнодіючими хімічними препаратами.

Біля десяти років тому в Європі внаслідок колапсу втрачалось за рік більше 20% бджолиних сімей. Ґрунтовні дослідження європейських науковців показали, що основними причинами колапсу бджолиних сімей є надмірна хімізація навколишнього середовища, використання сильнодіючих препаратів для лікування хвороб бджіл та, як не дивно, на перший погляд, монофлорність взятків. Але останній чинник, як і агресивна хімія у середині вулика і навколо нього, становить однакову загрозу для існування бджолиної сім'ї, оскільки зменшує біологічну ефективність білкового корму для виховання личинок, що знижує колективний імунітет бджіл.

На цей час проблема колапсу бджолиних сімей в Європі вирішена шляхом заборони на законодавчому рівні використання аграріями агресивної хімії та введення у регламент лікування від варроатозу органічних кислот. В умовах України нам не треба винаходити своє колесо, а потрібно йти шляхом, протореним нашими сусідами.

Злодійство як гіпертрофований прояв інстинкту накопичення попереджається культурою поведінки пасічника і утриманням на пасіці тільки сильних бджолиних сімей. Про це можна детально ознайомитись у згаданих вище книжках. Але треба відзначити, що напад відбувається лише за відсутності взятку, і при розграбуванні у вулику залишається покинутий розплід, бо бджоли відчують безнадійність свого існування у безвзятковий час у вулику з розплодом і без кормів. Тому вони залишають розплід і приєднуються до сім'ї-зłodійки. Це є ознакою того, що у бджіл, як і в інших тварин, інстинкт голоду переважає над інстинктом розмноження. У разі загрози голоду бджоли здатні навіть викидати личинок.

За інтенсивного взятку бджоли обмежують репродуктивну функцію матки. Для цього вони не готують відповідно комірки для відкладання яєць маткою і обмежують її раціон, не годують маточним молочком, що примушує





матку самостійно харчуватись менш ефективним продуктом – медом. Це означає, що на відміну від інших тварин, у бджіл на самому першому місці стоїть інстинкт накопичення.

Щодо останньої, п'ятої пригоди, то при відкриванні вулика у гнізді були виявлені абсолютно порожні стільники без будь-яких ознак наявності меду чи перги, на трьох рамках залишилось до десятка комірок з запечатаним розплодом, розташованих по периферії кола діаметром до 150 мм. Відсутність у вулику бджіл, кормів і розплоду не можна пояснити не одним із перерахованих вище випадків відсутності бджіл у ньому. За роїння у вулику залишається як мінімум половина бджіл, корми і розплід, при нападах залишається розплід, при зльотах – розплід і корми.

У вулику без бджіл, кормів і розплоду підлога була встелена восковою крихтою, на підлозі і біля льотка не було загиблих бджіл. Тобто бджоли добровільно залишили гніздо, в якому були відсутні будь-які ознаки нападу, але у той час, коли вийшов майже весь печатний розплід. За цими ознаками можна було припустити, що бджоли покинули гніздо внаслідок загибелі матки на початку вересня, при чому спочатку за декілька днів до загибелі матка стала неспроможною відкладати яйця. Після загибелі матки у гнізді вже не було яєць чи молодих личинок, на яких бджоли були б здатні відтягнути рятівні маточники. Тому вони дочекались виходу останнього розплоду і залишили гніздо, в якому, за їхнім розумінням, була відсутня можливість виживання сім'ї.

Спостереження за вуликом, в якому не залишилось бджіл, показало, що деякі бджоли, які повертаються з поля, кружляють біля нього,

а потім залітають у льоток сусіднього вулика. Огляд гнізда цього сусіднього вулика показав, що у ньому є вісім повномедних рамок. Зрозуміло, що у цей час, після відкачування надлишкового меду за місяць до цього, така кількість меду могла з'явитись тільки у результаті переносу його з іншого, тобто сусіднього, вулика. Але при цьому у вулику перебувала звичайна кількість бджіл, тобто бджоли з сусіднього вулика, які перенесли корма у це гніздо, не перебували у ньому. При повному розкритті вулика виявилось, що всі бджоли з сусіднього вулика розташувались за заставною дошкою на порожніх стільниках, оскільки у гнізді їм просто не залишалось місця внаслідок заповнення стільників кормами, розплодом і бджолами – хазяйками цього вулика. Після видалення з вулика порожніх стільників всі бджоли перейшли у гніздо.

Таким чином, зроблене вище припущення повністю підтвердилось. Попереджати таку пригоду можна обов'язковим оглядом раз на три тижні навіть благополучних сімей, що не потребують поповнення кормів для зимівлі. Улітку відсутність таких оглядів із зазначеним періодом може привести до появи бджіл-фізіологічних трутовок, восени, як зазначено вище, до добровільного переселення бджіл разом із кормами до сусіднього вулика задля збереження сім'ї за відсутності матки. Доречі, перетворення у сім'ї без матки робочих бджіл – анатомічних трутовок на фізіологічних є однією із складових частин можливого аварійного механізму відновлення повноцінності бджолиної сім'ї. Докладно сценарій такого відновлення описаний у згаданих книжках автора. ■



**В.И. Высоцкий, М.В. Высоцкий,**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

**А. Корнилова, С. Гайдамака, А. Новакова, Д. Новиков, В. Авдонин**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

## **Механизм ядерного синтеза железа в геологических корках и конкрециях в морях и океанах (мифы и фантастическая реальность)**

Володимир Іванович Висоцький – д. фіз.-мат. наук, професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Заслужений діяч науки і техніки України, один з найавторитетніших українських учених світового рівня. Більше 30-ти років займається дослідженнями в ядерній фізиці низьких енергій. Автор понад 100 статей та декількох монографій, виданих у США, Японії, Індії, Росії та інших країнах. У минулому році міжнародна спільнота по ядерній фізиці низьких енергій нагородила Володимира Івановича медаллю Джуліана Препарата, яка вручається тільки одному ученому раз на рік.

У цьому номері ми публікуємо одну з його статей, яка стосується ядерного синтезу у геологічних процесах нашої Землі.

Традиционно считается, что исследование возможности реализации ядерных реакций при низкой энергии (LENR) – это неактуальная работа одиноких ученых, а сами процессы LENR никакого практического (и тем более промышленного) значения не имеют и иметь не могут. Более детальный анализ опровергает такой вывод и показывает, что такие процессы могут происходить в природе, а их результаты конкурируют с глобальными геологическими процессами на Земле.

Характерный пример такой конкуренции связан с анализом аномалий геологических Fe-Mn корок и конкреций, которые присутствуют в очень большом количестве в прибрежных территориях на дне всех морей и океанов. Концентрация железа в них равна 15-20%, а суммарная масса этих объектов составляет (по разным данным) от 300 до 1650 миллиардов тонн. Кроме железа, в их состав входят другие ценные металлы и элементы – в частности, Mg, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Sr, Mo, Pb, Ag, Ir, B, Cd, Yb, W, Bi, Y, Hg. Очевидно, что эти геологические образования являются очень перспективными объектами для экологически чистого и недорогого метода получения железа и других элементов.

С другой стороны, Fe-Mn корки и конкреции, являются одними их самых загадочных геологических объектов. Их внутреннее строение характеризуется периодическим чередованием тонких (как правило – несколько мм) слоев Fe и Mn. Происхождение таких структур обычно связывают с действием вулканов, что совершенно нереально, поскольку в большинстве случаев они находятся вне пределов вулканической деятельности, а гипотетическое действие вулканов никак не объясняет их периодическую структуру.

Самая большая загадка этих структур связана с недавно обнаруженным синхронным нарушением «стандартных» изотопных соотношений во всех (без исключения) образцах, независимо как от их расположения в океанах и морях, так и от глубины. В них относительная концентрация  $\eta(\text{Fe}^{57})_{\text{object}}$  изотопа  $\text{Fe}^{57}$  всегда уменьшается по сравнению со стандартной концентрацией этого изотопа  $\eta(\text{Fe}^{57})_{\text{refer}}$ , а концентрации  $\eta(\text{Fe}^{54})_{\text{object}}$  и  $\eta(\text{Fe}^{56})_{\text{object}}$  изотопов  $\text{Fe}^{54}$  и  $\text{Fe}^{56}$  [1] всегда существенно возрастают!



Следует отметить, что «стандартные» соотношения основных изотопов железа  $\eta(\text{Fe}^{54})_{\text{refer}} = 5,845\%$ ,  $\eta(\text{Fe}^{56})_{\text{refer}} = 91,754\%$  и  $\eta(\text{Fe}^{57})_{\text{refer}} = 2,119\%$ , с очень высокой точностью совпадают как в геологических образцах, полученных на всех материках Земли (на поверхности, в горах и в ископаемых структурах), так и в космосе (при анализе состава метеоритов и лунных образцов).

Данные о локализации проб железомарганцевых корок и изменении (уменьшении) отношения концентраций изотопов  $\text{Fe}^{57}/\text{Fe}^{54}$ :

$$\delta\text{Fe}^{57}(0/00) \equiv 1000 \left\{ \frac{\{\eta(\text{Fe}^{57})/\eta(\text{Fe}^{54})\}_{\text{object}}}{\{\eta(\text{Fe}^{57})/\eta(\text{Fe}^{54})\}_{\text{refer}}} - 1 \right\} \approx 1000 \{ \Delta(\text{Fe}^{57}) - \Delta(\text{Fe}^{54}) \}$$

представлены на Рис. 1 и, частично, в Таблице 1 [1].

Аналогичная закономерность, т.е. уменьшение отношения:

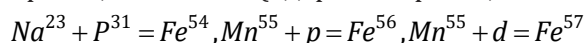
$$\delta\text{Fe}^{57*}(0/00) \equiv 1000 \left\{ \frac{\{\eta(\text{Fe}^{57})/\eta(\text{Fe}^{56})\}_{\text{object}}}{\{\eta(\text{Fe}^{57})/\eta(\text{Fe}^{56})\}_{\text{refer}}} - 1 \right\} \approx 1000 \{ \Delta(\text{Fe}^{57}) - \Delta(\text{Fe}^{56}) \},$$

также соответствует отношению концентраций изотопа  $\text{Fe}^{57}$  к другому изотопу  $\text{Fe}^{56}$ . В этих формулах величина  $\Delta(\text{Fe}^A)$  соответствует изменению относительной концентрации данного изотопа. При этом во всех образцах эта величина возрастает в соответствии с данными таблицы 1.

Эти данные достоверно показывают, что изменения соответствующих изотопных отношений  $\text{Fe}^{57}/\text{Fe}^{54}$  и  $\text{Fe}^{57}/\text{Fe}^{56}$  имеют одинаковую тенденцию, но во всех случаях изменение отношения  $\text{Fe}^{57}/\text{Fe}^{54}$  более значительное, чем  $\text{Fe}^{57}/\text{Fe}^{56}$ .

Этот парадокс, имеющий место во всех точках мирового океана, имеет только одно адекватное решение – уменьшение концентрации  $\text{Fe}^{57}$  связано не с его исчезновением, а с увеличением концентрации (и, соответственно, полной массы) изотопов  $\text{Fe}^{54}$  и  $\text{Fe}^{56}$  из-за их ядерного синтеза при мало изменившемся количестве (полной массе) ядер изотопа  $\text{Fe}^{57}$ .

Эти процессы связаны с реакциями LENR (ядерными реакциями при низкой энергии)



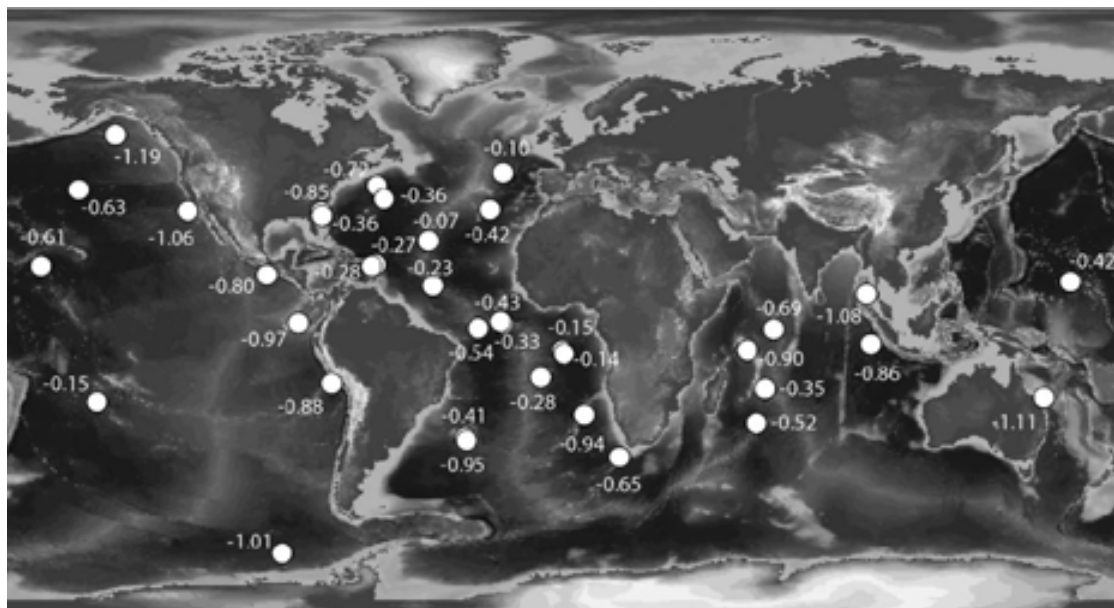
с участием растворенных (или осажденных) в воде изотопов  $\text{Mn}^{55}$ ,  $\text{Na}^{23}$  и  $\text{P}^{31}$ , а также протонов и дейтронов воды. Вероятность таких реакций ничтожно мала, если рассматривать их на основе теории горячего ядерного синтеза, который эффективно реализуется при температуре около 100 млн градусов. Вероятность туннельного эффекта, необходимого для горячего синтеза, при типичной температуре океана не превышает  $10^{-300} \dots 10^{-1000}$ . При таких параметрах за время существования Земли не должно наблюдаться ни одной реакции во всех океанах!

Ситуация кардинально меняется, если учесть влияние на такие процессы микробиологических культур, которые успешно растут на дне морей и океанов. Этот путь синтеза хорошо согласуется с результатами экспериментов [2-5] по эффективному ядерному синтезу тех же изотопов

Таблица 1. Типичные изотопные композиции корок в разных местах мирового океана [1].

| Место расположения          | Широта       | Долгота    | Глубина, м | $\delta\text{Fe}^{57}(0/00)$ | $\delta\text{Fe}^{57*}(0/00)$ |
|-----------------------------|--------------|------------|------------|------------------------------|-------------------------------|
| Северо-Западная Атлантика   | 31° 38' N    | 78° 40' W  | 512        | -0.85                        | -0.34                         |
| Северо-Западная Атлантика   | 16° 55' N    | 61° 10' W  | 2000       | -0.27                        | -0.10                         |
| Северо-Западная Атлантика   | 32° 36' N    | 24° 25' W  | 5347       | -0.42                        | -0.15                         |
| Юго-Восточная Атлантика     | 16° 9' S     | 8° 21' W   | 1990       | -0.27                        | -0.18                         |
| Юго-Западная Атлантика      | 32° 11,55' S | 32° 43' W  | 3210       | -0.95                        | -0.39                         |
| Южная Атлантика             | 26° 03' S    | 5° 42' E   | 1800       | -0.90                        | -0.26                         |
| Индийский океан             | 7° 20' S     | 57° 36' E  | 2421       | -0.90                        | -0.34                         |
| Индийский океан             | 8° 37' N     | 36° 15' E  | 449        | -1.08                        | -0.34                         |
| Северо-Восток Тихого океана | 32° 15' N    | 121° 16' W | 2267       | -1.06                        | -0.29                         |
| Тихий океан                 | 17° 09' S    | 75° 15' W  | 4218       | -0.82                        | -0.28                         |





**Рис. 1.** Карта расположения образцов Fe-Mn корок и соответствующие величины нормализованных соотношений изотопов  $Fe^{57}/Fe^{54}$  в каждом из образцов [1].

железа в присутствии растущих микробиологических культур и химических элементов, которые необходимы для роста микробов и соответствующей трансмутации изотопов.

Высокая вероятность реакций (4) в микробиологических культурах связана с образованием когерентных коррелированных состояний (ККС) взаимодействующих ядер [6-16]. Было показано, что образование ККС приводит к генерации очень больших флуктуаций кинетической энергии этих ядер. Когда одна из этих частиц с массой  $M$  локализована в нестационарной потенциальной яме наномасштаба с размером  $\alpha$ , флуктуация энергии в ККС превышает значение [8-13]:

$$\delta E^{(min)} \approx G_{pq}^2 \hbar^2 / 2Ma^2 \approx 5...20 \text{ keV}$$

Очень важно, что такие гигантские флуктуации могут иметь аномально большое (увеличенное в  $G_{Et} \gg 1$  раз по сравнению с характерным значением  $\delta t \geq \hbar / 2\delta E$ , определяемым из стандартного соотношения неопределенностей Гейзенберга), время, что достаточно для реализации всех реакций синтеза (4) [16]. Эти результаты основаны на соотношениях неопределенностей Шредингера-Робертсона [6-19]:

$$\delta E \delta t \geq G_{Et} \hbar / 2, \delta p \delta q \geq G_{pq} \hbar / 2$$

для, соответственно, энергии и времени или импульса и координаты.

Здесь  $G_{Et}, G_{pq}$  коэффициенты эффективности корреляции для пар этих переменных, величина которых может достигать  $10^3-10^4$  [8-14].

Процесс образования таких состояний, как показано в работах [6-14], может быть реализован в любой нестационарной потенциальной яме наномасштаба, что соответствует многим типичным биофизическим процессам (например, область деления клетки, процесс репликация ДНК, процессы на поверхности плазматических биомембран и др.). Очень важным является тот факт, что в реакциях на основе ККС существует полный запрет на образование радиоактивных дочерних ядер [16], хотя исходные (материнские) радиоактивные ядра могут быть эффективным «топливом» для этих реакций, что можно использовать для их ускоренной деактивации [3-5].

Из-за постоянного и очень малого ( $\eta(D)/\eta(H) \approx 0.014 \pm 0.002\%$ ) природного отношения концентраций дейтерия  $D$  и водорода  $H$  в воде, изменения концентрации образовавшихся изотопов  $Fe^{56}$  и  $Fe^{57}$  всегда синхронизированы, но общая масса синтезированного изотопа  $Fe^{57}$  в  $\eta(D)/\eta(H) \approx 70$  раз меньше, чем масса синтезированного изотопа  $Fe^{56}$ . Эта тенденция объясняет уменьшение



относительной концентрации изотопа  $\text{Fe}^{57}$  ( $\Delta(\text{Fe}^{57}) < 0$ ), которое также сопровождается незначительным увеличением его массы по сравнению с гораздо более значительным увеличением  $\Delta(\text{Fe}^{56}) > 0$  массы и концентрации изотопа  $\text{Fe}^{56}$ .

С другой стороны, эффективность таких реакций зависит от массы и концентрации марганца, для которых естественная концентрация в океанской воде равна  $\eta(\text{Mn}) \approx 4,39 \dots 274,7$  нг/кг (средние значения  $\langle \eta(\text{Mn}) \rangle \approx 207,98$  нг/кг  $\approx 0,0002$  ppm) [20].

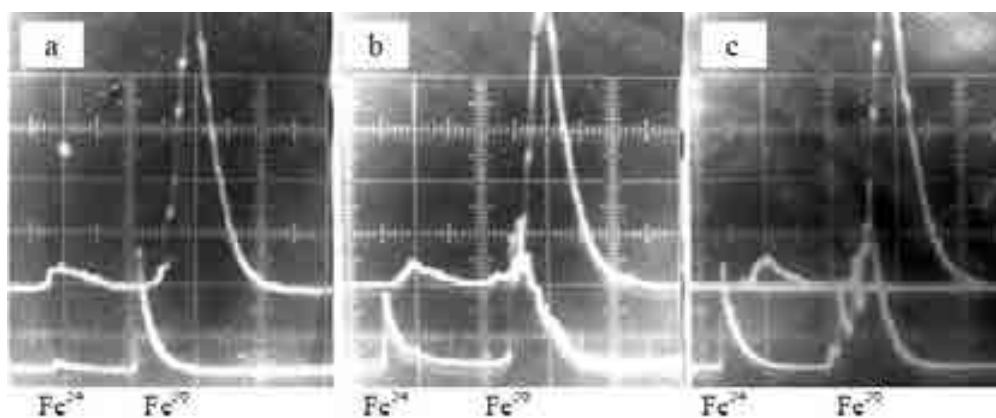
Хорошо известно, что различные типы микроорганизмов (например, *Oscillatoria terebriformis*) играют важную роль в естественной самоконцентрации (биологической экстракции) некоторых металлов (в основном марганца) из морской воды [21-23]. Дополнительный способ увеличения концентрации марганца в области образования корок может быть связан с известным эффектом биологического извлечения марганца из морской воды с помощью фораминифер – одноклеточных раковинных организмов. После естественной гибели этих микроорганизмов они растворяются в толще воды, не достигая дна. В настоящее время эти илы покрывают не менее четверти дна океанов и состоят в основном из раковин фораминифер рода *Globigerina*. В этом случае происходит естественное эффективное накопление марганца в слое этого ила.

В отличие от столь сложной предыстории локализации и концентрации Mn, эффективность синтеза  $\text{Fe}^{54}$  (4) зависит от концентрации натрия  $\text{Na}^{23}$  ( $\eta(\text{Na}^{23}) \approx 10,8$  ppm) и фосфора  $\text{P}^{31}$  ( $\eta(\text{P}^{31}) \approx 0,09$  ppm), которые присутствуют в морской воде в значительном количестве (намного больше, чем  $\text{Mn}^{55}$ ).

Перечисленные выше обстоятельства показывают, что есть все необходимые предпосылки для эффективной трансмутации изотопов, стимулированной процессом роста микроорганизмов. Возможность таких превращений ( $\text{Na}^{23}$  и  $\text{P}^{31}$  в  $\text{Fe}^{54}$  и  $\text{Mn}^{55}$  в  $\text{Fe}^{57}$ ) надежно и многократно подтверждена в экспериментах [2-5] (см. рис. 2).

Экспериментальная эффективность таких процессов синтеза изотопов зависит от многих обстоятельств и в случае сбалансированного состава необходимых для роста микрокультур макро и микроэлементов равна  $\lambda_1 \approx 10^{-6}$  синтезируемых ядер  $\text{Fe}^{54,56}$  на одно ядро  $\text{Mn}^{55}$ ,  $\text{Na}^{23}$  или  $\text{P}^{31}$  за сек для случая трансмутации с участием чистых микробиологических культур (аналогичных *E. coli*) и  $\lambda_2 \approx 10^{-6}$  ядер  $\text{Fe}^{54,56}$  на ядра  $\text{Mn}^{55}$ ,  $\text{Na}^{23}$ ,  $\text{P}^{31}$  за сек при аналогичном использовании микробиологических синтрофных ассоциаций [2-5].

Характерной чертой такой трансмутации является самоограничение и самоконтроль – процесс ядерного синтеза начинает тормозиться [2-5], когда в результате метаболических процессов выделяется большое количество токсинов и когда окружающая среда обедняется необходимыми изотопными компонентами. В лабораторных условиях эти факторы можно контролировать и корректировать путем периодического добавления соответствующих химических компонен-



**Рис. 2.** Время-пролетный масс-спектрометрический анализ результатов экспериментов по созданию изотопа  $\text{Fe}^{54}$  в лабораторной реакции  $\text{Na}^{23} + \text{P}^{31} = \text{Fe}^{54}$ : нижние графики – фрагменты масс-спектра той же бактериальной культуры *Bacillus subtilis*, выращенные на питательной среде на основе  $\text{H}_2\text{O}$  в присутствии  $\text{Na}^{23}$  и  $\text{P}^{31}$  (b,c), и отсутствие  $\text{P}^{31}$  (a). Верхние графики на каждой из фотографий экрана осциллографа с памятью соответствуют контрольному спектру масс природного железа, полученному в той же серии, что и соответствующие нижние графики.



тов в жидкую «рабочую» среду. В природных условиях требуется достаточно длительное время для повторного запуска процесса трансмутации, в ходе которого происходит естественное самоочищение ближайшего окружения от токсинов и восстанавливается необходимый изотопный состав окружающей среды.

Этот процесс самовосстановления окружающей среды может быть довольно длительным. В природе это осуществляется с помощью редукторов – гетеротрофных организмов, которые возвращают необходимые микро- и макроэлементы из мертвых организмов в неживую природу. Они осуществляют такой процесс, разлагая органические остатки на простые неорганические химические соединения в процессе своей естественной активности. Самые эффективные восстановители – бактерии.

После восстановления необходимого состава микро- и макроэлементов процесс трансмутации изотопов начинает новый цикл. Такой автомодельный процесс определяет периодичность синтеза железа в объеме корки и образование тонких слоев Fe и Mn.

Рассмотренный сценарий обосновывает все количественные и качественные особенности образования Fe-Mn корок и конкреций.

Если использовать «стандартную» оценку общей массы Fe-Mn корок и конкреций на дне морей и океанов ( $M_{\text{total}} \approx 300...1450$  млрд тонн) и принять во внимание средние экспериментальные значения нормированных изотопных соотношений ( $<\delta\text{Fe}^{57}(^0/_{00})> \approx 0.8$ ,  $<\delta\text{Fe}^{57*}(^0/_{00})> \approx 0.25$ ) и относительной полной концентрации Fe ( $\approx 15\%$ ) в этих структурах, то массы образовавшихся изотопов, связанных с такой трансмутацией, очень велики и равны  $4 \cdot 10^6...2 \cdot 10^7$  тонн изотопа  $\text{Fe}^{54}$  и  $2 \cdot 10^7...10^8$  тонн изотопа  $\text{Fe}^{56}$ .

Если принять, что скорость синтеза Mn в Fe в естественных условиях близка к значениям  $\lambda_{1,2}$ , соответствующим синтезу в лаборатории, то максимальная скорость глобального синтеза на дне океана составляет 600...3000 тонн синтезируемого изотопа  $\text{Fe}^{56}$  за сек для чистой микрокультуры и 60000...300000 тонн синтезируемого изотопа  $\text{Fe}^{56}$  за сек для микробиологической ассоциации.

Необходимо учитывать, что лабораторные условия, как правило, лучше естественных, а микроорганизмы на дне океанов соответствуют микробиологическим ассоциациям. Из этих обстоятельств следует, что разумная оценка максимальной скорости синтеза равна  $\Lambda \approx 6000...30000$  тонн синтезируемого изотопа  $\text{Fe}^{56}$  за сек. Эта максимальная скорость синтеза железа в 100...500 раз превышает средний темп выплавки стали в мире, который составляет 60 тонн в секунду или около 1,8 миллиарда тонн в год! Конечно, средняя скорость синтеза с учетом разных стадий процесса трансмутации в разных местах и в разное время будет на несколько порядков меньше этой величины, но все равно эти цифры очень впечатляют. Более детальный анализ этих процессов сделан в работе [24].

Из этих результатов следует, что процесс LENR, основанный на трансмутации изотопов в растущих биологических системах, не ограничивается рамками прецизионного лабораторного эксперимента, а является важным фактором геологической эволюции Земли. ■

#### Источники:

1. S. Levasseura, M. Franka, J. R. Heinb, A. N. Halliday. N. Earth and Planetary Science Letters, 224 (2004) 91–105.
2. V. I. Vysotskii, A. A. Kornilova. Nuclear fusion and transmutation of isotopes in biological systems, "Mir" Publ. House, Moscow, 2003, 302 p.
3. V. I. Vysotskii, A. A. Kornilova. Nuclear transmutation of stable and radioactive isotopes in biological systems. Book, Pentagon Press, India, 2010, 187 p.
4. V. I. Vysotskii, A. A. Kornilova. Annals of Nuclear Energy, 62, (2013), 626–633.
5. V. I. Vysotskii, A. A. Kornilova. Current Science, 108, (2015), 636–640.
6. V. I. Vysotskii, S. V. Adamenko. J. Technical Physics, 55 (5), (2010), 613–621.
7. V. I. Vysotskii, M. V. Vysotskiy, S. V. Adamenko. Jour. Experimental and Theoretical Physics (JETP), 114 (2), (2012) 243–352.
8. V. I. Vysotskii, M. V. Vysotskiy. European Phys. Jour. A, 49 issue 8:99 (2013) 1–13.
9. V. I. Vysotskii, S. V. Adamenko, M. V. Vysotskiy. Annals of Nuclear energy, 62, (2013), 618–625.
10. V. I. Vysotskii, M. V. Vysotskiy. JETP, 120(2), (2015) 246–256.



11. V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy. JETP, 121(4), (2015) 559-571.
12. V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy. Current Science, 108(4), (2015), 524-530.
13. V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy. JETP, 125 (2), (2017), 195-209.
14. V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy, S. Bartalucci. JETP, 127(3), (2018), 479-490.
15. S. Bartalucci, V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy. Phys. Rev. AB, 22(5), (2019), 054503.
16. V.I.Vysotskii, M.V. Vysotskyy. JETP, 128 (6), (2019), 856-864.
17. E. Schrodinger. Ber. Kgl. Akad. Wiss. Berlin, S24, (1930), 296.
18. H. P. Robertson, Phys. Rev. A, 35, (1930), 667.
19. V.V.Dodonov, E.V.Kurmishev, V.I.Manko, Phys. Lett. A, 79, (1980), 150.
20. K.W. Bruland, M.C.Lohan. In: H. Elderfield, (Ed.) Treatise on geochemistry. Vol. 6. The ocean and marine geochemistry. Amsterdam. Elsevier. (2004), 23-47.
21. B.M.Tebo, H.A.Johnson et al., Trends Microbiol., 13, (2005) 421-428.
22. G.N.Lysyuk, Proc. Int. Sem. "Kvarts. Kremnezem"(Quartz. Silica), Syktyvkar, 2004, 273-274.
23. L.M. Gerasimenko, V. K. Orleanskii, L.V. Zaitseva. Microbiology, 82(3), (2013), 609-617.
24. V.I.Vysotskii, A.A.Kornilova et al. Jour. Condensed Matter Nucl. Sci., 33, (2020), 323-332.

## Увага!

В журналі «ВІР» №3 за 2020 р. у статті Ю. Лапшина, Д. Мадяра «Гелиоэнергетическая установка» на стор. 32 (другий абзац) була допущена помилка у розмірності температури. Слід читати: *«Способность получения в камере высокотемпературных режимов (более 2000 K) без проведения топливных процессов, или электрического подогрева, даст большие возможности для снижения капитальных затрат на строительство и эксплуатационных потерь этих энергетических объектов.»*

Також на стор. 33 (другий абзац) слово «симметричной» слід читати «осесимметричной»

Редакція приносить авторам і читачам свої вибачення.





**П. Ремізов, О. Товстокорий, к.т.н, І. Сілеверстов, к.т.н.**

*Херсонський національний технічний університет*

**М. Даньшин, Херсонська державна морська академія**

## **Морський пересувний енергетичний комплекс «Каскад»**

В останні декілька десятиріч спостерігається активний розвиток вітроенергетичних проєктів на прибережних шельфах морів, що омивають Північну Європу. У цьому регіоні працюють багаточисленні діючі та ті, що установлюються, нові вітрові ферми, які генерують «зелену» електроенергію. Почалось освоєння глибоководних ділянок морських районів з інтенсивною вітровою активністю. Ряд країн запускає проєкти по встановленню у глибоководних районах (з глибинами більш за 100 м) вітрових ферм з генераторами великої потужності. Динамічно розвивається два напрямки – встановлення вітряків на різноманітних плавучих платформах, та глибоководні морські вітрові установки з поплавковим принципом утримання «класичних» вітрових генераторів у вертикальному положенні. Обидва типи фіксуються на якірних системах у відкритому морі.

Поступове збільшення даних технологій свідчить про те, що освоєння вітрової енергії у відкритій частині морів і океанів з активним вітровим навантаженням вже розпочато і буде розвиватися ще більш інтенсивно.

Останнім часом учені та інженери все більше і більше стали звертатися до теми використання сили вітру для отримання як енергії для руху суден, так і для отримання електричної енергії [2,3].

Розвиток офшорного видобутку вуглеводнів дав необхідні технічні інструменти та багатий досвід для розвитку альтернативної енергетики у відкритому океані. Але водночас сам видобуток і реалізація видобутих вуглеводнів гальмує саму альтернативну енергетику, по суті, будучи її прямим конкурентом.

Проте, як свідчить останній звіт Maritime Strategies International (MSI), розроблений на замовлення Європейського кліматичного

фонду, баланс сил поступово змінюється. Відсоток викопного палива у морський галузі стрімко зменшується на користь відновлювальних та екологічних джерел енергії [6].

В останні роки, завдяки отриманому досвіду роботи офшорної індустрії видобутку вуглеводнів, постала нова, незалежна галузь прибережної відновлюваної енергетики. Вона бурхливо розвивається, і їй стає тісно на прибережних шельфах, вона все далі прагне відірватися від берега, далі у море.

У провідних світових економічних і технічних виданнях активізувалася критика технологій, що використовуються у «традиційній» вітроенергетиці. Так, критикуються: велика частка пластика при виготовленні вітрових генераторів, коштовна його переробка, а, в умовах відкритого моря, ці матеріали збільшують ризик забруднення середовища. Другим фактором є технічні обмеження у використанні класичних вітряків – допустима робоча сила вітру складає 25-30 метрів за секунду. При більших швидкостях вітру вітряк зупиняється і переводиться у штормовий режим очікування, іншими словами ставиться на гальмо і розгортається до вітру боком для зменшення опору лопатей. Пікові, або максимальні вітрові навантаження залишаються незадіяними, зважаючи на технічні обмеження, вітрових установок, що прийняті «на озброєння» [8].

Офшорні вітроенергетичні генеруючі потужності обов'язково прив'язуються до ґрунту. Але, майже два роки тому, з'явилася перша плавуча вітроелектростанція і результати її роботи перевищили навіть найсміливіші очікування [9,10].

В основному вітрові турбіни пропонуються з горизонтальними валами, що вимагає все подальшого збільшення розмірів для підвищення потужності. Крім цього до уваги не



береться потенціал гідроенергетики при проектуванні таких вітрових турбін.

### **Плавучі вітрогідроелектростанції нового типу**

#### ***Ідея і мета проекту «Каскад»***

Бачення вітроенергетики відкритих морів, як автора проекту, засновано на використанні авто-керованих плавучих платформ-катамаранів, що оснащені сучасним автоматизованим управлінням і навігаційним обладнанням, вітровими і гідродинамічними пристроями з вироблення електроенергії, які здатні впливати на управління плавучої платформою, утримувати її на заданому курсі, і обладнанням, що дозволяє акумулювати і використовувати отриману електроенергію.

Метою проекту «Каскад» є виробництво плавучих морських енергетичних комплексів нового типу.

Одним із факторів, що ускладнюють просування вітроенергетики у глибоководні райони відкритого моря є, на думку автора, відсутність різноманітності у вітроенергетичних пристроях, задіяних на глибоководних шельфах. Найчастіше вітрогенератори, які використовуються на суші, просто переносяться у морські умови з адаптацією лише несучих засобів – платформи, поплавкові пристрої і т.п., а самі ж вітрові генератори не відчувають будь-яких конструктивних змін, хоча в умовах відкритого моря вітрові навантаження бувають набагато інтенсивніше берегових і прибережних, зі швидкостями вітру понад 70 метрів на секунду, що спричиняє підвищення експлуатаційних ризиків для подібних дорогих вітрових комплексів.

Щодо проекту «Каскад», то океанічна вітрова енергетика тільки народжується, відносно інших технологій вона запізнюється у розвитку на кілька десятиліть.

Протягом останніх десяти років автор проекту вів пошук технічного рішення максимального використання сил природи у відкритому морі.

Спостерігаючи силу стихії, перетинаючи штормові широти або ухиляючись від зустрічних циклонів і тропічних ураганів, автор уявляв можливість створення пристроїв, здатних надійно працювати у штормових умовах, при цьому бути повністю роботизованими. Великий вплив на інтерес до пошуку інноваційних рішень, справила інформація про ката-

строфічні урагани біля узбережжя Флориди і Сходу США, Індійському океані, на Мадагаскарі і Філіппінах, Індонезії і т.і.

Учені Стенфордського університету США [11] з'ясували, що використання вітрових генераторів у районах, схильних до ураганів, можуть істотно зменшити руйнівну дію стихії, допомогти уникнути збитків від неї.

Не менш важливим і очевидним фактором є посилення кліматичних змін, викликаних глобальним потеплінням. Генеральна ідея проекту полягає у тому, що вже сьогодні можливо і далі нарощувати світове споживання енергії – не тільки без негативного впливу на середовище, але і з одночасним виправленням скоєної раніше шкоди.

Постійний інтерес до цієї проблеми допоміг автору у створенні проекту «Каскад», в якому він спробував об'єднати його з загальною концепцією розвитку прибережної або офшорної вітроенергетики, намалювати перші начерки вітроенергетики відкритих морів і океанів, запропонувати своє бачення використання вітрових пристроїв у морському транспорті недалекого майбутнього.

Відкритий океан є невичерпним ресурсом як вітрової енергії, так і енергії течій.

Технічні можливості країн, що ведуть освоєння прибережних шельфів під вітрові електростанції, значно зросли, напрацьований дуже важливий і значний досвід морського базування і обслуговування вітрових ферм у морі. Прокладаються кабельні траси по морському дну, по яким електроенергія надходить з офшорних ферм на берег до споживача. Вітрова енергетика стоїть на порозі виходу у відкрите море.

#### ***Проект «Каскад»***

Один із варіантів автономного енергетичного комплексу працює на енергії вітру і води, що рухається, представлений у проекті «Каскад» (рис. 1).

Експериментальна установка спочатку будувалася як стаціонарний вітряк на катамарані, що стоїть на якорі. Але у процесі експлуатації установки стало зрозуміло, що призначення пристрою можна модифікувати як не тільки плавучий катамаран з вітровою установкою, що встановлюється на якорі, а й як плавучий засіб, що приводиться до руху за допомогою активного вітрила нового типу.



**Рис. 1.** Загальний вигляд яхти-катамарана, що має електродвигуни як у звичайного судна, але основним рушієм якої є активна енергетична вітрильна установка нового типу. Це активне вітрило типу «Каскад», спроектоване, побудоване і випробуване в Україні, у місті Херсон на річці Дніпро підприємством Premizlab UA.

Більш детально конструкцію активного вітрила показано на рис. 2

Електричні генератори через безконтактний пристрій передають вироблену електроенергію на електророзподільний щит і енергосховище. Поруч на технічній палубі розташовані пристрої для стиснення і поділу повітря на рідкий азот і кисень – газотурбодетандери. Отримані рідкі компоненти повітря передаються по трубопроводах і накопичуються під водою у накопичувальних підводних транспортних танках. Отримані компоненти можуть транспортуватися підводним буксируванням, або перекачуватися у спеціальні тран-

спортні танкери надводним шляхом або під водою (рис. 3).

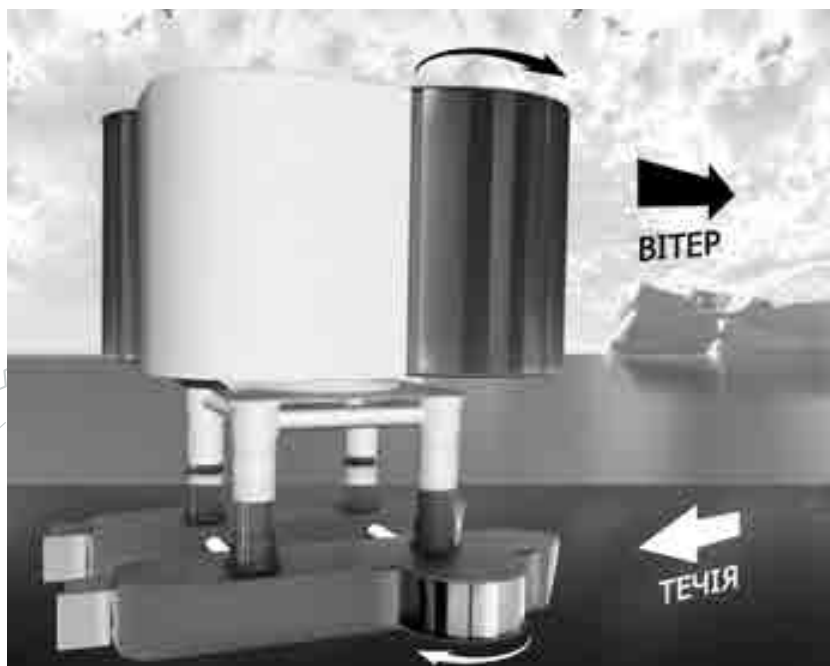
Особливий вплив на керованість платформи надають активне вітрило і підводні гідротурбіни.

Активне вітрило на поворотній платформі може розташовуватися до вітру під певним заданим кутом, що дозволить платформі рухатися галсами у напрямку до вітру і утримуватися на генеральному курсі.

Підводні гідротурбіни встановлено на правому і лівому підводному борту катамарана. Їхнє розташування може бути по одній з кожного борту (рис. 3, 4), або симетрично по дві



**Рис. 2.** Пристрій активного вітрила. Воно складається з поворотної опори (поворотний підшипник великого діаметра) (А), на якій встановлено каркас обтічника (Б) і дві вертикальні турбіни (В) карусельного типу. Установка також має під турбінами на несучих фермах електричні генератори з мультиплікаторами (Г).

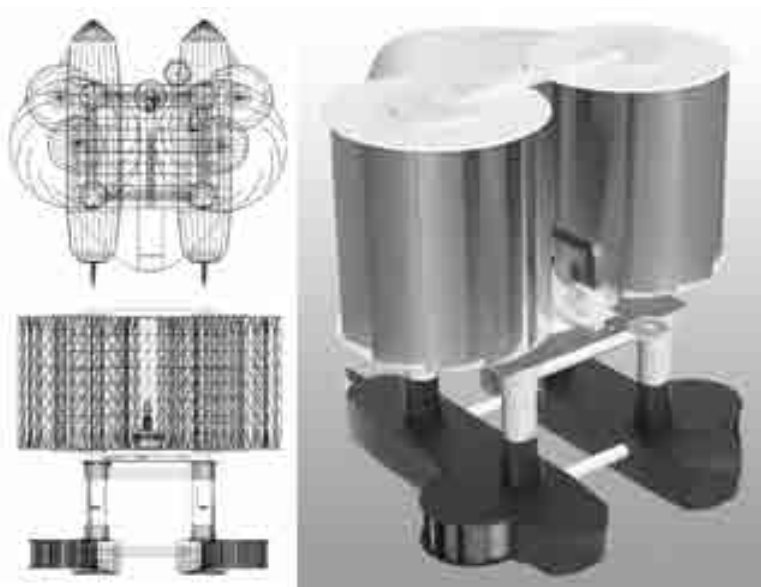


**Рис. 3.** Вигляд морського пересувного енергетичного комплексу «Каскад» у роботі

на кожен борт. Вони служать для вироблення електроенергії від зустрічного потоку води при русі платформи у результаті роботи активного вітрила. Гідротурбіни також впливають на управління платформи шляхом гальмування правої або лівої гідротурбіни зниженням обертів через збільшення електричного навантаження на електрогенератор гідротурбіни. Також турбіни можуть працювати як активні рушії, при зміні режиму роботи електрогенератора на режим «електромотор». На палубі активного вітрила катамарана під турбінами

розташований навігаційний місток управління з круговим автоматичним оглядом, що дозволяє робити керувати платформою дистанційно. Платформа обладнана усіма необхідними навігаційними вогнями і знаками, які працюють автоматично цілодобово.

Як і всі морські платформи, дана оснащена вертолітним майданчиком, підводним терміналом, технічними ліфтами, вантажними кранами та лебідками, якірним пристроєм. Для збільшення парусності платформи, можуть використовуватися парашутні пристрої.



**Рис. 4.** Морський енергетичний комплекс «Каскад» у проекціях.





Розвиток технологій транспортування електроенергії обіцяє швидкий прогрес, який, наприклад, дозволить транспортувати заряджені акумулятори на берег до споживача. Дані платформи можуть забезпечувати електроживленням або підзарядкою вантажні судна, що проходять повз, або рибальський флот, або станції по видобутку корисних копалин у відкритому морі.

Пропоновані пристрої можуть бути різних розмірів залежно від призначення і встановленої потужності. Платформи «Каскад»

можуть встановлюватися на стаціонарні якірні місця і подавати електроенергію на найближчий берег. Можуть бути океанських розмірів з потужностями турбін у кілька ГВт зі споживанням потужності прямо на борту або з передачею електрики через заряд і транспортування акумуляторів.

Автор проекту дякує всім фахівцям, які допомагали у створенні проекту, і без допомоги яких він не був би складений, і сподівається, що у недалекому майбутньому проект буде успішно здійснено.■

#### Література та джерела:

1. Патент на корисну модель України № 91379 від 09.10.2013. Энергетическое устройство «Каскад-3».
2. «Roadmap for Sail Transport: Engineering». Доступ до джерела: [http://www.nsrail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL\\_FinalReport\\_Engineering.pdf](http://www.nsrail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL_FinalReport_Engineering.pdf)
3. «То ли мачта, то ли парус» Тим Скоренко. Доступ к источнику: <https://www.popmech.ru/magazine/2011/101-issue/#>
4. Фалеев Д.С. Возобновляемые и ресурсосберегающие источники энергии. Хабаровск: ДВГУПС, 2001
5. "The renewables can't power modern civilization is because they were never meant to" Michael Shellenberger. Der Spiegel No19/4.5.2019
6. Марк Шевченко, «Екологія прежде всего, или Горе Перевозчикам!», портал «Порты Украины», от 09.08.2019. Доступ до джерела: <https://ports.com.ua/articles/ekologiya-prezhde-vsego-ili-gore-perevozhchikam>
7. Галина Шмидт, Андрей Конеченков. Оффшорная ветроэнергетика. Журнал Терминал, №28 (770) 13 июля 2015. Доступ до джерела: [http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC\\_13072015.pdf](http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC_13072015.pdf)
8. Анатолий Ализар. Мегаконструкции. Самые большие ветрогенераторы. Доступ до джерела: <https://habr.com/ru/post/373021/>
9. Владимир Скрипин. Возле берегов Шотландии заработала первая в мире плавучая ветряная электростанция Hywind Scotland. 20.10.2017 Доступ до джерела: <https://itc.ua/news/voze-beregov-shotlandii-zarabotala-pervaya-v-mire-plavuchaya-vetryanaya-elektrostantsiya-hywind-scotland/>
- 10 Владимир Сидорович. Первая в мире плавучая ветровая электростанция работает лучше, чем ожидалось. 19.02.2018. Доступ до джерела: <http://renen.ru/the-world-s-first-floating-wind-power-plant-works-better-than-expected/>
11. Offshore wind farms could tame hurricanes before they reach land. Date: February 26, 2014. Source: Stanford University. Доступ до джерела: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/02/140226075019.htm>



**Антоніна Ферчук,**

*музей правової охорони інтелектуальної власності Державного підприємства  
«Український інститут інтелектуальної власності»*

## Федір Гешвенд: будівничий, винахідник, мрійник

### Від Гельсінфорса до Києва

Про Федора Гешвенда, київського архітектора, який одним з перших розробив технічні проекти реактивних двигунів, написано не мало. Прижиттєві газетна хроніка, схвальні та критичні відгуки сучасників у науково-технічній періодиці. Його розробки реактивних двигунів обов'язково згадувались у монографіях з історії авіації. Діяльності Ф.Р. Гешвенда також присвячено декілька окремих досліджень. Але, якщо звернутися до пересічного жителя Києва, де Ф.Р. Гешвенд провів більшу частину життя та де упокоївся, чи то до мешканця Гельсінки, де народився і провів раннє дитинство, з запитанням на зразок: «Що ви знаєте про Федора Гешвенда?», з'ясується, що про такого земляка мало хто й чув.

Народився Ф.Р. Гешвенд 22 жовтня (4.11. н. ст.) 1838 року у Гельсінфорсі (Гельсінки), на той час у складі Російської імперії. Варто зазначити, що точна дата народження встановлена дослідником І.Я. Шатобю, на підставі запису метричної книги духовної консисторії м. Гельсінки ще у 1970-і роки, але попри все у багатьох джерелах ще й досі зустрічається рік народження Ф.Р. Гешвенда як 1839 і навіть 1841.

Родина Гешвендів була інтернаціональною. Батько, Рейнхард Самюель – швед російського підданства, завідувач аптекою військового госпіталю, у чині надвірного радника. Мати, Ерне-маль Рената Ловіса, за національністю – фінка. Батьки нарекли наймолодшого сина Фредеріком Мауріцем.

1846 року восьмирічний Фредерік опинився у Санкт-Петербурзі, куди перевели по службі батька, призначивши головним аптекарем 2-го Петербурзького піхотного госпіталю. Коли настав час подумати про майбутню професію для найменшого сина, подружжя Гешвендів 1852 року вибрали заклад, де вже навчався старший син Олександр (у майбутньому відомий архітектор) – Будівельне училище Головного управління шляхів сполучення і публічних будинків. Це був закритий привілейований заклад, куди приймали лише дітей дворян та чиновників у віці 13-16 років. Училище мало перший розряд та було організоване за військовим зразком. Вихованці училища, які успішно завершували повний курс навчання, випускалися помічниками архітекторів.



Після завершення навчання 1858 року випускник Будівельного училища Гешвенд отримав направлення у Київ, на посаду помічника архітектора губернської будівельної і дорожньої комісії. На той момент молодий будівничий вже звався Федором Романовичем.

### Будівничий

В Адрес-календарі особового складу службовців цивільного, військового, учбового та



духовного відомств Київської губернії на 1864 рік Ф.Р. Гешвенд представлений вже як старший архітектор будівельного відділення Губернського правління у чині титулярного радника.

1866 року у селі Братська Борщагівка неподалік Києва розпочалося зведення кам'яного храму на честь ікони Божої Матері «Животроносне Джерело». Керівником будівництва храму, за проектом архітектора П. Спарро, Київська палата державного майна призначила інженера Федора Романовича Гешвенда. З ініціативи керівника будівництва проект був значно змінений. Будівництво завершилося 1872 року. Храм зберігся до сьогодні, хоча і втратив первісний вигляд.

За проектом Ф.Р. Гешвенда у 1870-і роки зведено лікувальний комплекс для душевнохворих Кирилівських богоугодних закладів. Комплекс складався з 9 цегляних будівель, декількох дерев'яних споруд для фельдшерської школи та господарчих потреб. 1877 року газета «Кієвлянинъ» писала про загальне враження від зданої в експлуатацію новобудови на околиці міста: «...нужно отдать полную справедливость строителю, инженер-архитектору Гешвенду, что он с редким умением соединил красоту зданий и прекрасные виды со всеми требованиями современной науки». Будівлі не збереглися, були розібрані під час перебудови лікарні у XX сторіччі.

Під час реконструкції Маріїнського палацу (завершена 1870р.) архітектор Гешвенд розробив проект опалення та вентиляції. Також Федір Гешвенд входив до складу комітету з будівництва Володимирського собору у Києві

(1862-1882), його ім'я занесене на пам'ятну дошку, встановлену при вході до храму.

У довіднику особистого складу урядових та громадських установ 1878 року Ф.Р. Гешвенд числиться як архітектор, колезький радник при генерал-губернаторі. Того ж року архітектора направили до Інженерного управління Київського військового округу (КВО), де він служив, вже у чині надвірного радника, під безпосереднім керівництвом генерал-лейтенанта І.І. Третейського. Відомо також, що у період російсько-турецької війни 1878-1879 років Федір Гешвенд служив в інженерних військах під Плевною та Русуком.

1883 року в огляді «Південно-західний край на Всеросійській промислово-художній виставці 1882 року у Москві» голова Київського відділення Імператорського руського технічного товариства (КВ ІРТТ) професор М.О. Бунге поділився своїми враженнями від експонентів краю. Зазначивши, що усі представлені твори «відмінних якостей», по архітектурному відділу виставки професор особливо виокремив роботу київського архітектора Ф.Р. Гешвенда. У виставковому проекті лікарні для Гельсінфорса на 152 ліжка у 11 павільйонах, автор передбачив «центральне парове опалення, вентиляцію, правильний відвід стокових вод та нечистот».

У 1880-і роки Федір Романович Гешвенд вже у чині статського радника, обіймає посаду губернського інженера. Очолюючи будівельне відділення при Губернському правлінні, керує цивільним будівництвом губернії. Мешкав у власному будинку на аристократичних Липках, по вулиці Єлисаветинській, 5 (сучасна вул.



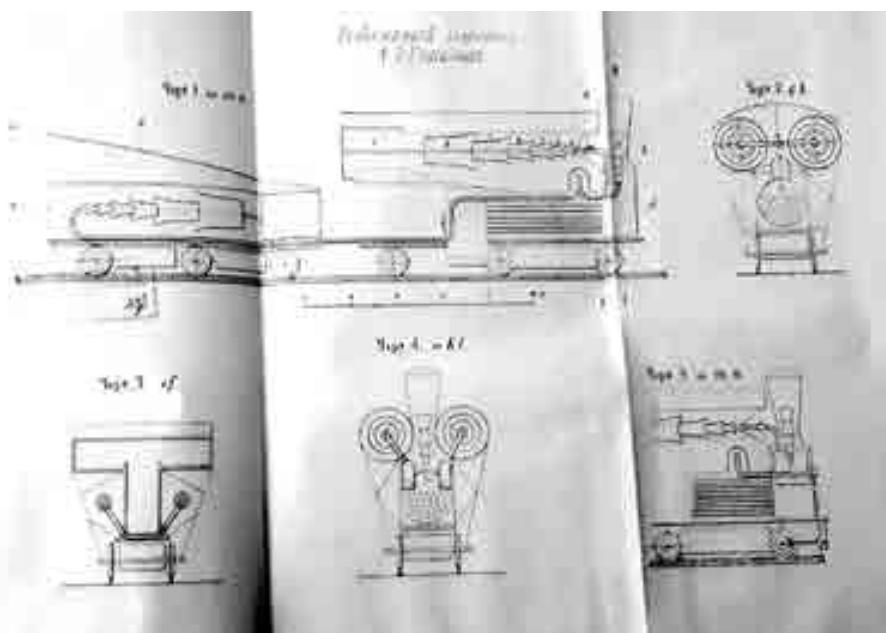
Пилипа Орлика, будинок не зберігся). Дружина губернського інженера А.П. Гешвенд займалась благодійністю, головувала у розпорядчому комітеті товариства опіки притулку для дітей робітників. Займаючись організацією благодійних вистав, танцювальних вечорів, очевидно, залучала і чоловіка. Непоганий співак і танцюрист, актор-аматор Федір Гешвенд був активним учасником багатьох благодійних заходів Києва.

XIX сторіччя, ознаменоване багатьма технічними досягненнями та відкриттями, іноді визначають ще й як «сторіччя пари». У рушійну силу пари свято увірував і губернський архітектор Гешвенд. Захопившись, за його ж визначенням, «питанням збільшення корисної реактивної роботи пари», він активно зайнявся розробкою відповідних проєктів для залізниці та «ракетоплавання». Уважається, що певну роль у такому захопленні зіграла і дружба з Іустином Івановичем Третейським. Як відомо, ще 1849 року Третейський розробив три проєкти літаючих апаратів. Нове заняття настільки поглинуло, що успішний архітектор мабуть й сам не помітив, як здійснив різкий розворот у своєму, здавалося б, вже добре налагодженому житті. З того моменту будівничий всі сили і статки віддавав новій справі, яка урешті стала роковою.

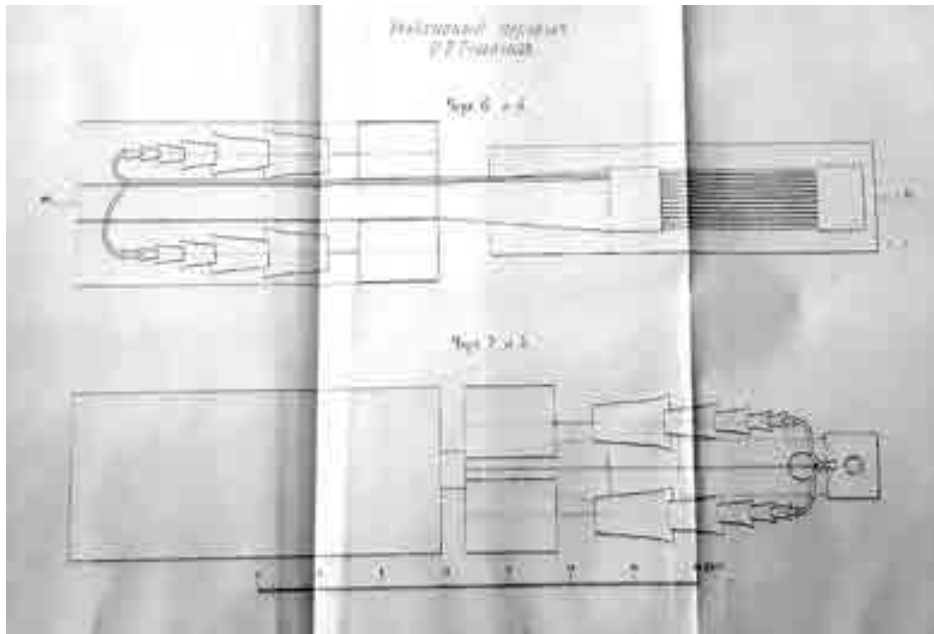
### Винахідник

1886 року Ф.Р. Гешвенд оприлюднив результати своїх дослідів та розрахунків «Общее

основание проекта применения реактивной работы пара к железнодорожным паровозам». 11 червня 1886 року рада КВ ІРТТ заслухала на своєму черговому засіданні повідомлення архітектора Ф.Р. Гешвенда щодо застосування реактивної роботи пари у паротягах. Як свідчить протокол засідання ради, багато членів товариства виступили із запереченнями. Тим не менше, зазначене повідомлення, доповнене відповідними кресленнями та розрахунками, надрукували у липневому 1886р. випуску періодичного видання КВ ІРТТ «Записки по свеклосахарной промышленности». Виклавши результати розрахунків та креслення, конструктор запропонував застосування «цього приладу» для руху залізничних поїздів», аргументуючи перевагами такого паротяга: простота конструкції (крім котла, усі частини паротяга не потребують ремонту, за виключенням «нещасного випадку або відвертого нехлюйства»; відсутність шкідливих струсів від двигуна; зменшення витрат пари – у середньому 30%, води – приблизно на 60% (останнє у свою чергу зменшує накип у котлі, тим самим економія пального – 10%); зменшується вага рейок на 38% та їхнє зношування; сила тяги не залежить від сили зчеплення; вага паротяга зменшується приблизно на 400 пудів (понад 6500 кг); машина не потребуватиме будь якого змащування. Автор запевняв, що створення та випробування такого паротяга обійдеться недорого будь якому залізничному управлінню, досить зі старого паротяга







зняти приводний механізм та над котлом розмістити пароструминні насоси. Спираючись на преїскурант заводу Кьортінга у Ганновері, автор розробки розрахував вартість нового апарата – 1500 рублів.

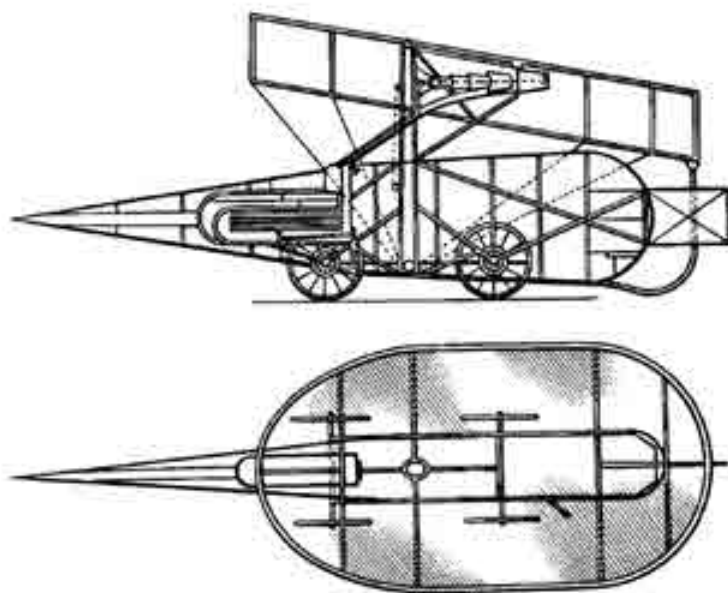
У наступному випуску «Записок» з приводу названої публікації надрукували критичний відгук за підписом «П.І.». Оponent доводив, що розрахунки реактивного тиску у пароструминних насосах, на які робив ставку у своєму проєкті Ф.Р. Гешвенд, ґрунтуються на помилкових припущеннях, що дія пари не може бути настільки ефективною, як уважав автор розробки. Там же була вміщена і відповідь самого винахідника, доповнена детальними поясненнями, які демонстрували тверде переконання автора, що його розрахунки «ґрунтуються на суворих законах фізики», що заперечення опонентів не підкріплені ніякими доказами, оскільки їх і не існувало.

Ймовірно, що київський будівничий, цікавлячись технічними новачками, був поінформований і про те, що у Франції 12 жовтня 1886 р. запатентовано реактивний двигун (№179001, Джаст Бюїссон та Александру Сюрку). Правда, 16 грудня того ж року під час випробувань стався вибух, у результаті Бюїссон та помічник загинули, тяжкі травми отримав Сюрку.

Попри критику і неприйняття запропонованої новачки, Федір Гешвенд не полишив розробок, пов'язаних з використанням сили пари, а невдовзі виступив зі ще однією неймовірною пропозицією.

1887 року інженер Гешвенд презентував новий проєкт – літальний апарат «Пароліт». Детальний опис конструкції інноваційного апарата автор виклав у виданій власним коштом брошурі «Общее основание устройства воздухоплавательного парохода». Видання було у вільному продажу, зацікавлені могли придбати його у київській книжковій та музичній крамниці Гінтера та Малецького (знаходилася на Хрещатику).

Фюзеляж літального апарата конструкції Гешвенда у довжину сягав 9 м, мав конусоподібний «ніс» (3 м довжиною, для розсікання повітря), закриту кабіну для трьох пасажирів. Попереду розробник розмістив трубчастий паровий котел та місце для «машиніста». Два еліпсоподібні крила (металевий каркас, обшитий тканиною, яка не промокає) площею 32,5 квадратних метри, з розмахом 3 м та кутом атаки 16 градусів. Двигун складався з парового котла, відвідної труби та 6 конічних сопел. В якості пального пропонувався гас. Реактивну тягу мала створювати стиснена пара, яка на великій швидкості виривалася з труби котла, проходячи через ряд сопел. Сопла, у свою чергу, мали б підсмоктувати повітря до реактивного струменя, тим самим зменшуючи витрати пари. Потужність запропонованого парового реактивного двигуна мала дорівнювати 199 кінським силам, його тяга – 1350 кг. За задумом конструктора основний матеріал для «Пароліта» – сталеві труби (каркас), цинкові та латунні листи (обшивка).



Загальна вага апарата мала становити близько 1300 кг. Злітати та приземлятися літальна машина мала з допомогою чотириколісних шасі. Літак мав розбігатися по рейках до злітної швидкості 116 км/час.

За розрахунками конструктора «Пароліт» міг здійснити переліт з Києва у Петербург за 6 годин, з урахуванням 5-6 десятихвилинних зупинок для дозаправки паливом та водою (площадки для заправки мали бути оснащені смугами для розбігу літака). Для здійснення перельоту необхідно було 16 літрів пального та 106 літрів води.

Свої розрахунки винахідник робив виходячи з результатів спостережень за польотами паперового змія та птахів. При цьому конструктор ввів нові поняття – «індикаторна робота гусака», «гусяча сила», «паровий кінь». Так, за розрахунками Гешвенда, потужність його літального апарата дорівнювала 350 «гусячим силам».

В опублікованому проєкті конструктор, переконаний у безпеці пропонованого літального апарата, зазначив: *«Кажущаяся опасность езды у воздушном двигателе.. будет значительно менее опасной, чем езда на железных дорогах и на лошадях, по следующим основаниям: когда окончательно будет констатировано правильное устройство и движение воздушного двигателя, то движение его у воздухе почти не может подвергаться каким-нибудь случайностям, зависящим от рельсов, их ремонта и сторожей и т.п., а в экипажах – от*

*бешеных лошадей и ломки экипажа; относительно же порчи машины, то, за неимением в реактивном двигателе сложного, вращающегося механизма, ни смазки, нечему портиться; что же касается парового котла, то он из самого прочного металла стали и весьма малого размера, диаметр 1½ фута; наконец, машинист всегда под полным надзором пассажира, а потому несчастных случаев почти нельзя предвидеть. Езда же в воздухе свободна».*

Невдовзі Гешвенд опублікував доповнення до першої публікації – «Об упрощении в устройстве воздухоплавательного парохода «Паролет». За доопрацьованим проєктом апарат був розрахований вже на 6 пасажирів. Кошторис на будівництво запропонованого літального апарата передбачав витрати на суму 1400 рублів. Не знайшовши інвесторів серед приватних осіб, Федір Гешвенд сподівався отримати підтримку військових. Вірогідно не без сприяння Третейського, опубліковані проєкти разом з доповненнями вдалося донести до командувача Київського військового округу О.Р. Дрентельна. Той направив матеріали Ф.Р. Гешвенда військовому міністру П.С. Ванновському. У супровідному листі від 28 травня 1887р. генерал Дрентельн написав: *«.. Киевский губернский инженер Гешвенд представил мне составленный им проект устройства воздушного парохода с просьбой оказать содействие в рассмотрении проекта в комиссии, занимающейся вопросом о применении воздухоплавания к военным целям, не принимая на*



себя суждение о достоинстве проекта, считаю долгом представить прилагаемые брошюры на ваше благорассмотрение».

За розпорядженням військового міністра означені матеріали направили голові Комісії із застосування повітроплавання у військових цілях, інженеру і вченому, генералу М.М. Борескову, який, до того ж, очолював VII повітроплавальний відділ РТТ. Генерал, у свою чергу, доручив проведення експертизи полковнику К.Л. Кірпічову.

### Мрійник

Після дослідів з моделями, переконаний у правильності своєї ідеї, Ф. Гешвенд наважився розпочати спорудження повномасштабного апарата самостійно. Для втілення проекту конструктор орендував ділянку на хуторі Рибному поблизу Києва. Там була споруджена злітна естакада. Паралельно зробив замовлення на виготовлення комплектуючих заводу братів Струве (Коломенське у Підмосков'ї) та Київському газовому заводу.

Усі плани провалились, коли надійшла невтішна відповідь з Комісії з застосування повітроплавання у військових цілях. Спираючись на висновки експертизи, Комісія постановила відхилити запропонований проєкт Гешвенда. Експерт, полковник К.Л. Кірпічов, доповідаючи на засіданні Комісії 18 березня 1888 року, віддав належне неординарній розробці, при цьому зазначив: *«Кажущаяся с первого взгляда выгода прибора парализуется огромной величиной выпускных конусов, располагаемых по обеим сторонам парового котла для свободного вытекания пара, и необходимостью иметь в составе воздухоплавательного аппарата паровой котел значительных измерений, требующий известный запас топлива и воды предлагаемый автором «паролем» осуществляет собой идеи аэроплана и по одному этому представляет значительные неудобства. Известно, что до настоящего времени не была осуществлена ни одна воздухоплавательная машина, основанная на идее аэроплана»*. Дивними видались експерту і незвичні одиниці виміру, введені автором, такі як кількість гусей, необхідних для пересування «приладу» та інші, вже названі вище. Сумніву піддалися

і розрахунки швидкості апарата – 260 верст/год. Означена комісія віддавала перевагу замовленням і випробуванням тільки тих пристроїв та пропозицій, які уже були здійснені на практиці та виявилися корисними, винаходів, що гуртуються на точних теоретичних розрахунках. Проєкт Гешвенда не мав «практичного здійснення», а головне, як було зазначено у рішенні, оскільки ідея «пристрою» основана на побудові аероплана, комісія вирішила на дану пропозицію не витратити кошти Військового відомства, з зауваженням «до практичного здійснення». Що фактично означало – автор розробки повинен впровадити її самостійно.

Роботи по будівництву літального апарата з паровим реактивним двигуном довелося припинити. Ф.Р. Гешвенд приймає відчайдушне рішення – продати будинок. Родина, рятуючи майно та скориставшись депресивним станом винахідника-відчайдуха силоміць відправила до психіатричної клініки. З лікарні конструктор «Пароліта» так і не вийшов. Федора Романовича Гешвенда не стало у лютому 1890 року. Місце його поховання невідоме.

Уже у XX сторіччі, коли польоти на реактивних літаках стали дійсністю, експерти, аналізуючи проєкт літального апарата Гешвенда, дійшли висновку – описаний конструктором апарат не зміг би злетіти. Зокрема, експертами відмічалися схематичність проєкту, відсутність у ньому руля висоти, пристрою для управління на злеті та у горизонтальному польоті, для регулювання кута атаки крил; відсутність визначення локації та об'єму резервуару для пального та ще чимало недоліків з точки зору аеродинаміки.

І все ж, попри недоліки інноваційних розробок, Ф.Р. Гешвенд визнаний одним з першопроходців на шляху до практичного використання реактивної сили пари, конструктором одного з перших проєктів парового реактивного двигуна. Заслуга Федора Гешвенда у тому, що він не просто мріяв та генерував ідеї. Він, жертвуючи суспільним статусом, власними статками, доклав багато зусиль, щоб свою ідею реалізувати на практиці. Постать Ф.Р. Гешвенда – у когорті тих, хто, випереджаючи час, не боявся змінювати світ на краще.■



И. Микуленок, д.т.н.

## Удивительный «перевёртыш»

На вопрос «сколько поверхностей имеет бумажный лист писчей бумаги?» на спрашивающего могут посмотреть с некоторым подозрением, ведь каждый здравомыслящий человек знает, что у такого листа две стороны – лицевая и оборотная.

Тем не менее, если два противоположных края бумажного листа соединить между собой, взаимно повернув их при этом на  $180^\circ$ , то вы получите удивительный результат: обыкновенный двусторонний плоский лист превратится в замкнутую одностороннюю поверхность – так называемый лист (ленту, петлю) Мёбиуса. В уникальности этого, возможно на первый взгляд и не совсем «симпатичного» объекта, достаточно легко убедиться. Для этого нужно просто взять ручку или карандаш и, не отрывая стержня или грифеля от бумаги, провести продольную непрерывную линию до тех пор, пока она не достигнет исходной точки. Затем, убедившись, что линия выполнена, например, на «верхней» стороне листа, посмотрите на его «нижнюю» сторону – линия будет и там, т.е. попасть из одной точки этого объекта в любую другую можно, не пересекая его края!

Иными словами, если двигаться вдоль по ленте Мёбиуса, не пересекая её границ, то, в отличие от двухсторонних поверхностей,

например, сферы или цилиндра, можно попасть в исходное место, оказавшись в перевёрнутом положении по сравнению с первоначальным. Этот поразительный эффект тесно связан с неориентируемостью ленты Мёбиуса (рис. 1): если отметить на ней небольшую окружность с фиксированным направлением обхода и двигать её вдоль ленты Мёбиуса, не пересекая границы, то можно прийти к начальному положению так, что направление обхода окружности изменится на противоположное.

Таким образом, лента Мёбиуса – это топологический объект, простейшая неориентируемая поверхность с краем, односторонняя при вложении в обычное трёхмерное Евклидово пространство. При этом в Евклидовом пространстве существуют два типа полос Мёбиуса в зависимости от направления закручивания: правые и левые (хотя топологически они неразличимы).

Лента Мёбиуса была открыта независимо немецкими математиками Августом Фердинандом Мёбиусом (1790–1868) и Иоганном Бенедиктом Листингом (1808–1882) и рассмотрена ими в 1858–1865 годах.

Поскольку лента Мёбиуса ограничена всего лишь одной замкнутой линией, то при разрезании этой удивительной ленты по средней линии она не распадется на две части, а вместо

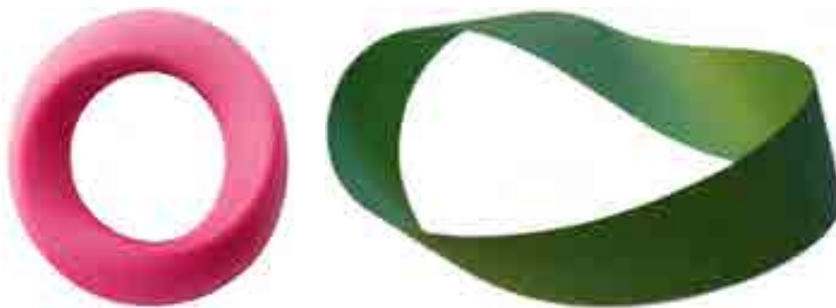


Рис. 1. «Плоский» и «объёмный» Мёбиусы





Рис. 2. Международный символ переработки

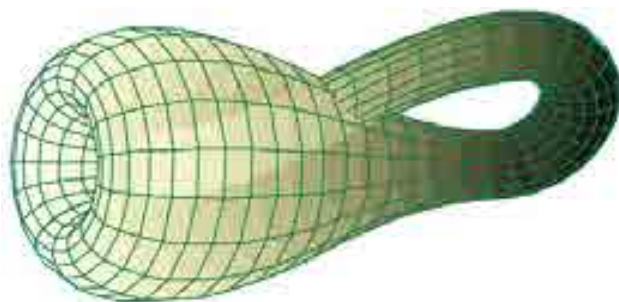


Рис. 3. Бутылка Клейна

ожидаемых двух лент Мёбиуса получится одна длинная двухсторонняя (вдвое больше закрученная, чем лента Мёбиуса) лента, которую называют «афганской лентой». Если же после этого полученную «дважды закрученную» ленту разрезать вдоль посередине, то образуются две ленты, намотанные друг на друга.

Если разрезать ленту Мёбиуса, отступая от края приблизительно на треть её ширины, то получаются две ленты, одна – более короткая лента Мёбиуса, а другая – длинная лента с двумя полуоборотами («афганская лента»).

Другие комбинации лент могут быть получены из лент с двумя или более полуоборотами в них. Например, если разрезать ленту с тремя полуоборотами, то получится лента, завитая в узел трилистника. Разрез ленты с дополнительными оборотами даёт неожиданные фигуры, названные парадоксальными кольцами.

Существует заблуждение, что лента Мёбиуса стала основой символа бесконечности  $\infty$ . Однако это не так: символ  $\infty$  стал использоваться для обозначения бесконечности ещё за два столетия до открытия ленты Мёбиуса.

Стилизованный лист Мёбиуса является эмблемой серии научно-популярных книг физико-математической тематики «Библиотека Квант», а также основного элемента международных кодов переработки – специальных знаков (рис. 2), применяемых для обозначения материала, из которого изготовлен товар, а также упрощения процесса сортировки перед его отправкой на переработку для вторичного использования (взгляните на нижнюю либо тыльную часть практически любого пластмассового изделия, и вы в этом легко убедитесь).

Ещё одной односторонней поверхностью является бутылка Клейна (рис. 3) – неориентируемая (односторонняя) поверхность, впервые описанная в 1882 году немецким математиком Феликсом Клейном (1849–1925). Её название,

по-видимому, происходит от неправильного перевода немецкого слова Fläche (поверхность), которое в немецком языке близко по написанию к слову Flasche (бутылка).

В отличие от обыкновенной бутылки, у этого объекта нет «края», где бы поверхность резко заканчивалась, т.е. у этого объекта нет «внутри» и «снаружи». Бутылке Клейна даже посвящён один из шуточных лимериков<sup>1</sup> Джеймса Альберта Линдона (1914–1979):

*Некто Клейн, не любивший вина,  
Раз придумал бутылку без дна.  
Воскликнул он: «К тому же  
Что внутри – в ней снаружи!  
Даже пробка совсем не нужна!»*

...Одними из первых, кто оценил удивительные свойства ленты Мёбиуса, стали инженеры и изобретатели, предложившие множество чрезвычайно эффективных технических решений.

Так, одной из первых промышленных разработок с использованием ленты Мёбиуса, стала ременная передача для передачи вращения между двумя валами, в том числе и расположенными под прямым углом друг к другу (патент Германии № 38782, 11 декабря 1885 г.).

Также были предложены шлифовальные ремни с поперечным сечением в виде правильных многоугольников (треугольника, квадрата, пяти-, шести- и т.д. «угольников»). При изготовлении каждого из таких ремней концы заготовки перед соединением их в кольцо поворачивали на одну грань, тем самым в несколько раз увеличивая рабочую поверхность ремня. Однако такие ремни имели существенный недостаток – с увеличением количества граней уменьшалась их ширина, а значит и производительность шлифования. Поэтому

<sup>1</sup> Лимерик – стихотворный жанр английского происхождения, пятистишие абсурдного содержания.



**Рис. 4.** Скульптура «Студенчеству всех времён» (город Кропивницкий, Украина)

следующим шагом в этом направлении стало изобретение «звёздчатого» шлифовального ремня (правда, традиционные шкивы при этом также пришлось несколько изменить).

Нашёл использование «мёбиус» и в приборостроении: выполнив подвижную шкалу прибора в виде ленты Мёбиуса (при этом стрелка-указатель оставалась неподвижной), инженеры вдвое увеличили длину шкалы, тем самым повысив точность отсчёта прибора.

В виде ленты Мёбиуса была изготовлена и ленточная пила (понятно, с режущими зубьями на «обоих краях» ленты). Также были предложены ленточные фильтр и конвейер, магнитофонная лента, лента для пишущей машинки, бритвенное лезвие, рыхлитель для грунта, мешалка для жидкостей, игрушечная железная дорога, различные головоломки и даже женский шарф.

Перед главным корпусом Центрально-украинского национального технического университета (город Кропивницкий (до 2016 года – Кировоград)) установлена скульптура «Студенчеству всех времён» (рис. 4). Символизирующие вечную молодость девушка и юноша с книжками в руках о чём-то увлечённо беседуют. При этом девушка сидит на скамейке, выполненной в виде ленты Мёбиуса с нанесёнными на ней в хронологическом порядке аббревиатурами родного для неё учебного заведения.

...Существует легенда, согласно которой знаменитую ленту изобрёл вовсе не Август Фердинанд Мёбиус, а его несколько рассеянная горничная, которая однажды неправильно пришила воротничок рубашки своего хозяина. Возможно это и правда. Но, тем не менее, удивительная поверхность вошла в историю именно под именем Мёбиуса. ■