

## **Розвиток вивчення хімії**

### **§ 1. З історії становлення хімічної науки**

Історія хімії – це тільки частина культури людства, оскільки виникнення хімії пов'язане з розвитком цивілізації. Історія становлення і розвитку хімії віддзеркалює зміни матеріальної та духовної культури залежно від економіки, політики, суспільних відносин.

Два джерела живлять розвиток хімії: потреби повсякденного життя та духовне прагнення до пізнання світу. З одного боку, це приплив реальних знань, з іншого – розвиток ідей або філософських поглядів. У різні епохи формування культури та в залежності від духовних особливостей окремих народів у розвитку хімії переважають або обидва напрями, або один з них. Наприклад, на сході у давнину розвивалася в основному практична складова хімії; у давній Греції розквітла філософія хімії як складова науки про природу; в арабських країнах розвивалися обидві складові хімії – араби відомі в історії не лише як практики, а й розповсюджувачі ідей грецьких філософів.

Хімія, як і кожна наука, розпочиналася з нагромадження фактів про властивості металів, мінералів та інших продуктів земних надр. Згадка про це є ще у давньоєгипетських папірусах, відомих як "Лейденський" та "Стокгольмський", датованих III ст. до н.е.

Щодо походження назви "хімія" існує декілька гіпотез. За однією з них, викладеною ще близько 400 р. н.е. у трактаті єгиптянина грецького походження Зосимуса з м.Паноколіса, ця назва пов'язана з іменем Хама, сина біблійського Ноя, який викрав у батька книгу, де описувалися прийоми "таємного мистецтва", і продав її єгипетським жерцям.

За іншою, сформульованою французьким ученим М.Бертло, термін "хімія" походить від слова "хемі" (або "хума") – давньої назви Єгипту.

Єгипет був технічно передовою державою давнього світу. У ньому за тисячоліття до нашої ери добували золото, мідь, срібло, залізо, свинець, олово.

Ще за тисячу років до нашої ери єгиптяни навчилися "варити" скло. Для "варки" застосовували соду і поташ; соду добували з природних содових озер, а поташ отримували з попелу. Ці дві солі використовувалися і при виготовленні мила. Цікаво, що мило в той час застосовували як крем, який шляхетні єгиптянки накладали на обличчя.

У Давньому Єгипті були широко розвинуті хімічні ремесла. Єгиптяни вміли дубити шкіру, добувати з рослин лікарські і духмяні речовини, різноманітні барвники, виготовляти керамічні вироби.

З усіх отриманих єгипетськими майстрами речовин самими коштовними були золото і пурпур. Бажання володіти золотом породжувало привабливу ідею отримувати його із звичайних дешевих металів – міді, свинцю, заліза. Отримане таким чином "штучне золото" (відоме тепер як латунь – сплав міді з цинком) на вигляд не відрізняється від справжнього – має той же колір, той же гідний подиву блиск. Але "штучне золото" мало один недолік: воно з часом "хворіло" – покривалося зеленою "висипкою" і "виразкою".

Виготовлення штучного золота у III ст. н.е. набуло такого поширення, що римський імператор Діоклетіан видав указ про знищення усіх єгипетських рукописів, в яких наводилися рецепти отримання золота. На щастя для істориків хімії, декілька рукописів (папірусів) залишилося. Вони були знайдені на початку XIX ст. при археологічних дослідженнях гробниць у Фівах. У папірусах містяться цікаві малюнки перегінних апаратів, колб, печей і т. ін., наведені описи обробки металів і рецепти грубих підробок "золотих" сплавів, імітації коштовних каменів тощо.

У VII ст. н.е. Єгипет захопили араби, які, крім усього іншого, зацікавилися хімією. Саме завдяки арабам згодом у Європі поширився термін "алхімія", адже до слова "хімія" араби додали приставку "ал", яка вказує на місце походження; таким чином, слово "алхімія" можна трактувати як "із Хемі",

тобто "із Єгипту". Під цією назвою надалі стали розуміти науку або мистецтво перетворення металів у золото.

У середні віки хімія переживає новий період розвитку, пов'язаний з новими народами і новою культурою. Падіння влади арабів у Іспанії (XIII ст.) і поширення влади римської (католицької) церкви у Західній Європі формують і для хімії нових покровителів. Головними представниками і захисниками хімії у цей час стали діячі римської церкви або духовних орденів. Серед яскравих представників католицької церкви, які зробили значний внесок у розвиток алхімії, – Альберт Великий, єпископ і член ордену домініканців (XIII ст.), його знаменитий учень Фома Аквінський (XIII ст.), члени ордену францісканців Роджер Бекон (XIII ст.) і Бертольд Шварц (XIV ст.), відомий, до речі, винайденням чорного пороху.

Англієць Р.Бекон закінчив Оксфордський університет. Згодом він став монахом і почав працювати у монастирській лабораторії. Через деякий час особисто Папа Римський склав протекцію Бекону для роботи у лабораторії Паризького університету.

Невтомна праця вченого викликає захоплення. Бекон зветь "doctor mirabilis" – "чудовий доктор". Та його слава призвела до того, що він попав в ув'язнення до інквізиції. Бекон без кінця допитують і вимагають відкрити таємницю отримання "філософського каменя", але вчений мовчить. Що він може сказати, коли вся його праця не дала результатів і "філософського каменя" він так і не знайшов. Після двадцятирічного ув'язнення двері тюрми відчинилися. Бекон вирішив покинути Францію і повернутися у Оксфорд. Там він продовжив пошуки "філософського каменя", що знову привело його до в'язниці. Пройшли ще чотири роки ув'язнення і Бекон – 80-ти річний старець – вмирає.

Альберт Великий – лікар, філософ, математик, фізик, алхімік, який знав так багато, що його ерудиція наводила жах на сучасників. Він працював у монастирській лабораторії і зробив важливі відкриття. Зокрема, першим виділив і описав арсен (миш'як), природа якого була встановлена тільки через

чотири століття. Нескінченні експерименти з сульфуром (сіркою) та меркурієм (ртуттю) привели вченого до відкриття сульфідів (сернистих металів). Сульфідів вчений об'єднав в одну групу під назвою марказитів.

Наступає XIV століття, епоха Відродження науки і мистецтв. Церква та її служителі втрачають інтерес до алхімії і для хімії наступає нова ера. Хімія переходить під крило медицини і знаменитий лікар Парацельс (1493-1541) проголошує нові її завдання. Не пошук міфічного "філософського каменя", не фабрикація золота і срібла, а виготовлення лікарських препаратів перетворюється в основну задачу хімії. Тим самим у Західній Європі формується нова галузь: медична хімія або ятрохімія.

У той час, коли сотні алхіміків намагалися отримати "філософський камінь", окремі з них вели і суто практичні дослідження.

Яскравим представником цього напрямку алхімії вважається легендарний Базиліус Валентинус, католицький монах, який жив у XV столітті. Базиліус відкрив новий метал – сурьму (*стибій*). Сурьма знайшла своє широке застосування в медицині. Базиліус розпочав із захопленням лікувати сурьмою та її сполуками найрізноманітніші хвороби, не звертаючи навіть уваги на те, що окремі препарати на її основі були просто небезпечні та отруйні.

За вченням "батька ятрохімії" відомого середньовічного лікаря Парацельса (1493-1541), тіло людини складається із поєднання алхімічних елементів – сірки, солі і ртуті, які у здоровому організмі знаходяться у гармонійній рівновазі. Якщо ж ця гармонія порушується, то людина починає хворіти.

Для лікування пропонувалось давати хворому препарати, яких "не вистачало" його організму. Лікування за допомогою неорганічних препаратів викликало справжню революцію у медицині того часу, оскільки до цього в медичній практиці застосовувалися лише ліки органічного походження (настойки, відвари трав, екстракти тощо). Представники ятрохімії в одній особі поєднували лікаря і хіміка-фармацевта. Ятрохімік шукав і сам виготовляв неорганічні лікарські препарати, досліджуючи їх дію на хворих.

Новий напрям витіснив традиційні алхімічні пошуки і певним чином сприяв подальшому розвитку хімії. Ятрохіміки відкрили багато нових сполук, вперше дослідили реакцію нейтралізації. До цього періоду становлення хімії як науки відносяться також спроби розроблення перших прийомів якісного аналізу. Вперше дослідники звернули увагу на існування "повітреподібних речовин, що відрізняються за своїми властивостями від повітря". Відомий ятрохімік Ван-Гельмонт (1577-1644) назвав ці речовини газами (від слова "хаос"). Цього вченого називають "батьком пневматохімії" (хімії газів), до якої вчені повернулись лише через сто років.

Ще один переворот відбувається у розвитку хімії в XIV столітті: поруч з ятрохімією народжується технічна хімія.

У той час, коли ятрохіміки винаходили нові ліки, а алхіміки продовжували пошуки "філософського каменя", були ще й хіміки-виробничники. Виникає практична металургія, засновником якої вважається німецький вчений Г.Аґрікола (1494-1555), лікар за освітою. Він займався вивченням хімічних властивостей металів та мінералів і заклав основи раціональної гірничорудної справи. У Франції відповідні дослідження провадив Бернард де Паліссі (приблизно 1499-1590).

Парацельс, Аґрікола і Паліссі вважаються засновниками індуктивного методу в хімії та найвизначнішими представниками експериментальної хімії нової епохи.

Аґрікола прославився своїм посібником з металургії, розробкою аналізу руд і заводських продуктів. Книга Аґріколи була написана настільки вичерпно і просто, що ще цілих два століття слугувала основним посібником металургам. Варто лише відмітити, що за нею вчився відомий вчений М.В.Ломоносов.

Інший відомий хімік-виробничник – Йоганн Глаубер (1604-1668). Він вперше розробив технологію отримання соляної кислоти через дію "купоросного масла" на кам'яну сіль і запропонував використовувати речовину "мірабіліт", що утворювалася у процесі виробництва соляної кислоти і яку згодом назвали глауберовою сіллю.

Глаубер розробив також способи отримання азотної кислоти, солей амонію та багатьох інших речовин.

Першим вченим, який піддав сумніву алхімічні пошуки "філософського каменя", був англійський дослідник Роберт Бойль (1626-1691). Бойль запропонував новий погляд на природу хімічних елементів, як простих речовин, з яких складаються усі інші. Завданням хімії він визначив встановлення того, з яких саме елементів складається кожна речовина, а для розв'язання цієї задачі розробив певну систему якісного аналізу. Праці Бойля і експериментальний метод досліджень, який він широко застосовував, справили значний вплив на подальший розвиток хімії саме як науки.

У зв'язку з бурхливим розвитком металургії у XVII-XVIII століттях хіміки особливу увагу приділяли вивченню природи процесів горіння, отримання металу з руди і перетворення металів у процесі хімічних реакцій. Для пояснення цих процесів хімік Георг Шталь (1660-1734) розробив своєрідну теорію флогістону, за якою всі горючі матеріали та метали містять невагому речовину – "флогістон", яка зникає у процесі горіння або нагрівання у вигляді полум'я.

Теорія флогістону була першою спробою узагальнення і обґрунтування цілої низки явищ і завдяки певній логічності та послідовності набула значного поширення. Першим, хто експериментально довів помилковість цієї теорії, був видатний російський вчений М.В.Ломоносов. Через 18 років після Ломоносова французький науковець Лавуазьє (1743-1794) узагальнив отримані на той час експериментальні результати і розробив кисневу теорію горіння. Слідом за Ломоносовим Лавуазьє прийшов до відкриття закону збереження маси, що став одним із наріжних каменів усього подальшого розвитку науки. Цей закон так і назвали іменами двох великих вчених, які незалежно один від одного здійснили це відкриття, – законом Ломоносова-Лавуазьє.

Логічним наслідком відкриття законів збереження маси, сталості складу, кратних відношень стала атомістична теорія Дальтона (1766-1844). Через

піввіку атомістична теорія Дальтона була розвинута у те атомно-молекулярне вчення, що є основою хімічної теорії і в наші часи.

Швидкий розвиток хімії викликав розподіл окремих напрямів досліджень і формування низки окремих наукових дисциплін. Так, вже на початку XIX століття виокремилася аналітична хімія, згодом – фізична хімія. У свою чергу теоретичні розробки у галузі фізичної хімії настільки зросли, що її складові у свою чергу виділилися в окремі спеціальності: електрохімію, термохімію, фотохімію, колоїдну хімію і т.ін. Поширення хімічних знань в інших галузях викликало виникнення агрохімії, геохімії, біохімії та низки інших "галузевих" хімії.

Бурхливий розвиток хімії у XIX столітті пов'язаний в основному з такими геніальними відкриттями, як періодичний закон Менделєєва і структурна теорія Бутлерова.

## § 2. Хімія у Росії

Середньовічна Східна Європа – стародавня Русь – в силу різних історичних обставин була відірвана від загальних процесів розвитку науки в цілому і хімії зокрема. Православна (візантійська) церква тих часів не підтримувала поширення природничих наук, що пояснювалося, з одного боку, недостатньою кількістю навчальних закладів (наприклад, Київська духовна Академія була відкрита у 1589 році), з іншого – зневагою до "західних" наук. На знання дивились як на єресь, несумісну з православною вірою.

Росія не мала тих вищих світських навчальних закладів – університетів, які на Заході були центрами розвитку природничих наук. Але поступовий розвиток торгових стосунків і зростання потреб у різноманітних металевих та інших виробках стимулювали інтерес до вивчення і використання власних природних ресурсів.

У Західну Європу продавалися хутро, віск, льон, конопля, шкіра. Уже в XIII та XIV століттях добувалися та продавалися за кордон у значній кількості

поташ і смола, які використовувались для миловаріння, обробки шерсті, у кораблебудуванні. Завозилися такі хімічні продукти як сулема, квасці, купорос, бура, білила та інше. Наряду з виробництвом поташу і смоли у давній Русі існувало також виробництво солі. Про поклади солі у гирлі Дніпра повідомляв ще давньогрецький історик Геродот (V ст. до н.е.). Великі поклади солі були також розвідані у Галичині та Криму. У XIV столітті в зв'язку з виникненням артилерії починає розвиватися виробництво селітри як основи для виробництва пороху.

У кінці XV століття починаються пошуки металів, головним чином золота, срібла і міді, що призвело до становлення гірничої справи у Росії. Перші майстри гірничої справи прибули до Росії з Угорщини, Саксонії, Швеції, Англії.

У 1581 році на прохання Івана Грозного англійська королева Єлизавета прислала до Росії свого особистого лікаря Р.Якобі разом з аптекарем Френчемом (James Frencham). Вважається, що саме з цього року (1581) зароджується хімія в Росії; Френчем як аптекар-хімік відкриває першу аптеку, де виробництво ліків велося за правилами західної хімічної науки і сучасними для тодішньої Європи технологіями.

Одночасно у Москві створюється Аптечний Приказ (Аптекарська Палата) як центральна медична установа. Аптечному Приказу були підпорядковані всі спеціалісти, які займалися цією діяльністю в Росії, зокрема: доктори, лікарі, окулісти, цирульники, костоправи, аптекарі, алхіміки, водочники (дистилятори), аптечних і алхімічних справ учні, травники, переписчики і перекладачі, часових справ майстри.

Особливий інтерес у цьому переліку становлять алхіміки та алхімічних справ учні. Адже в Росії не було алхімії у її західно-європейському розумінні, що займалася пошуками "філософського каменя" і перетворенням звичайних металів у благородні, такі як золото і срібло.

У чому ж полягали функції цих давньоруських алхіміків і яке становище вони мали? У царських указах і грамотах того періоду явно



відрізняються аптекарі від алхімістів. Алхімісти відносяться до особливого класу співробітників аптекарів.

Лікувальну мудрість у ті часи підрозділяли на три частини: між доктором, аптекарем і лікарем, оскільки "доктор пораду свою дає і назначає, лікар прикладає та лікує, а аптекар у них обох як повар". У цьому списку не вистачає алхіміка; функції алхіміка (або алхіміста) полягали у тому, що він допомагав аптекарю готувати ліки. Аптекарі займалися приготуванням складних ліків за рецептами докторів та їх фізіологічними випробуваннями, продажем ліків і контролем за їх якістю. Алхімісти ж були своєрідними лаборантами при аптекарях, які займалися перегонкою, кальцинацією, очисткою, кристалізацією і т.ін., тобто приготуванням окремих хімічних препаратів в аптечній лабораторії. Найчастіше алхімістами ставали самоучки або аптекарі, які не пройшли повний курс навчання, але володіли певною практичною підготовкою з хімії та хімічних операцій.

Алхімісти наряду з аптекарями брали участь в аналізуванні та експертизі нових лікарських засобів. Алхімістів часто направляли за кордон для запрошення у Московську державу докторів і техніків, закупівлі різноманітних аптечних засобів і обладнання.

До алхімістів віддавалися на практичне навчання молоді особи, які спочатку проходили курс навчання у аптекарів. Самі ж алхімісти також мали можливість отримати закінчену аптекарську освіту і скласти за кордоном екзамен на звання аптекаря.

Цікаво також звернути увагу на професію водочника або дистилятора. Виготовленням різноманітних горілок, настоїв, інших напоїв займалися на Русі з давніх часів. Із запровадженням аптекарської справи приготування горілки та спиртів було закріплено за Аптекарською Палатою. В обов'язки водочника або дистилятора входило, крім виготовлення горілки, ще й приготування різноманітних сиропів, пластирів, мазей та інших ліків, які готувалися про запас, причому вимоги щодо якості продукції, яку виготовляли водочники для лікарських потреб, були досить високими.

Ця перша у Росії аптека майже сто років була єдиною. У 1672 році була відкрита друга, а у 1682 р. – третя царська аптека у Москві. Лише у 1701 році Петро Перший наказав відкрити ще вісім аптек.

З розвитком аптечної та медичної справи на Русі з'явилася потреба у скляних і глиняних ємностях, приладах. Спочатку для царської аптеки весь посуд та інші аптекарські припаси, хімічні препарати завозилися із-за кордону, головним чином з Німеччини та Англії. Разом з тим почало розвиватися і внутрішнє виробництво скляних і глиняних виробів. Виробництво скла розпочалося за царя Михайла Федоровича і розвинулося при Олексії Михайловичу. На той час вже діяли два заводи, де виготовлялися реторти і колби, сепаратори, сулії та інше приладдя для аптекарської справи.

У середині XVII століття в Росії були засновані заводи з виготовлення мила, а також декілька паперових фабрик, де використовувалися досить сучасні європейські способи виробництва.

Що стосується гірничої справи і виплавки металів, то за умови різкого збільшення потреби у металах в Росії у XVII столітті виникає справжня "рудоманія", яку можна порівняти лише із намаганнями європейських алхіміків знайти "філософський камінь". Благородні метали, а також мідь, свинець, олово на Русі ще не добували, а завозили із-за кордону.

Промислове виробництво заліза розпочалось у XVI сторіччі і базувалось на родовищах поблизу Тули, де були побудовані перші чотири металургійні заводи з новітніми, як на той час, доменними печами. Відкриття згодом великих покладів залізомагнітних руд у Сибіру поблизу Тобольська та на Уралі сприяли швидкому зростанню кількості металургійних заводів.

Перші промислові родовища міді та срібла були відкриті в Росії біля 1700 року, а виплавка цих металів розпочалася лише у XVIII столітті.

Що ж стосується наукових досліджень, то навіть створення у 1725 році Петербурзької Академії наук особливо не стимулювало тодішніх науковців до нових пошуків у галузі хімії. Перша в Росії хімічна лабораторія відкривається

при Академії наук лише у 1748 році завдяки зусиллям видатного вченого М.В.Ломоносова.

У першій половині XIX ст. в Росії починається більш інтенсивний розвиток природознавства, що стало результатом діяльності передових представників науки.

На той час робота багатьох хіміків була спрямована на вирішення практичних питань, наприклад, вивчення природних ресурсів (аналіз руд, нафти, мінералів, копалень солей і т.ін.).

Основна увага приділялася питанням прикладного характеру, а саме: виробництву скла, рецептам отримання фарб, процесам бродіння, цукроваріння і т. ін.

У ці роки Росія вступила на шлях промислового капіталізму, проте потреба у фахівцях-хіміках ще не була сформована.

Формування наукових шкіл у галузі хімії в першу чергу пов'язане із створенням та розвитком мережі університетів, починаючи від відомого Московського. У першій половині XIX століття відкриваються університети у Дерпті (1802), Харкові (1803), Казані (1805), Одесі (із 1817 року – ліцей, з 1865 – університет), Києві (1834). Згодом поряд з університетами виникають вищі навчальні заклади технічного профілю, у яких хімія займала особливе місце. Серед них – Технологічний інститут у Харкові (1885) та Політехнічний інститут у Києві (1898).

Для університетів тих часів особливо важливим було питання облаштування хімічних лабораторій. Тривалий час славилася лабораторія Казанського університету, заснована у 1806 році. У 1837 році ця лабораторія переводиться у нове, спеціально збудоване приміщення. Під лабораторію відводилось сім кімнат, серед яких були аудиторія, кабінет для зберігання інструментів і посуду, вагова кімната, кладова. Власне робоче приміщення лабораторії - це одна велика кімната з кам'яною підлогою. У ній знаходились 10 стаціонарних печей, димовий ковпак для пересувних залізних печей і посередині – три робочі столи та декілька шаф з необхідним посудом і

реактивами. Тут провадилися наукові дослідження, готувалися демонстрації для лекцій, мився брудний хімічний посуд. Студенти працювали в основному на підвіконнях. Газу не було, нагрівання виконували за допомогою спиртових ламп або у печах, що опалювалися вугіллям. Та все ж славу цієї лабораторії створило не стільки її облаштування, скільки результати досліджень видатних хіміків, які у різні часи працювали в Казанському університеті [13].

### § 3. Становлення наукових шкіл з хімії в Україні

На початок ХІХ ст. в Україні (яка входила до складу Російської імперії) діяли Ніжинський, Ришельєвський (м.Одеса) і Волинський ліцеї, що виконували функції вищих навчальних закладів і готували наукові кадри у галузі природознавства.

Серед університетів, які діяли в ті часи в Україні, виділимо Харківський, Київський, Одеський та Львівський, де вивчення хімії поєднувалося із широкими науковими дослідженнями.

#### **Харківський університет**

На початку ХІХ ст. у зв'язку з розвитком природознавства велике значення мали роботи прикладного характеру. В Україні першим підняв питання про необхідність проведення таких робіт на науковій основі український меценат і просвітитель В.М.Каразін, засновник Харківського університету.

Відкриття Харківського університету, який став першим великим навчальним і науково-дослідним центром в Україні, відбулося у жовтні 1805 року.

Цей університет став третім за значенням навчальним центром Росії після Московського і Дерптського (згодом Юрьєвського, а нині – Тартуського)

університетів. У його структуру було включено відділення фізичних і математичних наук, на якому передбачалося викладання курсу хімії.

Кафедру хімії очолювали послідовно німецькі професори І.А.Шнауберт та І.І.Гізе. Викладання здійснювалося латинською мовою.

За роки роботи у Харківському університеті І.І.Гізе опублікував понад 20 наукових праць, здебільшого з аналітичної хімії та фармації. Він написав "Руководство по фармации" (1806-1811), але основна праця – це п'ятитомне видання під назвою "Всеобщая химия для учащихся и учащихся"(1813-1817), яке можна вважати першим підручником з хімії, виданим в Україні.

Це було унікальне видання, яке знайомило з всією сумою знань з хімії, накопичених і науково узагальнених на той час. Ця книга зіграла значну позитивну роль у розвитку хімічної освіти.

Після від'їзду І.І.Гізе у 1814 р. курс хімії у Харківському університеті викладав В.С.Комлишинський, фізик за фахом. У 1816 р. його змінює перший російський професор хімії І.І.Сухомлинов, випускник Харківського університету, який проходив стажування у Дерпті під керівництвом І.І.Гізе. Він викладав загальну хімію та стехіометрію, однак лекції його не супроводжувалися хімічними дослідженнями, не кажучи вже про лабораторні роботи.

У 1848 р. при розподілі предметів на відділенні математичних наук неорганічна і органічна хімія ввійшли у число додаткових предметів. На відділенні природничих наук хімія вважалася факультативним предметом, а технологія – додатковим.

Відомим представником хімічної науки в Україні у 40-50-х роках ХІХ ст. був професор А.І.Ходнєв (1818-1883), який закінчив Головний педагогічний інститут у Петербурзі, де навчався у академіка Г.І.Гесса, і понад два роки працював у лабораторії Лібіха в Гессені, а з 1847 року викладав у Харківському університеті. Його праці зіграли значну роль у розвитку фізичної хімії в Україні.

У 1856 р. кафедра хімії перейшла до найбільш відомого вченого Росії дореволюційного періоду М.М.Бекетова. З цього часу починаються зміни в хімічній освіті у Харківському університеті.

Видатний вчений і талановитий педагог М.М.Бекетов значно змінив постановку хімічної освіти у Харківському університеті. Змінюються методи викладання хімії, розширюються експериментальні роботи, до яких залучаються здібні студенти.

У грудні 1864 р. на фізико-математичному факультеті завдяки наполегливості М.М.Бекетова було засновано фізико-хімічне відділення. Харківський університет став першим на той час університетом, де існувало відділення, на якому фізика і хімія були основними предметами.

Спеціалізація з фізичної хімії вперше у світі була започаткована у Харківському університеті, приблизно на два десятиліття раніше, ніж в університетах Західної Європи і Америки.

Викладання фізичної хімії було розпочато М.М.Бекетовим у 1860 році з курсу "Відношення фізичних і хімічних явищ між собою", який представляв першу систематизацію відомостей і законів, що лягли в основу сучасної фізичної хімії. Елементи взаємодії фізики і хімії містилися ще у класичних працях М.В.Ломоносова, який у 1751-1752 роках вперше в історії викладання природничих наук прочитав курс фізичної хімії.

М.М.Бекетов видав перший посібник з фізичної хімії і був нагороджений Ломоносовською премією за термохімічні дослідження.

М.М.Бекетов створив наукову школу, багато представників якої ввійшли в історію української науки як відомі вчені і організатори науки. Серед них такі як А.П.Ельтеков, Ф.М.Флавіцький, Н.А.Чернай, І.П.Осипов, В.Ф.Тимофєєв, Д.П.Турбаба, А.К.Погорелко, Є.Л.Зубашев, Н.Д.Пільчиков. Наступником М.М.Бекетова по роботам у області термодинамики, термохімії і теорії розчинів був П.Д.Хрущев.

У 1892 р. П.Д.Хрущев був обраний почесним доктором Харківського університету, де він викладав курси "Основи спектроскопії", "Основні методи і поняття фізико-хімічних наук".

Одночасно з П.Д.Хрущевим у Харківському університеті працював учень М.М.Бекетова професор І.П.Осипов. Він займався термохімічними дослідженнями, які були узагальнені у праці "Теплота горіння органічних сполук у її відношенні до явищ гомології, ізомерії і конституції".

Дослідженнями в області хімічної термодинаміки займався також А.П.Грузинцев. Зміст його підручника "Термодинаміка" (1913) близький до сучасного курсу хімічної термодинаміки.

Праці ще одного учня М.М.Бекетова – А.А.Щербачова, належать до числа тих досліджень, на яких базувалася гідратна теорія розчинів Д.І.Менделєєва. Розуміння природи гідратації А.А.Щербачовим було досить близьким до сучасного. Результати своїх досліджень А.А.Щербачов доповів на першому засіданні Фізико-хімічної секції Товариства природничих наук при Харківському університеті у 1872 р.

У 1894 р. приват-доцентом з фізичної хімії у Харківському університеті був обраний Д.П.Турбаба. Одночасно з викладанням фізичної хімії у Харківському університеті Д.П.Турбаба у 1897-1898 роках викладав термодинаміку і фізичну хімію студентам Харківського технологічного (нині політехнічного) інституту.

Видатним представником школи М.М.Бекетова є В.Ф.Тимофєєв, який присвятив свої дослідження вивченню розчинів і вважається одним із засновників фізичної хімії неводних розчинів. У 1900-1909 роках В.Ф.Тимофєєв працював у Київському політехнічному інституті, організував там кафедру фізичної хімії, потім повернувся до Харкова, де працював до кінця свого життя.

В.Ф.Тимофєєв розвинув важливий напрям у теорії розчинів, представниками цієї теорії були відомі вчені А.І.Гундер, Г.Є.Мухін, Д.А.Казанський, С.М.Стахорський, П.Г.Попов, які стали професорами

Харківського університету та інших вищих навчальних закладів Харкова. У нього вчилися такі вчені як Л.М.Андреасов, К.М.Стахорський, Я.П.Бекман. Г.Є.Тімофєєв в основному займався дослідженнями в галузі хімічної теорії розчинів. Учень І.П.Осипова, він почав свою наукову діяльність ще студентом фізико-математичного факультету Харківського університету. За рекомендацією І.П.Осипова його запросили працювати у лабораторію П.Д.Хрущева, під керівництвом якого Г.Є.Тімофєєв виконав роботу "Электrolитическая диссоциация и концентрационные гальванические пары".

У 1908 р. він виконує роботу "О влиянии давления на электродвижущую силу". Починаючи із 1914 р. Г.Є.Тімофєєв займається неводними розчинами. Спільно з учнями Л.М.Андреасовим і В.А.Кравцовим він досліджував дію органічних розчинів на реакцію утворення трихлоруксусноамілового ефіру із кислоти і амілена.

Узагальнюючи викладене, слід відмітити, що у Харківському університеті було виконано чимало видатних фізико-хімічних досліджень. У першу чергу це відноситься до наукової діяльності М.М.Бекетова, який підготував ґрунт для широкого розвитку фізичної хімії не тільки в нашій країні, а й за кордоном [11,12,13].

### **Київський університет**

На початку XIX ст. виникла необхідність утворення університету у Києві. Як відомо, на той час, функціонували університети у Москві, Юрьєві (Тарту), Петербурзі, Казані і Харкові. Крім того, вищим навчальним закладом був Волинський ліцей, створений на базі Кременецької гімназії, яка почала функціонувати з 1805 р.

У 1833 р. було прийнято рішення про відкриття університету у складі двох факультетів: філософського та юридичного. А у 1834 р. на базі Волинського ліцею, який було переведено до Києва з Кременця, цей університет було відкрито.



Київський університет до 1842 року не мав власних будівель. Хімічна лабораторія розташовувалась у двох маленьких кімнатах підвального приміщення приватного будинку на Печерську.

Викладацький склад кафедри хімії у Київському університеті був укомплектований переважно випускниками Віленського університету, де кафедра хімії відігравала значну роль. Її очолював передовий вчений і сміливий реформатор А.Снядецький. Створена ним хімічна лабораторія відповідала європейському рівню того часу. Велике значення для поширення хімічних знань мав підручник з хімії, який був виданий А.Снядецьким у двох томах, що включали розділи з неорганічної, аналітичної та органічної хімії. Він організував навколо себе талановиту молодь, яка оволодівала хімічними знаннями і займалася дослідницькою роботою. Вже у 1816 році його учень А.Хоткевич, член-кореспондент Петербурзької Академії наук, випускає підручник з хімії. Інший його учень, І.М.Фонберг, замінив свого вчителя на посаді професора хімії у 1822 р. У 1827 р. Фонберг опублікував трьохтомний підручник з технічної хімії.

Згодом кафедру хімії у Київському університеті очолив кандидат філософії С.Ф.Зенович, учень А.Снядецького.

У травні 1834 р. С.Ф.Зенович подав клопотання до Ради університету про заснування хімічної лабораторії, але воно не було підтримане. І це в той час, коли в Казані М.М.Зінін вже підійшов до свого знаменитого відкриття – реакції відновлення нітросполук, а у Петербурзі блискучий педагог О.А.Воскресенський створив велику школу хіміків, до якої входили О.М.Бутлеров, М.М.Бекетов, М.О.Меншуткін та інші.

У Києві стан розвитку хімічної науки почав змінюватися із 1840 року, коли кафедрою хімії в університеті став завідувати доктор медицини, професор хімії І.М.Фонберг. Як хімік-аналітик він займався аналізом природних вод України.

Значною заслугою І.М.Фонберга стала організація у Київському університеті хімічної лабораторії, спочатку у головному корпусі, а потім у

спеціально побудованому приміщенні. Для хіміків надали п'ять кімнат. Лабораторія була розрахована на 22 робочих місця. На той час вона була обладнана краще, ніж хімічна лабораторія Петербурзького університету.

У цій лабораторії вперше у Київському університеті стали проводитися практичні і науково-дослідні роботи, до яких І.М.Фонберг залучав студентів.

У 1848 р. вчена рада університету затвердила подані Фонбергом "Правила для практических упражнених студентов Киевского университета по химии", згідно з якими вводилися регулярні лабораторні заняття, обов'язкові для студентів фізико-математичного факультету. Студенти повинні були виконувати лабораторні роботи з аналітичної, фармацевтичної, кримінально-судовомедичної, технічної, агрономічної хімії, готувати препарати і реактиви, проводити якісний і кількісний аналізи мінералів і ґрунтів, а також аналіз органічних речовин за продуктами їх розкладання. Вивчали якість продуктів харчування і питної води.

Програми курсів неорганічної і органічної хімії, що були створені Фонбергом у 1840-1856 роках, дають можливість вивчити систему викладання, а також розвиток органічної хімії як науки.

Для розвитку хімічної термінології велике значення мала праця І.М.Фонберга "Словарь химических терминов", яку можна розглядати як один із перших словників енциклопедичного характеру.

І.М.Фонберг був різнобічним дослідником в галузі хімії, що дає підстави називати його відомим вченим-хіміком України першої половини ХІХ ст.

У 1862 р. до Києва був запрошений І.А.Тютчев, який у 1856 р. закінчив Петербурзький університет.

Професор І.А.Тютчев багато зробив для розвитку науково-дослідних робіт з хімії. У 1869 р. за його ініціативою почалося будівництво окремого приміщення для хімічної лабораторії.

На той час починається розробка нафти у Західній Україні (Галичині), у зв'язку з чим І.А.Тютчев почав вивчати її хімічний склад і фізичні властивості фракціонування нафти з виділенням низкокиплячих фракцій. У Києві

І.А.Тютчев видав першу частину підручника "Начальные основания минеральной химии".

І.А.Тютчев залучив до наукової діяльності багатьох студентів, самим талановитим серед яких був Н.А.Бунге, пізніше – професор Київського університету.

М.А.Бунге у 1870 р. захистив докторську дисертацію, після чого отримав посаду ординарного професора Київського університету. Він брав участь у створенні середніх технічних шкіл і вищих навчальних закладів.

З іменем М.А.Бунге пов'язані перші роботи, спрямовані на розв'язання фізико-хімічних проблем теорії розчинів. Отримані ним експериментальні дані дозволили висловити гіпотезу про те, що всі солі у воді розпадаються на метали і кислотні залишки – теза, значення якої можливо оцінити лише у поєднанні з положеннями класичної теорії електролітичної дисоціації.

У 1870 р. на кафедру хімії Київського університету був прийнятий доктор філософії А.І.Базаров, наукові інтереси якого в основному стосувалися теоретичних питань загальної і неорганічної хімії. А.І.Базаров показав недостатність для хімічного дослідження встановлення тільки емпіричних формул, підкресливши значення будови речовини, її ізомерію.

У 1879 р. на посаду лаборанта кафедри хімії Київського університету поступив Н.Н.Каяндер, який працював до цього декілька років у лабораторії Д.І.Менделєєва у Петербургському університеті. Праці Н.Н.Каяндера з кінетики хімічної реакції поклали початок вивченню розчинів у Київському університеті. Його дослідження відіграли важливу роль при створенні теорії електролітичної дисоціації, сформульованої С.А.Арреніусом лише через декілька років.

Пізніше вивчення природи розчинів отримало розвиток у працях Я.І.Михайленка, В.А.Ізбекова, Б.А.Шишковського, А.В.Сперанського, В.А.Плотнікова та інших вчених.

У 1890-1891 роках приміщення хімічної лабораторії розширюється, створюється лабораторія органічної хімії, завідування якою доручається видатному вченому і педагогу, хіміку-органіку С.М.Реформатському,

вихованцю казанської школи хіміків. Він створив у Києві новий науковий центр з органічної хімії.

Учень С.М.Реформатського Я.І.Михайленко у Київському університеті проводив багатоцільові фізико-хімічні дослідження, головним чином приділяючи увагу фізичній теорії розчинів.

У працях, присвячених вивченню густини розчинів, Я.І.Михайленко вперше застосував поняття парціальної густини розчинника у розчині. У 1905 році він узагальнив свої дослідження у дисертаційній роботі "К вопросу о соотношении между парциальной плотностью растворителя в растворе и упругостью пара растворов".

З 1896 р. після закінчення університету на кафедрі органічної хімії почав працювати Б.А.Шишковський, який займався визначенням константи електролітичної дисоціації різних органічних кислот кондуктометричним методом. Великий інтерес для розвитку фізичної хімії становили праці Б.А.Шишковського з вивчення зв'язку поверхневого натягу розчинів із концентрацією. У цих працях емпірично виведено важливе рівняння, що встановлювало зв'язок поверхневого натягу з концентрацією поверхнево-активних речовин (1908). Пізніше це рівняння було теоретично виведене з рівняння Лангмюра-Гіббса.

У 1901-1910 р.р. у Київському університеті викладав курс фізичної хімії В.А.Плотніков. Наукові дослідження В.А.Плоткікова були спрямовані на вивчення поведінки неводних розчинів з використанням методів електрохімії.

У 1905 р. на посаду професора хімічного відділення був прийнятий учень І.А.Каблукова А.В.Сперанський, який очолив кафедру фізичної хімії. Дослідження зв'язку між тиском пару над насиченими розчинами з розчинністю електролітів у воді і неводних розчинах стали основою докторської дисертації, яку виконав А.В.Сперанський у Київському університеті.

У 1905-1907 р.р. відбувається перебудова університетської освіти. На базі кафедр неорганічної, органічної і технічної хімії природничого відділення

фізико-математичного факультету був створений хімічний факультет, що у подальшому справило суттєвий вплив на розвиток хімії в Україні [11,12,13].

### **Львівський університет**

Запровадження курсу хімії у Львівському університеті пов'язане з реформою освіти 1784 року. Першим професором хімії у Львівському університеті був Б.Шиверек (1742-1807), доктор медицини. В цьому університеті він заснував хімічну лабораторію, в якій досліджував властивості мінеральних вод Прикарпаття, що мало на той час значний практичний інтерес, особливо для медицини.

Після об'єднання Львівського університету з Краківським Б.Шиверек разом з іншими професорами переїхав до Кракова.

Львівський університет відновив свою діяльність як самостійний навчальний заклад у 1817 році у складі трьох факультетів: юридичного, теологічного і філософського. Медичний факультет було відновлено лише у 1894 році.

На філософському факультеті у 1851 році було створено кафедру хімії, до складу якої входили професор, асистент і лаборант. На базі цієї кафедри згодом було організовано хімічний факультет. Керівниками кафедри хімії були Ф.Плесс (1851-1855), Л.Пебаль (1857-1865), Е.Ліннеманн (1866-1871). У 1855-1857 роках обов'язки професора і керівника кафедри виконував Г.Вольф, який працював одночасно у Львівській технічній академії.

Викладання хімії розпочалося у листопаді 1851 року для студентів філософського факультету, які готувалися як викладачі для середніх навчальних закладів. Спочатку з хімії читались лише лекції, які поступово почали супроводжувались демонстрацією дослідів, а згодом були введені і лабораторні роботи для студентів.

Започаткував створення хімічної лабораторії професор Ф.Плесс. У 1851 році для цієї лабораторії було відведено приміщення і закуплено у Відні

хімічний посуд, реактиви і матеріали. Відкрилася лабораторія восени 1853 року.

Наукові дослідження хіміків Львівського університету до початку ХХ ст. були зосереджені в основному в галузі органічної хімії. Це було пов'язано з тим, що у другій половині ХІХ ст. в Галичині почали бурхливо розвиватись нафтова і газова промисловість, хімічна переробка нафти і природного газу.

У 1872 році кафедру хімії очолив професор Б.Радзишевський, випускник Московського університету, діяльність якого у Львівському університеті протягом 38 років дозволила значно піднести рівень вивчення хімії та проведення наукових досліджень. Завдяки його зусиллям у 1894 році відкривається спеціально побудований хімічний корпус, а у липні 1895 року відбулася реорганізація кафедри хімії, яка полягала у створенні двох окремих кафедр: органічної хімії, якою керував Б.Радзишевський, та неорганічної хімії, керівником якої призначили професора Б.Ляховича, випускника Львівського університету і учня Б.Радзишевського.

У цей період основними напрямками наукових робіт з хімії у Львівському університеті були прикладні дослідження лікувальних і мінеральних вод Прикарпаття у Моршині, Трускавці, Немірові, вивчення нафти та озокериту, нафталанових сполук тощо.

Значний вклад Б.Радзишевського і у підготовку наукових кадрів, серед його учнів – професори С.Опольський, К.Клінг, Б.Ляхович, Ю.Шрамм.

Після смерті Б.Ляховича у 1905 році кафедру неорганічної хімії очолив С.Толочко, який читав студентам лекції з неорганічної хімії, аналітичної хімії та електрохімії. Згодом були введені також курси фізичної хімії, хімічної кінетики, фотохімії, кристалографії, фармацевтичної хімії. Підручник з неорганічної хімії професора С.Толочка за роки його життя перевидавався вісім разів. Наукові дослідження С.Толочка зосереджувалися в основному у галузі фізичної хімії, що сприяло становленню окремої наукової школи у Львові, результати досліджень якої мали велике практичне значення для розвитку продуктивних сил краю [11,12,13].

## Одеський університет

Дослідження в галузі хімії в Одесі розпочалися з 1865 р., коли в місті відкрився Новоросійський університет, що був заснований на базі Ришельєвського ліцею, який діяв з 1817 року. У 1837 році відбулася реорганізація ліцею, за якою до його структури входили окремі факультети і гімназія. Тим самим статус ліцею було значно підвищено. Певний час у гімназії при ліцеї працював Д.І.Менделєєв.

Завдяки працям І.І.Мечнікова, І.М.Сеченова, А.О.Ковалевського, Н.А.Наумова, Н.Н.Соколова, П.Г.Мелікішвілі, В.В.Марковнікова, Н.Д.Зелінського, Є.С.Бурксера, А.А.Веріго, Л.В.Писаржевського, П.Н.Павлова, В.Д.Богатського, Д.К.Добросердова, Є.Ф.Клименка, С.М.Танатара, А.Н.Фрумкіна, Є.К.Лопатто та інших визнаних науковців у галузі природознавства Новоросійський університет став відомим науковим центром, у якому дослідження в області хімії займали одне з провідних місць.

Одеський університет від дня заснування мав три факультети: фізико-математичний, історико-філологічний та юридичний. У 1900 році відкривається медичний факультет, споруджуються будівлі для хімічних та фізичних лабораторій університету, а також клінік і кафедр медичного факультету.

Фізико-математичний факультет університету мав природниче відділення, на якому здійснювалася підготовка студентів-хіміків. Тут же провадилися наукові дослідження в галузі хімії, причому науковці університету були досить широко відомі завдяки високому рівню виконаних робіт.

Кафедра неорганічної хімії була заснована 14 травня 1865 року, тобто в рік створення університету. У перші роки діяльності університету на природничому відділенні фізико-математичного факультету було три хімічні кафедри: хімії, технології (технічної хімії) та агрохімії, яка, до речі, була першою в Україні за таким профілем. На кафедрі хімії проводилася навчальна і наукова робота з неорганічної, органічної та аналітичної хімії.

Першим професором хімії в університеті був Н.Н.Соколов (1825-1877), який очолював кафедру хімії з дня її створення до 1871 року. Наукові інтереси Н.Н.Соколова знаходилися в галузі металургії та штучних мінералів, а хімічна лабораторія, створена ним, вважалася однією з найкращих в Росії. Вже у 1865-1866 роках в ній проводилися практичні заняття зі студентами.

У 1871-1873 роках кафедру хімії прийняв професор В.В.Марковніков, відомий своїми дослідженнями в галузі органічної хімії. Він разом із Н.Н.Соколовим та його учнем А.А.Веріго приділяв багато уваги формуванню нового покоління вчених-хіміків. У ті часи студенти активно залучались до наукових досліджень, що згодом сприяло появі таких відомих вчених, як В.М.Петріашвілі, П.Г.Мелікішвілі, С.М.Танатар.

А.А.Веріго (1837-1905) керував кафедрою з 1873 року. Завдяки його зусиллям було створено першу в Росії лабораторію харчових продуктів, досліджено лікувальні властивості грязей одеського лиману. Із 1888 по 1889 роки професор А.А.Веріго читав курс фізичної хімії у Новоросійському університеті.

В.М.Перієв (Петріашвілі) (1835-1908) – випускник Новоросійського університету, очолював кафедру технічної хімії, виконав низку досліджень в галузі неорганічної хімії, які містили значний фактичний матеріал.

П.Г.Меліков (Мелікішвілі) (1850-1927) із 1889 року був ординарним професором кафедри хімії, а у 1896 році очолив цю кафедру. Праці П.Г.Мелікова та його учня Л.В.Писаржевського з використанням нових на той час фізико-хімічних методів стали значним внеском у хімію кислот та солей, за які автори були нагороджені Ломоносовською премією. П.Г.Меліков займався також низкою досліджень прикладного характеру, зокрема, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур і пошуку нових засобів боротьби із шкідниками виноградної лози.

Л.В.Писаржевський та П.Г.Меліков протягом ряду років досліджували перекісні сполуки, що на той час було дуже актуальним напрямом досліджень у зв'язку з намаганням привести властивості хімічних елементів у відповідність



до періодичного закону. Результати цієї праці мали велике значення для розвитку неорганічної хімії того часу.

З 1889 по 1917 роки у Новоросійському університеті викладав курс фізичної хімії С.М.Танатар. Він виконав низку робіт у галузі термохімії і теорії розчинів. Паралельно проводився практикум з термохімії. Протягом багатьох років він з учнями і колегами досліджував різноманітні реакції у спиртових розчинах.

З 1896 року запроваджено самостійний курс електрохімії, який вів П.Г.Гадяцький, у 1914-1918 роках введені спецкурси з теорії розчинів, фото- і радіохімії тощо.

Хімічні дослідження, виконані у одеському науковому центрі, стали вагомим внеском у розвиток хімії [11,12,13].

### *Список використаних джерел*

1. Доклад о результатах работы комиссии, образованной, согласно предложению Г.Попечителя Киевского Учебного Округа в реальных училищах //Циркуляр по Киевскому Учебному Округу. – Киев: Типография Т-ва И.Н.Кушнерев и К<sup>о</sup>. Караваевская 5, 1908, – Вып.№ 4, с. 250-256.

2. Константинов М.О., Мединський Є.М., Шабасєва М.Ф. Історія педагогіки. – Київ: Радянська школа, 1958.

3. Мединский Е.Н. История русской педагогики до Великой Октябрьской социалистической революции. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Учпедгиз, 1938.

4. Практические занятия по химии в средней школе. //Циркуляр по Киевскому Учебному Округу. – Киев: Типография Т-ва И.Н.Кушнерев и К<sup>о</sup>. Караваевская 5, 1913, – Вып.№ 9, с.317-331.

5. Синегуб С. Распределение учебного материала по химии в реальных училищах. //Циркуляр по Киевскому Учебному Округу. – Киев: Типография Т-ва И.Н.Кушнерев и К<sup>о</sup>. Караваевская 5, 1915, – Вып.№ 6, с. 250-256.

6. Созонов С., Верховский В. Элементарный курс химии. Для общеобразовательной средней школы. – С.-Петербург, Издание Товарищества И.Д.Сытина, 1911.

7. Созонов С., Верховский В. Первые работы по химии. Руководство для практических занятий, параллельных элементарному курсу. – Спб, Издание Товарищества И.Д.Сытина, 1908.

8. Григорьев Г. Краткий курс химии. Для средней общеобразовательной школы и для самообразования. Изд. 5-е, испр. и доп., – СПб., типография Н.Н.Клобукова, 1907.

9. Виноградов В.И. Начальная химия для школ и самообразования. – М., Издательство К.И.Тихомирова, 1897.

10. Развитие физической химии на Украине. / Барчук Л.П., Белодед А.А., Боярская Л.А., Власенко В.М., Голодец Г.И., Городынский А.В. и др. – Киев : Наук. думка, 1989. – 264 с.

11. Развитие органической химии на Украине. / Под общ. ред. Кирсанова А.В. – Киев: Наук. думка, 1979.

12. Развитие неорганической химии на Украине. / Атрощенко В.И., Бережной А.С., Боярская Л.А. и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 224 с.

13. Вальден П.И. Очерк истории химии в России. – Одесса. 1917.

Науменко О.М. Розвиток вивчення хімії. // Хімія. Біологія. / К.: Шкільний світ. – 2003. – № 43-44. – С.29-38.

### **Анотація**

Зроблено екскурс в історію вивчення хімії, становлення і розвитку наукових шкіл, зокрема у перших українських університетах. Наведено фактологічний матеріал, що буде корисним вчителям хімії для використання як на уроках, так і при підготовці та проведенні факультативних занять.

**Ключові слова:** хімія, історія хімії, вивчення хімії.

## **Development of study of chemistry**

### **Resume**

Digression is done in history of study of chemistry, becoming and development of scientific schools, in particular in the first Ukrainian universities. Material over, which will be to the useful teachers of chemistry for the use as on lessons, is brought so at preparation and realization of optional employments.

**Key words:** chemistry, history of chemistry, study of chemistry