

Вещества разнонаправленного использования.
Семинар - химический синтез: точка бифуркации.
Москва, 30 октября 2005
Питер Махаффи (peter.mahaffy@kingsu.ca)

Химический комбинат.

Многие люди возражают против больших комбинатов, на которых синтезируются полимеры, фармацевтические препараты, или нефтехимические продукты. Но фермы (биологические заводы) - тоже химические комбинаты. На них протекают процессы поглощения молекул углекислого газа из воздуха и синтеза химических веществ, которые являются неотъемлемой частью нашей экосистемы. Мы ежедневно зависим от химических веществ, производимых этими двумя видами заводов для питания и медицины. Многие фармацевтические препараты были первоначально получены из растений, или схожи с ними по составу. Приблизительно 80 % населения мира полностью полагаются на гомеопатию для лечения болезни.

Таким образом, химические комбинаты построенные людьми или существующие в природе, производят вещества жизненно необходимые для повседневной жизни. Часто одни и те же вещества могут использоваться, чтобы спасти жизни или уничтожить их, в зависимости от дозы вещества, и способа, которым оно используется. Рассмотрим пример.

Псевдоэфедрин и метамфетамин кристаллический

Хвойник (*Ephedra*): древнее и полезное лекарственное растение. Ma-Nuang, вечнозеленый кустарник уроженец Северного Китая, является одной из разновидностей *Хвойника*. Он был назван «старейшей в мире медициной», поскольку использовался в традиционной китайской медицине в течение более чем 5000 лет. Лекарственное использование распространялось на лечение заболеваний, начиная с простуд, астмы и сенной лихорадки и вплоть до различных болезней почек. Несколько подобных амфетамину алкалоидов могут быть выделены из *Хвойника*, включая биологически высоко активные молекулы эфедрина и псевдоэфедрина, которые являются подобными друг другу, отличаясь только по трехмерному расположению в пространстве атомов, прикрепленных к двум углеродным центрам.

Кроме того, что *Хвойник* использовался как гомеопатический препарат на протяжении тысячелетий, его называют первым из множества китайских гомеопатических средств, используемых для получения активного элемента эфедрина. Позже его широко применяли в Западной медицине. В 1927 американская Медицинская Ассоциация одобрила эфедрин в качестве лекарства, и

Научно-практический семинар «Химический синтез: точка бифуркации»
30 октября 2005 г., Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева

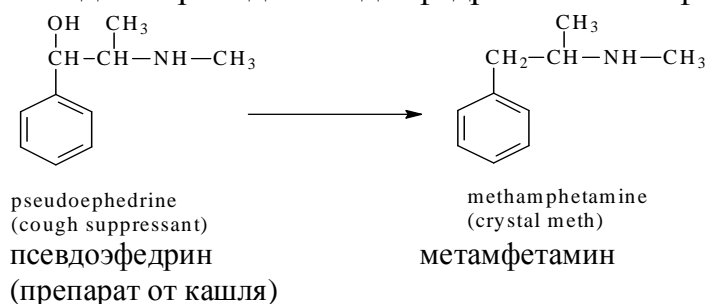
его начали синтезировать в лаборатории. Однако потребность в эфедрине была столь высока, что в необходимых количествах его не могли синтезировать. К 1940 г. почти 1,5 миллиона фунтов растения *Ephedra sinica* было импортировано в Соединенные Штаты из Китая. В 1940-ых, США начали выращивать растение и импортировать его из Индии и Пакистана.

Использование *Хвойника* и его лечебных экстрактов продолжило расти. В последние годы многие из препаратов *Хвойника* продавались как стимуляторы, которые усиливают ощущения и способствуют снижению веса.

Один из экстрактов *Хвойника*, который можно также получить искусственно – это псевдоэфедрин, который имеет меньший стимулирующий эффект, чем эфедрин. Псевдоэфедрин используется во многих фармацевтических отхаркивающих средствах и антиастматических лекарствах, как средство для лечения насморка и бронхорасширяющее средство для облегчения дыхания.

Экстракты *Хвойника*: злоупотребление полезным лекарственным растением. Полезные экстракты из этого лекарственного растения могут иметь серьезные побочные эффекты при передозировках. Недавно были сформулированы основные положения об опасных и неблагоприятных эффектах, и совместимости экстрактов *Хвойника* с другими лекарствами, что привело к таким мерам, как запрещение на продажу диетических (пищевых) добавок, содержащих алкалоиды *Хвойника*, наложенное Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов Соединенных Штатов Америки (UN FDA) в 2004 и подобное запрещение в 2004 в Нидерландах.

Темный Кристалл: злоупотребление лекарственным растением *Хвойника*. Псевдоэфедрин, содержащийся в фармацевтических отхаркивающих средствах, недавно приобрел дурную славу как легко доступный компонент для производства одного из широко известных наркотиков, метамфетамина, или "Кристаллического Мет («Crystal Meth»)." Псевдоэфедрин и метамфетамин близки по структуре, при этом восстановление или замещение функциональной спиртовой группы в углеродной цепи с помощью атома водорода, - единственная реакция, необходимая для перевода псевдоэфедрина в метамфетамин.



Этот процесс легко провести в маленьких подпольных лабораториях из доступных на складах материалов и оборудования. Интернет теперь изобилует рецептами превращения отхаркивающих таблеток в прозрачные, кристаллические таблетки Мет, который можно курить, нюхать, или вводиться помощью инъекций.

Кристаллический Мет (Crystal Meth) - теперь самый распространенный синтетический препарат, производимый в Соединенных Штатах. По сообщениям за прошедшие пять лет, некоторые страны увеличили импорт лекарств, используемых от простуды, до сотен тонн, в то время как реальное потребление таких средств много меньше.

Последствия употребления метамфетамина схожи с подобными от употребления кокаина, но имеют более длительное действие. Он может вызвать беспорядочное, агрессивное поведение среди потребителей наркотика. Последствия включают пониженный аппетит, нарушенный сон, резкие смены настроения с непредсказуемостью, дрожью и конвульсиями, увеличенным кровяным давлением, нерегулярным сердечным ритмом. Долгосрочные последствия могут вызывать кому, удар, или смерть.

Влияние на общество выходит за пределы метамфетаминового наркомана. Экономическая стоимость обработки и восстановления подобных веществ очень велика, это приводит к насилию в семьях, воровству, и другим видам агрессии, свойственным людям, принимающим метамфетамин. Лаборатории по производству кристаллического Мет (Crystal Meth) часто располагаются в гаражах или подвальных помещениях, где не соблюдаются меры пожарной безопасности. На килограмм готового метамфетамина приходится приблизительно пять килограммов ядовитых отходов, которые обычно сваливаются в не отведенных для этих целей местах, поскольку их надлежащая утилизация вскрыла бы существование подпольной лаборатории.

Вещества разнонаправленного использования: привлекательность использования и разрушительная сила в руках обладателя. Как было показано в примере выше, растение *Хвойник* и экстракты из него, использовались людьми в течение тысяч лет в лекарственных целях, и за очень короткий промежуток времени были превращены другими людьми во вредные и разрушительные препараты. Это произошло со многими химическими веществами, которые мы синтезируем и получаем из природы. Мы называем эти химические вещества – веществами разнонаправленного использования. Выбор способа применения этих химических соединений зависит от нас.

Роль естественнонаучного образования. Какова роль формального и неформального образования в понимании ответственного использования веществ, типа экстрактов *Хвойника*? Можно предложить несколько уровней, на которых педагоги могли бы разъяснять студентам и общественности ответственность при обоснованном использовании универсальных химических веществ, типа псевдоэфедрина. Среди этих сложных вопросов следующие:

- **Доступ к Информации.** Если преподаватель приводит молодым студентам такие примеры, как псевдоэфедрин и Кристаллический Мет (Crystal Meth), существует ли опасность, что люди, которые не знали о возможности

негативного воздействия этого препарата, не только узнают о нем, но легко получают формулы для его производства?

- **Превращения легкодоступных материалов.** С другой стороны, если студенты и широкая общественность узнают о необходимых для производства препаратов, таких как Кристаллический Мет (Crystal Meth), компонентах, то поможет ли им эта информация в предотвращении незаконного употребления этих препаратов другими людьми? Интересно отметить, что полиция и защитники общественной безопасности в Северной Америке теперь публикуют в Интернете информацию о том, как производится Кристаллический Мет (Crystal Meth), включая изображения оборудования, таким образом, родители и все желающие могут опознать подпольные лаборатории, если увидят что-то подобное.

- **На кого возлагается ответственность?** Кто ответственен за контроль за материалами поставляемыми для незаконных целей, типа создания наркотиков? Органы власти на национальном или местном уровне? Системы медицинского и социального обеспечения? Аптеки, которые продают отхаркивающие средства, склады, которые продают ножницы, шланги, трубки, банки для консервирования, йодную настойку, и спирт для растирания мышц?

Понимание и наличие этической ответственности. Имеют ли студенты и преподаватели этические обязательства, которые накладываются на такие научные знания, которые дают информацию о потенциальных возможностях использования и неправильного употребления химических веществ, применяемых в повседневной жизни? Если вы не знаете никого, кто злоупотреблял бы Кристаллическим Мет (Crystal Meth), уменьшает ли это вашу этическую ответственность?

2. Другие примеры.

Приведите в вашей группе другие примеры веществ, которые являются полезными, но имеют потенциальную возможность использования не по прямому назначению. Что является приоритетным: приводить эти примеры в школе или для общественного просвещения?

3. Химические вещества и биологическое оружие.

Пример Псевдоэфедрина/Кристаллического Денатурата (Crystal Meth) имеет некоторые интригующие параллели с другими универсальными химическими и биологическими веществами, которые имеют много полезных свойств, но в прошлом столетии были использованы для создания поражающего оружия. Нам было бы трудно узнать многие из этих веществ, поскольку они обычно используются в повседневной жизни. Такой растворитель как изопропил или спирт для растирания мышц, например, огнеопасная жидкость, которая используется как дезинфицирующее средство в больницах и домах, и дешевый растворитель широкого спектра применения, включая:

- Приготовление спиртовых настоек,
- Компонент при изготовлении продуктов питания,

- В качестве растворителя лаков и красок
- Зачистка контактов при изготовлении электроники и металлов,
- Применяется при изготовлении фармацевтических препаратов и косметики
- Используется в растворах для очистки, восках, фармацевтических препаратах, дезодорантах и пестицидах.

Изопропиловый спирт играет ключевую роль в синтезе некоторых самых ядовитых нервно-паралитических веществ, когда-либо производимых людьми, типа Зарин. Он был использован при атаке на Токийское метро во время утреннего часа пик 20 марта 1995. Нервно-паралетические вещества - Зарин, Заман, и VX-газы разрушают нервную систему человека. В Токийском метро были убиты 12 человек, и пять тысяч получили отравления различной степени тяжести. Конечный этап в производстве Зарина состоял из смешивая двух промежуточных продуктов, содержащих изопропиловый спирт. Он был подброшен в метро в 11 полиэтиленовых пакетах, а при их прокалывании зонтиками его выпустили в воздух.

Роль для естественнонаучного образования. Какова роль формального и неформального образования в понимании ответственности при использовании веществ, типа Зарина и применении химических веществ, типа изопропилового спирта, используемого при их изготовлении? Должна ли информация о промежуточных продуктах, реакциях и материалах, необходимых для синтеза, быть ограниченной, чтобы общественность не знала, как произвести химические вещества? На ком лежит ответственность за проведением контроля за промежуточными продуктами, и материалами, которые необходимы для производства химических веществ или биологического оружия? Если Вы не знакомы с теми, кто связан с производством химического оружия, снимает ли это с Вас этические обязательства?

Ссылки:

Многие из фактов, приведенных выше взяты из следующих источников:

1. http://www.deadiversion.usdoj.gov/pubs/brochures/pseudo/pseudo_trifold.htm US Department of Justice, resources on preventing the diversion of pseudoephedrine to the production of Crystal Meth.
2. <http://www.newhousenews.com/archive/suo060605.html> News story on the production of Crystal Meth in Mexico to feed the American market.
3. <http://www.chemicalland21.com/> A Korean company that buys and sells chemicals, including pseudoephedrine.
4. <http://nccam.nih.gov/health/alerts/ephedra/consumeradvisory.htm> Advisory by the US Food and Drug Administration banning the sale of dietary supplements containing ephedrine alkaloids.
5. <http://www.botgard.ucla.edu/html/botanytextbooks/economicbotany/Ephedra/> Botanical information on *Ephedra* from the Mildred Mathias Botanical Garden at UCLA in the US.
6. <http://www.ephedra.nu>. A comprehensive guide by *Ephedra* “stakeholders.”
7. http://www.drugfree.org/Portal/drug_guide/Crystal_Meth# Information on Crystal Meth from a “nonprofit coalition of communication, health, medical and educational professionals working to reduce illicit drug use and help people live healthy, drug-free lives.”
8. http://www.healthyplace.com/Communities/Thought_Disorders/schizo/articles/crystal_meth.htm. Information on Crystal Meth from a large consumer mental health site, whose mandate is to provide comprehensive information on psychological disorders and psychiatric medications from both a consumer and expert point of view.
9. <http://www.isp.state.il.us/crime/whatismeth.cfm>. Information from the US Illinois state police on Crystal Meth, including pictures of devices used to produce it.
10. http://www.totse.com/en/drugs/speedy_drugs/howtomanufacture172921.html - A recipe for making Crystal Meth.

Токсичность отравляющих веществ. Алистер Хей

Крупномасштабное использование токсичных химических веществ, именно как оружия массового поражения, началось с времен Первой Мировой войны (1914-18). Более ста тысяч тонн химических веществ было использовано на полях сражений. Первоначально использовались раздражающие отравляющие вещества (ОВ), не вызывающие серьезных негативных воздействий на организм человека. Около десяти процентов от общего объема ОВ, использованных за период Первой Мировой войны (WW1) были веществами этого типа, а именно, слезоточивыми газами, ОВ удушающего действия и вещества, вызывающие рвоту. При дальнейшем использовании более агрессивных ОВ пострадали более 1,3 миллионов человек, из них приблизительно 90000 человек умерли.

За время Второй Мировой войны (1939-45) значительные запасы отравляющих веществ были накоплены японской стороной в Китае, являвшемся единственным значительным источником ОВ, используемых в качестве оружия. Систематические исследования по созданию идеального химического оружия продолжались и во время войны и после нее.

Из тысяч химических веществ приблизительно 60 подошли по физическим, химическим и токсикологическим свойствам для использования в качестве химического оружия. Приблизительно две трети из них использовались во времена Первой Мировой войны, когда поля битвы использовались в качестве испытательных полигонов. В результате количество ОВ снизилось до одной дюжины. С тех пор их количество пополнилось новыми, а ОВ первого поколения подверглись усовершенствованию.

Классификация отравляющих веществ (ОВ).

ОВ классифицируют по степени воздействия на организм человека на: ОВ, смертельного действия, ОВ поражающего действия, вызывающие временную потерю боеспособности с последующим восстановлением нормального функционирования организма, и ОВ, наносящие значительный ущерб здоровью с возможностью восстановления только при медицинском вмешательстве.

Отравляющие вещества, вызывающие летальный исход

ОВ, используемые как химическое оружие и ОВ промышленного происхождения могут быть разделены на две категории: ОВ кожно-нарывного действия и ОВ общеядовитого действия. Первую категорию можно в свою очередь подразделить на газы, удушающего действия (типа хлора, фосгена) и газы кожно-нарывного действия (типа иприта). ОВ общеядовитого действия включают

вещества, нарушающие передачу кислорода из крови к тканям (типа HCN) и газы нервно-паралитического действия (типа Зарина и VX).

Хлор, как химическое оружие был впервые использован 22 апреля 1915 года, когда немецкая армия в районе маленького бельгийского городка Ипр применила против англо-французских войск Антанты газовую атаку хлором. Огромное, массой в 180 тонн (из 6000 баллонов) ядовитое желто-зеленое облако высокотоксичного хлора, достигнув передовых позиций противника, в течение считанных минут поразило 15 тысяч солдат и офицеров; пять тысяч погибли сразу же после атаки. Оставшиеся в живых либо погибли в госпиталях, либо стали на всю жизнь инвалидами, получив силикоз легких, тяжелые поражения органов зрения и многих внутренних органов.

"Ошеломляющий" успех химического оружия в действии стимулировал его применение. В том же 1915 году, 31 мая, на Восточном фронте немцы применили против русских войск еще более высокотоксичное отравляющее вещество под названием "фосген" (полный хлорангидрид угольной кислоты). Погибло 9 тысяч человек. 12 мая 1917 года еще одно сражение при Ипре. И снова немецкие войска используют против противника химическое оружие - на этот раз боевое отравляющее вещество кожно - нарывного и общетоксического действия - 2,2 - дихлордиэтилсульфид, получивший после этого название "иприт". В первую мировую войну были "апробированы" и другие отравляющие вещества: дифосген (1915 год), хлорпикрин (1916 год), синильная кислота (1915 год). Перед окончанием войны получают "путевку в жизнь" отравляющие вещества (ОВ) на основе мышьякорганических соединений, обладающие общетоксическим и резко выраженным раздражающим действием - дифенилхлорарсин, дифенилцианарсин. Были испытаны в боевых условиях и некоторые другие ОВ широкого спектра действия. За годы первой мировой войны всеми воюющими государствами было применено 125 тыс. тонн отравляющих веществ, в том числе 47 тыс. тонн - Германией.

Начиная с 1932 года в, разных странах проводятся интенсивные исследования фосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия - химического оружия второго поколения. Исследования, проводимые в Германии по поиску подходящих инсектицидов привели к созданию первого отравляющего вещества нервно-паралитического действия. Оно получило название Табун. Около 12000 тонн этого вещества было произведено в 1945 г. Табун - это нестойкое нервно-паралетическое ОВ. Ни один из ОВ не был использован Германией в течении Второй Мировой Войны. После 1945 г. работа по созданию ОВ продолжилась, в результате были созданы в десятки раз более токсичные ОВ под названием "VX-газы". Многими тоннами этих веществ в последствии были заполнены боеприпасы.

Научно-практический семинар «Химический синтез: точка бифуркации»
30 октября 2005 г., Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева

Отдельные отравляющие вещества.

Фосген

Фосген начали активно синтезировать в начале 1800-ых годов, он стал широко использоваться в химической промышленности, как промежуточное звено в изготовлении большого количества разнообразных веществ, включая краски, пестициды и полимеры. Ежегодный объем мирового производства насчитывал миллионы тонн. Фосген поражает организм только при вдыхании его паров, при этом ощущается слабое раздражение слизистой оболочки глаз, слезотечение, неприятный сладковатый вкус во рту, легкое головокружение, общая слабость, кашель, стеснение в груди, тошнота (рвота). После выхода из зараженной атмосферы эти явления проходят, и в течение 4—5 ч пораженный находится в стадии мнимого благополучия. Затем вследствие отека легких наступает резкое ухудшение состояния: учащается дыхание, появляются сильный кашель с обильным выделением пенистой мокроты, головная боль, одышка, посинение губ, век, носа, учащение пульса, боль в области сердца, слабость и удушье. Температура тела поднимается до 38-39°C. Отек легких длится несколько суток и обычно заканчивается смертельным исходом. Смертельная концентрация фосгена в воздухе 0.1 - 0.3 мг/л при экспозиции 15 мин.

Циановодород (Синильная кислота).

Циановодород - отравляющие вещества общедовитого действия, попадая в организм, нарушают передачу кислорода из крови к тканям. Это одни из самых быстродействующих ОВ. Синильная кислота — бесцветная быстро испаряющаяся жидкость с запахом горького миндаля. На открытой местности быстро улетучивается (через 10—15 мин), не заражает местность и технику. Температура замерзания синильной кислоты минус 14°C, поэтому в холодное время применяется в смеси с другими ОВ. Синильная кислота может применяться химическими авиабомбами крупного калибра.

Поражение наступает при вдыхании зараженного воздуха (возможно поражение через кожу при длительном действии очень высоких концентраций). При поражении синильной кислотой появляются неприятный металлический привкус и жжение во рту, онемение кончика языка, покалывание в области глаз, царапанье в горле, состояние беспокойства, слабость и головокружение. Затем появляется чувство страха, расширяются зрачки, пульс становится редким, а дыхание неравномерным. Пораженный теряет сознание и начинается приступ судорог, за которыми наступает паралич. Смерть наступает от остановки дыхания. При действии очень высоких концентраций возникает так называемая молниеносная форма поражения: пораженный сразу же теряет сознание, дыхание

частое и поверхностное, судороги, паралич и смерть. При поражении синильной кислотой наблюдается розовая окраска лица и слизистых оболочек.

Синильная кислота широко применяется в химической промышленности как промежуточный продукт, также используется как пестицид, родентицид и фумигант. В некоторых странах, где в качестве высшей меры наказания все еще используют казнь, его используют для умерщвления. При содержании циановодорода ниже 60 мг/м^3 он не вызывает никаких серьезных осложнений, но при концентрациях выше 200 мг/м^3 смерть наступает после десяти минут воздействия вещества на организм. При концентрации выше 2500 мг/м^3 смерть вероятна в течение одной минуты.

Горчичный газ (Иприт)

Иприт – ОВ кожно-нарывного действия. Активно использовался в военных действиях. Иприт широко применялся в Первой Мировой Войне, в Ирано-Иракской войне в 1980-1988 и против иракских курдов в 1988 году.

Характерная особенность иприта - наличие периода скрытого действия (поражение выявляется не сразу, а через некоторое время - 4 часа и более). Признаками поражения являются покраснение кожи, образование мелких пузырей, которые затем сливаются в крупные и через двое - трое суток лопаются, переходя в труднозаживающие язвы. При любом местном поражении подобные вещества вызывают общее отравление организма, которое проявляется в повышении температуры, недомогании, полной потере дееспособности.

Иприт представляет собой слегка желтоватую (перегнанный) или темно-бурую жидкость с запахом чеснока или горчицы. В боевых условиях иприт может быть применен артиллерией (минометами), авиацией с помощью бомб и выливных приборов, а также фугасами. Поражение достигается путем заражения приземного слоя воздуха парами и аэрозолями иприта, заражением аэрозолями и каплями иприта открытых участков кожи, обмундирования, снаряжения, военной техники.

Иприт способен заражать местность летом до 2 сут., зимой до 2-3 нед. Поражения слизистых оболочек глаз, носоглотки и верхних дыхательных путей проявляются даже при незначительных концентрациях иприта. При более высоких концентрациях наряду с местными поражениями происходит общее отравление организма. Иприт имеет скрытый период действия (2—8ч) и обладает кумулятивностью. В момент контакта с ипритом раздражение кожи и болевые эффекты отсутствуют. Пораженные ипритом места предрасположены к инфекции. Поражение кожи начинается с покраснения, которое проявляется через 2—6 ч после воздействия иприта. Через сутки на месте покраснения образуются мелкие

пузыри, наполненные желтой прозрачной жидкостью. В последующем происходит слияние пузырей. Через 2—3 дня пузыри лопаются и образуется незаживающая 20—30 сут. язва. Если в язву попадает инфекция, то заживление наступает через 2—3 мес. При вдыхании паров или аэрозоля иприта первые признаки поражения проявляются через несколько часов в виде сухости и жжения в носоглотке, затем наступает сильный отек слизистой носоглотки, сопровождающийся гнойными выделениями. В тяжелых случаях развивается воспаление легких, смерть наступает на 3—4-й день от удушья. Особенно чувствительны к парам иприта глаза. При воздействии паров иприта на глаза появляется ощущение песка в глазах, слезотечение, светобоязнь, затем происходят покраснение и отек слизистой оболочки глаз и век, сопровождающийся обильным выделением гноя. Попадание в глаза капельно-жидкого иприта может привести к слепоте. При попадании иприта в желудочно-кишечный тракт через 30—60 мин появляются резкие боли в желудке, слюнотечение, тошнота, рвота, в дальнейшем развивается понос (иногда с кровью).

Минимальная доза, вызывающая образование нарывов на коже, составляет 0,1 мг/см². Легкие поражения глаз наступают при концентрации 0,001 мг/л и экспозиции 30 мин. Смертельная доза при действии через кожу 70 мг/кг (скрытый период действия до 12ч и более). Смертельная концентрация при действии через органы дыхания в течение 1,5 ч - около 0,015 мг/л (скрытый период 4 - 24 ч).

Сходный тип горчичного газа, называемый нитратный горчичный газ. Фактически он используется, чтобы предотвратить рак. имеют по крайней мере две 2-хлорэтильные группы, присоединенные к любому из тиоэфирных остатков (зеленовато-желтые газы) или к остаткам амина как в нитратном горчичном газе. Группа N (CH₂)₂Cl является существенным компонентом 3 известных антираковых препаратов, используемых, для лечения myeloma, Non-Hodgkin's lymphoma, Hodgkin's disease and certain leukaemias.

Газы нервно-паралитического действия

Газы нервно-паралитического действия - это **чрезвычайно высокотоксичные фосфоорганические соединения**, которые ингибируют ферменты, известные как холинэстеразы. Это ингибирование разрушает нервную систему. Нервно-паралитические газы делят на две категории: G-, оказывающие ингаляционное поражение и V-, которые оказывают ингаляционное поражение и воздействуют через кожу. Газы нервно-паралитического действия схожи с фосфорорганическими пестицидами по химическим и токсикологическим свойствам. ОВ нервно-паралитического действия главным образом не имеют запаха и цвета, и при нормальных условиях они представляют собой бесцветные или желто-коричневые жидкости.

Нервно-паралитические ОВ способны поражать человека при любом способе поступления в организм. При ингаляционном поражении в легкой степени наблюдаются ухудшение зрения, сужение зрачков глаз (миоз), затруднение дыхания, чувство тяжести в груди (загрудинный эффект), усиливается выделение слюны и слизи из носа. Эти явления сопровождаются сильными головными болями и могут сохраняться от 2 до 3 сут. При воздействии на организм смертельных концентраций ОВ возникают сильный миоз, удушье, обильное слюноотделение и потоотделение, появляются чувство страха, рвота и понос, судороги, которые могут продолжаться несколько часов, потеря сознания. Смерть наступает от паралича дыхания и сердца.

Смертельная доза такого нервно-паралитического газа как Табун, по разным оценкам составляют приблизительно 150 мг/м^3 в минуту. Дозы ОВ приводятся в единицах концентрации и времени. Таким образом, для Табуна смертельная доза была бы равна 15 мг/м^3 при воздействии в течении десяти минут. Обычно доза приводится в следующем виде: $150 \text{ мг}\cdot\text{мин/м}^3$. Для зарина смертельная доза - $70\text{-}100 \text{ мг}\cdot\text{мин/м}^3$, для VX смертельная доза приблизительно в два раза ниже соответствующей дозы Зарина.

При легких поражениях возможно полное восстановление. При поражениях средней тяжести и тяжелых необходимо введение противоядия. Нервно-паралитические газы – это единственные ОВ, у которых существуют противоядия. При тяжелых поражениях полное восстановление не гарантируется.

Хлорбензальмалондинитрил (CS)

2- хлорбензальмалондинитрил, или CS как его чаще называют, при нормальных условиях представляет собой бесцветные кристаллы. Относится к ОВ раздражающего действия. Применяется с помощью химических авиационных бомб, артиллерийских снарядов, генераторов аэрозолей и дымовых гранат. Возможно использование в виде длительно действующих рецептур CS-1 и CS-2. CS в малых концентрациях обладает раздражающим действием на глаза и верхние дыхательные пути, а в больших концентрациях вызывает ожоги открытых участков кожи, в некоторых случаях — паралич дыхания, сердца и смерть. Признаки поражения: сильное жжение и боль в глазах и груди, сильное слезотечение, непроизвольное смыкание век, чихание, насморк (иногда с кровью), болезненное жжение во рту, носоглотке, в верхних дыхательных путях, кашель и боль в груди. При выходе из зараженной атмосферы или после надевания противогаза симптомы продолжают нарастать в течение 15—20 мин, а затем постепенно в течение 1—3 ч затихают. Первые признаки поражения появляются при концентрации 0.002 мг/л. Концентрация 0.005 мг/л непереносима при экспозиции 1 мин; при концентрации

0.27 мг/л и экспозиции 10 минут отмечается поражение легких, а при концентрации 6.1 мг/л и той - же экспозиции - смертельный исход. Оказывает тератогенное действие на человека. Нет никакой информации, о том, что CS может способствовать возникновению рака.

Заключение

Более подробную информацию о химических и токсикологических свойствах рассмотренных ОВ, можно найти в научной литературе. Множество публикаций содержит описание других типов химического оружия. К изданной литературе можно получить доступ через базы данных в режиме on-line, включая MEDLINE, EMBASE, PubMed и TOXLINE. Также можно использовать следующую литературу:

“Public Health Response to Biological and Chemical Weapons”: WHO Guidance. World Health Organisation, Geneva, 2004. Also available at <http://www>.

Mars, T.C., Maynard, R.L., Sidell, F.R., *Chemical Warfare Agents Toxicology and Treatment*. Chichester. Wiley, 1996.

Vedder, E.B., *The Medical Aspects of Chemical Warfare*. Baltimore, Maryland. Williams and Wilkins, 1925.

Sidell, F.R., Patrick, W.C., Dashiell, T.R., *Jane's Chem-Bio Handbook*. Coulsdon, England. Jane's Information Group, 1998.

Somani, S.M., Romano, J.A. (eds.), *Chemical Warfare Agents: Toxicity at Low Levels*. Boca Raton, Fa. CRC Press, 2001.

**Нераспространение химического оружия:
Какова роль профессиональных кодексов поведения?
Брайан Рапперт (Великобритания)**

Цели:

- углубление понимания имеющейся роли химии и химической технологии в обществе;
- информирование о разнообразии, функциях и возможных достоинствах профессиональных кодексов;
- стимулирование размышлений о стандартах профессионального поведения и возможных вариантах кодексов.

Определение стандартов профессионального поведения в течение долгого времени являлось объектом интереса для многих химиков. К примеру, в начале 20 века, когда только начала появляться область называемая сегодня «химической технологией» (chemical engineering). Химическая технология того времени включала отдельные области теоретической и прикладной химии, а также некоторые разделы механики. В Германии, к примеру, работали совместно команда химиков и механиков, тогда как в США пошли по пути создания отдельной профессии. В частности, одной из причин послужил весьма низкий социальный статус промышленных химиков, характерный для того времени. В 1908 году был создан Американский институт инженеров-химиков, задачей которого являлась оценка университетских программ и стандартизация к подготовке инженеров химиков-технологов. Определяя, кого можно, а кого нельзя называть «химиками-технологами», институт сыграл жизненно важную роль в понятии стандартов, а также и статуса химика-технолога, и предопределил их уникальный вклад в развитие промышленности.

В течение последующих десятилетий, профессиональные организации химиков следовали социальным практикам, развитым в медицине, счетоводстве, а также в других инженерных профессиях, используя так называемые «кодексы профессионального поведения», для установления стандартов и стимулирования «размышлений». Общий термин «кодекс поведения», или «этический кодекс», покрывает широкий круг объектов. Один из путей классификации кодексов заключается в определении их функционального предназначения. Является ли целью кодекса «декларация ценностей», формулировка образовательных/рекомендательных направлений, введение ограничительных требований.

Типы кодексов.

Для выработки «декларации ценностей» формулируются требования, которых должны придерживаться практики, такие, к примеру, как добросовестность в исследованиях или честность. Требования могут быть реалистичными или идеалистичными. Например, в 1965 году Американское химическое общество приняло «Заповеди химика», в которых формулировали 8 пунктов ответственности для всех химиков. Для клиентов обозначена ответственность «быть надежным и некоррупцированным агентом, уважающим конфиденциальность, честным и дающим справедливое вознаграждение». Для химика-профессионала обозначена ответственность «поддерживать престиж химии, как передовой области знания и практики, обмениваться идеями и информацией через профессиональные объединения и публикации, признавать успехи коллег и воздерживаться от недоброкачественной рекламы».

«Образовательные/рекомендательные» кодексы идут дальше, обеспечивая детализированные руководящие принципы для адекватных действий. «Ограничительные» идут еще дальше, внедряя стандарты в более широких системах регулирования и даже накладывая обязательства. Этический код Американского института инженеров-химиков (1963 г.) содержит правила поведения для своих членов, такие как «он не будет раскрывать информацию,

касающуюся бизнеса или технологической информации любого настоящего или будущего работника или клиента без его согласия». Несоблюдение данного требования могло привести к профессиональным, а иногда и к судебным санкциям. Такие кодексы выполняли различные функции, включая идентификацию профессиональных острых проблем; принятия или исключения из химической профессии, углубление общественного доверия, и, что крайне важно, поддержка уважения к нормам поведения.

За течением последних нескольких десятилетий принятие кодексов профессиональной этики стало весьма часто встречающимся явлением, особенно в странах Запада. В частности, содержание и цели кодексов все больше сигнализировали об озабоченности общественности социальными и этическими последствиями использования достижений химии. Так, например, в 1994 г. было пересмотрено содержание «Заповедей химика». Была включена ответственность за то, что «... химики должны понимать и предвидеть возможные последствия воздействия результатов их работы на окружающую среду. Химики ответственны за предупреждение загрязнения окружающей среды и за сохранение ее качества».

«Принуждающие» кодексы раньше были более распространены в химической технологии, чем в исследовательской химии. В химической технологии кодексы были частью системы аккредитации во многих странах. Часто они уточняли стандарты коммерческих отношений. Однако в последнее время были разработаны университетские кодексы, предназначенные для ученых, занятых в фундаментальных и прикладных исследованиях.

В США, к примеру, 1980-1990 г.г. ознаменовались рядом громких скандалов, связанных с конфликтами коммерческих и академических интересов, мошенничеством и другими случаями ненаучного поведения. Как отклик на эти события, Американское химическое общество опубликовало «Руководство по этике публикации результатов химических исследований» (2000), которые по своему содержанию далеко превосходили идеалистические намерения, сформулированные в «Заповедях химика».

Некоторые доводы «за» и «против».

Несмотря на возрастающее число кодексов, постоянно возникают вопросы об их достоинствах. Эффективность кодексов, содержащих намерения или рекомендации, но не поддерживаемых системой практического применения, часто подвергаются сомнению. Другой аргумент заключается в том, что никакой кодекс не остановит человека, умышленно желающего его нарушить. Аналогично, слишком абстрактно положение кодексов о намерениях оставляют слишком много возможностей для толкования. Эта расплывчатость в совокупности с ограниченными возможностями означает, что такие документы воспринимаются чем-то вроде инструментом для общения с общественностью с целью отсоветовать ей вмешиваться в вопросы профессиональной этики.

Многое, конечно, зависит от жесткости механизмов внедрения и исполнения кодексов. Те кто поддерживают кодексы о намерениях, утверждают, что их функции шире, чем просто обеспечение некоторых норм поведения. Повышение осведомленности, выдвижение проблем для обсуждения, разъяснение индивидуальных обязательств, повышение доверия общественности, установление нижних пределов профессиональной этики – вот некоторые из преимуществ таких кодексов. В некотором смысле, сам процесс подготовки кодекса может оказаться таким же возможным, как и конечный результат. «Принуждающие» кодексы не страдают сколь-либо значительной степени от неверия в их эффективность. Однако некоторые люди сомневаются в способности написанных кодексов адекватно определить.

Что можно рассматривать в качестве подходящего кодекса поведения. Часть утверждает, что этические решения кодекса нельзя просто свести к стандартным, инертным правилам поведения и заранее установленным алгоритмам поведения, чаще всего, не отражающей всей сложности

реальной жизни. Цель кодексов заставить людей анализировать последствия поступков и дать им возможность открыто обсуждать последствия профессиональной деятельности.

Таким образом, кодексы, состоящие из весьма общих утверждений, рискуют оказаться под огнём критики за возможность слишком широкой их интерпретации, тогда как «жёсткие» кодексы обычно критикуют за несостоятельность в быстро меняющихся условиях реальной жизни.

В качестве примера сложности использования кодексов можно указать на конфликтность обязательств, вытекающих из них. Кодексы, например, могут быть направлены на удовлетворение интересов, как клиентов, так и общественности. В случае этического кодекса Американского института инженерной химии (1993 год) есть требования «соблюдения конфиденциальности». С другой стороны речь идёт о «защите интересов общества – здоровье, благосостоянии, безопасности». Легко представить ситуацию, когда химик, соблюдая требования конфиденциальности, может нанести вред обществу (например, скрывая информацию о возможных отдалённых воздействиях на окружающую среду). Поэтому кодексы зачастую бывают амбициозными и не очень конструктивными этическими гидами.

Пример возможного ущерба в будущем поднимает дополнительные вопросы о том, в чём состоит социальная ответственность учёных и инженеров.

Достаточно ли использовать имеющиеся знания в рамках существующих законов и стандартов? Или учёные и инженеры осознают ответственность за то, чтобы результаты их деятельности имели для общества только положительные последствия (и для какой части общества)?

Обобщая вышесказанное, какие вопросы должны учёные и инженеры задавать себе о последствиях своей деятельности?

Профессиональные кодексы и уничтожение химического оружия.

Как указывалось выше, кодексы часто появляются как отклик на меняющуюся социально общественную ситуацию. С возросшей в последнее время озабоченностью в отношении «оружия массового поражения», повышенное внимание уделяется химическим аспектом этой проблемы и ответственности за нераспространение химического оружия.

Кодексы стали частью деятельности по уничтожению химического оружия.

Вопросы участия учёных в военных исследованиях давно и широко обсуждаются в мире. К сожалению, распространено мнение о тесной связи химиков и химического оружия. Достаточно вспомнить пример немецкого химика – патриота Фрица Габера, чтобы осознать всю сложность связей между наукой и этическими нормами. Во время Первой мировой войны Габер активно принимал участие в программе создания химического оружия и в 1915 году лично руководил первым использованием хлора в качестве химического оружия на Ипре (Бельгия). Он полагал, тем самым обеспечивает значительное воинское преимущество своей стране. Однако не все придерживались такой точки зрения.

Жена Габера Клара, тоже химик, покончила жизнь самоубийством, которое, как полагают, было обусловлено фактором участия её мужа в разработке отравляющих веществ.

В 1919 году Габеру была присуждена Нобелевская премия за открытие способа фиксации атмосферного азота в виде аммиака. Эти довоенные исследования привели к созданию технологии синтеза азотных удобрений, что позволило поднять продуктивность сельского хозяйства и накормить миллионы голодающих на планете. Открытие Габера, с другой стороны, обеспечило Германию взрывчатыми веществами в Первой мировой войне. Часто вспоминают слова, сказанные Габером в Нобелевской лекции: «Ни в одной из будущих войн военные не смогут контролировать отравляющие газы. Это высшая форма убийства». Последние слова

подразумевают, что солдат можно убрать с поля боя, используя химическое оружие, не приводящее обязательно к смертельному исходу.

С начала 20 века, предпринималось огромное количество международных усилий, направленных на запрещение химического оружия. Они привели в 1993 году к созданию конвенции, запрещающей распространение и использование химического оружия.

Огромна роль учёных и инженеров в обеспечении соблюдения требований Конвенции.

Ряд научных разработок представляет собой серьёзные вызовы будущему. Успехи синтетической химии, создание баз данных в фармацевтической промышленности и агрохимии, совершенствование микрореакторных технологий, увеличение масштабов производства, без сомнения, содействуют повышению благосостояния населения планеты. Однако одновременно облегчается совершенствование химического оружия.

Кроме того, оставаясь в рамках Конвенции, некоторые вооружённые силы производят так называемые «продукты двойного назначения», которые, как полагают многие эксперты, в состоянии подорвать все усилия мировой общественности по запрету и уничтожению всего химического оружия.

Принятие и распространения кодексов поведения рассматриваются как один из путей повышения осведомлённости общественности о необходимости запрещения химического оружия. Эта деятельность также способствует тому, чтобы государства и отдельные граждане выполняли обязательства накладываемые Конвенцией. В настоящее время разработано лишь несколько кодексов, напрямую связанную с проблемой химического оружия. Большинство кодексов не только не затрагивают эту проблему, но и не рассматривают гораздо более широкий вопрос участия учёных и инженеров в разработке новых видов оружия.

Следует, однако, упомянуть о положительном примере. Международное объединение инженеров и учёных за глобальную ответственность (the International Network of Engineers and Scientists for Global Responsibility) обратилась с призывом к инженерам и учёным подписать документ, в котором они принимали на себя следующие обязательства:

Я обязуюсь не принимать участия в разработке и производстве оружия массового поражения и оружия, запрещённого международными конвенциями...

Поскольку результаты научных исследований принадлежат всему человечеству, я буду сознательно рассматривать участие в секретных проектах, служащим военным или экономическим интересам. Я не буду участвовать в секретных исследованиях, если я приду к выводу о том, что такие исследования могут нанести вред обществу. Если я приму решение участвовать в каком – либо секретном исследовании, я буду постоянно осмысливать его последствия для общества и окружающей среды.

Это пример кодекса, в котором призывы сочетаются с весьма конкретными целями.

С 1957 года Пагоушское движение пропагандирует идеи социальной ответственности в науке и технологии, с особым вниманием к проблемам вооружения и военного использования достижений науки.

В 1990 – ых годах студенческое Пагоушское движение разработало клятву молодых учёных (по аналогам с Клятвой Гиппократ), чтобы стимулировать размышления на этические темы. Эта клятва гласит:

Я обещаю работать для блага человечества, для мира, в котором наука и технология будут использоваться социально ответственным образом. Я не буду использовать свои знания для целей, угрожающих благополучию человечества или окружающей среды. В течение всей моей карьеры, прежде чем предпринять какие – либо действия, я буду задумываться об этических последствиях моей работы. Хотя требования, налагаемые на меня подписанием этого документа, высоки, я подписываю эту декларацию, потому что осознаю, что индивидуальная ответственность – первый шаг на пути к всеобщему миру.

Научно-практический семинар «Химический синтез: точка бифуркации»
30 октября 2005 г., Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева

Будущее кодексов: упражнение

Много было написано о кодексах поведения в науке и технологиях. Было поставлено много вопросов, некоторые из которых упомянуты выше. Если бы Вас попросили разработать кодекс, какие бы вопросы Вы поставили?

Вот некоторые примеры.

1. Нужны ли чёткие кодексы?
2. Если да, то какие виды кодексов?
3. Эффективны ли они, и в каких случаях?
4. Являются ли кодексы наиболее эффективным способом обеспечения высоких норм поведения?
5. Как можно обеспечить адекватность и «долгожительство» кодекса?
6. Можно ли создать один универсальный этический кодекс?
7. Имеют ли кодексы влияние за пределами стран, где были созданы?
8. Кто должен участвовать в разработке кодекса?

В разное время на эти вопросы давались разные ответы.

В прошлом профессиональные кодексы отражали экономические требования и социальные нормы конкретного исторического момента. Учитывая быстрое развитие химии, химическое технологии и родственных отраслей, необходимо, чтобы новые кодексы отражали текущую ситуацию, но были достаточно гибкими для отклика на грядущие изменения.

В разделе «Дополнительное чтение» представлена информация о веб – ресурсах по вопросам кодов.

Ознакомившись с ними, можно найти ответы на некоторые вопросы, поставленные выше. Вот ещё несколько вопросов.

1. Что должно включаться в содержание кодекса?
2. Какая ответственность учёных и специалистов за результаты работы должна в них учитываться?
3. Должен ли кодекс содержать общие указания, или должны быть рассмотрены конкретные вопросы?
4. Что должно быть сказано о нераспространении химического оружия?
5. Какой аудитории предназначен кодекс?
6. В идеальном случае, кто должен принимать участие в разработке кодекса?
7. Как распространить этот документ среди учёных и инженеров, а также среди широкой общественности?

Further Readings

Examples of Codes

- American Chemical Society's *Chemist Creed, Professional Employment Guidelines, and Ethical Guidelines to Publication of Chemical Research* see <http://www.chemistry.org/>
- The American Institute of Chemists (1983) *Code of Ethics* <http://onlineethics.org/codes/AIC.html>
- American Institute of Chemical Engineers (2003) *Code of Ethics* <http://www.aiche.org/about/ethicscode.htm>

For a databases of scientific and engineering codes see:

<http://onlineethics.org/> and <http://www.iit.edu/departments/csep/PublicWWW/codes/>

Selected Analyses of Scientific and Engineering Codes

- A survey of the various scientific codes is given in ICSU (2001) *Standards for Ethics and Responsibility in Science 27GA/02/12.4.1* http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/217_DD_FILE_SCRES-Standards_Report%20.pdf
- For an examination of various ethical dilemmas and the utility of codes in helping resolve them see <http://www.pitt.edu/~bmclaren/ethics/caseframes/index.html>
- An examination of codes and biological weapons is given at <http://www.projects.ex.ac.uk/codesofconduct/>
- For a discussion of the responsibility of scientists see Rotblat J. *Science and Humanity in the Twenty-First Century* <http://www.nobel.se/medicine/articles/rotblat/>

Научно-практический семинар «Химический синтез: точка бифуркации»
30 октября 2005 г., Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева