

## **Система экологических и химических понятий в химическом образовании**

***Кухарская Елена Владимировна***

*МКОУ «Тегульдетская средняя общеобразовательная школа»,*

*с. Тегульдет, Томская область*

Содержание химического образования в настоящее время включает вопросы экологии. Проблема эффективной передачи знаний и организация усвоения учащимися наиболее важных экологических понятий связанных с химическим материалом, вызывает некоторые затруднения связанные с поисками и отработкой информации.

Для ориентирования в понятийном аппарате химической экологии удобно использовать графические схемы, отображающие логическую взаимосвязь между экологическими и химико-экологическими понятиями, а так же их связь с химическим материалом. Для эффективной передачи знаний учащимся удобно использовать схемы, учебные карты и задачи, позволяющие оптимально организовать усвоение выделенных понятий.

Рассмотрим в качестве примера графическую схему №1 «Основные химико-экологические понятия». Ключевыми здесь служат понятия «окружающая среда» и «загрязнение окружающей среды». Затем показаны виды загрязнения окружающей среды (ОС) – физическое, химическое и биологическое. Для химического загрязнения ОС указаны источники попадания загрязнителей в ОС – как антропогенные, так и естественные. Далее вводится понятие «устойчивость загрязнителей в ОС» и обсуждается, как происходит трансформация загрязнителей в ОС – под действием каких факторов и к чему это приводит.

Следующий логический уровень – воздействие загрязнителей на ОС и человека. Показано, что воздействию загрязнителей могут подвергаться как экосистема в целом, так и отдельные её слагаемые – живые организмы и условия их обитания. Для характеристики воздействия загрязнителей ОС на экосистему как целое вводится представление об устойчивости экосистемы – резистентной и упругой.

Для характеристики воздействия загрязнителей на живые организмы (в том числе на человека) привлекается система понятий, связанных с токсичностью загрязнителей, – это летальные дозы и предельно допустимая концентрация, а также понятие «кумуляция загрязнителей» – имеется в виду аддитивное, антагонистическое и синергическое воздействие. В левом нижнем углу схемы указаны основные современные экологические проблемы и их взаимосвязь. Например, показано, что кислотные осадки вызывают коррозию и эрозию техногенных систем, повышение кислотности водоёмов и почв, выщелачивание почв.

Рассмотренная схема может быть дополнена понятиями, относящимися к защите окружающей среды от химического загрязнения. Эти понятия и связи между ними представлены в графической схеме № 2, где показано, что защита ОС от химического загрязнения возможна тремя путями: предупреждением

попадания отходов (не только условий для попадания загрязнителей в ОС, но и самих загрязнителей);

Обезвреживанием образующихся отходов (загрязнители существуют, но не попадают или почти не попадают в ОС); нейтрализацией загрязнителей плавающих в ОС.

Затем для каждого пути защиты ОС от химического загрязнения показаны конкретные способы его реализации – два нижних уровня в схеме.

Ещё один из продуктивных способов обучения – представление учебного материала в виде учебных карт. Учебная карта состоит из двух частей. Левая часть содержит информацию в виде лаконичных, чётко структурированных определений (объекты усвоения). В правой части помещены задания, включающие состав действия. Рассмотрим в качестве примера содержание учебной карты, включающей основные химико-экологические понятия.

**Графическая схема № 1**



| Воздействие на ОС и человека                                                                    |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                      |                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Воздействие на экосистемы                                                                       |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                      |                                                                                                                                   |
| Устойчивость экосистемы                                                                         |                                                                                                            |                                                                                                                    | на техногенны<br>е системы<br>1.Коррозия<br>2.Эрозия | на растения, животных,<br>человека                                                                                                |
| Упругая                                                                                         |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                      | 1.Токсические загрязнители<br>(ПБК, ЛД <sub>50</sub> )                                                                            |
| Резистентная                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                      |                                                                                                                                   |
| на атмосферу<br>1. Смог*<br>2. Озоновые дыры<br>3. Парниковы<br>й эффект<br>4. Кислотные осадки | на гидро<br>сферу<br>1.Закислени<br>е водоёмов<br>2.Нефтянны<br>е пятна<br>3.Эфтрофи-<br>кация<br>водоёмов | на почвы<br>1.Засоление почв<br>2.Выщелачивание<br>почв<br>3.Эрозия<br>4.Загрязнение<br>ионами тяжелых<br>металлов |                                                      | Кумуляция загрязнителей в<br>ОС<br>1.Аддитивное воздействие.<br>2.Антогонистическое<br>воздействие<br>3.Синергическое воздействие |
|                                                                                                 |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                      |                                                                                                                                   |

\*смог лондонского и лос-анжелесского типов

## Графическая схема № 2

### Защита окружающей среды от химических загрязнений

| Защита ОС от химических загрязнений                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Предупреждение образования отходов</b></p> <p>↓</p> <p><b>Применение безотходных и малоотходных технологий (рекуперация. Обратное водоснабжение, рециклизация)</b></p> <p><b>Переход на экологически чистые источники энергии</b></p> <p><b>Экономия ресурсов (ресурсосберегающие технологии, защита от коррозии, реутилизация)</b></p> | <p><b>Обезвреживание образующихся отходов</b></p> <p>↓</p> <p><b>Захоронение отходов</b></p> <p><b>Очистка сточных вод, газовых выбросов</b></p> | <p><b>Нейтрализация загрязнителей в ОС</b></p> <p>↓</p> <p><b>Устранение нефтяных пятен</b></p> <p><b>Известкование почвы и т.д.</b></p> |

**Учебная карта**  
**Основные химико-экологические понятия**

| Объект усвоения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Химическая экология – наука о химических взаимодействиях организмов между собой и ОС</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Задание № 1</b> Приведите примеры: естественных химических взаимодействий организмов между собой и ОС;<br/>химических взаимодействий организмов между собой и ОС, вызванных загрязнением ОС.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Загрязнение ОС по своей природе может быть физическим, химическим и биологическим.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Физическое</b> загрязнение ОС непосредственно влияет на физические характеристики ОС – температуру, освещённость, уровень шума и др.</p> <p><b>Химическое</b> загрязнение ОС в первую очередь изменяет химический состав ОС – атмосферы, гидросферы, почвы.</p> <p><b>Биологическое загрязнение ОС</b> характеризуется привнесением живых организмов – нежелательных или нехарактерных для данной экосистемы.</p> | <p><b>Задание № 2</b></p> <p>Распределите загрязнения ОС по типам в зависимости от их природы: ионы тяжёлых металлов в питьевой воде; сильный шум; колорадский жук на вашем огороде; вибрация; повышение температуры воды в озере из-за сброса в него тёплой воды от ТЭЦ; нефтяная плёнка на поверхности моря; васильки на хлебном поле; избыток CO<sub>2</sub> в атмосфере; пестициды.</p> <p>Укажите, для каждого примера, по какому признаку эту ситуацию относят к загрязнению ОС. На основании сформулированных признаков дайте определение загрязнителя ОС.</p>                                                                            |
| <p>В зависимости от источников загрязнение ОС может быть естественным или антропогенным. Естественное загрязнение ОС вызывается процессами, происходящими в природе без вмешательства человека. Антропогенное загрязнение ОС – следствие деятельности человека.</p>                                                                                                                                                     | <p><b>Задание № 3</b></p> <p>Разделите приведённые ситуации на две группы в зависимости от источника загрязнения: угарный газ, выделяемый двигателем внутреннего сгорания на холостом ходу; удобрения смытые с поля в водоём; Сероводород, как продукт жизнедеятельности анаэробных бактерий; зола, остающаяся после сжигания угля; Метан, выходящий из трещин в земной коре; хлоркальциевые стоки сероводородного производства; ПАВ, попадающие в городскую канализацию при использовании СМС; сернистый газ, выделяющийся при извержении вулкана. Назовите естественные и антропогенные источники загрязнения ОС, опираясь на эти примеры.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Устойчивость загрязнителей в ОС – способность некоторых веществ длительно сохранять свои свойства в ОС. В зависимости от устойчивости загрязнители по-разному поддаются трансформации в ОС. Трансформация загрязнителей в ОС – превращение химических соединений в ОС под влиянием физических, химических и биологических факторов. Трансформация под влиянием физических и химических факторов приводит к образованию более простых или более сложных веществ по сравнению с исходными.</p> <p><b>Биотрансформация</b> – происходит в процессе продвижения загрязнителей по трофическим цепям и приводит к биодеградации, биоуселению или биоаккумуляции исходного загрязнителя.</p> <p><b>Биодеградация</b> – процесс разложения загрязнителей ОС под воздействием живых организмов.</p> <p><b>Биоусиление</b> – процесс превращения исходного загрязнителя ОС в более опасное вещество под воздействием живых организмов.</p> <p><b>Биоаккумуляция</b> – постепенное накопление организмами вредных веществ в ходе их обитания в загрязнённой среде за счёт не полного выделения загрязнителей из организма. Концентрация биоаккумуляированных веществ возрастает по мере продвижения по трофической цепи. Вещества, не поддающиеся трансформации, остаются в ОС в неизменном виде.</p> | <p><b>Задание № 4</b></p> <p>Установите, какие факторы среды участвуют в трансформации загрязнителей и к каким явлениям это приводит: В верхних слоях атмосферы под действием солнечного света фреоны разлагаются с выделением атомарного хлора; оксид азота (II) окисляется в оксид азота (IV) под действием кислорода воздуха; под воздействием бактерий металлическая ртуть превращается в метил- и этилртуть; биоразлагаемые органические вещества под воздействием аэробных бактерий превращаются в <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math> и фосфаты; серная кислота образуется во влажном воздухе из <math>\text{SO}_2</math> и <math>\text{SO}_3</math>.</p> |
| <p>Загрязнение ОС оказывает воздействие на ОС и человека. Воздействие на ОС бывает: на экосистемы в целом; на составляющие экосистемы компоненты (живые организмы, атмосфера, гидросфера, почва) и техногенные системы (конструкции создаваемые человеком).</p> <p><b>Устойчивость экосистемы</b> – способность экосистемы в целом противостоять воздействию на неё.</p> <p><b>Резистентная устойчивость</b> – способность экосистемы сопротивляться внешним воздействиям (нагрузкам).</p> <p><b>Упругая устойчивость</b> – способность экосистемы возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>Задание № 5</b> сравните резистентную и упругую устойчивость кустарника и деревьев, если известно, что неблагоприятное изменение состава почвы сказывается на кустарнике раньше, чем на деревьях, но после возвращения состава почвы к исходному состоянию кустарник восстанавливается быстрее. Укажите, какой из этих видов растений лучше использовать как индикатор неблагоприятных изменений в ОС и какой – благоприятных.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Степень воздействия загрязнителей на живые организмы (в том числе и на человека) зависит от токсичности загрязнителей. Токсичность – ядовитость, способность некоторых веществ оказывать вредное воздействие на живые организмы.</p> <p>Характеристики токсичности: летальная доза 50 (ЛД<sub>50</sub>) -- доза вещества вызывающего гибель 50% подопытных животных. С учётом ЛД<sub>50</sub>, устойчивости загрязнителей в ОС и с некоторым запасом устанавливается предельно допустимая концентрация (<b>ПДК</b>).</p> <p>Различают: ПДК<sub>мр</sub> – максимально разовую концентрацию в воздухе населённых мест (при вдыхании в течении 30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека); ПДК<sub>сс</sub> – среднесуточную. ПДК не должна причинять здоровью человека прямого или косвенного вреда при неопределённо долгом воздействии.</p> | <p><b>Задание № 6</b> Расположите приведённые вещества в порядке возрастания их токсичности (в скобках указаны ЛД<sub>50</sub>, для мышей, г/кг живого веса):</p> <p>1) 2-бромпентан (6,0); 2) йодбензол (1,85); 3) 1,2-диметоксибензол (0,89); 4) 4-гидроксобензальдегид (2,72); 5) аллилацетат (0,25).</p> <p>Расположите приведённые вещества в порядке возрастания их опасности, используя ПДК, мг/м<sup>3</sup>: 1) 2-бромпентан (5); 2) йодбензол (0,3); 3) 1,2-диметоксибензол (1); 4) 4-гидроксобензальдегид (2); 5) аллилацетат (0,25).</p> <p>Сравните полученные вами ряды. Объясните, чем вызвано расхождение в порядке перечисления веществ.</p> |
| <p>Основным недостатком использования ПДК как характеристики опасности воздействия токсичного вещества является то, что ПДК устанавливается для каждого вещества отдельно, а в ОС может происходить кумуляция загрязнителей – суммирование вредных эффектов от воздействия различных загрязнителей.</p> <p>При этом наблюдается: <b>аддитивное воздействие</b> загрязнителей на ОС, при котором общий эффект равен сумме эффектов воздействия всех загрязнителей в отдельности; <b>антигонистическое воздействие</b>, при котором общий эффект меньше суммы эффектов воздействия всех загрязнителей в отдельности; <b>синергическое воздействие</b>, при котором эффект больше суммы эффектов воздействия всех загрязнителей в отдельности.</p>                                                                                                                           | <p><b>Задание № 7</b></p> <p>Определите, какое воздействие – аддитивное, антагонистическое или синергическое – имеет место в каждом случае: вдыхание табачного дыма, как правило, увеличивает вероятность заболевания человека, находящегося в помещении с уже загрязнённым воздухом;</p> <p>Одновременные выбросы аммиака и хлороводорода приводят к образованию малотоксичного хлорида аммония;</p> <p>Под действием света в атмосфере, содержащей пропилен и оксид азота, происходит синтез <i>n</i>-ацетнитрила – одного из самых токсичных компонентов фотохимического смога.</p>                                                                        |

Учебные карты можно использовать как на дополнительных занятиях так и на уроках химии.