

Ю. Холін, Г. Мальченко

Команда України на 44-й Міжнародній олімпіаді з хімії

З 21 по 30 липня 2012 року у Вашингтоні проходила 44-та Міжнародна хімічна олімпіада (МХО). Для участі в цих всесвітніх інтелектуальних юнацьких змаганнях збираються випускники та учні середніх навчальних закладів віком до 20 років. Головна мета олімпіад – через творче розв'язання задач стимулювати потяг учнів до хімії, сприяти встановленню дружніх відносин між молоддю різних країн, зміцнювати міжнародне співробітництво та взаєморозуміння.

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ОЛІМПІАДИ

Організатором олімпіади була найбільша у світі наукова організація – Американське хімічне товариство (АХТ), генеральним спонсором – компанія Dow Chemical, господарем – університет Меріленду. Організатори приклали багато зусиль, щоб сформувати у громадськості сприйняття олімпіади як надзвичайно значущої події та висвітлити свої зусилля з її проведення. Так, в газеті „Catalyzer”, яка, за традицією, щоденно виходила під час олімпіади, було розміщено вітання президента США Б. Обама; сенат конгресу США ухвалив спеціальну резолюцію, в якій привітав 44-ту Всесвітню олімпіаду; в церемоніях відкриття та закриття олімпіади взяли участь Нобелівський лауреат з хімії 2005 року Ричард Шрок, який створив перший металоорганічний каталізатор метатезиса алкенів; обраний президент Міжнародного союзу чистої та прикладної хімії (IUPAC) Марк Цеза; колишній та обраний президенти АХТ Брюс Бурстен та Марінда Лі Ву й голова Ради директорів АХТ Вільям Керрол; виконавчий віце-президент Dow Chemical Джером Пелібре, губернатор штату Меріленд Мартін О'Меллі.

Інтерес до Міжнародних хімічних олімпіад у світі постійно зростає. Цього року змагалися команди 72 країн, ще 5 країн, які збираються приєднатися до всесвітніх олімпіад протягом наступних двох років, надіслали спостерігачів. За

правилами, країни-учасниці олімпіади представляли команда з чотирьох осіб. Україна надсилає на олімпіади окремі команди з 1994 року. До нашої команди на 44-й МХО увійшли переможці 49-ї Всеукраїнської олімпіади 2012 року: випускники 11-го класу Ірина Запорожець (м. Балаклія Харківської області); Ігор Чернюх (Львівський фізико-математичний ліцей); Дмитро Шибанов (м. Севастополь) та десятикласник Андрій Стельмах з Львівського фізико-математичного ліцею. Завдяки затвердженню восени 2011 року Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України нового Положення про Всеукраїнські учнівські олімпіади вперше за останні 15 років з'явилася можливість залучати до підготовки та направляти на МХО не лише одинадцятикласників, а й учнів десятих класів. Зрозуміло, що це підвищує мотивацію юних хіміків, дозволяє формувати команду України з найкраще підготовлених юнаків та дівчат і надає десятикласникам незамінний досвід участі в МХО. До речі, такою можливістю регулярно користується чимало країн.

Програми проведення МХО формуються навколо двох головних подій – практичного та теоретичного турів – і рік від року відрізняються лише деталями.

День перший, 20 липня. Після виснажливої, майже двадцятигодинної подорожі українська делегація прибула до США. Переліт не обійшлася без пригод – частину багажу компанія United Airlines втратила і змогла повернути лише через декілька днів.

День другий, 21 липня. Зранку – прогулянка Вашингтоном. У другій половині дня – переїзд учасників змагань до гуртожитків університету Меріленду, де їх зустріли гіді. Від цього моменту і до відльоту на команд зі США гіді дбали про учасників олімпіади, надавали всебічну допомогу та повсюди супроводжували їх.



Команда України перед Білим Домом. Зліва направо: Ігор Чернюх, Ірина Запорожець, Дмитро Шибанов, Андрій Стельмах.

День третій, 22 липня. Урочисте відкриття олімпіади – промови, музичні номери, представлення команд. Після обіду ментори і наукові спостерігачі (далі – „члени журі”) розсталися з учнями до завершення турів і перевірили в університетських лабораторіях наявність обладнання, необхідного для виконання практичного туру. Ця процедура не була зайвою, адже організатори МХО не повністю підготували для українських учасників потрібні матеріали, а один з приладів був у неробочому стані. Після перевірки лабораторій члени журі отримали тексти підготовлених американськими колегами задач практичного туру, а ввечері відбулося перше засідання міжнародного журі, де ці завдання докладно обговорювалися. Дискусія, за олімпіадною традицією, була тривалою і закінчилася вже опівночі.



Перевірка лабораторій перед практичним туром.

День четвертий, 23 липня. Члени журі перекладали завдання практичного туру на національні мови, а учасники змагань весь день присвятили екскурсіям. Зважаючи на зміну погоди – температура підвищилася до $+37^{\circ}\text{C}$, – екскурсійна програма виявилася досить виснажливою.

День п'ятий, 24 липня. Цей день був першим днем змагань – учні п'ять годин виконували практичні завдання. Члени журі одержали завдання теоретичного туру і мали можливість задати їх авторам питання. Ввечері на засіданні журі завдання були обговорені та затверджені. В номері 4 газети «Catalyzer» цього дня опубліковані були статті (<http://www.icho2012.org/olympiad/catalyzer>) колишніх українських учасників МХО Олександра Тукова та Михайла Виборного.



Ігор Чернюх під час практичного туру.

День шостий, 25 липня. Члени журі знов весь день займалися перекладом, а учасники змагань присвятили день екскурсіям.

День сьомий, 26 липня. П'ять годин тривав теоретичний тур. По його завершенні декілька делегацій, включаючи й українську, відвідали посольства своїх країн. Нашу команду привітав Надзвичайний і Повноважний посол України в США Олександр Моцик. А ввечері вже всі делегації – учні та члени журі – зустрілися на вечірці у Посольстві Франції. Змагання завершилися, і для учнів настав час похвилюватися, а чи гарно вони виконали завдання? Учасники олімпіади продивилися розв'язки теоретичних завдань і порівняли результати, одержані на практичному турі, з даними організаторів. В номері 6 газети «Catalyzer» було опубліковано статтю колишнього українського учасника МХО Максима Забільського (<http://www.icho2012.org/olympiad/catalyzer>).

День восьмий, 27 липня. Члени журі одержали роботи учасників і оцінювали їх за затвердженою журі схемою. Таку саму роботу виконували і американські господарі. Ввечері відбулося бурхливе засідання журі, про яке мова піде нижче. Учасники олімпіади мали вільний час.



Засідання журі 27 липня.

День дев'ятий, 28 липня. Учням знов були запропоновані екскурсії. Для членів журі це був день арбітражу. Арбітраж – це узгодження балів, виставлених менторами членам своїх команд, з оцінками, які виставили американські автори задач. Як завжди, арбітраж відбувався у палких дискусіях, і в багатьох випадках членам журі вдалося довести, що їхні учні гідні вищих оцінок, ніж ті, що були запропоновані господарями. День завершився засіданням журі, на якому було затверджено кількість золотих, срібних та бронзових медалей. При цьому члени журі знали лише бали, набрані учасниками від своїх країн, а загальні результати залишалися невідомими.

День десятий, 29 липня. В Джорджтаунському університеті відбулося урочисте закриття олімпіади. Після вітань організаторів і гостей та музичних номерів почалося нагородження. За традицією, медалі вручали у порядку зростання кількості набраних балів. Атмосфера в залі була відчутно напруженою, і

напруження зростало при переході від бронзових медалей до срібних і, особливо, в момент, коли срібні медалі закінчувалися і наставав час вручення золотих.



Команда України з нагородами.

Після вручення медалей організатор наступної, 45-ї Міжнародної олімпіади декан хімічного факультету Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова академік РАН, В.В. Лунін прийняв прапор МХО. Завершилася олімпіада урочистим прощальним банкетом.



Академік В.В. Лунін отримує прапор МХО.

ЗМІСТ ОЛІМПІАДНИХ ЗАВДАНЬ. РЕЗУЛЬТАТИ ОЛІМПІАДИ

Олімпіада, за правилами, складається з двох турів. На перший, експериментальний виділяється 40 балів, на теоретичний – 60.

На теоретичному турі автори запропонували 8 задач, що склалися з 45 підпунктів. Умови були досить розгорнутими – учні одержали текст на 49 сторінках. На практичному турі учасники виконували два лабораторних завдання.

Тематика завдань теоретичного туру не була пов'язаною з програмами з хімії для загальноосвітніх навчальних закладів. Учасники змагань мали володіти знаннями, які студенти університетів здобувають після вивчення курсів неорганічної, органічної, фізичної, квантової хімії, аналітичної, координаційної хімії та біохімії. Перша задача присвячувалася хімії бора. Для її розв'язання треба було мати фактичні знання з цієї тематики та з термохімії. У другій задачі розглядалися будова та ізомерія комплексних сполук, ефект транс-впливу Чугаєва, механізми та кінетика реакцій заміщення лігандів у комплексах та властивості наночастинок золота з прищепленими комплексами Pt(IV). Ця задача виявилася найпростішою для учасників олімпіади – середній бал за її виконання склав майже 80% від максимального. Третя задача передбачала обробку даних спектрофотометричного аналізу та наближені розрахунки рівноваг у розчинах. Незважаючи на досить стандартний характер, задача стала для учнів найскладнішою – середній бал лише трохи перевищив 50% від максимального. Четверта задача торкалася властивостей надпровідної кераміки ідеалізованого складу $YBa_2Cu_3O_7$ і складалася з двох частин. У першій учасники олімпіади мали продемонструвати знання з кристалохімії, у другій – визначити реальний склад кераміки на підставі результатів хімічного аналізу. У п'ятій задачі, обговорюючи реакції алкілування піримідинових основ, що входять до складу ДНК та їх нітрогеновмісних аналогів, учні повинні були продемонструвати розуміння механізмів реакцій та впливу будови основ та алкілюючих реагентів на склад продуктів. Шостою була досить цікава задача з органічної хімії – на визначення зашифрованих сполук на основі спектрів ПМР і розуміння механізмів перетворень. Сьома задача розглядала перебіг реакції Дільса-Альдера за різних умов, в тому числі, при ферментативному каталізі. У восьмій задачі було запропоновано

охарактеризувати властивості поліциклічних ароматичних вуглеводнів за допомогою моделі «частинка у двовимірному ящику» і використати одержані результати для знаходження енергії рівня Фермі графена. Відповідаючи на питання, поставлені в останній частині задачі, учасники повинні були не лише показати ґрунтовні знання, але й виявити кмітливість та логіку.

У першій задачі експериментального туру учні вивчали кінетику реакції йодування ацетону в кислому середовищі і робили висновки про механізм реакції. „Родзинкою” задачі було використання не лише „звичайного” ацетону, але й дуже коштовного дейтерованого для визначення ізотопного ефекту. Задача приваблива тим, що олімпійці мали не лише відтворити докладну схему досліду, але й самостійно спланувати експеримент – обрати концентрації ацетону, кислоти та йоду, необхідні для визначення порядку реакцій за кожним з реагентів, і зробити на основі своїх експериментальних результатів висновки щодо механізму. Переважна більшість учасників олімпіади вдало виконала цю задачу, середня оцінка склала 80% від максимально можливої. Друга задача була задумана дуже цікаво і присвячувалася комплексам з лігандом salen – одному з „гарячих” напрямів координаційної хімії. Учні спочатку виконували досить кропіткий та тривалий синтез комплексної сполуки мангану з salen (в цьому комплексі манган міг знаходитися в ступенях окиснення +3 або +4), виділяли та висушували утворений комплекс і проводили тонкошарову хроматографію вихідного ліганду та комплексу. Окремою частиною роботи було встановлення за даними зворотного йодометричного титрування ступеня окиснення мангану в комплексі, схожому на синтезований учнями. Передбачалося, що надлишком аскорбінової кислоти манган у комплексі відновлюється до ступеня окиснення +2, а надлишок відновника відтитровується розчином KI_3 . При виконанні задачі учні зустрілися з несподіваними проблемами. По-перше, з невідомих причин продукт синтезу виявився дуже вологим, через що значна частина учнів одержала виходи більше 100%, а дехто – і 200-300%. По-друге, об’єми розчинів KI_3 , витрачених на титрування надлишку аскорбінової кислоти, у переважній більшості учасників були значно – на 0,5-1 мл – меншими, ніж передбачалося організаторами (можливо, через часткове окиснення заздалегідь приготовленого розчину аскорбінової

кислоти). Ці проблеми стали предметом тривалого обговорення на засіданні міжнародного журі 27 липня. За наполяганням журі, організатори висушили одержані учасниками продукти і визначили їх вихід. А щодо частини задачі, пов'язаної з титруванням, журі більшістю голосів ухвалило безпрецедентне рішення – визнано, що її взагалі не можна оцінювати. В результаті учасники олімпіади одержали бали лише за вихід синтезованих ними комплексів та виконання тонкошарової хроматографії, середня оцінка за виконання задачі перевищила 80% від максимально можливої.

З усіма завданнями теоретичного і практичного турів можна ознайомитися на сайті української олімпіади <http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>.

Розмірковуючи над науково-методичними засадами 44-ї МХО, доцільно звернутися до аналізу, який у своїй статті¹ дали багаторічні керівники команди Росії на МХО професори МДУ ім. М.В. Ломоносова В.І. Єрьомін та О.К. Гладилін. Вони писали: «В подходах к составлению задач выделяются две главные философии, или «школы», которые можно условно назвать «западная» (европейская) и «восточная» (азиатская). Первая ориентирована на достаточно высокий уровень сложности и нестандартные подходы, она требует умения думать и придумывать, находить решения и совершать самостоятельные поступки. По способам решения и нахождения ответа – это почти наука в полном смысле слова («почти» – потому что на олимпиаде все-таки решают задачи с известным ответом, а наука ищет решения и подходы, еще никому не известные). Восточная школа во главу угла ставит точное исполнение и умение работать. Как правило, в таких задачах довольно много вопросов, но среди них мало оригинальных. Решая эти задачи, не узнаешь ничего нового, они просто проверяют умение быстро и качественно выполнять стандартные приемы».

Завдання 42-ї МХО відносилися до „східного” типу. Для їх успішного розв'язання учасники були повинні, в першу чергу, знати багато фактів, володіти стандартними процедури обробки даних, вміти швидко проводити громіздкі

¹ Еремін В.В., Гладилін А.К. Международная химическая олимпиада школьников и ее роль в химическом образовании. Российский химический журнал (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2011. Т. LV, № 4. С. 57-63.

розрахунки, не замислюючись, виконувати стандартні операції хімічного синтезу та аналізу. А от те, за що ми звикли цінувати олімпіади, – вміння за допомогою логічних міркувань чи інтуїтивних здогадок знаходити неочевидну відповідь на складне питання, здатність самостійно спланувати експеримент, знайти нестандартний шлях до правильної відповіді – було потрібним на цій олімпіаді лише епізодично. На „східних” олімпіадах за звичай питань багато, але практично всі вони нехай і складні, але стандартні, що дозволяє багатьом учасникам набирати високі бали. Цей висновок підтверджують дані про кількість балів, набраних найуспішнішими учасниками на олімпіадах „західного” (36-та МХО, Німеччина, 2004 рік; 40-ва МХО, Угорщина, 2008 рік) та „східного” (42-га МХО, Японія, 2010 рік; 44-та МХО, США, 2012 рік) типів (рис.).

Бали, набрані учасниками олімпіади у Вашингтоні, були надзвичайно високими: абсолютний переможець Флоріан Бергер з Німеччини отримав 98 балів зі 100 можливих, а для нагородження бронзовою медаллю ледь вистачало 2/3 балів від максимуму.

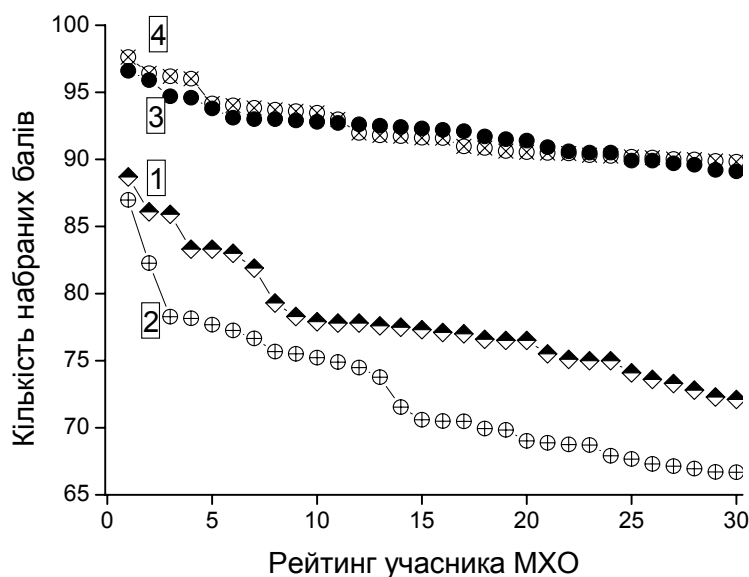


Рис. Бали, набрані тридцятьма найуспішнішими учасниками на МХО 2004 року (1, Німеччина). 2008 року (2, Угорщина), 2010 року (3, Японія); 2012 року (4, США).

Під час 42-ї МХО українські учасники показали високі результати (табл. 1). Це особливо приємно, бо наші олімпійці все ж виховуються на творчих задачах, які переважають на Всеукраїнських олімпіадах, і часом припускають прикрі технічні помилки або просто починають відповідати на питання задачі, не дочитавши до кінця довгу нудну умову.

Найкращими були на олімпіаді команди Республіки Корея (4 золоті медалі), Тайваню, Росії, Сінгапуру та Індії (по 3 золоті та срібна медалі). Хоча олімпіада є індивідуальним змаганням і результати команд не визначаються, неофіційні командні рейтинги привертають велику увагу (табл. 2). Повні результати олімпіади оприлюднені на сайті 44-ї МХО <http://www.icho2012.org/olympiad/results>.

Таблиця 1. Результати членів команди України на 42-й МХО

Учасник	Практичний тур	Теоретичний тур	Сума балів	Медаль
Ігор Чернюх	38,18	52,13	90,31	золота
Ірина Запорожець	36,76	51,24	88,00	срібна
Дмитро Шибанов	36,18	49,63	85,81	срібна
Андрій Стельмах	27,54	51,30	78,84	бронзова

Виступ команди України можна оцінити як значний успіх, адже наша вона у напруженій боротьбі перемогла збірні багатьох країн світу, увійшовши до десятки кращих. Високий результат команди України (а також і збірних Росії, Угорщини, Німеччини, Білорусі, Румунії, Казахстану, Литви, Чехії, Польщі, деяких інших країн) обумовлений тим, що в цих країнах зберігаються і розвиваються традиції національних хімічних змагань, спрямованих на виявлення і виховання творчих особистостей. Важливим фактором успіху є незгасний ентузіазм викладачів провідних університетів України, науковців, аспірантів, студентів, які беруть активну участь у проведенні Всеукраїнських олімпіад та підготовці національних збірних до міжнародних змагань. І, безумовно, неоцінимим є внесок найкращих учителів – вихователів майбутньої хімічної еліти. В цьому зв'язку не можна не згадати заслужену вчительку України Л.Т. Олексин, яка у Львівському фізико-математичному лицейі підготувала переможців МХО-2012 Ігоря Чернюха та Андрія Стельмаха, а всього за останні 7 років виховала 8 призерів МХО.

Таблиця 2. Найуспішніші команди на 44-й Міжнародній олімпіаді з хімії

Країна	Результат за сумою рейтингів учасників		Результат за сумою балів учасників	
	Сума рейтингів	Місце	Сума балів	Місце
Тайвань	60	1	373,77	1
Корея	76	2	367,66	2
Російська Федерація	91	3	365,57	3
Сінгапур	124	4	356,87	6
КНР	127	5	358,28	5
Індія	134	6	358,98	4
Японія	149	7	354,13	7
Угорщина	206	8	344,42	9
ФРН	214	9	349,58	8
Україна	223	10	342,84	10
США	231	11	342,61	12
Індонезія	243	12	342,66	11
Білорусь	260	13	338,39	13
В'єтнам	286	14	335,05	14
Румунія	290	15	334,42	15
Казахстан	312	16	329,79	18
Литва	331	17	330,21	16
Чехія	332	18-19	329,87	17
Аргентина	332	18-19	328,66	19
Польща	340	20	334,68	15

Не можна не згадати і про деякі проблеми. Останніми роками, у зв'язку з наростаючими у світі тенденціями „стандартизації” масової середньої і вищої освіти, які не минули і міжнародні олімпіади, при проведенні Всеукраїнських олімпіад і підготовці команд України до МХО доводиться все більшу увагу приділяти формуванню навичок, необхідних для успіху на олімпіадах саме „східного” типу.

Результати українських учасників МХО могли б бути ще кращими, якби вони мали такий же досвід роботи в лабораторіях, як учні з багатьох інших країн. На жаль, наша „шкільна” хімія відірвана від сучасного експерименту, лабораторно-матеріальна база вищих навчальних закладів, на базі яких проводяться Всеукраїнські та обласні хімічні олімпіади, не дозволяє навіть наблизитися до рівня, притаманного міжнародним змаганням, а під час тренувальних зборів до МХО

вдається ліквідувати далеко не всі прогалини у навичках і знаннях майбутніх олімпійців.

Проте, на зважаючи на існуючі проблеми, міжнародний олімпіадний рух розвивається, система олімпіад продовжує позитивно впливати на світову і національні системи хімічної освіти, а самі олімпіади перетворилися на масштабні і відомі у світі заходи, що сприяють підвищенню інтересу суспільства до природознавства і подоланню хемофобії.

У 2013 році 45-та МХО відбудеться в Росії на базі МДУ ім. М.В. Ломоносова, у 2014-му – у столиці В'єтнаму Ханой, а бажання провести наступні олімпіади висловили Азербайджан, Таїланд, Сінгапур, Чехія і Словаччина.

Члени команди України, які завершили середню школу, продовжать навчання в обраних ними ВНЗ: Ігор Чернюх – у Львівському національному університеті імені Івана Франка, Ірина Запорожець – у Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна, Дмитро Шибанов – у Московському державному університеті ім. М.В. Ломоносова.