

**ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ  
АДМИНИСТРАЦИИ  
КИРОВСКОГО РАЙОНА  
ГОРОДА ДОНЕЦКА**

**Районная научно-практическая  
конференция**



**МЕНДЕЛЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2019**

**2019**



**ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ  
АДМИНИСТРАЦИИ КИРОВСКОГО РАЙОНА г. ДОНЕЦКА  
МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ**

**МЕНДЕЛЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2019. – Методический кабинет отдела образования администрации Кировского района города Донецка, 2019 год. – 58 стр.**

*Рекомендовано к печати районным методическим советом отдела образования администрации Кировского района города Донецка (протокол № 2 от 31.05.2019).*

Научно-практическая конференция «Менделеевские чтения-2019», посвященная Международному году Периодической таблицы химических элементов и открытию самого закона о периодичности свойств химических элементов, состоялась 20 марта 2019 года.

Конференция проводилась с целью популяризации исторического наследия Д.И.Менделеева, его значения для развития химии и других наук, для формирования целостного представления о мире и роли химии в создании современной научной картины мира.

**Задачи Конференции:**

- привлечь учителей химии к популяризации наследия Д.И Менделеева и анализу собственного опыта;
- активизировать творческую активность учителей химии Кировского района;
- развивать творческое самосовершенствование педагогов.

**Направления конференции:**

1. Интересные факты об открытии, свойствах, применении химических элементов.
2. Значение периодического закона химических элементов для развития современной химии и других наук (физики, космологии, геофизики и т.д.).
3. «Зеленая» химия и перспективы ее развития.
4. Формирование и развитие системы понятия «Химический элемент» в курсе химии в школе.

## СОДЕРЖАНИЕ

**1. Интересные факты об открытии, свойствах, применении химических элементов.**

- |           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ ОБ ОТКРЫТИИ, СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ</b> | <b>5</b>  |
|           | Белецкая Наталья Егоровна, МОУ «Стармихайловская школа Марьинского района»      |           |
| <b>2.</b> | <b>БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ.</b>                      | <b>8</b>  |
|           | Голобородько Наталья Александровна, МОУ «Школа № 88 города Донецка»             |           |
| <b>3.</b> | <b>РОЛЬ ВЫДАЮЩИХСЯ ЖЕНЩИН-ХИМИКОВ В ОТКРЫТИИ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ</b>     | <b>13</b> |
|           | Коваленко Ирина Александровна, МОУ «Школа № 93 им. Н.П. Жердева города Донецка» |           |
| <b>4.</b> | <b>ВКЛАД РОССИЙСКОЙ НАУКИ В ОТКРЫТИЕ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ</b>                        | <b>15</b> |
|           | Кравченко Татьяна Геннадьевна, МОУ «Гимназия № 92 города Донецка»               |           |
| <b>5.</b> | <b>ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ ОБ ОТКРЫТИИ, СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ</b> | <b>18</b> |
|           | Манякина Лариса Павловна, МОУ «Школа № 90 города Донецка»                       |           |

**2. Значение периодического закона химических элементов для развития современной химии и других наук (физики, космологии, геофизики и т.д.).**

- |           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>6.</b> | <b>ПРИРОДНЫЙ ЗАКОН ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА.</b>   | <b>23</b> |
|           | Колинко Оксана Викторовна, МОУ «Школа № 98 города Донецка»                                 |           |
| <b>7.</b> | <b>ЗНАЧЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ</b> | <b>26</b> |
|           | Мирзоян Сирануш Амаияковна, МОУ «Школа № 94 города Донецка»                                |           |
| <b>8.</b> | <b>СИНТЕЗ ТРАНУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ</b>   | <b>28</b> |
|           | Тахтаулова Ирина Сергеевна, МОУ «Школа № 88 города Донецка»                                |           |

### **3. «Зеленая» химия и перспективы ее развития.**

- |            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>9.</b>  | <b>«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ТЕНДЕНЦИЯ ЕЁ РАЗВИТИЯ</b>   | <b>32</b> |
|            | Адасюк Наталья Анатольевна, МОУ «Школа № 30 города Донецка»  |           |
| <b>10.</b> | <b>«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ</b>   | <b>34</b> |
|            | Алёхова Екатерина Владимировна, МОУ «Специализированная школа с углубленным изучением иностранных языков № 115 города Донецка» |           |
| <b>11.</b> | <b>«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ</b>   | <b>39</b> |
|            | Быкова Ольга Александровна, МОУ «Школа № 89 города Донецка»  |           |
| <b>12.</b> | <b>«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ</b>   | <b>44</b> |
|            | Ильина Наталья Александровна, МОУ «Гимназия № 92 города Донецка»   |           |
| <b>13.</b> | <b>ТРИНАДЦАТЬ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕННОЙ» ХИМИИ</b>   | <b>46</b> |
|            | Кольчугина Алена Владимировна, МОУ «Школа № 85 города Донецка»   |           |
| <b>14.</b> | <b>«ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ» - НОВЫЙ ЭТАП ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ</b>  | <b>49</b> |
|            | Кутя Надежда Сергеевна, МОУ «Школа № 77 города Донецка»  |           |
| <b>15.</b> | <b>ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛЕННОЙ» ХИМИИ</b>   | <b>51</b> |
|            | Лукьянова Валентина Васильевна, МОУ «Школа № 88 города Донецка»  |           |
| <b>16.</b> | <b>«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.</b>  | <b>53</b> |
|            | Соколова Людмила Николаевна, МОУ «Школа № 80 города Донецка»   |           |
| <b>4.</b>  | <b>Формирование и развитие системы понятия «Химический элемент» в курсе химии в школе.</b>                                     |           |
| <b>17.</b> | <b>ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА В КУРСЕ ХИМИИ 8 КЛАССА В ШКОЛЕ.</b>         | <b>55</b> |
|            | Скотаренко Наталья Алексеевна, МОУ «Школа № 112 города Донецка»  |           |

## **1. Интересные факты об открытии, свойствах, применении химических элементов.**

### **ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ ОБ ОТКРЫТИИ, СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Белецкая Наталья Егоровна,  
МОУ «Стармихайловская школа Марьинского района»  
Тел: 071 451 08 99  
e-mail: beletskaya11@mail.ru

Почти в каждой химической лаборатории на нас со стен смотрит периодическая таблица химических элементов. Ее создание, как правило, ставят в заслугу русскому химику Дмитрию Менделееву, который в 1869 году выписал известные элементы (которых в то время было 63) на карточки, а затем расположил их по столбцам и строкам в соответствии с их химическими и физическими свойствами. В ознаменование 150-летия этого поворотного момента в науке ООН провозгласила 2019 год Международным годом периодической таблицы химических элементов. Гениальность Менделеева заключалась в том, чего он не включил в свою таблицу. Он понимал, что некоторых элементов не хватает, но они будут открыты. Поэтому там, где Далтон, Ньюлендс и другие включили в таблицы то, что было известно, Менделеев оставил место для неизвестного. Еще более удивительно, что он точно предсказал свойства недостающих элементов. Это то, из чего состоим мы, все, что нас окружает, и из чего состоит сама Вселенная — десятки химических элементов. 150 лет назад один человек обнаружил в этом казалось бы хаосе фундаментальный закон природы.

Таблица Менделеева и периодический закон — одно из величайших открытий человечества может поместиться на одной странице, но в ней все на своих местах.

Упорядочить химические элементы пытались многие ученые до Менделеева: в столбики и спирали, в группы по три или по семь, как музыкальные ноты, самые невероятные формы! Но головоломка не решалась — ученые пытались построить систему вокруг известных на тот момент элементов, а таких было всего чуть больше 60. Но таблица Менделеева изменила все.

«Она фактически предсказывала существование тех элементов, которых на тот момент еще не было, и у Менделеева оставались пустые клеточки, которые затем были заполнены элементами. То есть это предсказательный характер, основанный на периодичности свойств, и на том, что свойства того или много элемента являются промежуточными между свойствами элементов, находящимися справа и слева», — поясняет профессор химического факультета МГУ и Степан Колмаков.

Конечно, то, что таблица якобы приснилась Менделееву, всего лишь миф. Ученый рассказывал, что трудился над открытием годами. Ну а последующие полтора века усердно работали уже другие, чтобы найти предсказанные элементы.

Эксперты из американского института, изучающего новые материалы — AIMMPE (American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers) признали разработанную в конце XIX-го века Дмитрием Менделеевым периодическую систему

самым важным для человечества открытием в истории эволюции материалов. А много ли о ней знаете вы?

Изначально она состояла из 56-ти элементов, однако, с развитием в XX-м веке фундаментальной и прикладной науки (в том числе ядерного синтеза) число открытых на данный момент элементов достигло 118-ти. 113-й, 115-й, 117-й и 118-й элементы были задекларированы ИЮПАК (Международным союзом теоретической и прикладной химии) совсем недавно, 30-го декабря 2015 года.

Всего же за последние 50 лет Периодическая таблица Д.И.Менделеева пополнилась 17-ю новыми элементами (с 102-го по 118-й), 9 из которых были синтезированы в Объединенном институте ядерных исследований в подмосковной Дубне.

Пять малоизвестных фактов о таблице Менделеева

*№1: элемент 115 живет меньше секунды*

Большинство изотопов сверхтяжелых элементов (элементов с порядковым номером >100) являются нестабильными и подвергаются распадам в течение очень короткого промежутка времени. Так, недавно открытый унунпентий, также известный как элемент 115 и эка-висмут, имеет период полураспада всего около 220-ти миллисекунд.

*№2: Менделеев любил карточные игры*

Открытию периодической системы поспособствовала любовь Менделеева к раскладыванию пасьянсов. Ученый указывал атомные веса тех или иных элементов на игральных картах, а затем раскладывал их так, как если бы он играл в карточную игру. Таким образом он визуализировал свое предположение о том, что элементы с похожими свойствами должны быть одинаковых «мастей». В дальнейшем эти «масти» должны были быть разложены в «стопки» в соответствии с их атомными весами.

*№3: Менделеев предсказал существование элементов, которые еще предстояло открыть*

Одной из важных особенностей, которая делает периодическую таблицу выдающимся открытием, является ее предсказательная сила. В таблице на момент ее появления оставались пустые ячейки для элементов, которые, согласно предположениям Менделеева, должны существовать, но еще не были открыты. К примеру, свойства галлия, скандия и магния Менделеев описал еще до их открытия.

*№4: некоторые атомы могут «любить друг друга»*

Если взять современную периодическую таблицу, вырезать из ее середины столбцы и сложить их пополам группами по 4 элемента, то группы, которые соприкоснутся («поцелуются»), в химическом смысле могут «любить друг друга», то есть взаимодействовать. Элементы из этих групп будут иметь комплементарные (т.е. дополняющие друг друга) структуры, что и делает возможными реакции между ними.

*№5: радиоактивные элементы двигаются по таблице*

К сожалению, у Менделеева не было возможности встроить в периодическую систему часы, а ведь изменение некоторых элементов во времени — самое обычное дело. Так, своей нестабильностью отличаются ядра атомов радиоактивных элементов. Благодаря ней, претерпевая цепочки распадов, эти элементы могут «гулять» по таблице. Например, в продуктах деления урана-235, обнаружено около 300 изотопов различных элементов: от цинка до гадолиния.

*Неожиданные способы использования химических элементов*

Сегодня небезызвестная таблица Менделеева расширилась до 118 химических элементов. Большинство из них прочно ассоциируется только с одной-двумя областями применения. Например, кислород является жизненно важным элементом для дыхания флоры и фауны, из золота, серебра и меди изготавливаются украшения и контакты электронных устройств и так далее. На деле, многие из веществ могут быть использованы весьма неожиданным и любопытным способом.

#### Медь

Еще в древности люди догадывались о целебных свойствах меди. Они прикладывали ее к ранам, отчего они быстрее затягивались. Также медь использовалась для обеззараживания воды и лечения головной боли. Ученые современности подтверждают, что медные соединения действительно уничтожают бактерии. Ионы меди проникают в тельце бактериальных клеток и разрушают обменный процесс микроорганизма. Происходит это только при непосредственном контакте.

#### Фосфор

Потенциал этого элемента до сих пор не раскрыт. Обычно фосфор ассоциируется со спичками и удобрениями. Но военные предполагают, что белый фосфор можно использовать для изготовления оружия. Он ядовит, быстро горит и вызывает ожоги. Впрочем, некоторые считают, что такого рода химическое оружие опасно и его непозволительно ставить в массовое производство.

#### Мышьяк

Сегодня большинству людей мышьяк известен в качестве яда. Он действительно очень токсичен, хотя не так давно его использовали для изготовления строительных материалов. Удивительно, но современная наука дала мышьяку своего рода второй шанс. Оказывается, изотопы этого вещества способны обнаруживать опухоли в организме человека.

#### Ксенон

Ксенон содержится в нашей атмосфере, соответственно, безвреден для нее. Этот газ может найти применение в анестезии, ведь он несет меньший риск гипоксии и совершенно нейротоксичен. В сравнении с другими анестезирующими средствами он значительно выигрывает по своим свойствам.

#### Цинк

С цинком мы взаимодействуем ежедневно: он присутствует в продуктах питания, витаминно-минеральных комплексах и косметических средствах. Можно сказать, что методы применения этого элемента очень разнообразны. Однако недавно ученые разработали еще один способ использования цинка. Оказывается, глюконат цинка облегчает простудные симптомы. Достаточно нанести цинковый гель на внутреннюю поверхность назальных пазух, и насморк отступит.

#### *Немного интересного об элементах.*

1. Для обеспечения стандартного полета современного самолета необходимо около 80 тонн кислорода. Столько же кислорода производит 40 тысяч гектаров леса во время фотосинтеза.
2. Около двадцати граммов соли содержится в одном литре морской воды.
3. Длина 100 миллионов атомов водорода в одной цепи составляет один сантиметр.
4. Около 7 мг золота можно извлечь из одной тонны вод Мирового океана.

5. При температуре 5000 градусов Цельсия железо превращается в газообразное состояние
6. Наибольшее количество химических элементов открыл Карл Шелли, ведущий канадский исследователь.
7. Более 7 килограммов весит самый большой самородок из платины.
8. Петр Столыпин сдавал экзамен по химии у Дмитрия Менделеева.
9. Кроме ртути при комнатной температуре в жидкое вещество переходит франций и галлий.
10. Серебро известно своими бактерицидными свойствами, поэтому способно очищать воду от вирусов и микроорганизмов
11. Сначала платина стоила дешевле серебра из-за своей тугоплавкости.
12. Самым легким среди благородных газов считается гелий.
13. В изумрудах содержится бериллий.

### **БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ.**

Голобородько Наталья Александровна,  
МОУ «Школа № 88 города Донецка»  
тел. 071-378-85-46  
e-mail: [nataligolob@mail.ru](mailto:nataligolob@mail.ru)

Благородные металлы включают восемь элементов: два - золото (Au) и серебро (Ag) из первой группы Периодической системы Д.И.Менделеева и шесть - платина (Pt) и платиноиды или металлы платиновой группы (МПП) -палладий (Pd), осмий (Os), иридий (Ir), рутений (Ru), родий (Rh) из восьмой группы. Некоторые авторы относят к благородным металлам также и технеций, который очень редко встречается в природе (к тому же он радиоактивен).

Благородные металлы — металлы, не подверженные коррозии и окислению, что отличает их от большинства базовых металлов. Все благородные металлы являются также драгоценными металлами, благодаря их редкости.

В природе благородные металлы встречаются почти всегда в свободном (самородном) состоянии. Некоторое исключение составляет серебро, которое находится в природе и в виде самородков, и в виде соединений.

Восемь существующих благородных металлов объединены схожими физическими и химическими свойствами, к которым, помимо устойчивости против окислительных и коррозионных процессов, относятся: мягкость, высокая пластичность, невероятная прочность, отличная теплопроводимость, высокая тугоплавкость (за исключением серебра и золота), хорошая тягучесть, прекрасная электропроводимость.

Представители благородной группы составляют единую категорию элементов. Но, разумеется, каждый из них имеет и собственные индивидуальные особенности. (Бредихин В.Н. и др. «Благородные металлы», 2009)

Вещества из первой тройки считаются основными металлами благородной группы. Металлы платиновой группы зачастую делят на две группы: легкие и тяжелые металлы. К

легким относятся палладий, родий и рутений. К тяжелым — иридий, осмий и сама платина.

Золото — самый первый металл, который узнало человечество! Его открытие датируется эпохой неолита, т.е. примерно 11000 лет назад! Золото широко использовалось во всех древнейших цивилизациях, его называли «царем металлов» и обозначали тем же иероглифом, что и солнце.

Вся история человечества находится в тесной связи с золотом. Подавляющее большинство войн до начала применения нефти велось именно из-за этого благородного металла. Как метко подметил Гёте в своем «Фаусте»: «Люди гибнут за металл!». Доподлинно известны такие «золотые бои» как – завоевание Вавилона персидским царем, битва Александра Македонского за Персию, разорительные набеги Цезаря на Египет и Галию. Золото явилось одной из предпосылок Великих географических открытий, т.е. периода в истории, во время которого европейцы открывали новые материки и морские маршруты в Африку, Америку, Азию и Океанию.

Изделия из золота найдены в культурных слоях эпохи неолита (V-IV тысячелетия до н.э.). В древности основными центрами добычи благородных металлов были Верхний Египет, Нубия, Испания, Колхида (Кавказ); имеются сведения о добыче и в Центральной, в Южной Америке, в Азии (Индия, Алтай, Казахстан, Китай). Золото, из которого сделаны древнейшие украшения, не чисто, в нем содержатся значительные примеси серебра, меди и других металлов. Лишь в VI в. до н. э. в Египте появилось практически чистое золото (99,8%). В эпоху Среднего царства началась разработка нубийских месторождений золота (Нубия, или Эфиопия древности). Отсюда произошло и древне египетское название золота - нуб (Nub).

На территории России рудники были обнаружены достаточно позднее, так как все золото сюда ввозили в виде денег и пошлины. Только к XVII веку стали добывать металл в губернии Архангельска. Началом же открытия принято считать уже XVIII век, когда раскольник Марков Ерофей нашел неприметный камень и доложил о нем Канцелярии Правления заводов г. Екатеринбург. На этом месте был заложен рудник «Первоначальный». За первое десятилетие на нем было добыто почти 6000 кг, работа была очень тяжелой и впоследствии стала считаться каторжной. (Марфунин А. С. «История золота», 1987)

Алхимики называют золото «царем металлов» и обозначали его символом Солнца; открытие способов превращения неблагородных металлов в золото было главной целью алхимии.

Серебро знакомо человечеству с незапамятных времен. Точная дата его открытия неизвестна. Однако письменные источники указывают на то, что украшения из этого металла изготавливались еще древними египтянами.

Серебро известно человечеству с древнейших времён. Это связано с тем, что в те времена оно часто встречалось в самородном виде — его не приходилось выплавлять из руд. Считается, что первые месторождения серебра находились в Сирии, откуда металл привозили в Египет. В VI - V веках до н. э. центр добычи серебра переместился в Лаврийские рудники в Греции. В IV - I веках до н. э. лидером по производству серебра были Испания и Карфаген. Во II - XIII веках действовало множество рудников по всей Европе, которые постепенно истощались. Освоение Америки привело к открытию

богатейших месторождений серебра в Кордильерах. Главным его источником становится Мексика.

В России первое серебро было выплавлено в июле 1687 года российским рудознатцем Лаврентием Нейгартом из руд Аргунского месторождения. В 1701 году в Забайкалье был построен первый сереброплавильный завод, который на постоянной основе стал выплавлять серебро 3 года спустя.

За 2500 лет до нашей эры в Древнем Египте носили украшения и чеканили монеты из серебра, считая, что оно дороже золота. История серебра тесно связана с алхимией, поскольку уже в те времена был разработан метод купелирования серебра. В X в. было показано, что между серебром и медью существует аналогия, и медь рассматривалась как серебро, окрашенное в красный цвет. В 1250 г. Винсент Бове высказал предположение, что серебро образуется из ртути при действии серы. В XVI в. Парацельс получил хлорид серебра из элементов, а Бойль определил его состав. Шееле изучал действие света на хлорид серебра, а открытие фотографии привлекло внимание к другим галогенидам серебра. В 1663 г. Глазер предложил нитрат серебра в качестве прижигающего средства.

Свое название серебро ведет от санскритского слова "аргента", что значит "светлый". От слова аргента произошло и латинское "аргентум". Светлый блеск серебра несколько напоминает свет Луны, поэтому в алхимический период развития химии его часто связывали с Луной и обозначали знаком Луны. (<http://www.alto-lab.ru/elements/srebro/>)

История платины весьма интересна и полна неожиданностей. Древний мир уже знал металлическую платину. При археологических раскопках в Египте в руинах древних Фив был найден художественной работы футляр, относимый специалистами к VII в. до н. э. В этой реликвии древнего мира находилось зерно богатой иридием платины.

Первое место в мировой добыче платины принадлежит району Онтарио в Канаде. Здесь в 1856 году были открыты крупные месторождения медно-никелевых руд Сюдбери, в которых наряду с золотом и серебром присутствует и платина. Второе место в мире по добыче платины занимает Россия. Заметные количества платины добываются в Колумбии. Из других стран, производящих платину, можно указать Эфиопию и Конго.

В начале I в. н. э. промывальщики золотоносных песков в Испании и Португалии стали проявлять заметный интерес к полезному использованию «белого свинца», или «белого золота», как тогда называли платину. По свидетельству римского писателя Плиния Старшего (автора 37-томной книги «Естественная история»), «белый свинец» добывался из золотых россыпей Валиссии (Северо-западная Испания) и Лузитании (Португалия). Плиний рассказывает, что «белый свинец» собирался при промывке вместе с золотом на дно корзин и плавился отдельно.

Задолго до захвата Южной Америки испанскими и португальскими конкистадорами — платина добывалась культурным туземным народом — инками, не только владевшими секретом очистки иковки этого драгоценного металла, но и умевшими искусно выделывать из него различные предметы и украшения.

Эпоха падения Римской империи знаменуется исчезновением из обихода ювелиров и торговцев драгоценностями из платины. Прошло много столетий, и только во второй половине XVIII в. платиной и ее физико-химическими свойствами начали интересоваться ученые.

В 1735 году испанский математик Антонио де-Ульоа, находясь в Экваториальной Колумбии, обратил внимание на частое нахождение совместно с золотом неизвестного ему металла, блеск которого несколько напоминал блеск серебра, но всеми прочими качествами более походившего на золото. Этот диковинный металл заинтересовал де-Ульоа, и он привез в Испанию образцы колумбийской платины.

В XVIII столетии, когда платина еще не имела промышленного применения, ее подмешивали к золоту и к золотым и серебряным изделиям. Об этой «порче» драгоценных металлов узнало испанское правительство. Опасаясь возможности массовой подделки золотой монеты, оно решило уничтожить всю платину, добываемую совместно с золотом в колониальных владениях королевства. В 1735 году был издан декрет, предписывавший уничтожить всю добывающуюся в Колумбии платину. Этот декрет действовал несколько десятилетий. Специальные чиновники в присутствии свидетелей периодически бросали наличные запасы платины в реку.

В конце XVIII в. испанские короли сами стали «портить» золотую монету, подмешивая к ней платину.

Только в 1752 г., после исследований Шеффера, платина была признана новым элементом.

В 1803 г. Волластон, обрабатывая самородную платину царской водкой, обнаружил в растворе два других благородных металла – палладий (Pd) и родий (Rh). Вскоре (1803 – 1804 гг.) Смитсон Теннант в нерастворимом остатке от подобной обработки платины нашел осмий (Os) и иридий (Ir). Рутений (Ru) открыл в 1844 г. К. К. Клаус в уральских месторождениях платины и назвал его в честь России Rhutenia (лат.).

Интересно отметить происхождение названий других платиноидов: платина соответствует испанскому plata – серебро, родий – греческому родос, отмечающему розовый цвет растворов. Палладий назван в честь открытия астероида Паллада, а иридий происходит от греческого ирис, принятого из-за различия окраски ионов. (Погодин А. «Благородные металлы», 1979)

Золото, продолжая оставаться денежным эквивалентом, входит во многие сплавы с серебром, платиной, медью, никелем, оловом, в том числе применяемые за рубежом при монтаже реактивных двигателей, ракет и ядерных реакторов. Чистый металл с его высокой отражательной способностью и коррозионной стойкостью может служить прекрасным покрытием, хорошо отражающим свет. Известно, что первые американские спутники покрывали слоем золота толщиной в несколько тысячных или сотых долей микрометра. Использование металла для зубных протезов постепенно сокращается: для этого разработано несколько заменяющих сплавов; однако они пока еще остаются менее привлекательными.

Серебро вошло в область промышленного использования после изобретения фотографии, а далее также в связи с широким распространением кинематографии, рентгенографии, производства щелочных аккумуляторов и ядерной энергии. Спрос промышленности на него давно уже превышает выплавку, и этот дефицит стараются пополнять вторичными металлами, перерабатывая старую монету, зеркальный бой, ювелирные изделия и использованные фото-киноматериалы.

Платину долго не умели очищать от примесей, понижающих ее ковкость. В 70-х годах XVIII в. впервые были получены технические изделия из чистого металла:

пластины, тигли, проволока; они ценились из-за стойкости против концентрированных сильных кислот. В начале XIX в. стали делать платиновые сосуды для получения серной кислоты массой более 10 кг. Вместе с тем до середины того же столетия в некоторых странах из платины чеканили монету и делали украшения. После второй мировой войны потребление ее в ювелирном деле и медицине, составлявшее ранее около 60 % общего производства, сократилось до 8–10 %. Наряду с этим сильно возрос спрос на платиноиды, как на заменители платины. В виде сетки, губки, проволоки, жести и в мелко раздробленном состоянии платина, палладий и сплавы платины с палладием, родием, иридием, рутением, а также сплавы платины и палладия с неблагородными металлами служат катализаторами в неорганической и органической технологии. Их применяют при синтезе аммиака из азота и водорода, для гидрогенизации и дегидрогенизации органических веществ, восстановления нитросоединений и галогенидов, в производстве серной и синильной кислот.

В нефтяной промышленности катализаторы из платиновых металлов необходимы для производства высокооктанового топлива и ряда синтетических продуктов. При гидрировании некоторых органических соединений применяют осмий. Палладий служит также для очистки водорода и дейтерия.

В электротехнике, электронике и приборостроении платина, платиноиды и разные их сплавы употребляются при монтаже аппаратуры связи, для деталей астрономических приборов и электродов рентгеновских трубок. Термопары из платины и ее сплавов с родием пригодны для длительного измерения высоких температур; возможные пределы этого расширяются с увеличением процента родия в сплавах, который менее летуч. Покрываются родием, имеющим высокую отражательную способность, важны для прожекторной техники, они не теряют свойств до 400 °С. Весьма твердые сплавы осмия с иридием идут на изготовление точных измерительных инструментов – астрономических и мореходных. Замена платины платиноидами часто выгодна: палладий и рутений дешевле платины.

Иридий приблизительно в пять раз дороже золота; поэтому применение его в чистом виде пока мало. Тигли из этого металла пригодны для опытов при температурах до 2300 °С. Весьма стойки электролитические и химические покрытия иридием металлов и керамики толщиной менее 0,1 мм. Радиоактивный изотоп Ir192 с периодом полураспада 74,5 суток, получаемый в атомных реакторах, служит для гамма - дефектоскопии и датчиком уровня сыпучих материалов.

Осмий также очень дорог – по крайней мере, в 30 раз дороже золота. В некоторых реакциях гидрирования органических веществ он оказывает более сильное каталитическое действие, чем платина. Несмотря на высокую стоимость, из соединений осмия делают особую черную краску для росписи фарфора. (<https://metallurgy.zp.ua/obshhie-svedeniya-o-blagorodnyh-metallah-i-rudah/>)

## РОЛЬ ВЫДАЮЩИХСЯ ЖЕНЩИН-ХИМИКОВ В ОТКРЫТИИ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Коваленко Ирина Александровна,  
МОУ «Школа № 93 им. Н.П. Жердева города Донецка»  
тел.:0714036167

[kovalenko\\_1966@mail.ua](mailto:kovalenko_1966@mail.ua)

Понятие «химические элементы» всегда было и ныне остаётся основной категорией химии, так как оно выражает главный объект химической науки. Химия определилась как наука и выделилась в самостоятельную отрасль естествознания только после чёткого установления этого важнейшего понятия, в разработке которого следует специально подчеркнуть роль отца русской науки М. В. Ломоносова. После внедрения в химию научного понятия об элементе, открытие и изолирование новых элементов считалось высшим достижением химиков, к которому стремились многие выдающиеся умы. Вероятность такого открытия со временем уменьшалась и в наше время почти сведена к нулю. Имена лиц, открывших новые химические элементы, навсегда вписываются в историю развития науки (ЖЗЛ, Вклад русских ученых в открытие химических элементов, 2000 г).

Как-то учащимся начальной школы предложили изобразить человека, проводящего научные исследования. Абсолютное большинство школьников — 86% девочек и 99% мальчиков — нарисовали мужчину. В представлении старшеклассников современный учёный — это бородатый научный сотрудник средних лет в очках, облачённый в халат и работающий в лаборатории, оснащённой различными приборами. Время от времени он что-то читает, делает заметки в журнале и иногда, стукнув себя по лбу, восклицает: «Эврика!». Однако не только дети полагают, что занятие наукой является уделом исключительно мужчин.

Химия традиционно считалась сугубо мужской вотчиной. Так, вышедший в 1991 году биографический справочник «Выдающиеся химики мира» содержит имена 1220 учёных, и лишь 20 из них — женские. Среди 160 лауреатов Нобелевской премии по химии, названных с 1901 по 2011 год, всего четыре «лауреатки». Первая из них — женщина-легенда Мария Склодовская-Кюри, которая была награждена Нобелевскими премиями в 1903 и 1911 годах за открытие радия и полония. Выступая на церемонии открытия Международного года химии в 2011 году (в год столетия присуждения премии Марии Склодовской-Кюри), её внучка — физик-ядерщик Элен Ланжевэн Жолио особо подчеркнула роль женщины в развитии современной химической науки. Здесь стоит вспомнить, Иду Ноддак, открывшую рений (Re), Маргариту Катрин Перей, открывшую франций, Лизу Мейтнер, в честь которой был назван 109-й элемент таблицы Менделеева - мейтнерий, и многих других выдающихся женщин в истории химии. Действительно, заглянув сегодня в любую научную или заводскую лабораторию, можно увидеть, что химия в значительной мере делается женскими руками. Тысячи и тысячи женщин изучали и изучают химию, проводят эксперименты, предлагают оригинальные научные идеи. Почему же тогда так мало женских имён встречается в анналах химической науки? Почему даже обременённым учёными степенями и званиями непросто с ходу вспомнить, например, реакцию, названную женским именем? Разве представительницы прекрасного пола не стремятся достичь вершин в познании химических основ

мироздания? (Доктор химических наук Александр Рулёв, академик Михаил Воронков, Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук, Жемчужины химической науки, 2012 г.).

Известный немецкий химик и философ Вильгельм Оствальд в своём труде «Великие люди» категорично утверждал, что «женщины нашего времени, независимо от расы и национальности, не годятся для выдающихся научных работ» и что их «самостоятельной научной деятельности в новых, совершенно ещё не разработанных областях знания ... до сих пор ещё не было и, насколько можно теперь судить о будущем, не будет». К счастью, жизнь не подтвердила эти мрачные прогнозы.

Доступ к полноценному университетскому образованию женщины получили сравнительно недавно. Знаменитый Оксфордский университет, парижская Сорбонна, университеты Берлина и Вены открыли свои двери женщинам в конце XIX — начале XX века. В США, правда, это произошло на несколько десятилетий раньше. Однако в те годы в учебных заведениях женщин готовили вовсе не к работе в науке, а скорее к роли заботливой матери, выполняющей святой долг служения семье.

В историю даже вошёл курьёзный случай, связанный с именем Лизе Мейтнер — первой в Германии женщины-физика и радиохимика, которую Альберт Эйнштейн называл «наша мадам Кюри». В начале 1920-х она защитила диссертацию «Проблемы космической физики». Однако корреспонденту одной из берлинских газет показалось немыслимым, чтобы женщина принялась решать столь серьёзные задачи. В результате в заметке было напечатано: «Проблемы косметической физики». По мнению журналистов, эта тема ближе к тому, чем в действительности должна заниматься настоящая дама. (Почти восемь десятилетий спустя, отдавая дань таланту Лизе Мейтнер, в её честь назвали искусственно полученный 109-й элемент периодической системы — мейтнерий, Mt.)

Ида Ноддак совместно с мужем Вальтером Ноддаком и Отто Бергом открыла в платиновой руде и колумбите новый химический элемент с атомным номером 75 — рений (1925—1928). Научная группа Ноддака также обнаружила следы новооткрытого элемента в гадолините и молибдените. Новый элемент был назван рением (от лат. *Rhenus* — наименование реки Рейн, в честь Рейнской провинции Германии — родины Иды Ноддак). Одновременно было объявлено об открытии элемента с атомным номером 43, названном *мазурием* (по названию исторической области Мазурия в Восточной Пруссии), но оно оказалось ошибочным.

Маргарита Перей в 1928 году начала работу в качестве личного технического помощника Марии Кюри в Институте исследования радия. В 1939 году при изучении актиния-227 обнаружила среди продуктов его распада нуклид нового элемента с порядковым номером 87 и периодом полураспада 21 минута.

Вскоре установила соответствие обнаруженного элемента эка-цезию, предсказанному Д. И. Менделеевым. Первоначально элемент был назван «актиний К», затем получил название франций в противовес полонию, названному Марией Кюри в честь своей родины — Польши. За открытие этого элемента Маргарита Перей в 1946 году получила степень доктора наук. При дальнейшем изучении свойств франция обнаружила тенденцию его накопления в тканях опухолей лабораторных животных. В 1953 году совместно с Жан-Пьером Адловым разработала экспресс-метод выделения нуклида франций-223. В 1949 году стала профессором Страсбургского университета, с 1958

года — директор отдела ядерной химии Центра ядерных исследований в Страсбурге. В 1962 году стала первой женщиной, избранной членом-корреспондентом Французской академии наук. В 1975 году после долгой борьбы с болезнью Маргарита Перей скончалась от рака, вызванного радиоактивным излучением, в больнице в городе Лувесьен. Причиной смерти Маргариты Перей явились неэффективные методы защиты от радиации в ходе научных исследований

Несмотря на примитивные по нынешним меркам условия, женщины-химики работали настолько увлечённо, что нередко забывали об опасности. Недаром кто-то и сегодня всерьёз полагает, что на двери химической лаборатории следует начертать ту же надпись, что Данте ставил над воротами ада: «Оставь надежду всяк сюда входящий».

Судьба женщины, посвятившей себя химической науке, зачастую непроста. Даже если некоторая дискриминация женщин в науке сегодня и проявляется, они всё равно остаются верными однажды избранному пути.

## ВКЛАД РОССИЙСКОЙ НАУКИ В ОТКРЫТИЕ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кравченко Татьяна Геннадьевна,  
 МОУ «Гимназия № 92 города Донецка»  
 тел. [0713668982](tel:0713668982)  
 e-mail: [tatika092@gmail.com](mailto:tatika092@gmail.com)

Карл Шееле писал в своем трактате о воздухе и огне, опубликованном в 1777 году, что многие ученые считают поиски новых химических элементов напрасной тратой времени. «Это печальная перспектива, - добавляет Карл Шееле, - для тех ученых, которые находят величайшее удовлетворение в изучении состава природных веществ».

Собственный опыт подсказывал ученому, что осталось еще много работы для тех, кто хотел бы открыть новые химические элементы и таким образом прославить свое имя. Последующее развитие химии вплоть до наших дней показало, что к концу жизни К. Шееле была открыта лишь четверть известных в настоящее время химических элементов. Подведем некоторые предварительные итоги открытия элементов.

За 150 лет с момента открытия Д.И. Менделеевым Периодического закона таблица химических элементов значительно расширилась. Неоценимый вклад внесла Российская наука в открытие новых элементов и «заполнение» таблицы Менделеева. Рутений, самарий, дубний, флеровий, московий и оганессон - элементы, открытые и синтезированные российскими учеными. Последний из них - оганессон — назван в честь своего первооткрывателя, академика Юрия Цолаковича Оганесяна. Юрий Цолакович — единственный живущий на нашей планете человек, в честь которого назван химический элемент.

Сэр Мартин Полякофф уже не первый год называет Юрия Оганесяна "супергероем". На церемонии присвоения названий новым химическим элементам, проходившей в Москве в 2017 году, он даже подарил ему супергеройский костюм с вышитыми на нем таблицами Менделеева. Последних у английского химика хранится бесчисленное множество, в разных видах и формах - таблицы Менделеева на рисунках, в виде кубиков, в каждом из которых находится химический элемент таблицы, на галстуках, и даже на

волоске самого сэра Мартина тоже есть таблица Менделеева. Это самая маленькая таблица во всем мире, которая даже вошла в книгу рекордов Гиннеса. Он не переставал убеждать участников церемонии открытия в важности и особой значимости таблицы Менделеева для каждого человека на нашей планете. Человек с давних времен стремился упорядочить окружающий его хаос, но получилось это только у одного — у российского химика Дмитрия Ивановича Менделеева.

Официально объявлено, что ИЮПАК утвердил открытие новых химических элементов Периодической таблицы Д.И.Менделеева с атомными номерами 113, 115, 117 и 118 по результатам работы совместного комитета Международного союза теоретической и прикладной химии и Международного союза теоретической и прикладной физики.

Говоря о влиянии на науку периодической системы элементов, академик Борис Мясоедов, глава секции химии Отделения химии и наук о материалах РАН отметил, что благодаря ней стало возможным предсказывать свойства и само существование новых элементов. Академик отметил, что если бы не было периодической таблицы, было бы трудно определить свойства элементов. Число известных элементов с 92 до 118, последние из них были синтезированы в ускорителях, время их жизни составляет миллионные доли секунд, поэтому их химические свойства можно определять только благодаря периодической системе, ученым в настоящее время удалось расширить. «Путеводной звездой в этом является периодический закон Д.И. Менделеева и в этом его основное значение для развития науки», - сказал Б. Мясоедов. По его словам, в настоящее время ученые рассматривают возможность дальнейшего расширения таблицы Д.И. Менделеева и получения новых сверхтяжелых элементов. «Сейчас говорят о возможности открытия до 150 элементов. Но это зависит от успехов научного знания», - сказал он. Академик отметил, что еще в 50-х годах теоретики предсказывали существование так называемых «островов стабильности» - сверхтяжелых элементов, которые могут существовать относительно долгое время благодаря определенному «магическому» числу нейтронов в ядре. Согласно этой теории, эти острова должны располагаться от 112 до 118 элемента и, возможно, существуют вокруг 120-го элемента.

Периодическая система позволяет без специальных исследований узнать о свойствах элемента только на основании известных свойств соседних по группе или периоду элементов, а также предсказать некоторые физические свойства простых веществ.

Считается, что появление периодической системы открыло новую, подлинно научную эру в истории химии и ряде смежных наук - взамен разрозненных сведений об элементах, соединениях появилась стройная система, на основе которой стало возможным обобщать, делать выводы, предвидеть.

Таблица Д.И. Менделеева не только упорядочила химические элементы в единую стройную систему, но и позволила предсказать многие открытия новых элементов. Однако, некоторые химические «элементы» были признаны несуществующими на основании того, что они не укладывались в концепцию периодического закона. Наиболее известна история с «открытием» новых элементов небулия и корония. По мнению, бытовавшему в начале XX века, факт обнаружения элемента во внешних областях солнечной короны характеризовал его, аналогично гелию, как очень лёгкий инертный газ. В статье «Попытка химического понимания мирового эфира» (1902г.) Д. И. Менделеев рассматривает короний как инертный газ с атомной массой, равной единице,

отводя ему место перед водородом в первом ряду нулевой группы. По оценке Д. И. Менделеева, короний должен был иметь плотность по водороду не более 0,2 и обнаруживаться в атмосфере Земли «... короний или иной газ с плотностью около 0,2 — по отношению к водороду, не может быть никоим образом мировым эфиром; его плотность (по водороду) для этого высока, он побродит, быть может, и долго, в мировых полях, вырвется из уз земли, опять в них случайно ворвется, но все же из сферы притяжения солнца не вырвется, а, конечно, между звёздами найдутся и помассивнее нашей центральной звезды. (Менделеев Д. И. Попытка химического понимания мирового эфира, 1905). Поиски места корония в периодической системе химических элементов связывалось Д.И. Менделеевым с осмыслением физических причин периодичности и химической природы мирового эфира (в той статье Д.И. Менделеев находит место в нулевой группе легчайшему гипотетическому элементу, названному им ньютонием). Таким образом, можно показать, что в первом ряду первым перед водородом существует элемент нулевой группы с атомным весом 0,4 (быть может, это короний Ионга), а в ряду нулевом, в нулевой группе - предельный элемент с ничтожно малым атомным весом, не способный к химическим взаимодействиям и обладающий вследствие того чрезвычайно быстрым собственным частичным (газовым) движением (Менделеев Д. И. Основы химии. VIII изд., 1906).

Гипотеза о существовании корония, равно как и других элементов легче водорода, потеряла актуальность уже после работ Резерфорда, Мозли и Бора, заложивших фундамент квантово-механической модели атома и современных представлений о периодичности. Современные спекуляции о том, что короний и ньютоний - не что иное, как гениальные предвидения открытий нейтрона и нейтрино, не имеют под собой никаких оснований. В 1868 году английский астроном и пионер применения спектроскопа в астрономии Уильям Хаггинс обнаружил в составе спектра газовых туманностей «запрещённые» спектральные линии с длиной волны 3726; 3729; 4959 и 5007 ангстремов. Хаггинс предположил, что эти линии принадлежат ещё неизвестному химическому элементу, и дал ему имя «небулий» (от лат. nebula — туман, туманность). Однако в 1927 году американский астрофизик А. Боуэн определил, что обычные кислород и водород в ионизированном состоянии в определённых условиях космоса, недостижимых на Земле, могут обнаруживать именно такие спектральные линии.

Открытия подверглись критике, поскольку в периодической таблице Д.И. Менделеева уже не оставалось места для элементов, обладающих свойствами небулия и корония. После проверки обнаружилось, что небулий - обычный земной кислород, а короний - сильно ионизированное железо.

Российские ученые генерируют новые знания, и они не пропадут. Если можно изучать химию отдельных атомов, значит, химики обладают аналитическими методами высочайшей чувствительности, которые заведомо пригодны для изучения веществ, загрязняющих окружающую среду. Для производства редчайших изотопов в радиомедицине. А кто поймёт физику элементарных частиц? Кто поймёт, что такое бозон Хиггса? Правда, людей, понимающих, что такое бозон Хиггса, всё же больше, чем разбирающихся в сверхтяжёлых элементах... Эксперименты на Большом адронном коллайдере дают исключительно важные практические результаты. Именно в Европейском центре ядерных исследований появился интернет. А сверхпроводимость,

электроника, детекторы, новые материалы, методы томографии? Всё это побочные эффекты физики высоких энергий. В декабре 2018 года, совсем недавно, в Дубне заработала «фабрика сверхтяжелых элементов» — ускоритель ДЦ-280. Строительство начали в 2012 году, и около месяца назад получили первый пучок ускоренных тяжелых ионов. Будем надеяться, что благодаря ДЦ-280 удастся получить 119, 120 и 121 элементы. Новые знания никогда не пропадут.

## **ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ ОБ ОТКРЫТИИ, СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Манякина Лариса Павловна,  
МОУ «Школа № 90 города Донецка»

В этой статье, я хочу рассказать не о широко распространенных элементах и их простых веществах, а тех, которые не изучаются в школьной программе, но могут вызвать большой интерес у учащихся старших классов. Речь пойдет о платине и ее спутниках: палладии, иридии, родии, осмийи, рутении.

Нет такого элемента в периодической системе Д.И. Менделеева, который за редким исключением, в настоящее время не находил бы своего применения. С открытием каждого элемента, особенно металла, человечество получало новое вещество, которое несомненно, могло и должно было приносить человечеству пользу.

Неожиданным в этом отношении была судьба платины, этого, пожалуй, наиболее драгоценного в промышленном отношении металла среди других драгоценных металлов. Первоначальная ее судьба была очень необычна и об этом стоит рассказать.

С открытием каждого элемента, особенно металла, человечество получало новое вещество, которое, несомненно, могло и должно было принести ему какую-то пользу.

Свыше 4000 лет назад люди уже знали замечательные свойства платины, но в те далекие времена она была просто не нужна. Даже после, так сказать, официального открытия 230 лет назад ее не только оценили, но и даже признали ... вредной.

Само наименование ее – *platina* – является уменьшительно-презрительным, происходящим от испанского слова *plata* – серебро, и в переводе на русский язык звучит как «серебришко». Когда правительство Испании в 1775г. получило из своих южноамериканских колоний первые килограммы открытого там нового металла – платины, оно немедленно приказало тщательно отделять ее от золота, вместе с которым она добывалась, и под специальным контролем правительственных чиновников высыпать в море или же в большие реки – в наиболее глубокие места.

Да, столь ценимому ныне «серебришку» сильно не повезло в первые годы знакомства его с человеком, и немало выдержало оно несправедливых гонений.

Но почему? Какие же причины, какие основания были для этого?

Трудно сказать, когда впервые попала она в руки людей. Так, среди драгоценностей, извлеченных из могил фараонов, есть узкая полоска, врезанная для украшения в один из золотых футляров; ее анализ показал наличие нескольких элементов платиновой группы и

золота. Многие золотые предметы эпохи фараонов XII династии (примерно 2000 лет до н.э.) покрыты серебристыми пятнами – это платина.

Платина – это химический элемент VIII группы периодической системы Менделеева, атомный номер 78, атомная масса 195.09, тугоплавкий, температура плавления 1768С, один из самых тяжелых (плотность 21,09-21,45 г/см<sup>3</sup>), пластичный металл серебристо-белого цвета, входит в металлы платиновой группы, инертный, растворяется только в царской водке и не взаимодействует с другими минеральными и органическими кислотами. Редкий элемент, в природе находится в рассеянном состоянии, драгоценный металл.

В середине XVI в. Платина была доставлена в Европу, но так как ни расплавить, ни растворить, ни использовать этот серый металлический порошок никто не сумел, то она оказалась никому не нужной. Впервые официально упоминает о ней испанский физик А. Де Уллоа, работавший в Южной Америке по измерению длины меридиана. Он сообщил в своих отчетах, изданных в Мадриде (1735-1748), что золотые и серебряные россыпи в провинции Кито (Эквадор) полностью использовать невозможно из-за засоряющего драгоценный металл какого-то «серебришка», как он писал, иногда встречавшегося в большом количестве. Разделить же эти металлы, как оказалось, было очень трудно, это приходится делать вручную. Ученый доставил в Испанию первые образцы этого «серебришка» из россыпей. До испанского короля дошли слухи, что добываемое в колониях золото, которое обязаны были отсылать в Мадрид, южно-американские испанцы сплавляли для утяжеления с платиной, добавляя ее столько, лишь бы сохранялся естественный цвет золота. Вот это первое, мошенническое применение платины и вызвало издание в Мадриде закона об ее потоплении в официальной обстановке. Впрочем, через сорок три года испанский королевский двор вспомнил об этом «открытии» ловкачей-золотодобытчиков, отменил закон 1735г. и приказал собирать всю добытую платину и направлять в Мадрид для... фальсификации золотой и серебряной валюты.

Однако алхимики, исследовавшие этот необычный порошковатый металл, подтвердили всю непригодность и даже вредность его. Как известно, алхимики тех времен стремились получить искусственно, как мы теперь сказали бы «синтетически», золото. Оно считалось самым тяжелым металлом, и, согласно их теории, чтобы получить золото, достаточно было «уплотнить» каким-то образом материю. И вдруг оказывается, что найден новый металл, да еще тяжелее золота, хотя совершенно отличный по своим свойствам от него. Наконец, для алхимиков был совершенно непонятным даже сам факт обнаружения в природе столь тяжелого металла, потому что тогда число металлов стало превышать число знаков Зодиака, которые со средних веков являлись также символами металлов. Это заставляло усматривать в платине исчадие ада... Вот такая мистика окружала платину в первые годы ее появления в Европе.

По химическим свойствам платина похожа на палладий, но проявляет большую химическую устойчивость. При комнатной температуре реагирует с царской водкой. Платина медленно растворяется в горячей концентрированной серной кислоте и жидком бrome. Она не взаимодействует с другими минеральными и органическими кислотами. При нагревании реагирует со щелочами и пероксидом натрия, галогенами (особенно в присутствии галогенидов щелочных металлов). При нагревании платина реагирует с серой, селеном, теллуром, углеродом и кремнием. Как и палладий, платина может

растворять молекулярный водород, но объем поглощаемого водорода и способность его отдавать при нагревании у платины меньше. При нагревании платина реагирует с кислородом с образованием летучих оксидов. Выделены следующие оксиды платины: черный PtO, коричневый PtO<sub>2</sub>, красновато-коричневый PtO<sub>3</sub>, а также Pt<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и смешанный Pt<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, в котором платина проявляет степени окисления II и IV. Для платины известны гидроксиды Pt(OH)<sub>2</sub> и Pt(OH)<sub>4</sub>. Получают их при щелочном гидролизе соответствующих хлороплатинатов. Гексафторид платины PtF<sub>6</sub> является одним из сильнейших окислителей среди всех известных химических соединений, способный окислить молекулы кислорода и ксенона. Соединение O<sub>2</sub>(PtF<sub>6</sub>) (гексафтороплатинат (V) диоксигенила) летуче и разлагается водой на фтороплатинат (IV), небольшое количество гидратированного диоксида платины и кислород с примесью озона. С помощью гексафторида платины, в частности, канадский химик Нейл Бартлетт в 1962 году получил первое настоящее химическое соединение ксенона Xe(PtF<sub>6</sub>).

Впервые тонкораскованный листочек платины удалось расплавить в солнечных лучах с помощью полуметрового вогнутого зажигательного зеркала профессору химии Макэ в Париже и его сотруднику – знаменитому ученому и аптекарю Бомэ. Они же первые предсказали блестящую будущность этому металлу, возможность его широкого применения для изготовления посуды (химической и бытовой). Все же платина оставалась Золушкой, по выражению ученых тех времен.

В 1819г. платиновые россыпи были найдены на Урале, в районе Нижнего Тагила.

Громадную роль в судьбе платины сыграло открытие русскими учеными П.Г. Соболевским и А. Любарским методов ее аффинажа (очистки от примесей) и изготовления из нее изделий, не прибегая к плавке, в те годы невыполнимой из-за отсутствия печей, дающих необходимую для ее расплавления температуру. Эти ученые обошли процедуру сплавления, впервые использовав метод порошковой металлургии, широко применяемый в настоящее время.

Интересно напомнить, что Санкт-Петербургский монетный двор с 1828 по 1845 г. (по другим данным – по 1839г.), кроме выпуска золотой и серебряной монеты, занимался также чеканкой и платиновой, достоинством в 3, 6, и 12р. При этом было израсходовано более 20т. платины. Чеканка была прекращена вследствие усиленного ввоза из-за границы поддельной монеты и других причин, что привело к сокращению добычи уральской платины. Наступил кризис и добычи, и сбыта. В 1851г. снова был разрешен вывоз платины за границу, и с 1861г. почти вся платина вывозилась, а следовательно, вывозились и все платиноиды. Ее скупали по наиболее низкой цене фирмы США, Англии, Германии и Франции, где и на базе нашей платины возникли целые отрасли по ее аффинажу и изготовлению лабораторной посуды и приборов. Так продолжалось до Октябрьской революции.

В настоящее время платина играет важную роль во многих отраслях народного хозяйства. Это обусловлено замечательными свойствами, в первую очередь исключительной химической стойкостью, тугоплавкостью (темп. плав. 1773,5С), а также и электрической проводимостью. Плотность платины в три раза больше плотности железа. Главные области ее применения: реторты, котлы для химических заводов (на что уходит свыше 40% ежегодной добычи), тигли, спирали для электропечей, электроды, пирометры для измерения высоких температур, детали магнето, радиоаппаратуры и т.д. Из-за

дороговизны ее по возможности применяют в виде сплавов с золотом, медью, никелем и др. Сравнительно ограниченное применение имеют некоторые химические соединения платины.

Однако интересно было бы узнать, какое же количество «серебришка», сегодня столь ценимого, спустили испанцы в реки и океан?

Хотя, разумеется, о сколько-либо точных цифрах не может быть и речи, все же установили: выбросили они от 3 до 7т. Недаром уже в наше время неоднократно делались попытки обнаружить места захоронения платины и извлечь. Однако за 200 лет и передвигающиеся по дну рек насосы сделали свое дело и надежно укрыли ее, по крайней мере от наших современников...

Ну а теперь о спутниках платины.

Палладий. У палладия плотность 12,16 г/см<sup>3</sup>, температура плавления его 1553С. Применяется для палладирования, т.е. антикоррозийного покрытия металлов, волокон распушонного асбеста, используемого как катализатор, изготовления корпусов наручных часов, ювелирных изделий и др. В изделиях палладий имеет очень красивый, почти белый цвет.

Поразительно, что «пришествие в мир» палладия также не обошлось без сенсаций. Первые сведения о нем были напечатаны 1803г. в Лондоне в анонимной записке «Палладий или новое серебро», в которой доказывалось, что речь идет о вновь открытом металле, причем подробно описывались его свойства. Известный химик Шеневье заподозрил обман. Он скупил имевшиеся небольшие запасы его (в виде фольги) и, исследовав фольгу, пришел к заключению, что этот «металл» на самом деле сплав, а все сообщения о нем являются сплошным обманом.

На обвинения Шеневье анонимный открыватель палладия поместил в трудах Королевского общества (Академии наук) письмо, сулившее крупную премию за изготовление этого «сплава» из платины и ртути. Письмо нашло широкий отклик, и во всех химических лабораториях Европы закипела работа. Разумеется, никому этот синтез не удался, но зато было проведено много очень ценных исследований. Наконец анонимный автор открыл имя: это был президент Королевского общества химик и минералог У. Волластон.

Иридий и осмий были открыты в те же годы (1803 -1804гг.) почти одновременно Коллэ-Декотиль, А. Фукура и Л. Вокеленом во Франции и С.Теннантом в Англии, а также многими другими. Напомним, что имена всех этих крупных ученых, а также и У. Волластона и Шеневье увековечены в наименованиях минералов.

У иридия плотность 22,40 г/см<sup>3</sup>; он имеет высокую твердость, почти равную твердости горного хрусталя: 6,5. Применяется для изготовления электродов, кончиков перьев, хирургических инструментов, опорных призм точных химических весов и др.

Осмий, с плотностью 22,48 г/см<sup>3</sup>, имеет твердость 6,5; из него делают нити электроламп, а соединения его применяются в медицине и в биологических лабораториях.

Рутений. Плотность рутения составляет 12,30 г/см<sup>3</sup> и имеет температуру плавления 2400С, а кипения – свыше 4200С. Твердость очень высокая, в то же время он очень хрупкий. Наиболее редкий среди платиноидов. Рутений в сплавах благодаря твердости и устойчивости используется для изготовления проводов, контактов, электродов,

лабораторной посуды, а также ювелирных изделий. Рутений, последний, 6-й элемент группы платины, был открыт значительно позже, причем тоже не без приключений. В 1844г. в «Ученых записках Казанского университета» казанский химик К.К. Клаус опубликовал довольно подробные сведения о новом элементе, извлеченном им из «платиновых остатков» с Урала. Вскоре он нашел рутений и в сырой платине из Америки. Наименование «рутение» К.К. Клаус заимствовал у ученого Озана, который, изучая такие же «платиновые остатки», еще в 1829г. опубликовал работу о выделенном им веществе, которое он принял за новый элемент и назвал Rhuthenia («Россия» в переводе с лат.). Однако это вещество оказалось соединением оксидов титана, циркония и кремнезема. Общеизвестно, что именно К.К. Клаус в Казани открыл рутений.

В виде каких минералов, в какого типа месторождениях и где именно встречаются эти элементы? Все они встречаются преимущественно в самородном виде, очень редки, а их соединения с другими элементами – оксиды, сульфиды – и того реже. Как правило, в каждом из них содержатся другие элементы группы платины: осмистый иридий – невьянскит, иридий – осмий – сыссерскит, купроплатина, платинистый иридий и др. Эти минералы иногда также встречаются в россыпных месторождениях платины.

Особый научный и практический интерес представляет совершенно своеобразное крупнейшее месторождение – риф Меренского (назван в честь открывателя). Это четко отграниченный пласт свыше 1м мощности, протянувшийся более чем на 400км в районе городов Претория, Лиденбург и Питерсбург (ЮАР). Он сложен основными горными породами: норитом, пироксенитом, хромитами; содержит до 10% пирротина и сульфидов никеля.

Платина, точнее поликсен, и ее спутники сыссерскит, невьянскит и другие встречаются в самородном состоянии, как и золото, большей частью в виде мелких блесток. Иногда в россыпях попадаются и кристаллики, представляющие большой научный интерес: кубики, реже октаэды и кристаллические сростки очень сложных очертаний.

Крупные самородки платины встречаются редко, однако в XX веке из уральских месторождений были добыты огромные экземпляры, с массой почти до полпузда.

Может быть, прочтя эту статью, кому-то захочется связать свою жизнь с химией, или для расширения своего кругозора познакомиться с историей других, редких или малоизвестных для нас элементов. Все эти познания для нас стали доступны благодаря открытию Периодического закона и создания Периодической системы химических элементов.

## 2. Значение периодического закона химических элементов для развития современной химии и других наук (физики, космологии, геофизики и т.д.).

### ПРИРОДНЫЙ ЗАКОН ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Колинко Оксана Викторовна,  
МОУ «Школа № 98 г. Донецка»

Академик В. И. Гольданский в речи, посвященной памяти Менделеева, отмечал «фундаментальную роль, которую труды Менделеева играют даже в совершенно новых областях химии, зародившихся через десятилетия после смерти гениального творца Периодической системы».

Наука есть история и хранилище мудрости и опыта веков, их разумного созерцания и испытанного суждения.

*«Редко бывает, чтобы научное открытие оказалось чем-то совершенно неожиданным, почти всегда оно предчувствуется, однако последующим поколениям, которые пользуются апробированными ответами на все вопросы, часто нелегко оценить, каких трудностей это стоило их предшественникам».*

Д.И. Менделеев.

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева – основа современной химии. Они относятся к таким научным закономерностям, которые отражают явления, реально существующие в природе, и поэтому никогда не потеряют своего значения.

Периодический закон и сделанные на его основе открытия в различных областях естествознания и техники являются величайшим триумфом человеческого разума, свидетельством всё более глубокого проникновения в самые сокровенные тайны природы, успешного преобразования природы на благо человека.

Процесс открытия периодического закона поучителен и сам Менделеев рассказывал об этом так: «Неволью зародилась мысль о том, что между массой и химическими свойствами необходимо должна быть связь. А так как масса вещества, хотя и не абсолютная, а лишь относительная, выражается окончательно в виде весов атомов, то надо искать функциональное соответствие между индивидуальными свойствами элементов и их атомными весами. Искать же что – либо, хотя бы грибы или какую-нибудь зависимость, нельзя иначе, как смотря и пробуя. Вот я и стал подбирать, написав на отдельных карточках элементы с их атомными весами и коренными свойствами, сходные элементы и близкие атомные веса, что быстро и привело к тому заключению, что свойства элементов стоят в периодической зависимости от их атомного веса, причём, сомневаясь во многих неясностях, я ни минуты не сомневался в общности сделанного вывода, так как случайность допустить не возможно».

Периодический закон – один из важнейших законов химии. Менделеев считал, что главной характеристикой элемента является его атомная масса. Поэтому он расположил все элементы в один ряд в порядке увеличения их атомной массы.

Периодический закон был открыт Д. И. Менделеевым в ходе работы над текстом учебника «Основы химии», когда он столкнулся с трудностями систематизации фактического материала. К середине февраля 1869 г., обдумывая структуру учебника, учёный постепенно пришёл к выводу, что свойства простых веществ и атомные массы элементов связывает некая закономерность.

Открытие периодической таблицы элементов было совершено не случайно, это был результат огромного труда, длительной и кропотливой работы, которая была затрачена и самим Дмитрием Ивановичем, и множеством химиков из числа его предшественников и современников. «Когда я стал окончательно оформлять мою классификацию элементов, я написал на отдельных карточках каждый элемент и его соединения, и затем, расположив их в порядке групп и рядов, получил первую наглядную таблицу периодического закона. Но это был лишь заключительный аккорд, итог всего предыдущего труда...» — говорил учёный. Менделеев подчёркивал, что его открытие было итогом, завершившим собой двадцатилетнее размышление о связях между элементами, обдумывание со всех сторон взаимоотношений элементов.

17 февраля (1 марта) рукопись статьи, содержащая таблицу под названием «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве», была закончена и сдана в печать с пометками для наборщиков и с датой «17 февраля 1869 г.». Сообщение об открытии Менделеева было сделано редактором «Русского химического общества» профессором Н. А. Меншуткиным на заседании общества 22 февраля (6 марта) 1869 г. Сам Менделеев на заседании не присутствовал, так как в это время по заданию Вольного экономического общества обследовал сыроварни Тверской и Новгородской губерний.

Менделеев сформулировал периодический закон в виде следующих основных положений:

1. Элементы, расположенные по величине атомного веса, представляют явственную периодичность свойств.
2. Должно ожидать открытия ещё многих неизвестных простых тел, например, сходных с Al и Si элементов с атомным весом 65 – 75.
3. Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, зная его аналогии.

Свойства всех химических элементов при увеличении атомной массы изменяются периодически.

Это периодическое изменение называется периодической зависимостью свойств элементов и их соединений от величины атомной массы.

Поэтому Д.И. Менделеев сформулировал открытый им закон так:

Свойства элементов, а так же формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомной массы элементов.

Менделеев расположил периоды элементов друг под другом и в результате составил периодическую систему элементов.

Он говорил, что таблица элементов – плод не только его собственного труда, но и усилий многих химиков, среди которых он особо отмечал «укрепителей периодического закона», открывших предсказанные им элементы. Для создания современной таблицы потребовалась напряжённая многолетняя работа тысяч и тысяч химиков и физиков. Если бы Менделеев был сейчас жив, он, глядя на современную таблицу элементов, вполне мог

бы повторить слова английского химика Дж.У.Меллора, автора классической 16-томной энциклопедии по неорганической и теоретической химии. Закончив в 1937, после 15-летней работы, свой труд, он написал с признательностью на титульном листе: «Посвящается рядовым огромной армии химиков. Их имена забыты, их работы остались»..

Периодическая система – это классификация химических элементов, устанавливающая зависимость различных свойств элементов от заряда атомного ядра. Система является графическим выражением периодического закона.

Структура периодической системы: периоды, группы, подгруппы

Периодическая система – это графическое выражение периодического закона.

Каждый элемент занимает определённое место (клетку) в периодической системе и имеет свой порядковый (атомный) номер.

Горизонтальные ряды элементов, в пределах которых свойства элементов изменяются последовательно, Менделеев назвал периодами(начинаются щелочным металлом (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) и заканчиваются благородным газом (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)).

Исключения: первый период, который начинается водородом и седьмой период, который является незавершённым.

Периоды разделяются на малые и большие. Малые периоды состоят из одного горизонтального ряда. Первый, второй и третий периоды являются малыми, в них находится 2 элемента (1-й период) или 8 элементов (2-й, 3-й периоды). Большие периоды состоят из двух горизонтальных рядов. Четвёртый, пятый и шестой периоды являются большими, в них находятся 18 элементов (4-й, 5-й периоды) или 32 элемента (6-й, 7-й период). Верхние ряды больших периодов называются чётными, нижние ряды – нечётными.

В шестом периоде лантаноиды и в седьмом периоде актиноиды располагаются в нижней части периодической системы

В каждом периоде слева направо металлические свойства элементов ослабевают, а неметаллические свойства усиливаются.

В чётных рядах больших периодов находятся только металлы.

В результате в таблице имеется 7 периодов, 10 рядов и 8 вертикальных столбцов, названных группами–это совокупность элементов, которые имеют одинаковую высшую валентность в оксидах и в других соединениях. Эта валентность равна номеру группы.

Группы - вертикальные последовательности элементов, они нумеруются римской цифрой от I до VIII и русскими буквами А и Б. Каждая группа состоит из двух подгрупп: главной и побочной. Главная подгруппа – А, содержит элементы малых и больших периодов. Побочная подгруппа – В, содержит элементы только больших периодов. В них входят элементы периодов, начиная с четвёртого.

В главных подгруппах сверху вниз металлические свойства усиливаются, а неметаллические свойства ослабевают. Все элементы побочных подгрупп являются металлами.

С самого начала Менделеев указал, что закон описывает свойства не только самих химических элементов, но и множества их соединений. Для подтверждения этого достаточно привести такой пример. С 1929 г., когда академик П. Л. Капица впервые

обнаружил неметаллическую проводимость германия, во всех странах мира началось развитие учения о полупроводниках. Сразу стало ясно, что элементы с такими свойствами занимают главную подгруппу IV группы. Со временем пришло понимание, что полупроводниковыми свойствами должны в большей или меньшей мере обладать соединения элементов, расположенных в периодах равно удаленной от этой группы (например, с общей формулой типа  $A_3B$ ). Это сразу сделало поиск новых практически важных полупроводников целенаправленным и предсказуемым. На таких соединениях основывается практически вся современная электроника.

Хотелось бы закончить свою статью на словах академика А. Е. Ферсмана, обратившего внимание на будущее: «Будут появляться, и умирать новые теории, блестящие обобщения. Новые представления будут сменять наши уже устаревшие понятия об атоме и электроны. Величайшие открытия и эксперименты будут сводить на нет прошлое и открывать на сегодня невероятные по новизне и широте горизонты – все это будет приходить и уходить, но Периодический закон Менделеева будет всегда жить, и руководить исканиями».

## **ЗНАЧЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ**

Мирзоян Сирануш Амаияковна,  
МОУ «Школа № 94 города Донецка»

*«Ни один русский не оказал более великого, более длительного влияния на развитие физических знаний, чем он.»*

Английский историк Тор

Большую роль в развитии атомистической теории сыграл Д.И.Менделеев, разработав в 1869г. периодический закон химических элементов. Он впервые на научной основе поставил вопрос о единой природе атомов. Во второй половине 19–го века экспериментально было доказано, что электрон является одним из составных частиц атома. Многочисленные экспериментальные данные привели к тому, что в начале 20–го века серьезно стало развиваться теория о строении атома. Выход из затруднительного положения в 1913г. был предложен датским физиком Нильсом Бором.

Сам Менделеев писал: «Мне было бы весьма интересно присутствовать при установке данных превращений элементов друг в друга. Я тогда мог бы надеяться на то что причина периодической законности будет открыта и понята»

В чем же причина периодически изменяющихся свойств элементов. Периодическая изменяемость простых и сложных веществ по всей вероятности кроется во внутренних началах атомов и частиц. Трудно найти в истории науки открытия, которые подобно периодическому закону все время оставалось бы в центре научных интересах человечества. Об этом говорили ученые, собравшиеся со всего мира на юбилейный Менделеевский съезд, посвященный 100-летию открытия периодического закона. То, что сделано до сих пор, с помощью её на основе системы грандиозно. Но все эти приобретения малы по сравнению с тем что осталось совершить. Сбывается ещё одно предвидение Д.И. Менделеева.

«По видимости периодическому закону будущее не грозит разрушение, а только надстройки и развитие обещает» - Д.И.Менделеев.

При составлении таблицы он оставил пустые клетки и подробно описал свойства этих элементов галлий, скандий и германий были открыты в течении 15 лет. А спустя десятилетия физики ядерщики руководствуясь таблицей Менделеева получили еще свыше 20 элементов, не встречающихся в природе. Один из искусственных элементов размещившихся под №101 был назван менделевий.

На основе периодического закона и периодической системы Д. И. Менделеева быстро развивалось учение о строении атома. Оно вскрыло физический смысл периодического закона и объяснило расположение элементов в периодической системе. Правильность учения о строении атома всегда проверялась периодическим законом. Вот еще один пример. В 1921 г. Н. Бор показал, что элемент  $Z=72$ , существование которого предсказано было Д. И. Менделеевым в 1870 г. (экабор), должен иметь строение атома, аналогичное атому циркония ( $Zr$  — 2. 8. 18. 10. 2; а Hf — 2. 8. 18. 32. 10. 2), а поэтому искать его следует среди минералов циркония. Следуя этому совету, в 1922 г. венгерский химик Д. Хевеши и голландский ученый Д. Костер в норвежской циркониевой руде открыли элемент  $Z=72$ , назвав его гафнием (от латинского названия г. Копенгагена — места открытия элемента). Это был величайший триумф теории строения атома: на основе строения атома предсказано местонахождение элемента в природе.

Учение о строении атомов привело к открытию атомной энергии и использованию ее для нужд человека. Можно сказать, что периодический закон является первоисточником всех открытий химии и физики XX века. Он сыграл выдающуюся роль в развитии других, смежных с химией естественных наук.

Периодический закон и система лежат в основе решения современных задач химической науки и промышленности. С учетом периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева ведутся работы по получению новых полимерных и полупроводниковых материалов, жаропрочных сплавов, веществ с заданными свойствами, по использованию ядерной энергии, используются недра Земли, Вселенной.

Используя Периодический закон, Д. И. Менделеев стал первым исследователем, сумевшим решить проблемы прогнозирования в химии. Это проявилось уже через несколько лет после создания Периодической системы элементов, когда были открыты предсказанные Менделеевым новые химические элементы. Периодический закон помог также уточнить многие особенности химического поведения уже открытых элементов. Успехи атомной физики, включая ядерную энергетику и синтез искусственных элементов, стали возможными лишь благодаря Периодическому закону. В свою очередь, они расширили и углубили сущность закона Менделеева, расширили пределы Периодической системы элементов.

## СИНТЕЗ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Тахтаулова Ирина Сергеевна,  
МОУ «Школа № 88 города Донецка»  
тел.: 071-401-72-40  
e-mail: [IRINA-88@i.ua](mailto:IRINA-88@i.ua)

Полтора века назад, когда Дмитрий Иванович Менделеев открыл Периодический закон, было известно только 63 элемента. Упорядоченные в таблицу, они легко раскладывались по периодам, каждый из которых открывается активными щелочными металлами и заканчивается (как выяснилось позже) инертными благородными газами. Периодическую систему замыкал уран, и за ним было море неизвестности. С тех пор таблица Менделеева увеличилась почти вдвое, и с каждым расширением Периодический закон подтверждался снова и снова. Цезий так же напоминает литий и натрий, как радон—неон и аргон, ниже азота располагается во многом похожий на него фосфор... Сегодня известно, что эти свойства определяются зарядом ядра атома. Электроны заполняют «энергетические оболочки» атома одну за другой, как зрители, по порядку занимающие сиденья на своих рядах в театре: те, которые заполняют последний или предпоследний энергетические уровни, определяют химические свойства всего элемента. Атом с полностью заполненным последним слоем (как неон с восемью электронами) будет инертным газом; элемент с одним «лишним» электроном на нем (как калий) станет щелочным металлом. Зато нейтронов в ядре одного и того же элемента может быть разное количество, заряд у них нейтральный, и на химические свойства они не влияют. Но в зависимости от числа нейтронов водород может оказаться тяжелее гелия, а масса лития — достигать семи вместо «классических» шести атомных единиц. И если список известных элементов сегодня приближается к отметке в 120, то число нуклидов перевалило за 3000.

Элементы конца периодической системы неустойчивы — к такому выводу пришла наука в начале двадцатого века. Простая логика подсказывала, что трансуранные элементы обладали, по-видимому, довольно короткими периодами полураспада и потому не сохранились до нашего времени. Судьба ядра зависит от числа нейтронов и протонов в нем. Некоторые количества протонов и нейтронов дают особо устойчивые конфигурации с полностью заполненными протонными или нейтронными оболочками — по 2, 8, 20, 28, 50, 82, а для нейтронов еще и 126 частиц. Эти числа называются «магическими», а самые стабильные ядра содержат «дважды магические» количества частиц — например, 82 протона и 126 нейтронов у свинца или по два — в обычном атоме гелия, второго по распространенности элемента во Вселенной. Астат-213 погибает, не успев родиться, живет лишь сотые доли секунды; торий-232 теряет половину атомов за астрономически большой срок — 14,5 миллиардов лет. Оболочкой из 126 нейтронов обладают изотопы многих элементов конца периодической системы — полония, астата, радона, франция. Изотопы, имеющие большее количество нейтронов, стремятся достичь этой оболочки, путем «сбрасывания» избыточных нейтронов. А удалены эти нейтроны могут быть только в составе альфа-частицы, другими словами, путем альфа-распада. Вот почему элементы от полония до радия так неустойчивы по отношению к альфа-распаду; здесь-то и кроется причина их недолговечности. Когда число нейтронов в ядрах заметно

превышает 126, стремление достичь подобной структуры ослабевает. А это, в свою очередь, приводит к росту долговечности элемента. У тория, протактиния и урана влияние этой оболочки уже ничтожно. Элементы, следующие за ураном, имеют тяжелые ядра, по своей природе представляют малоустойчивые образования; они начинают разрушаться из-за собственной «тяжести». Действительно, нептуний, плутоний и последующие трансурановые элементы слишком недолговечны, чтобы сохраниться на Земле с момента своего образования; поэтому-то уран долгое время оставался последним элементом периодической системы.

«Химический материк» элементов, которые можно найти на Земле, заканчивается свинцом. За ним следует череда ядер, которые существуют намного меньше возраста нашей планеты. В ее недрах они могут сохраниться разве что в малых количествах, как уран и торий, или вовсе — в следовых, как плутоний. Из породы извлечь его невозможно, и плутоний нарабатывают искусственно, в реакторах, бомбардируя нейтронами урановую мишень. Вообще современные физики обращаются с ядрами атомов, как с деталями конструктора, заставляя их присоединять отдельные нейтроны, протоны или целые ядра. Это и позволяет получать все более и более тяжелые нуклиды, пересекая пролив «моря Неустойчивости».

Цель синтеза новых трансурановых элементов подсказана оболочечной теорией строения ядра. Это — область сверхтяжелых элементов с подходящим (и очень большим) числом нейтронов и протонов, легендарный «остров Стабильности». Расчеты говорят, что некоторые из местных «жителей» могут существовать уже не доли микросекунд, а на много порядков дольше. «В определенном приближении их можно рассматривать как капельки воды, — объяснил нам академик РАН Юрий Оганесян. — Вплоть до свинца следуют ядра сферические и устойчивые. За ними следует полуостров умеренно стабильных ядер — таких как торий или уран, — который вытягивается отмелью сильно деформированных ядер и обрывается в нестабильное море... Но еще дальше, за проливом, может находиться новая область сферических ядер, сверхтяжелых и устойчивых элементов с номерами 114, 116 и далее». Время жизни некоторых элементов на «острове Стабильности» может длиться уже годы, и то и миллионы лет.

Трансурановые элементы с их деформированными ядрами удастся создать, бомбардируя нейтронами мишени из урана, тория или плутония. Обстреливая их разогнанными в ускорителе легкими ионами, можно последовательно получить ряд элементов еще тяжелее — но в какой-то момент наступит предел. «Если рассматривать разные реакции — присоединение нейтронов, присоединение ионов — как разные «корабли», то все они не помогут нам доплыть до «острова Стабильности», — продолжает Юрий Оганесян. — Для этого потребуется «судно» и побольше, и другой конструкции. В качестве мишени придется использовать нейтроноизбыточные тяжелые ядра искусственных элементов тяжелее урана, а бомбардировать их потребуется большими, тяжелыми изотопами, содержащими много нейтронов, такими как кальций-48». Уже за первое десятилетие XXI века в реакциях слияния актинидов с ускоренными ионами кальция-48 были синтезированы атомы элементов с номерами от 113 и вплоть до 118-го, лежащего на дальнем от «материка» берегу «острова Стабильности». Время их существования уже на порядки больше, чем у соседей: например, элемент 114 сохраняется не миллисекунды, как 110-й, а десятки и даже сотни секунд. «Такие вещества

уже доступны для химии, — говорит академик Оганесян. — А значит, мы возвращаемся к самому началу путешествия и теперь можем проверить, соблюдается ли для них Периодический закон Менделеева. Будет ли 112-й элемент аналогом ртути и кадмия, а 114-й — аналогом олова и свинца? Первые же химические эксперименты с изотопом 112-го элемента (коперниция) показали: видимо, будут. Ядра коперниция, вылетающие из мишени при бомбардировке, ученые направляли в длинную трубку, включающую 36 парных детекторов, частично покрытых золотом. Ртуть легко образует устойчивые интерметаллические соединения с золотом (это свойство используется в древней технике позолоты). Поэтому ртуть и близкие к ней атомы должны оседать на золотой поверхности первых же детекторов, а радон и атомы, близкие к благородным газам, могут добираться до конца трубки. Послушно следуя Периодическому закону, коперниций проявил себя родственником ртути. Но если ртуть стала первым известным жидким металлом, то коперниций, возможно, окажется первым газообразным: температура его кипения ниже комнатной. По словам Юрия Оганесяна, это только блеклое начало, и сверхтяжелые элементы с «острова Стабильности» откроют нам новую, яркую и необычную область химии. Но пока мы задержались у подножия острова стабильных элементов. Ожидается, что 120-й и следующие за ним ядра могут оказаться по-настоящему устойчивыми и будут существовать уже долгие годы, а то и миллионы лет, образуя стабильные соединения. Однако получить их с помощью того же кальция-48 уже невозможно: не существует достаточно долгоживущих элементов, которые могли бы, соединившись с этими ионами, дать ядра нужной массы. Попытки заменить ионы кальция-48 чем-нибудь более тяжелым пока тоже не принесли результата. Поэтому для новых поисков ученые-мореплаватели подняли голову и присмотрелись к небесам.

Какое научное значение может иметь открытие новых элементов. Что он изменит в наших представлениях о структуре ядра и химических свойствах элементов вообще?

С физической точки зрения эти результаты могут иметь значение для лучшего понимания ядерной структуры и ядерного взаимодействия. С 1960-х годов бурно обсуждался вопрос о существовании так называемых островов стабильности в районе зарядов ядер  $Z = 114$  и  $126$  как проявление оболочечной структуры ядер. Поэтому получение первых трансактиноидных элементов, которые имели гораздо больший период полураспада, чем предсказывалось старой «капельной» моделью строения ядра, было действительно принципиально важно. Сейчас в оболочечной модели никто не сомневается. Полученные результаты по новым элементам и новым изотопам позволяют уточнить существующие модели ядра и ядерных реакций. Хотя и не ожидается принципиально новых явлений, набор новых данных всегда полезен. Очевидно, что вершины острова стабильности существующими методами не достигнуть: просто нет таких комбинаций в ядерных реакциях — в получаемых изотопах не хватает нейтронов.

С химической точки зрения ситуация несколько иная. Здесь действительно можно ожидать принципиально новых явлений. Дело в так называемых «релятивистских эффектах». В атомах с большим зарядом ядра электроны приобретают релятивистские скорости, и обычное уравнение Шрёдингера, используемое для описания атомов, уже не работает. В частности, знакомые всем «гантельки» р-электронов в VII-периоде претерпевают изменения, и одна из них превращается в шар. В результате электронная структура атомов меняется. У новых элементов возможно значительное отклонение

химических свойств от экстраполированных по Периодической таблице и возникновение необычных химических свойств.

В отношении «релятивистских эффектов» существует много спекуляций, очевидно направленных на поднятие интереса к вопросу. Например, высказывалось предположение, что элемент 104 резерфордий (Rf) — формальный аналог титана, циркония и гафния — может оказаться р-элементом, по химическим свойствам близким к свинцу. Или, что элемент 114 флеровий (Fl) — аналог свинца — может оказаться инертным газом. На самом деле при аккуратном рассмотрении выясняется, что, хотя атом Rf и имеет необычную конфигурацию внешней электронной оболочки ( $ds^2p$ ), по своим химическим свойствам это типичный d-элемент, аналог гафния. А Fl, обладая повышенной летучестью (как это следует и из любых экстраполяций), в конденсированном состоянии остается типичным металлом. Вообще, абсолютно некорректно любое отклонение от экстраполяции по Периодической системе приписывать «релятивистским эффектам»: оно может быть обусловлено совершенно другими причинами, например межконфигурационным взаимодействием.

Так или иначе, исследование релятивистских эффектов позволяет лучше понять и химические свойства давно известных и повсеместно применяемых элементов. Также это позволяет лучше разобраться в том, каким образом электронное строение атомов и молекул, которое можно рассчитать, определяет их конкретные химические свойства. Это до сих пор является далеко не до конца решенным вопросом.

Дальнейшее продвижение по Периодической таблице может привести к образованию совсем новой группы элементов — g-элементов (начиная с элемента 121) с интересными свойствами. Все эти вопросы еще ждут подробного исследования.

Однако приходится отметить, что в последних открытиях исследования химических свойств новых элементов вообще не фигурируют (химически выделялся лишь продукт распада элемента 115 — элемент 105, Db, чтобы подтвердить конец цепочки распада). Но такое исследование трудно было провести ввиду низкого выхода и коротких периодов полураспада полученных изотопов. Тем не менее, это возможно, хотя требует нового подхода к постановке химических экспериментов.

Открытие новых элементов дает еще один пример того, что значительные достижения российских ученых возможны в тесной коллаборации с учеными из США, Германии и других развитых стран. Именно такие работы и поднимают престиж нашей науки

Для чего нужны трансурановые элементы? Нептуний используется для получения плутония. Теоретически может служить топливом для ядерных реакторов нового поколения, работающих на быстрых нейтронах. Плутоний — в производстве ядерного оружия, ядерного топлива, атомной энергии, а также элементов питания в космических аппаратах. Именно плутониевая бомба была взорвана в 1945 году на полигоне Аламогордо в США во время первого в мире испытания ядерного оружия. Америций — для синтеза других сверхтяжёлых элементов и создания контрольно-измерительных приборов (в частности, для детекторов дыма). Теоретически мог бы стать топливом для ядерных реакторов на межпланетных космических кораблях. Кюрий — в некоторых областях ядерных технологий. Мог бы иметь и более широкое применение, но уж очень дорог. Берклий — для получения одного из изотопов калифорния. Калифорний — в

лучевой терапии для лечения опухолей и получения новых элементов: для синтеза 118-го мишень из калифорния-249 бомбардировали кальцием-48. Эйнштейний — для получения менделевия. Фермий — для синтеза дальнейших элементов. Остальные трансурановые элементы, начиная с менделевия, пока не нашли применения: жизнь их ядер слишком коротка.

Таким образом, к настоящему времени известно 26 трансурановых элементов с зарядовыми числами от  $Z = 93$  до  $Z = 118$ . Работы по синтезу трансурановых элементов продолжаются. Поэтому есть надежда, что в ближайшие годы будет открыт ряд элементов с  $Z > 118$ .

### **3. «Зеленая» химия и перспективы ее развития.**

#### **«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ТЕНДЕНЦИЯ ЕЁ РАЗВИТИЯ**

Адасюк Наталья Анатольевна,  
МОУ «Школа № 30 города Донецка»  
тел.: +380713529491  
e-mail: [natalandas2017@yandex.ru](mailto:natalandas2017@yandex.ru)

В современном обществе существует негативное отношение к химической промышленности. Не так недавно масштаб деятельности человека был таковым, что существенно не влиял на динамическое равновесие, но с ростом производства, эта деятельность стала представлять собой повышенную опасность. Например, из ряда стран, таких как Германия, Чехия, Польша и др., ветрами уносятся оксиды азота и серы и летят на территорию бывших стран Советского Союза; а также аварии на станциях, которые приводят к угрозе заражения рек.

Эти, да и другие факты дают все основания считать химию главной виновницей ухудшения условий жизни, многочисленных болезней, генетических изменений, разрушение генофонда. Если рассматривать ряд главных загрязнителей окружающей среды, то химическая промышленность занимает далеко не ведущие позиции. Первая шестёрка таких отраслей - энергетика, транспорт, металлургия, химия, пищевая промышленность, промышленность строительных.

Диапазон загрязнений человеком столь велик, что Генеральный директор ЮНЕП (Организация Объединенных Наций по окружающей среде) Толба заявил: «Все организмы вызывают изменения в своем окружении, но только люди обладают достаточной мощностью, чтобы стереть с лица Земли все живое, а также уничтожить и само окружение, от которого они зависят». Как ни парадоксально, но одним из главных спасителей человечества является один из главных загрязнителей - химия.

Еще Д.И. Менделеев считал, что в химии нет отходов, а есть неиспользованное сырье. Прогресс химии заставляет вводить отходы процесса производства и потребления обратно в кругооборот процесса воспроизводства. Уникальность химии состоит в том, что она в отличие от подавляющего большинства других отраслей промышленности, не

только старается максимально обезвредить, но и превратить отходы в полезные обществу продукты (Инновационные образовательные программы в области химии. Научно-образовательный центр. «Химия в интересах устойчивого развития – зеленая химия»//В.В.Лунин и др. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 117 с.).

Чуть более 30 лет назад появилось понятие "зеленая химия". Зеленая химия это другой подход к химии. Он предполагает переход от переработки загрязнений к созданию иных химических процессов производства. То есть, меняется не только технология, но уменьшается и число стадий производства, что влечет за собой уменьшение используемой энергии, что положительно должно сказаться и на экономике, и на экологии. Планируется полностью отказаться от использования вредных веществ и создания идеального процесса для получения нужного вещества, который будет безвредным на всех стадиях производства.

Наиболее значимым учебником по Зеленой химии считается учебник "Зеленая химия: теория и практика", написанный П. Т. Анастасом и Дж. С. Уорнером. Они первые изложили принципы Зеленой химии в своем учебнике (П.Анастас и Дж.Уорнер «Зеленая химия: Теория и практика», 1998) .

#### **12 принципов зеленой химии:**

1. Опережение. Легче не допускать формирования отходов, чем перерабатывать их или утилизировать.

2. Бережливость ресурсов. Синтез должен проводиться так, что бы наибольшее количество исходных веществ входили в состав конечного продукта.

3. Минимальная угроза опасности. Для синтеза следует использовать вещества, которые малотоксичные, либо и вовсе нетоксичные, соответственно и на выходе должны получаться такие же продукты.

4. Целевой продукт. Выбор надает на тот целевой продукт, который обладает достаточно хорошими характеристиками и предельно низкой степенью токсичности.

5. Вспомогательные вещества. Использования вспомогательных реагентов (растворителей, экстрагентов и т.д.) в синтезе следует избегать, если это невозможно, то внедрять нетоксичные.

6. Анализ. Следует проводить анализ и экономический, и экологический, изучать динамику затрат энергетических и сводить их к минимуму. По возможности проводить процессы при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении.

7. Возобновляемое сырье. Всегда, когда существует возможность использования возобновляемого сырья, использовать только его.

8. Минимизирование. Необходимо уменьшать промежуточные производные стадии, поскольку они вызывают дополнительные отходы.

9. Использование каталитических процессов (с большой селективностью) лучше по отношению к стехиометрическим реакциям.

10. Биоразлагаемость. Желательно использовать такие химические продукты, чтобы после работы с ними, они разлагались на безопасные вещества.

11. Для устранения появления опасных отходов следует развивать аналитические методы, которые обеспечивают возможности мониторинга, и проверки в любой промежуток времени.

12. Используемые вещества следует подбирать так, чтобы возможность возгорания или взрыва были сведены к минимальным значениям.

На сегодняшний день, чем 70% предприятий включили в свою работу принципы зеленой химии, и с каждым годом вовлеченность предприятий будет расти. Это связано с тем, что конкуренция на рынке труда растет, следовательно, нужно улучшать технический процесс.

Важнейшими принципами зеленой химии для российских предприятий с точки зрения безопасного производства и ресурсосбережения стали: предотвращение взрывоопасных ситуаций, аварий; бережливость ресурсов; недопущение появления отходов.

С точки зрения экономики и экологии наиболее популярными оказались: биоразлагаемость; минимизирование затрат; использование нетоксичных вспомогательных веществ.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что эффективность производства возрастает в разы, если предприятие следует принципам зеленой химии и внедряет ее в свое производство. Повышается конкурентоспособность, улучшается его продукция, а также репутация предприятия, уменьшаются финансовые затраты, т.к. больше не нужны в захоронении шлама на полигонах. Внедрение зеленой химии дает преимущество по сравнению с традиционной химией. С точки зрения финансовой, экономической и экологической это очень выгодно! (Успехи в химии и химической технологии. Том XXXI. //Алферова Н.А., и др. «Зеленая химия и тенденция ее развития». 2017, № 15).

В последнее время термин "зелёная химия" набирает всё большую и большую популярность не только среди сторонников охраны окружающей среды, но и у обычных обывателей, рабочих, молодёжи. Это даёт надежду на то, что в будущем каждый человек будет задумываться о чистоте окружающей среды, нашего человеческого "дома", и внесёт свой вклад в коллективный труд, чтобы не нарушать баланса между современными технологиями и природой.

## **«ЗЕЛЁНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ**

Алёхова Екатерина Владимировна,  
МОУ «Специализированная школа с углубленным  
изучением иностранных языков № 115 города Донецка»

Использование технологий «зелёной химии», особенно в нашем регионе, в настоящее время приобретает всё большую актуальность. Во многих отраслях деятельности человека остро стоят вопросы, связанные с различными модернизациями устаревших технологий производства и внедрение в использование новых, инновационных технологий, которые максимально снизят негативное воздействие на природную окружающую среду.

Использование самых современных и передовых технологий, которые отвечают всем мировым стандартам безопасности и эффективности производства – это один из самых основных и важных показателей уровня развития государства, к которому необходимо стремиться.

Все производственные процессы, которые направлены на минимизацию негативного воздействия на природную окружающую среду, на использование экологически чистых технологий, играют ключевую роль. К сожалению, сейчас Донецкая Народная Республика по этим критериям отстает от ведущих стран Европы и Америки. На большинстве наших предприятий применяются устаревшие технологии и оборудование, которые были разработаны ещё в советский период. Это относится ко многим отраслям хозяйственной деятельности человека. Применение этих изживших себя технологий и оборудования приводит к тому, что производится неконкурентоспособная и неэффективная продукция, а также наносится негативное воздействие на здоровье населения, которое проживает на данной территории и на природную окружающую среду.

Важнейшими целями нашего развивающегося государства в области самосохранения и развития является обеспечение ряда задач, одной из которых является внедрение экологически эффективных инновационных технологий, которые принято называть «зелеными», а в частности «зеленой химии». Прежде всего большой интерес для нашего региона представляют ресурсосберегающие, безотходные технологии, технологии вторичной переработки отходов, которые должны предусматривать использование современного природоохранного оборудования.

В современном мире не существует отдельных понятий «человек» и «природа». Человек – это составная часть природы, а природа, в свою очередь, социализирована. Отсюда мы можем сделать вывод, что меры по сохранению и улучшению состояния природной окружающей среды является необходимым компонентом мер развития современного человечества.

В наше время экологический фактор является ограничивающим фактором модернизации хозяйственной деятельности человека, его инфраструктуры, потому что всякое превышение воздействия на локальные экосистемы и биосферу в целом возвращается бумерангом человечеству в форме сокращения рождаемости населения, роста заболеваемости и смертности и других негативных последствий. Можно смело сказать, что природа не нуждается в модернизации, она нуждается в заботе и бережном отношении к ней. Для этого необходимо, прежде всего изменить отношение человека к природе. Прежде всего необходимо модернизировать наше сознание и мировосприятие. Только после этого, возможны изменения во всех сферах нашей жизни. Например, в докладах ООН приводятся такие данные, что «зелёная химия», как неотъемлемая часть экономики, может позволить увеличить благосостояние населения, а также снизить риски негативного влияния на природную окружающую среду. Таким образом, современные технологии «зеленой химии» могут сыграть основополагающую роль в процессе экологической трансформации общества и хозяйственной деятельности, как всего человечества, так и нашей республики.

«Зелёная химия» как научное направление возникло в 90-х годах 20 века и довольно быстро нашло сторонников среди научных деятелей-химиков во всем мире. Разработка новых схем химических реакций и процессов в химических лабораториях всего мира призывают кардинально сократить влияние на окружающую природную среду крупных химических производств. при использовании агрессивных сред в химическом производстве влекут за собой неизбежные химические риски, не смотря на то, что производственники пытаются уменьшить их, посредством ограничения контактов

работников химической промышленности с вредными для здоровья человека веществами. Что же представляет собой «зелёная химия»? За прошедшие несколько десятков лет химики осознали, что воздействие химических производств в его нынешнем виде не имеет право на существование. В человеческом обществе возникло такое понятие как хемофобия- негативное отношение, как к химии в целом, так и к ее всевозможным проявлениям. Это явление частично может быть оправдано, так как выбросы в атмосферу химических заводов, ядовитые выхлопные газы автотранспорта, низкокачественные синтетические пищевые добавки, отравление водоемов загрязнёнными сточными водами промышленного и бытового характера, различные техногенные катастрофы – все эти факторы и вызывают такие резко негативные эмоции. На основании всего этого можно сделать вывод, что прогресс в химической промышленности несет как положительные, так и отрицательные последствия – огромную нагрузку на природную окружающую среду и низкую безопасность для природы и человека. Вследствие этого, появилась глобальная стратегическая цель – превратить все химическое производство в производство будущего, где в первую очередь учитывается экологический аспект. Сформировалось новое понятие, которое и назвали «зелёная химия».

К «зелёной химии» можно отнести как любое усовершенствование химических процессов, которое будет положительно сказываться на природной окружающей среде, так и различные инновационные подходы к химии, которые рассматриваются не только с точки зрения получения прибыли, а в первую очередь как гуманного отношения к природе и ее богатствам. На данный момент химики глубоко прониклись концепцией устойчивого развития, согласно которой удовлетворение потребностей нынешнего поколения не должно подвергать опасности будущие поколения. На основе этой концепции научные деятели разработали следующие принципы «зелёной химии»:

- лучше предотвратить потери, чем перерабатывать остатки;
- методы синтеза необходимо выбирать таким образом, чтобы все материалы, которые используются в процессе, были по максимуму превращены в конечный продукт;
- методы синтеза необходимо выбирать так, чтобы вещества, которые используются в производстве и синтезируемые вещества, несли как можно меньший вред для человека и окружающей природной среды;
- создавая новые химические продукты, необходимо сохранять эффективность производства, но при этом стремиться к максимальному уменьшению негативного воздействия;
- стремление отказаться от вспомогательных веществ в производстве, таких опасных, как растворители и разделяющие агенты, в случаи невозможности отказаться от таких веществ, свести до минимума опасность использования;
- обязательно необходимо учитывать использование энергетических затрат на производство, их влияние на природную окружающую среду и себестоимость продукта;
- синтез веществ следует производить при температуре близкой к температуре окружающей среды и атмосферному давлению;
- исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно;
- по возможности следует избегать промежуточных продуктов;

- всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам (по возможности наиболее селективным);
- химический продукт должен быть таким, чтобы после использования он не оставался в окружающей природной среде, а разлагался на безопасные продукты;
- необходимо развивать аналитические методики, чтобы была возможность следить за образованием опасных продуктов в реальном времени и их последующем воздействии;
- формы веществ, которые используются в химических процессах, необходимо выбирать так, чтобы риск химической опасности, пожаров и взрывов, утечки был минимальным.

Какими же способами возможно реализовать все вышеизложенные принципы?

Химики выделяют три основных способа реализации основных принципов «зелёной химии»:

- поиск новых путей синтеза;
- разработка методов синтеза на основе таких возобновляемых реагентов, которые не требуют использование нефти и природного газа;
- замена традиционных органических растворителей, которые используются в технологических процессах.

На основании различных данных, представленных в разнообразных научных работах и проектах ученых химиков, можно сказать, что «зелёная химия» - это одна из ветвей науки будущего. Пути, по которым уже в данное время движется наука, можно разделить на такие направления, как:

- новые пути синтеза (каталитические реакции);
- возобновляемые исходные реагенты (использование реагентов не из нефти и природного газа);
- замена традиционных органических растворителей.

Одним из перспективных вопросов в «зелёной химии» является вопрос использования микробов – самых многочисленных организмов на нашей планете. Их существует миллионы видов, которые заселяют все среды жизни на планете. Они выполняют большую работу для всей биосферы. Микробы выполняют важную роль санитаров, которые приводят в порядок нашу планету и даже внутреннюю среду человека. Они прекрасно справляются с этой задачей, так как способны тонко чувствовать различные вещества. Микробы регулируют количество тех или иных веществ, так как избыток их превращают в свою пищу, при этом используют энергию этих веществ во благо (процесс синтеза и распада органических веществ, круговорот азота и углерода - важнейших элементов органического мира).

Перспективное направление «зеленой химии» — ферментация промышленных газов с целью получения полупродуктов синтеза этанола, ацетона, бутанола и др. Некоторые зарубежные компании успешно занимаются разработкой процессов ферментации CO в топливо и химические продукты. Бактерии модифицированы с целью селективного производства бутанола, ацетона, изопропанола и янтарной кислоты из газов. Успешно проведены испытания пилотной установки получения этанола мощностью 15 тысяч галлонов в год. Сырьем являлись газовые выбросы металлургического завода, в состав которых входит оксид углерода. Следующий этап в развитии процессов переработки

отходящих газов — применение в качестве сырья диоксида углерода, который является источником углерода. Как источник энергии для синтеза используют водород.

Сегодня биоэтанол — реально используемое топливо. Для получения этанола из непищевого сырья, например из водорослей, необходима значительно меньшая территория. Сегодня производство биоэтанола уже рентабельнее производства этилового спирта гидратацией этилена. Последний процесс мало где в мире используется. Такая схема позволит значительно потеснить нефть в качестве основного сырья для нефтехимической промышленности и перейти к возобновляемым сырьевым источникам. Крайне востребованное соединение — изобутен, которое используют в производстве каучуков, также можно получать из этанола. Есть катализаторы, позволяющие получать из диметилового эфира и метанола триптан — высокоэнергетическое соединение, которое можно использовать как эффективную топливную добавку.

Установлено, что в условиях длительного нагревания в атмосфере восстановителя алюмоплатинового катализатора из платины и алюминия образуются наноразмерные частицы интерметаллида. В качестве восстановителя можно использовать спирт или водород. Получение наноразмерных интерметаллидов открывает новые возможности. Превращение спирта в алкан с углеродным скелетом, насчитывающим, по крайней мере, удвоенное число атомов углерода по сравнению с углеводородной цепью исходного спирта идет значительно активнее.

Алюмоплатиновые нанокатализаторы позволяют осуществлять реакции превращения этанола в компоненты топлива, и не только этанола. Так, смеси этанола с другими спиртами, смесь этанола и циклопентанола, этанола и глицерина — все это можно превратить в моторные топлива. Причем в зависимости от условий можно получать разные виды топлива — от дизельного до бензинового. На катализаторе ZSM-5 (на основе оксидов кремния и алюминия), конверсия липидов в ароматические соединения составляет 100 %, процесс протекает с низким газовыделением. Липиды производятся микроводорослями, которые постепенно становятся реальным сырьем для большой химии.

Сегодня разработаны катализаторы для конверсии биогаза, содержащего метан и углекислоту, в синтез-газ, который является основным сырьем для многих химических технологий. Таким образом, из двух вредных для окружающей среды газов получаются газы, которые можно непосредственно подавать в процесс Фишера-Тропша.

«Зеленая химия» сегодня ещё пребывает в процессе развития, можно сказать это очень молодая отрасль, но это не уменьшает ее положительного эффекта. Многие промышленные страны идут по пути совместного развития нефтехимии и «зеленой химии». Так создаются так называемые биогибридные кластеры — строительные блоки будущей экономики развивающихся стран. Ученым и технологам, работающим в сфере «зеленой химии», предстоит еще немало сделать для того, чтобы отрасль успешно перешагнула на новый уровень развития. Однако никто не сомневается, что это станет реальностью в свете принятого постоянно развивающегося экологического образования как во всем мире, так и в нашей развивающейся республике. По мнению научных специалистов, Европа со временем будет зависеть от импорта не природного газа, а возобновляемых ресурсов углерода из разных точек планеты.

## «ЗЕЛЁНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ

Быкова Ольга Александровна,  
 МОУ «Школа №89 города Донецка»  
 тел.+380713485504  
 e-mail :olia.bikova2015@yandex.ru

*«В химии нет отходов, а есть использованное сырьё.»*

Д.И.Менделеев

Сложившийся образ химии как науки, приносящей неисчислимые бедствия человечеству и разрушающей природу, к сожалению, имеет под собой определенные основания. Проблемы чистоты воздуха, воды и сохранения природы -- насущные проблемы человечества, а для жителей городов и мегаполисов эти проблемы возрастают многократно. Коптящие заводские трубы, факелы, «лисьи хвосты», выбросы ТЭЦ и автомобилей -- это все из нашей реальной жизни. Человечество, через два столетия развития современной химии и через сто лет промышленного ее применения, пришло к той незримой черте, когда очевидны стали две истины: 1) без химии (читайте: без новых материалов, эффективных лекарств, средств защиты растений, список можно продолжать до конца страницы) человек не может обойтись и 2) химическое производство в современном виде дальше существовать не должно. Что-то должно быть сделано, чтобы превратить химию и химическую промышленность из монстра, которым пугают депутатов парламентов и маленьких детей, в отрасль с человеческим лицом. Однако, чем была бы наша жизнь без химии? Смогло ли без нее выжить человечество, развиваться цивилизация?

Ответы на эти вопросы ясны: без современных материалов, красителей, средств защиты растений, лекарств это было бы невозможно. Так появилась «зеленая» химия (в английском варианте -- «green chemistry»)

Чтобы сделать химию «зеленой», нужны новые технологии, новые материалы, новые энергоносители, так что разработки ученых-специалистов в области «зеленой» химии исключительно востребованы в настоящее время.

«Зеленая» химия - это не раздел химии, а новый способ мышления в химии. В общем, это и не только химия, хотя без глубоких знаний химии и химической технологии здесь не обойтись. Многие ошибочно считают, что «зеленая» химия и экология - это одно и то же. Напротив, конечная цель «зеленой» химии -- свести на нет усилия экологов по удалению тех вредных выбросов, которые являются основной проблемой практически всех химических (и не только химических) производств. Если экологи пытаются обезвредить последствия, создаваемые химией, то задача «зеленой химии» - обеспечить такие производства, в которых такие последствия вообще отсутствуют. Пути, по которым уже сейчас движется зелёная химия, можно сгруппировать в три большие направления:

- 1) новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора);
- 2) возобновляемые исходные реагенты (то есть полученные не из нефти);
- 3) замена традиционных органических растворителей.

«Зеленая» химия - это новая философия химии, новый язык, помогающий взглянуть на химическую отрасль не с позиций утилитарных (получение прибыли, производство продуктов, которые имеют спрос), хотя это тоже важно, но и с позиций гуманитарных. В

этом смысле, принципы «зеленой» химии все чаще обсуждаются в контексте концепции устойчивого развития. В последнее время прорабатываются вопросы, связанные с «устойчивостью», долговременностью технологий и процессов, даже продуктов. Основные положения концепции устойчивого развития базируются на простой и очевидной идее, высказанной Брундтландом: удовлетворение потребностей нынешнего поколения должно осуществляться таким образом, чтобы не ограничивать и не подвергать опасности возможности удовлетворения потребностей будущих поколений. В противном случае, нынешнее поколение, т.е. мы с вами, уподобимся Хроносу, который пожирал своих детей.

Что касается связи «зеленой» химии и устойчивости развития действительно, концепция устойчивого развития включает в список основных вопросов, которые должно будет решать человечество, следующие:

- рост народонаселения;
- источники энергии и новые топлива;
- пища, включая питьевую воду;
- истощение ресурсов;
- глобальные климатические изменения;
- проблема загрязнения воздуха, воды (мировой океан, моря, озера, реки, подземные источники) и почвы;
- проблема ограничения производства и потребления токсических и вредных продуктов.

Из этого списка видно, что только проблема регулирования народонаселения остается в стороне от химии, хотя уровень жизни и здоровье населения, проблемы детства и старости так или иначе связаны с химией. Как не вспомнить Михайло Васильевича Ломоносова: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие». Так, поиск новых источников энергии, энергоносителей и топлив уже давно находится в центре внимания химии (переработка природного газа, особенно в жидкие продукты, диметиловый эфир как альтернатива дизельному топливу, фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии, наконец, водородная энергетика). Проблемами питания и пищи химики занимаются с незапамятных времен, вспомним гидрогенизацию жиров, синтетические витамины, биологически активные добавки и синтетическую пищу, а проблема создания и потребления генетически модифицированных продуктов до сих пор не сходит с первых страниц газет и новостных программ. Глобальные изменения климата также, по сути, связаны с физико-химическими процессами, и научиться управлять этими процессами -- ближайшая цель ученых. Ничего, кроме химии, не работает, когда стоят задачи очистки воздуха, воды или почвы от летучих и растворенных органических и неорганических веществ. Наконец, поиск новых безвредных (по меньшей мере, для человека, а по большей мере, для значительной части окружающей природы) средств защиты растений, стимуляторов роста и т.д. - это ли не задача химии?

Зеленая химия возникла после издания в США Акта о предотвращении загрязнений, хотя к ранним предпосылкам ее возникновения можно отнести движение, направленное на ресурсо- и энергосбережение, которое было популярным в СССР и других странах с момента развития промышленности.

ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ - ПОИСК БЕЗОПАСНЫХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ХИМИИ И ЭКОЛОГИИ СПОСОБОВ деятельности общества во всех аспектах - начиная от процессов производства и способов использования энергоресурсов до способов выполнения ежедневной домашней работы. Химики и обычные люди, которые следуют принципам Зеленой химии, нацелены на то, чтобы меньше использовать или вообще не использовать и не создавать опасных веществ и продуктов, а также процессов, в которых образуются такие вещества. Таким образом, они предотвращают воздействие отходов и опасных веществ самым надежным способом - не допускают их образования.

Когда-нибудь в будущем вся химия станет зеленой. Но пока необходимы усилия общества и специалистов, направленные на то, чтобы сделать наш мир более зеленым местом. В США эту работу возглавляет Институт Зеленой химии Американского химического общества. В России такие усилия осуществляются в ряде общественных организаций, в Научно-образовательном центре МГУ имени М.В.Ломоносова "Зеленая химия - химия в интересах устойчивого развития" и в Институте устойчивого развития РХТУ им. Д.И. Менделеева.

12 принципов Зеленой химии впервые были разработаны специалистами, работающими в промышленности, Полом Анастасом и Джоном С.Уорнером. Эти принципы создали основу, в соответствии с которой химики должны разрабатывать новые, "зеленые" материалы, продукты, процессы и системы. Принципы служат каркасом для инновационных решений, разработанных в последнее десятилетие.

Е. С. Локтева, В. В. Лунин добавили 13-ый принцип 13. Если вы делаете все так, как привыкли, то и получите то, что обычно получаете.

Критерии ЗХ: Е-фактор и Атомная эффективность (Метрика зеленой химии по Роджеру Артуру Шелдону):

1. Е-фактор – это отношение массы всех получившихся в реакции побочных продуктов к массе целевого продукта. Самый низкий Е-фактор у нефтепродуктов – 0,1, а самый высокий у лекарств - 25-100 и более.
2. Атомная эффективность – отношение молярной массы целевого продукта к сумме молярных масс всех остальных продуктов в стехиометрическом уравнении. Чем ближе атомная эффективность к 100%, тем более зеленой является данная реакция. Естественно, процесс в одну стадию  $A + B = C$  (например, полимеризация этилена) гораздо эффективнее, чем  $A + B = C$  (нужный продукт) +  $D$  (побочный продукт). Идею атомной эффективности Р. Шелдон выражал через Е-фактор, который показывает количество потерь на килограмм продукта.

Направления Зелёной химии:

- 1) новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора);
- 2) возобновляемые исходные реагенты (то есть полученные не из нефти);
- 3) замена традиционных органических растворителей.

Катализаторы, особенно нанокатализаторы, дают высокую атомную эффективность, поскольку не приводят к образованию солей в качестве побочных продуктов. Характерным примером возобновляемого сырья служит биотопливо. Сверхкритический  $CO_2$  ( $scCO_2$ ) имеет почти такую же растворяющую способность, как гексан.

Американское агентство по защите окружающей среды (EPA) ежегодно спонсирует президентские награды за прорывные достижения в Зеленой химии. Можно перечислить несколько ярких примеров достижений, за которые в последние годы вручалась эта награда. Они показывают, как эффективное применение принципов Зеленой химии исследователями, представителями малого бизнеса и крупных корпораций позволило решить некоторые из неотложных задач сохранения окружающей среды.

Профессор Кшиштоф Матышевски разработал безопасные растворители и вещества. При производстве важных полимеров - например, смазок, клеев и покрытий - часто требуется использование опасных химикатов. Профессор Кшиштоф Матышевски из Carnegie Mellon University разработал альтернативный процесс получения полимеров "Радикальная полимеризация с атомным переносом". В процессе применяют экологически безопасные химические вещества, например, аскорбиновую кислоту (витамин С) в качестве восстановителя, для процесса требуется меньшее количество катализатора.

Фирмы Procter & Gamble и Cook Composites and Polymers совместно разработали новые краски. Обычные алкидные краски на основе нефти обеспечивают получение долговечного глянцевого покрытия. На них существует большой спрос в архитектуре, промышленности, при получении изделий из металла, например, сельскохозяйственных орудий и конструкций. Однако при производстве этих красок применяют опасные органические растворители. Названные фирмы разработали инновационную краску Chempol® MPS, в которой в качестве растворителя применяли масло Sefose® на основе биологических продуктов - сахара и растительного масла. Это позволяет получить алкидные краски с очень хорошими потребительскими свойствами при использовании вдвое сниженного количества растворителей.

Фирма Virent Energy Systems, Inc. разработала каталитический способ Virent's BioForming® производства бензина, дизельного или реактивного топлива на основе возобновляемого сырья - сахара, крахмала или целлюлозы растений. В этом способе большую часть энергии, требуемой для проведения процесса, получают также из биомассы, нужна лишь незначительная добавка энергии, полученной из других источников. Важным достоинством процесса является его гибкость - целевой продукт можно изменять в зависимости от потребностей рынка.

При производстве косметики и других средств персонального ухода используют сложные эфиры. Обычно их получают с помощью жестких химических методов, в которых в качестве реагентов применяют сильные кислоты и опасные растворители, а также требуются значительные затраты энергии. Фирма Eastman Chemical Company разработала новый способ, с применением иммобилизованных ферментов, который позволяет избежать и избыточных затрат энергии, и опасных реагентов, - сильных кислот и органических растворителей. Этот щадящий способ позволяет получать сложные эфиры, которые невозможно было получить ранее, из природного материала.

Биотехнологические процессы. Бактерии фирмы Lanza Tech успешно модифицированы с целью селективного производства бутанола, ацетона, изопропанола и янтарной кислоты из газов. Ферментация CO в топлива и химические продукты представляется эффективным технологическим решением утилизации оксида углерода с целью производства биотоплив. Поглощение и конверсия диоксида углерода в топлива также возможны при непрерывной ферментации.

Лекарственных препаратов выпускается в мире более 200 тыс. Из потребление исчисляется миллионами тонн. В США, например, только аспирин принимают 20-30 тонн в день (10 тыс. т. в год). Затем они через канализацию попадают в водоемы. Поэтому лекарственные препараты являются значительным источником загрязнения окружающей среды. Для предотвращения экологической катастрофы необходимо применить принципы зеленой химии при производстве и использовании лекарственных и гигиенических средства . Лекарство виагра. Первоначально для его производства тратили тысячу триста литров растворителя на каждый килограмм готового продукта. Теперь, используя принципы зелёной химии, — 6,3 литра. Конечно, для компании, которая производит препарат, это очень выгодно, потому что тонна растворителя гораздо дороже, а потом его надо ещё и утилизировать, что тоже очень затратно. Так что обычно зелёная химия экономически довольно привлекательна. Правда, идеальной технологии, которая бы позволяла сделать все процессы экологически чистыми, пока не существует. Мы, зелёные химики, должны её найти. В России, идеи зелёной химии активно продвигает академик Валерий Васильевич Лунин, декан химического факультета МГУ. Я надеюсь, что в конце концов всё химическое производство станет зелёным, пусть и не завтра. Ведь это же в принципе глупо — заниматься утилизацией тонн отходов, если можно изначально сделать так, чтобы их не было.

Сверхкритический  $\text{CO}_2$  ( $\text{scCO}_2$ ) имеет почти такую же растворяющую способность, как гексан, и это его свойство используется в пищевой промышленности. Например, кофеин из зёрен зелёного кофе извлекают именно с помощью  $\text{scCO}_2$ , причём в огромных масштабах. Углекислый газ экстрагирует только кофеин, оставляя все ароматные компоненты и не оставляя после себя никакого вредного следа, в отличие от своих органических „коллег“. Подобную технологию также используют для экстракции хмеля при производстве пива, никотина из табака, а также различных ароматических веществ в парфюмерной промышленности.

Сейчас заметно возросли усилия исследователей по замене органических растворителей на  $\text{scCO}_2$  и в других промышленных процессах. Причём не только химических, но и чисто технических, например таких, как очистка машинных деталей от масла. Однако многие органические растворители, хоть и с потерями, можно очищать и использовать повторно. Какой же резон промышленникам переключаться на сверхкритические растворители? К счастью, для них есть не только кнут, но и пряник. Использование традиционных растворителей становится всё более дорогим, а реакции в  $\text{scCO}_2$  не только экологически чисты, но зачастую и более эффективны. Например, фирма „Дюпон“ в ближайшем будущем собирается внедрить технологию производства фторполимеров, предполагающую использование сверхкритического  $\text{CO}_2$ . Новая технология позволит лучше контролировать физические свойства фторполимера и его химический состав.

Анастас, Уорен - один из основоположников ЗХ, сказал: "Лучшие химики мира занимаются «зеленой» химией, потому что «зеленая» химия – это просто часть занятий хорошей химией».

**«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

Ильина Наталья Александровна,  
МОУ «Гимназия № 92 города Донецка»  
тел. 0714039025  
e-mail: [mirumir9215@gmail.com](mailto:mirumir9215@gmail.com)

Сложившийся образ химии как науки, приносящей неисчислимые бедствия человечеству и разрушающей природу, к сожалению, имеет под собой определенные основания. Проблемы чистоты воздуха, воды и сохранения природы - насущные проблемы человечества, а для жителей городов и мегаполисов эти проблемы возрастают многократно. Коптящие заводские трубы, факелы, «лисьи хвосты», выбросы ТЭЦ и автомобилей - это все из нашей реальной жизни. Человечество, через два столетия развития современной химии и через сто лет промышленного ее применения, пришло к той незримой черте, когда очевидны стали две истины: 1) без химии (а значит: без новых материалов, эффективных лекарств, средств защиты растений и т.д.) человек обойтись не может и 2) химическое производство в современном виде существовать дальше не должно. Что-то должно быть сделано, чтобы превратить химию и химическую промышленность из монстра в отрасль, стоящую на службе человеку. Однако, чем была бы наша жизнь без химии? Смогло ли без нее выжить человечество, развиваться цивилизация? Ответы на эти вопросы ясны: без современных материалов, красителей, средств защиты растений, лекарств это было бы невозможно. Так появилась «зеленая» химия (в английском варианте - «green chemistry»)

Что такое «зеленая» химия?

«Зеленая» химия - научное направление в химии. «Зеленая» химия - это не раздел химии, а новый способ мышления в химии. К данному направлению можно отнести любое улучшение химических процессов, оказывающее позитивное влияние на окружающую среду. Эта тенденция в науке началась с 90-х годов XX - го века. За небольшой период времени было немало сторонников, они поддерживали между собой связи и продолжали развивать данное направление в науке. Актуальные графические схемы реакций и процессов, разработанные в лабораториях по всему свету, уменьшают губительное влияние на внешнюю среду при крупномасштабном производстве. Во время эксплуатации в агрессивной среде существует химическая опасность. Исполнительная структура предприятий снижает риск, ограничивая контакт работников с химическими веществами. Члены научного химического общества осознали, что химическая промышленность, которая существует в данный момент времени, не имеет права на дальнейшую жизнь. Это направление должно быть улучшено в короткие сроки. Учитывая, что первое движение хемофобии начинается в обществе - это негативное отношение к проявлению химии в повседневной жизни. Отрицательное отношение людей к химическому производству оправдывается немногими моментами, которые каждый из нас наблюдал не раз в своей жизни. Копченые трубопроводы химических заводов, ядовитые выхлопные газы, некачественные пищевые добавки, систематические выбросы химического мусора в водоемы и последующее загрязнение, техногенные катастрофы и т. д. Если, подвести итоги, то человек уничтожает себя и делает это сознательно и

систематически. Мы видим, что данный вид продукции имеет как положительные, так и отрицательные стороны - нагрузку на внешнюю среду и низкую безопасность природы, животных и человека. Основанная на статистических данных, глобальная стратегическая цель была создана. Она заключается в преобразовании химической промышленности в более благоприятную.

Этот метод сформировал новый алгоритм мышления, который назвали «зеленой» химией. Многие ошибочно считают, что «зеленая» химия и экология - это одно и то же. Напротив, конечная цель «зеленой» химии - свести на нет усилия экологов по удалению тех вредных выбросов, которые являются основной проблемой практически всех химических (и не только химических) производств. Если экологи пытаются обезвредить последствия, создаваемые химией, то задача «зеленой» химии - обеспечить такие производства, в которых такие последствия вообще отсутствуют. Пути, по которым уже сейчас движется «зелёная» химия, можно сгруппировать в три больших направления:

- 1) новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора);
- 2) возобновляемые исходные реагенты (то есть полученные не из нефти);
- 3) замена традиционных органических растворителей.

«Зеленая» химия - это новая философия химии, новый язык. «Зеленая» химия - фокусированная отрасль промышленности. Продукция этой промышленности не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, она принадлежит к «зеленой» химии. Если мы рассматриваем в широком формате, «зеленая» химия – это новая технология с инновационным подходом к целому процессу производства. Мы рассматриваем не только утилитарные, но и гуманитарные позиции человеческой необходимости, которые в этом аспекте считаются базовыми. Ученые XX-го века считали, что конечная цель химической промышленности - достойные прибыли. В XXI-м веке профессора, кандидаты наук и многие другие известные деятели в области химии следовали совершенно новой и актуальной концепции устойчивого развития. Это включает в себя удовлетворение потребностей современного общества без нанесения ущерба. Простая и очевидная идея, на которой базируются основные положения концепции устойчивого развития, высказанной Брундтландом: удовлетворение потребностей нынешнего поколения должно осуществляться таким образом, чтобы не ограничивать и не подвергать опасности возможности удовлетворения потребностей будущих поколений. Концепция устойчивого развития стала основой для создания двенадцати правил «зеленой» химии.

#### *Перспективы развития «зеленой» химии.*

«Зеленая» химия в лучшем воплощении - это уникальный своего рода вид искусства, который позволяет получать необходимый химический продукт и делает это аккуратно, чтобы не нанести вреда внешней среде. Пользуясь этим методом, затраты производства снижаются за счет исключения нескольких этапов производственного процесса. Эти этапы включают удаление вредных остатков, использованных растворителей и других отходов, потому что они не образуются. Сокращение этих этапов - прямой путь к экономичному использованию энергии, что оказывает положительное влияние, как на внешнюю среду, так и на финансовую оценку. Исследования, проведенные в области «зеленой» химии, являются полезными в науке. Резкое изменение традиционных способов получения конечного химического продукта открывает новые возможности, что идет на

пользу науке в целом. С точки зрения химика, к «зеленой» химии, можно отнести все усовершенствования химических процессов, которые дают положительный эффект на окружающую среду.

Следует отметить, в заключение, что вопросам изучения «green chemistry» уделяется огромное внимание: в России, Европе и США школьники получают представление об этом предмете с 6-летнего возраста, в Интернете имеются специальные обучающие сайты для школьников. В последние 5-10 лет регулярно проводятся конференции и симпозиумы, посвященные «зеленой» химии и проблемам устойчивого развития, имеющим прямое отношение к химии, существуют специальные премии, например, Королевского химического общества, за заслуги в этой области и специальные журналы. Есть шутка: «Если зеленое и извивается - то это биология, если с резким запахом - то химия, а если не срабатывает - то физика». В мире все меняется, и теперь зеленое может вполне оказаться и химией, если приложить к этому усилия, а главное интеллект. В конечном счете, все зависит от химиков.

### ТРИНАДЦАТЬ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛеноЙ» ХИМИИ

Кольчугина Алена Владимировна,  
МОУ «Школа № 85 города Донецка»  
Тел. 0713372699  
[labunskaya@gmail.com](mailto:labunskaya@gmail.com)

«Зеленая» химия является принципиально новым инновационным подходом к сокращению либо полному отказу от использования токсических опасных химических веществ. Это усовершенствование химических процессов, которые положительно влияют на окружающую среду. Данное научное направление возникло в конце прошлого столетия.

В основе «зеленой» химии лежит решение экологических проблем посредством использования чистых и минимально загрязняющих промышленных процессов. Подразумевается, что производители полностью берут ответственность за производимые продукты.

У многих возникает вопрос: «Зачем нам нужна зеленая химия?».

- ✓ Мы не владем полной информацией о химических веществах, в том числе и о продуктах, также о возможных негативных последствиях, вызываемых ими
- ✓ Нет необходимости обычным людям знать о всех химических веществах. Должны быть определенные подходы для контроля поступающих потребителям продуктов.
- ✓ Зеленая химия является рычагом управления охраны окружающей среды. Именно она поможет сохранить среду для будущих поколений.

Концепция зеленой химии основывается на:

- Сохранении окружающей среды
- Устойчивом развитии
- Нанотехнологиях
- Качестве жизни
- Благополучии людей

Двенадцать принципов зеленой химии были сформулированы в 1998 году П. Т. Анастасом и Дж. С. Уорнером в своей книге «Зеленая химия: теория и практика». Ими сейчас руководствуются все исследователи, работающие в данной области:

1. Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать и чистить остатки;
2. Методы синтеза надо выбирать таким образом, чтобы все материалы, использованные в процессе, были максимально переведены в конечный продукт;
3. Методы синтеза по возможности следует выбирать так, чтобы используемые и синтезируемые вещества были как можно менее вредными для человека и окружающей среды;
4. Создавая новые химические продукты, надо стараться сохранить эффективность работы, достигнутую ранее, при этом токсичность должна уменьшаться;
5. Вспомогательные вещества при производстве, такие, как растворители или разделяющие агенты, лучше не использовать совсем, а если это невозможно, их использование должно быть безвредным;
6. Обязательно следует учитывать энергетические затраты и их влияние на окружающую среду и стоимость продукта. Синтез по возможности надо проводить при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и при атмосферном давлении;
7. Исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно;
8. Где возможно, надо избегать получения промежуточных продуктов (блокирующих групп, присоединение и снятие защиты и т. д.);
9. Всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам (по возможности наиболее селективным);
10. Химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты;
11. Нужно развивать аналитические методики, чтобы можно было следить в реальном времени за образованием опасных продуктов;
12. Вещества и формы веществ, используемые в химических процессах, нужно выбирать таким образом, чтобы риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными.

Вскоре, Е. С. Локтева и В. В. Лунин добавили к этому списку дополнительный тринадцатый принцип - Если вы делаете все так, как привыкли, то и получите то, что обычно получаете.

Зеленая химия развивается и сегодня. Можно выделить основные пути развития:

- ✓ Новые пути синтеза (реакции с применением катализатора);
- ✓ Возобновляемые источники сырья и энергии (то есть полученные не из нефти);
- ✓ Замена традиционных органических растворителей.

В 2005 году Р. Найори выделил три ключевых направления развития Зелёной химии: использование сверхкритического CO<sub>2</sub> в качестве растворителя, водного раствора перекиси водорода в качестве окислителя, и использование водорода в асимметрическом синтезе.

Чтобы понять возможности зеленой химии, лучше всего посмотреть на ее достижения. В США ежегодно Агентство по защите окружающей среды (EPA) спонсирует Президентские награды за прорывные достижения в зеленой химии. Можно

перечислить несколько ярких примеров достижений, за которые в последние годы вручалась эта награда. Они показывают, как эффективное применение принципов зеленой химии исследователями, представителями малого бизнеса и крупных корпораций позволило решить некоторые из неотложных задач сохранения окружающей среды.

Профессор Кшиштоф Матышевски разработал безопасные растворители и вещества. При производстве важных полимеров, например, смазок, клеев и покрытий, часто требуется использование опасных химикатов. Профессор Кшиштоф Матышевски из Carnegie Mellon University разработал альтернативный процесс получения полимеров «Радикальная полимеризация с атомным переносом». В процессе применяют экологически безопасные химические вещества, например, аскорбиновую кислоту (витамин С) в качестве восстановителя, для процесса требуется меньшее количество катализатора.

Новые краски разработали в сотрудничестве фирмы Procter & Gamble и Cook Composites and Polymers. Обычные алкидные краски на основе нефти обеспечивают получение долговечного глянцевого покрытия. На них существует большой спрос в архитектуре, промышленности при получении изделий из металла, например, сельскохозяйственных орудий и конструкций. Однако при производстве этих красок применяют опасные органические растворители. Названные выше фирмы разработали инновационную краску Chempol® MPS, в которой в качестве растворителя применяли масло Sefose® на основе биологических продуктов – сахара и растительного масла. Это позволяет получить алкидные краски с очень хорошими потребительскими свойствами при использовании вдвое сниженного количества растворителей.

Фирма Virent Energy Systems, Inc. разработала каталитический способ Virent's BioForming® производства бензина, дизельного или реактивного топлива на основе возобновляемого сырья – сахара, крахмала или целлюлозы растений. В этом способе большую часть энергии, требуемую для проведения процесса, получают также из биомассы, требуется лишь незначительная добавка энергии, полученной из других источников. Важным достоинством процесса является его гибкость – целевой продукт можно изменять в зависимости от потребностей рынка.

При производстве косметики и других средств персонального ухода используют сложные эфиры. Обычно их получают с помощью жестких химических методов, в которых в качестве реагентов применяют сильные кислоты и опасные растворители, и требуются значительные затраты энергии. Фирма Eastman Chemical Company разработала новый способ с применением иммобилизованных ферментов, который позволяет избежать и избыточных затрат энергии, и опасных реагентов – сильных кислот и органических растворителей. Этот щадящий способ позволяет получать сложные эфиры, которые невозможно было получить ранее, из природного сырья.

**«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ - НОВЫЙ ЭТАП ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Кутя Надежда Сергеевна,  
МОУ «Школа № 77 города Донецка»  
тел.: 071-385-09-50  
e-mail: [Nadinnidan87@mail.ru](mailto:Nadinnidan87@mail.ru)

Научное направление в химии под названием «зеленая химия» сформировалось в 90-х годах XX века и довольно быстро нашло сторонников в химическом сообществе. Сегодня сомневаться в перспективах «зеленой химии» — все равно, что протестовать против мира во всем мире.

Зеленая химия - это новый подход к химии. С помощью внедрения Зеленой химии на производстве, можно добиться более быстрого и эффективного процесса, а также предотвратить глобальные экологические проблемы.

Ни для кого не секрет, что в современном обществе, существует негативное отношение к химической промышленности. До сравнительно недавнего времени масштаб деятельности человека был таковым, что существенно не влиял на динамическое равновесие, но с ростом производства, эта деятельность представляет повышенную опасность. Например, из ряда стран, таких как Германия, Чехия, Польша и др., ветрами уносятся оксиды азота и серы и летят к нам, в Россию. Также аварии на станциях, которые приводят к угрозе заражения рек.

Эти и другие факты дают основание считать химию главной виновницей ухудшения условий жизни, многочисленных болезней, генетических изменений, разрушение генофонда. Однако в ряду главных загрязнителей окружающей среды химическая промышленность занимает не первое место: энергетика, транспорт, металлургия, химия, пищевая промышленность, промышленность строительных материалов - первая шестерка, признанная международным сообществом.

Масштаб загрязнений, производимых человеком, столь велик, что Генеральный директор ЮНЕП Толба однажды заявил: «Все организмы вызывают изменения в своем окружении, но только люди обладают достаточной мощностью, чтобы стереть с лица Земли все живое, а также уничтожить и само окружение, от которого они зависят». Как ни парадоксально, но одним из главных спасителей человечества является один из главных загрязнителей - химия.

Вспомним, что Д.И. Менделеев считал, что в химии нет отходов, а есть неиспользованное сырье. Прогресс химии учит также вводить отходы процесса производства и потребления обратно в кругооборот процесса воспроизводства. В том и состоит уникальность химии, что она в отличие от подавляющего большинства других отраслей промышленности, не только старается максимально обезвредить, но и превратить отходы в полезные обществу продукты. (Алферова Н.А., Минакова А.М., Журнал /Успехи в химии и химические технологии, Т.31, 2017 № 15)

Зеленая химия это другой подход к химии. Он предполагает переход от переработки загрязнений к созданию иных химических процессов производства. То есть, мы меняем не только технологию, мы уменьшаем число стадий производства, что влечет за собой уменьшение используемой энергии, что положительно скажется с точки зрения экономики и экологии. Мы полностью отказываемся от использования вредных веществ и

создаем идеальный процесс для получения нужного вещества, который безвредный на всех стадиях производства.

Проблема экологии, остро стоящая перед человечеством в целом, требует скорейшего решения в связи с неблагоприятными и даже губительными для людей последствиями производства. Двенадцать принципов зелёной химии - один из главных инструментов в механизме введения более "чистого" производства в промышленные масштабы, который заботится не только об экологической составляющей проблемы, но и об экономической стороне вопроса, приближая идею к реалиям жизни. В последнее время термин "зелёная химия" набирает всё большую и большую популярность не только среди сторонников охраны окружающей среды, но и у обычных обывателей, рабочих, молодёжи. Это даёт надежду на то, что в будущем каждый человек будет задумываться о чистоте окружающей среды, нашего человеческого "дома", и внесёт свой вклад в коллективный труд, чтобы не нарушать баланса между современными технологиями и природой.

Конечно, для того, чтобы «зеленый подход» стал основой мировоззрения большинства химиков мира, должна быть проделана огромная работа. В течение, как показывает практика, примерно 25 лет. Нужна специальная «просветительская» деятельность:

- создание программ для химиков-практиков,
- убедительные семинары для химиков-исследователей,
- циклы лекций для школьников и их учителей,
- учебные программы для студентов технических вузов,
- особые программы для будущих педагогов-химиков (бакалавров и магистров).

Без широкой пропаганды идей зеленой химии мы «обречены» тащить экологические изъёмы химической науки и практики через 21 век. Ведь основа большинства современных химических производств закладывалась еще в середине прошлого века без учета дальних последствий их деятельности. Долгое время считалось, что возможностей земли хватит на переработку следов деятельности человека.

Только за последние 100 лет в атмосферу Земли выброшено: полтора миллиона тонн соединений мышьяка, около миллиона тонн кобальта, более миллиона тонн кремния. А уж оксидов углерода, азота и серы (не считая пыли, сажи и копоти) – еще больше. Причем большинство выбрасываемых и часто вредных веществ может быть использовано как ценное промышленное сырье. Только из оксида серы (IV), улетевшего с дымом тепловых электростанций, можно получить примерно половину мирового производства серной кислоты.

В последнее время происходит переход от административных методов, предписывающих контролировать нежелательные выбросы и уничтожать образующиеся в результате химических процессов вредные вещества, к принципиально иным методам – методам «зеленой» химии.

«Зеленая» химия в своем лучшем воплощении – это вид искусства, позволяющего не просто получить нужное вещество, но в идеале получить его таким путем, который не вредит окружающей среде ни на одной стадии производства. Разумеется, само вещество также должно быть дружелюбным биосфере. Использование методов «зеленой» химии приводит к снижению затрат на производство, хотя бы уже потому, что не требуется

вводить стадии уничтожения и переработки вредных побочных продуктов, использованных растворителей и других отходов, поскольку их просто не образуется.

Сокращение числа стадий ведет к экономии энергии, и это тоже положительно сказывается на экологической и экономической оценке производства. Важно отметить, что взгляд на проводимые исследования с точки зрения «зеленой» химии может оказаться полезным в чисто научном плане. Часто такая смена системы воззрений позволяет ученому увидеть собственные исследования в новом свете и открыть новые возможности, что на пользу науке в целом. К «зеленой» химии, с точки зрения химика, можно отнести любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на окружающую среду.

### ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛЁНОЙ» ХИМИИ

Лукьянова Валентина Васильевна,  
МОУ «Школа № 88 города Донецка»  
тел.: 0713411718  
e-mail: [lukyanova\\_vv@mail.ru](mailto:lukyanova_vv@mail.ru)

Что такое «Зеленая химия»? Зеленая химия - принципиально новый инновационный подход к сокращению или полному отказу от использования опасных и токсичных химических веществ.

Зелёная химия (Green Chemistry) — научное направление в химии, к которому можно отнести любое усовершенствование химических процессов, положительно влияющее на окружающую среду. Как научное направление, возникло в 90-е годы XX века.

В основе – подход к решению экологических проблем, связанный с использованием чистых и менее загрязняющих окружающую среду промышленных процессов и гарантирующий, что производители берут на себя ответственность за производимые продукты.

Организация химических процессов в соответствии с принципами зеленой химии предусматривает:

- получение необходимых веществ и потребительских товаров;
- оценку возможных последствий для здоровья и окружающей среды.

*Глобальная проблематика Биосферы с точки зрения химика*

- Атмосфера: загрязнение, фотохимический смог, кислотные выпадения, деградация озонового слоя, глобальное изменение климата;
- Гидросфера: загрязнение, нехватка пресной воды;
- Почва: загрязнение, снижение плодородия;
- Энергетика: энергетический кризис, ископаемое топливо, возобновляемые источники энергии;
- Природные ресурсы: истощение, переработка вторичных материалов;
- Народонаселение: контроль численности, проблема голода, здоровье и медицинская химия;

- Образование и средства массовой коммуникации: дети и молодежь, общественность, политики и лица, принимающие решения.

Почему мы нуждаемся в зеленой химии?

1. Отсутствие полной информации о химических веществах (продуктах) или о возможных негативных последствиях, вызванных этими химическими веществами.

2. С тысячами химических веществ, которые мы используем сегодня, совершенно невозможно, да и не нужно, разбираться обычным людям. Для этой цели должны существовать подходы, которые действуют еще до того, как продукты попадают к потребителям. Причем, это должно касаться как обычных продуктов питания, так и промышленных производств.

3. Именно Зеленая химия является долгосрочным рычагом управления охраной окружающей среды, способствует сохранению здоровья людей и помогает сохранить окружающую среду для будущих поколений.

В чем разница между наукой об окружающей среде и Зеленой химией?

Оба этих направления устремлены на поиски путей, которые сделают мир лучше. Они, безусловно, взаимосвязаны друг с другом.

Наука об охране окружающей среды устанавливает источники, разъясняет механизмы и оценивает проблемы окружающей среды.

Зеленая химия ищет пути решения этих проблем, создавая безопасные альтернативные технологии.

Несмотря на общие глобальные цели, зеленая химия и химия окружающей среды – это разные науки.

Цель зеленой химии – предотвращение загрязнения в процессе создания химических продуктов, т.е. предотвращение загрязнения на самых начальных стадиях планирования и осуществления химических процессов/

Организация химических процессов в соответствии с принципами зеленой химии предусматривает:

- получение необходимых веществ и потребительских товаров;
- оценку возможных последствий для здоровья и окружающей среды.

*Двенадцать принципов «зеленой» химии*

(Anastas, P. T.; Warner, J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*,  
Oxford University Press: New York, 1998)

1. Упреждение.

Лучше не допускать образования отходов, чем заниматься их переработкой или уничтожением.

2. Экономия атомов.

Методы синтеза должны разрабатываться таким образом, чтобы в состав конечного продукта включалось как можно больше атомов реагентов, использованных в ходе синтеза.

3. Снижение опасности процессов и продуктов синтеза.

Во всех практически возможных случаях следует стремиться к использованию или синтезу веществ, не токсичных или мало токсичных для человека и окружающей среды.

4. Конструирование «зеленых» материалов.

Технологии должны обеспечивать создание новых материалов, обладающих наилучшими функциональными характеристиками и наименьшей токсичностью.

5. Использование менее опасных вспомогательных реагентов.

Использования вспомогательных реагентов (растворителей, экстрагентов и т.д.) в процессах синтеза следует по возможности избегать. Если это невозможно, ключевым является параметр токсичности.

6. Энергосбережение.

Следует отдавать себе отчет в экологических и экономических последствиях, связанных с затратами энергии в химических процессах. Желательно осуществлять процессы синтеза при комнатной температуре и атмосферном давлении.

7. Использование возобновимого сырья.

Во всех случаях, когда это технически возможно и экономически допустимо, следует отдавать предпочтение возобновимому сырью.

8. Уменьшение числа промежуточных стадий.

Следует минимизировать или вообще отказаться от ненужных промежуточных производных (блокирующие группы, протекторы, промежуточные модификаторы физических и химических процессов), поскольку промежуточные стадии сопряжены с генерацией дополнительных отходов и с потреблением реагентов

9. Использование каталитических процессов.

Каталитические процессы (с возможно большей селективностью) предпочтительнее по сравнению со стехиометрическими реакциями.

10. Биоразлагаемость

Химический дизайн продуктов должен обеспечивать их легкую деградацию в конце жизненного цикла, не приводящую к образованию соединений, опасных для окружающей природной среды.

11. Обеспечение аналитического контроля в реальном масштабе времени.

Для предотвращения образования опасных отходов следует развивать аналитические методы, обеспечивающие возможности мониторинга и контроля в реальном масштабе времени.

12. Предотвращение возможности аварий.

Химические соединения, используемые в технологических процессах, должны присутствовать в формах, минимизирующих вероятность химических аварий (выбросов сильнодействующих ядовитых веществ, взрывов, пожаров).

### **«ЗЕЛЕНАЯ» ХИМИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.**

Соколова Людмила Николаевна,  
МОУ «Школа № 80 города Донецка»  
e-mail: [milafaucon@gmail.com](mailto:milafaucon@gmail.com)

Ни для кого не секрет, что на данный момент существует большое количество проблем, связанных с вопросами сохранения экологической безопасности нашей планеты. Масштаб деятельности человека в последние десятилетия, динамическое развитие

производства, неконтролируемое вмешательство человека в экосистему привели к плачевным результатам.

Аварии на станциях создают угрозу заражения рек, на данный момент из таких стран как Чехия, Германия, Польша ветрами уносятся оксиды азота и серы и летят к нам. Подобные факторы наводят на мысль, что химия – одна из главных виновниц назревших проблем.

Масштаб загрязнений, производимых человеком, столь велик, что Генеральный директор ЮНЕП Толба однажды заявил: «Все организмы вызывают изменения в своем окружении, но только люди обладают достаточной мощностью, чтобы стереть с лица Земли все живое, а также уничтожить и само окружение, от которого они зависят». Как ни парадоксально, но одним из главных спасителей человечества является один из главных загрязнителей - химия. (Алферова Н.А., Минакова А.М., Аверина Ю.М., Меньшиков В.В. Зеленая химия и тенденция ее развития, 2017).

Но давайте вспомним, что Д.И. Менделеев считал, что в химии нет отходов, но существует неиспользованное сырье. Так же химиками были разработаны способы выводить отходы процесса производства и потребления обратно в кругооборот процесса воспроизводства. В том и состоит уникальность химии, что она в отличие от подавляющего большинства других отраслей промышленности, не только старается максимально обезвредить, но и превратить отходы в полезные обществу продукты.

Наиболее масштабно данным направлением занимается Зеленая химия. Данным методом предполагает переход от переработки загрязнений к созданию иных химических процессов производства. То есть, меняется не только сама технология, но так же уменьшается число стадий производства, что влечет за собой уменьшение используемой энергии, а это положительно сказывается с точки зрения экономики и экологии. Идет полный отказ от использования вредных веществ и создается идеальный процесс для получения нужного вещества, который безвредный на всех стадиях производства. Наиболее значимым учебником по Зеленой химии считается учебник написанный П. Т. Анастасом и Дж. С. Уорнером "Зеленая химия: теория и практика" (P.T.Anastas, J.C.Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998). Они первые изложили принципы Зеленой химии в своем учебнике.

По данным опроса, более чем 70% российских предприятий включили в свою работу принципы Зеленой химии, и с каждым годом вовлеченность предприятий растет. Это связано с тем, что конкуренция на рынке труда растет, следовательно, нужно улучшать технический процесс. Для наглядности, в США лишь около 30% предприятий внедрили Зеленую химию (Н.П. Тарасова, А.С. Макарова, С.Ю. Вавилов, С.Н. Варламова, М.Ю. Вестник Российской академии наук, Зеленая химия и Российская промышленность, 2013).

Эффективность производства возрастает в разы, если предприятие следует принципам Зеленой химии и внедряет ее в свое производство. Повышается конкурентоспособность, улучшается его продукция, а также репутация предприятия, уменьшаются финансовые затраты, т.к. больше нет нужды в захоронении шлама на полигонах. Внедрение Зеленой химии дает преимущество по сравнению с традиционной химией. С какой стороны не посмотри, но внедрение Зеленой химии – это более безопасно, экологично и экономично. Кроме того, для внедрения Зеленой химии не нужно создавать новую технологию, нужно лишь указать дальнейший путь развития.

Для максимальной вовлеченности необходимо проводить информационную пропаганду, создавать электронные ресурсы, проводить больше конференций, искать все больше новых безопасных методов производства. Проблема экологии, остро стоящая перед человечеством в целом, требует скорейшего решения в связи с неблагоприятными и даже губительными для людей последствиями производства.

Двенадцать принципов Зелёной химии - один из главных инструментов в механизме введения более "чистого" производства в промышленные масштабы, который заботится не только об экологической составляющей проблемы, но и об экономической стороне вопроса, приближая идею к реалиям жизни.

В последнее время термин "Зелёная химия" набирает всё большую и большую популярность не только среди сторонников охраны окружающей среды, но и у обычных обывателей, рабочих, молодёжи. Это даёт надежду на то, что в будущем каждый человек будет задумываться о чистоте окружающей среды, нашего человеческого "дома", и внесёт свой вклад в коллективный труд, чтобы не нарушать баланса между современными технологиями и природой.

#### **4. Формирование и развитие системы понятия «Химический элемент» в курсе химии в школе.**

### **ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА В КУРСЕ ХИМИИ 8 КЛАССА В ШКОЛЕ.**

Скотаренко Наталья Алексеевна,  
МОУ «Школа № 112 города Донецка»  
Тел.: 071-451-54-31  
e-mail: [Skotarenkonata@yandex.ua](mailto:Skotarenkonata@yandex.ua)

Периодический закон – основной закон химии – был открыт в 1869 году Д.И. Менделеевым. 6 марта 1869 года (18 марта 1869 года) на заседании Русского химического общества было зачитано сообщение русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева об открытии им Периодического закона химических элементов, вскоре соответствующая статья опубликована в «Журнале Русского Физико-химического общества». В том же году вышло первое издание менделеевского учебника «Основы химии», в котором была приведена его периодическая таблица. В статье, датированной 29 ноября 1870 года (11 декабря 1870 года), опубликованной в «Журнале Русского химического общества» под названием «Естественная система элементов и применение её к указанию свойств неоткрытых элементов», Менделеев впервые употребил термин «периодический закон» и указал на существование нескольких не открытых ещё элементов. (Трифонов Д.Н. Несостоявшееся выступление Менделеева (6(18) марта 1869 г.), 2006),

В августе 1871 года Менделеев написал итоговую статью «Периодическая законность химических элементов» (нем. Die periodische Gesetzmässigkeit der Elemente) и в 1872 году опубликовал её на немецком языке в журнале Annalen der Chemie und

Pharmacie. В этой работе Менделеев дал формулировку периодического закона, остававшуюся в силе на протяжении более сорока лет:

«Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса» (В.А. Крицман, В.В. Станцо, Энциклопедический словарь юного химика, 1990).

Периодический закон Д.И. Менделеева и Периодическая система элементов Д.И. Менделеева стали основой современной химии.

Периодический закон Д.И. Менделеева стал базой для создания ученым Периодической системы химических элементов.

Преподавая химию, Менделеев понимал, что запоминание индивидуальных свойств каждого элемента, вызывает у студентов трудности. Он стал искать пути создания системного метода, чтобы облегчить запоминание свойств элементов. В результате появилась естественная таблица, позже она стала называться периодической.

Особенность Периодического закона среди других фундаментальных законов заключается в том, что он не имеет выражения в виде математического уравнения. Периодический закон универсален для Вселенной: как образно заметил известный русский химик Н.Д.Зелинский, Периодический закон явился «открытием взаимной связи всех атомов в мироздании». Графическим (табличным) выражением закона является разработанная Менделеевым периодическая система химических элементов.

( [https://ru.wikipedia.org/wiki/Периодический\\_закон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Периодический_закон) )

Прошло уже 150 лет с момента открытия Д.И.Менделеевым Периодического закона и создания Периодической системы химических элементов, однако, и сегодня они широко используются в процессе изучения химии школьниками и студентами всего мира, являются орудием для дальнейших исследований учёных в различных отраслях науки.

С периодической системой химических элементов учащиеся знакомы с 7 класса. Поэтому, при изучении строения атома в 8 классе мы обращаемся к ней: порядковый номер (протонное число) показывает величину заряда ядра, число протонов, число электронов в атоме; массовое (нуклонное) число равно сумме числа протонов и числа нейтронов ( $A_r$ ). Используя эти понятия, учащиеся легко определяют химический элемент, его положение в периодической системе, расписывают строение атома по одному из данных (заряду ядра или числу электронов или числу протонов).

При изучении темы «Ядерные реакции», применяя законы сохранения массы и зарядов, учащиеся определяют атомы химических элементов, образующиеся в результате радиоактивного распада или ядерных реакций, например:  ${}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{89}\text{Kr} + \dots + 3 {}_0^1\text{n}$  (ответ:  ${}^{144}\text{Ba}$ ).

Новые понятия используем при изучении распределения электронов в атоме: номер периода показывает число энергетических уровней, номер группы – число электронов на внешнем уровне (валентных). На основе этого формируем и развиваем умения и навыки учащихся по определению электронного строения атома по положению в периодической системе и положения в периодической системе по электронному строению атома. Например, определить химический элемент и его положение в периодической системе по электронной формуле: а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$  (4 период, IV группа, побочная подгруппа - титан); б)  $\dots 4s^2 4p^4$  (4 период, VI группа, главная подгруппа - селен).

Периодичность изменения свойств элементов возникает вследствие периодического повторения электронной конфигурации внешнего электронного слоя с увеличением заряда ядра. В связи с этим, при рассмотрении взаимосвязи строения атома элемента с его свойствами формируем знания об изменении их свойств в периодах и группах, характера высшего оксида, усиления кислотных свойств соединений с водородом. Учащиеся вырабатывают навыки и умения характеризовать химические элементы по положению в периодической системе, сравнивать их свойства с соседями по периоду и подгруппе. Например, магний – металл, у которого металлические свойства выражены сильнее, чем у бериллия и алюминия, и слабее, чем у натрия и кальция; фосфор – неметалл, у которого неметаллические свойства выражены сильнее, чем у кремния и мышьяка, и слабее, чем у азота и серы.

Иногда учащиеся задают вопрос: «А, правда, что мы должны выучить периодическую систему химических элементов наизусть, как таблицу умножения?» На что я всегда отвечаю: «Конечно же, нет, но вы должны научиться её «читать», то есть получать всю необходимую информацию о химических элементах и их соединениях».

Периодическая система элементов оказала большое влияние на последующее развитие химии. Она не только была первой естественной классификацией химических элементов, показавшей, что они образуют стройную систему и находятся в тесной связи друг с другом, но и явилась могучим орудием для дальнейших исследований.

**ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ  
АДМИНИСТРАЦИИ КИРОВСКОГО РАЙОНА г. ДОНЕЦКА  
МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ**

**МЕНДЕЛЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2019. – Методический кабинет отдела образования администрации Кировского района города Донецка, 2019 год. – 58 стр.**

*Рекомендовано к печати районным методическим советом отдела образования администрации Кировского района города Донецка (протокол № 2 от 31.05.2019).*