

Современные проблемы химии

Межфакультетский курс для студентов

Щербаков Владимир Васильевич (olimp@muctr.ru)

(доктор химических наук, профессор кафедры
общей и неорганической химии)

Научные интересы:

- **Диэлектрическая радиоспектроскопия**
- **Микроволновая химия**
- **Химия ионных жидкостей**
- **Физическая химия растворов**
- **Информационные технологии в образовании**

Современные проблемы химии

Межфакультетский курс для студентов

Рейтинговая система

1. Контрольная работа № 1	20
баллов	
2. Контрольная работа № 2	20 баллов
3. Контрольная работа № 3	20 баллов
4. Посещение лекций	10 баллов
5. Зачет	30 баллов
Сумма	100 баллов

Современные проблемы химии

Межфакультетский курс для студентов

Содержание курса

1. Экологическая, энергетическая и продовольственная проблемы. **Зеленая химия**
2. Химия сверхкритических флюидов
3. Химия ионных жидкостей
4. Микроволновая химия
5. Химия сверхвысоких давлений и сверхнизких температур

6. Методы синтеза

Проблемы и задачи современной химии

ХИМИЯ: учебная дисциплина, область науки, химическое производство.

Химия XXI века

XXI век – высокие темпы развития науки, информатики, экономики, промышленности, сельского хозяйства.

Общество – **постиндустриальное, информационное**: знания и информация – становятся **производительными**

силами

Проблемы и задачи современной химии

Перед химической наукой и химической технологией помимо собственных (развитие науки и технологий) стоят ряд нерешенных глобальных проблем и задач, к числу которых, в первую очередь, относятся следующие три:

- 1. Экологическая.**
- 2. Энергетическая.**
- 3. Продовольственная.**

1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

Экологическая проблема - парадокс хозяйственной деятельности человека.

Человечество, пройдя ряд этапов развития — от огня костра до использования термоядерной энергии — в начале XXI века оказалось в условиях, когда встал вопрос о его **ВЫЖИВАНИИ**.

Что сейчас происходит в мире с окружающей средой человека?

1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

Живая природа - это "**безотходное производство**". Отходы какого-то вида жизнедеятельности в природе утилизируются в ней самой, участвуя в геологическом круговороте веществ.

Лишь **небольшое** количество веществ, которые не используются природой "**складируются**" в виде известняка, торфа, угля, растворённых в природных водах солей и т. д.

2017 – год ЭКОЛОГИИ в РФ

Президент России **Владимир Путин** подписал указ, в соответствии с которым 2017 год в России объявлен **годом экологии**. Цель этого решения — *привлечь внимание* к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере, и *улучшить состояние* экологической безопасности страны.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ГОДА ЭКОЛОГИИ

- 1. Улучшение общих экологических показателей России.
- 2. Обеспечение экологической безопасности Российской Федерации.
- 3. Привлечение граждан к сохранению природных богатств страны.
- 4. Развитие экологической ответственности всех слоёв общества.

Экологические проблемы России

1. Загрязнение воздуха
2. Вырубка лесов
3. Загрязнение воды и почвы
4. Бытовые отходы
5. Радиоактивные загрязнения
6. Браконьерство и уничтожение заповедников

Результаты «Года экологии»

12.12.17 – Министр природных ресурсов и экологии России **Сергей Донской**: выявили проблемы и сформировали «дорожную карту» для их решения.

С 15.05.18 новый министр – **Дмитрий Кобылкин** (губернатор Ямало-Ненецкого АО)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

Научно-технический прогресс

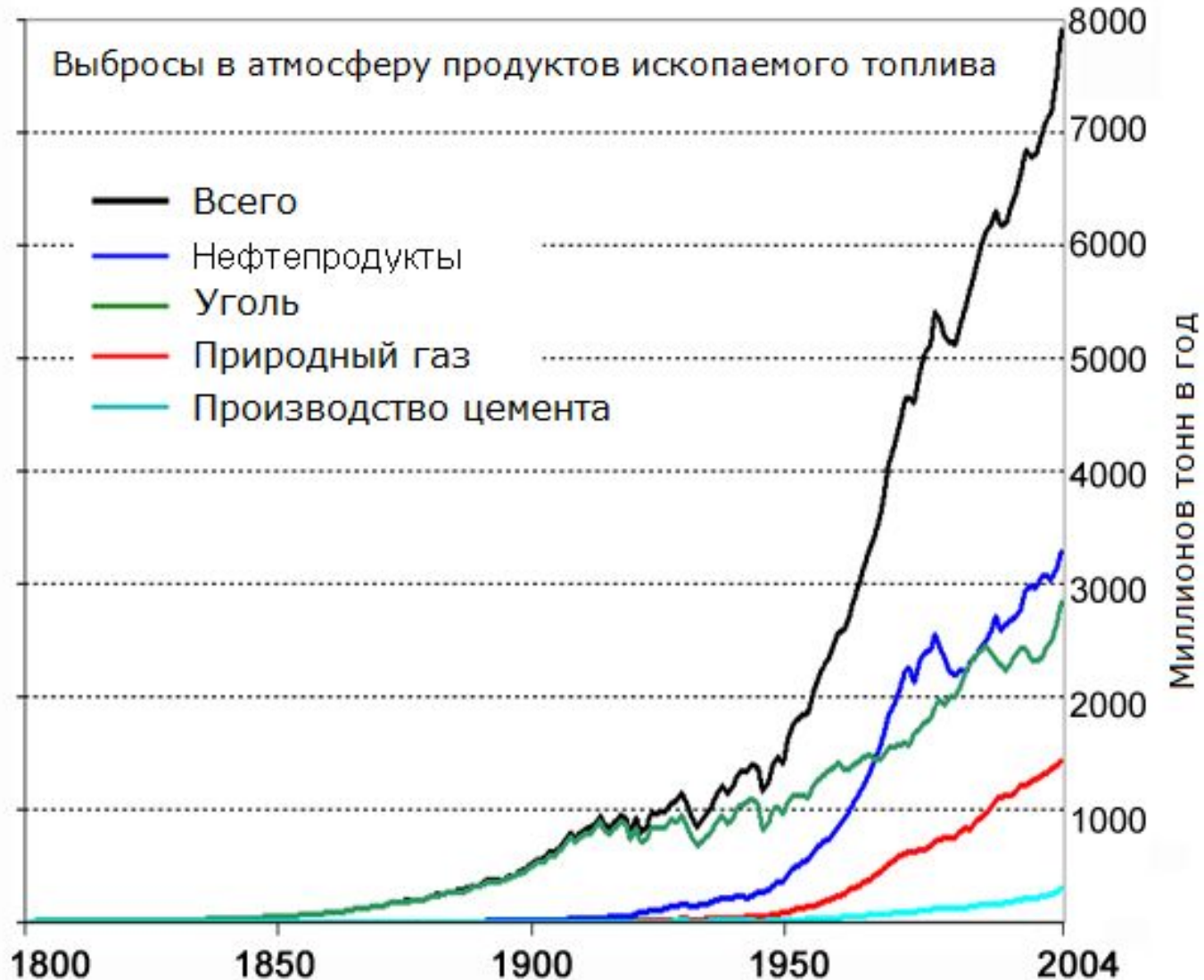
одновременно оказывает и

отрицательное влияние на природу.

В результате сжигания топлива и других промышленных процессов за последние

100 лет в атмосферу выделено около **400 млрд.** тонн CO_2 ; его концентрация в атмосфере возросла на **20 %**.

Сжигание топлива – выброс CO₂



Концентрация CO₂ в воздухе

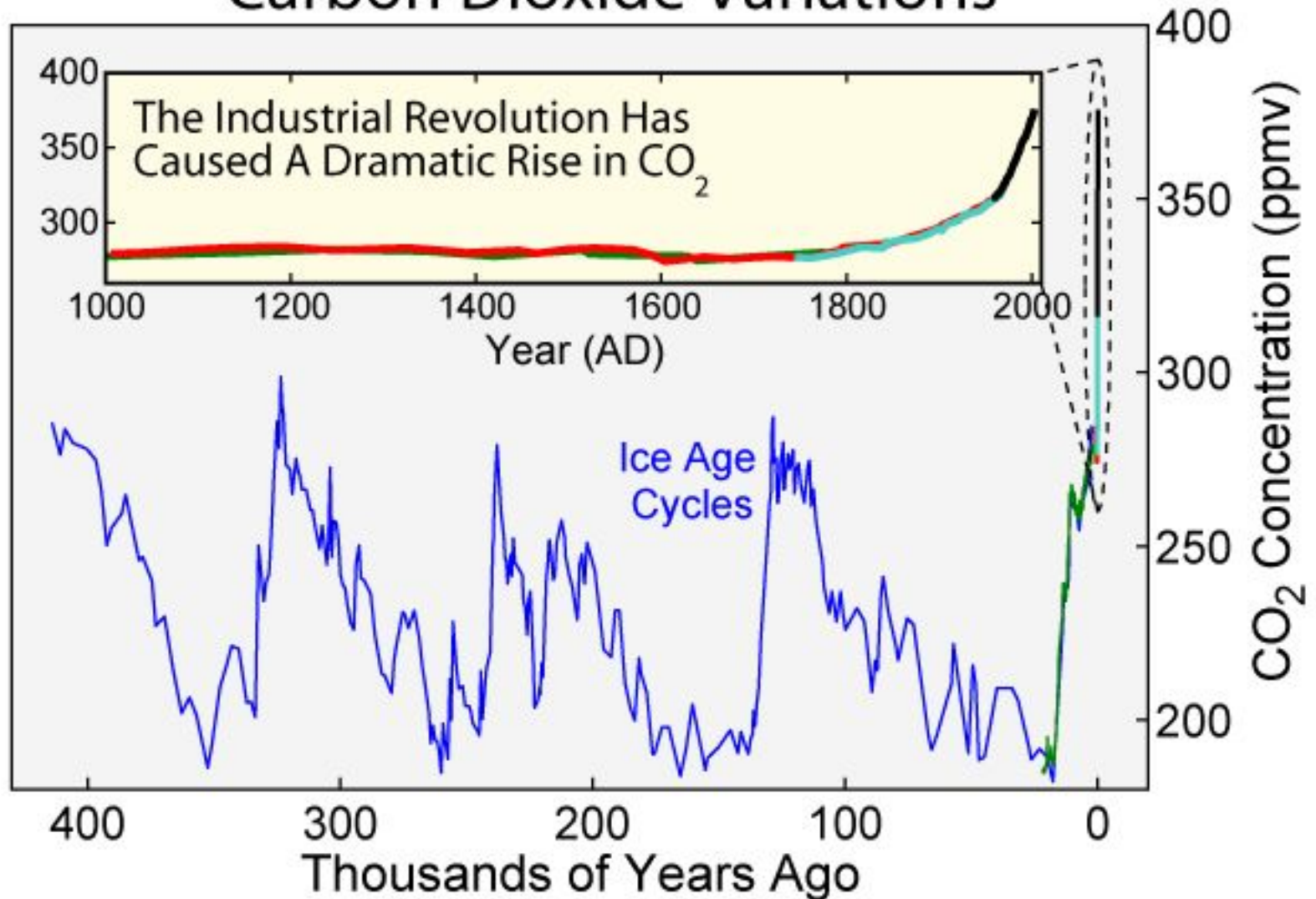
- 2009 г – **0,0387 %** (387 ppm)
- 2016 г – **0,0400 %** (400 ppm)
- 2019 г – **0,0415 %** (415 ppm)

Влияние CO₂ на организм человека

- Нормальный уровень: 350 – 450 ppm
- Несвежий воздух: 600 – 1000 ppm
- Общая вялость: 1000 – 2500 ppm
- Влияет на здоровье: 2500 – 5000 ppm
- Допустимо при 8 час. рабочем дне: 5000 ppm

Концентрация CO₂ в воздухе

Carbon Dioxide Variations



ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

За год в атмосферу выбрасывается более **200 млн.т** оксида углерода (II), более **50 млн.т** оксидов азота.

Если содержание оксида CO_2 в атмосфере удвоится, то за счёт «Парникового эффекта» средняя температура земной поверхности повысится на **3 – 6 °C**.

Парниковый эффект

Па

ГОС



Парниковый эффект

Парниковый эффект – повышение температуры планеты за счет накопления парниковых газов ($\text{H}_2\text{O}_{(г)}$, CO_2 , CH_4 , O_3, \dots)

В XX веке температура возросла на $1\text{ }^\circ\text{C}$.

В XXI веке ожидается рост на **$3 - 6\text{ }^\circ\text{C}$** .

Водяной пар **$36 - 72\%$**

Углекислый газ $9 - 26\%$

Метан $4 - 9\%$

Озон $3 - 7\%$

Парниковый эффект

Парниковые газы характеризуются **высокой прозрачностью** в видимом диапазоне и с **высоким поглощением** в среднем и дальнем **инфракрасном** диапазонах длин волн излучения.

Основной вклад на Земле **H_2O (пар)**

На Венере – **CO_2 (96,5%)**

Парниковый эффект

Глобальное потепление

и его **последствия:**

- таяние льдов и затопление территорий,
- изменение климата (наводнения, засухи, ураганы, землетрясения, вымирание флоры и фауны, исчезновение зоны вечной мерзлоты).

Международные соглашения по климату планеты

Парниковый эффект вызывает нестабильность атмосферы и земной коры

1997 год - Киотский протокол -

Международное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу для сдерживания глобального потепления.

Киотский протокол

По Киотскому протоколу промышленно развитые страны взяли на себя обязательство уменьшить в 2008 - 2012 годах выбросы углекислого газа:

- государства Евросоюза - **на 8 %**,
- Япония и Канада - **на 6 %**,
- страны Восточной Европы и Прибалтики - **на 8%.**
- Россия и Украина обязались сохранить объёмы среднегодовых выбросов на уровне 1990 года.

Киотский протокол

- Развивающиеся страны, а также КНР и Индия обязательств на себя **не взяли**
- От участия в Киотском протоколе отказались **США и Австралия**, которые образовали в июле 2005 альтернативное **Азиатско-тихоокеанское партнёрство по экологическому развитию и климату**.

Позже в него вступили
(**Китай, Индия, Южная Корея**).

Киотский протокол

Согласно Киотскому протоколу:

- каждой стране выделена квота на выброс углекислого газа;
- если страна выбрасывает меньше CO_2 , то может продавать, излишки другой стране, которая приобретает право производить углекислый газ больше исходной нормы;
- оказался малоэффективным без участия США, Китая и Индии .

Парижское Соглашение по климату

Парижское Соглашение по климату было принято в ходе климатической конференции в Париже в декабре 2015 года и подписано большинством государств мира в апреле **2016** года. Договор вступил в силу в ноябре **2016** г.

Парижское соглашение по климату

Оно пришло на смену действовавшему до того момента **Киотскому протоколу** от 1997 года, установившему квоты по выбросу парниковых газов только для нескольких развитых стран, однако **США не подписали соглашения**, а ряд других стран **не выполнили** принятые договоренности киотского протокола

Парижское соглашение по климату

Выработанное в Париже в декабре 2015 года **Соглашение по климату** впервые в истории **объединило** усилия **всех** мировых держав по сдерживанию климатических изменений. Его одобрили **195 стран**, что позволило обозревателям назвать его **историческим**.

Парижское Соглашение по климату – **пять задач**

- 1. Не позволять средней температуре на планете **расти выше 2°С** по отношению к показателям доиндустриальной эпохи, а по возможности снизить ее до 1,5°С.
- 2. Начать в период с 2050-2100 г.г. **ограничивать** выброс парниковых газов, получаемых в результате промышленной деятельности человека, до уровня, который деревья, почва и Мировой океан могут переработать естественным образом.

Парижское соглашение по климату

- 3. К 2020 г. разработать национальные стратегии перехода на "зеленые" технологии и **безуглеродную экономику**
- 4. Пересматривать в сторону увеличения каждые пять лет вклад каждой отдельной страны **по снижению** вредных выбросов в атмосферу.
- 5. Создать **климатический фонд** развитых стран для борьбы со стихийными бедствиями и помощи слаборазвитым странам.

Позиция США по Парижскому соглашению



Дональд Трамп неоднократно выражал негативное отношение к Парижскому соглашению о климате, подписанному Бараком Обамой в **2016** году.

На встрече G-20 (июль-2017 г.) объявил о выходе США из **Парижского соглашения по климату**

Позиция США по Парижскому соглашению

Трамп — ярый критик теории глобального потепления. В ходе предвыборной кампании он высказывал сомнения в ее **научной** обоснованности.

Трамп утверждает , что эта теория "придумана Китаем, чтобы сделать американскую продукцию неконкурентоспособной".

Позиция США по Парижскому соглашению

- Объявляя о выходе страны из договора, Дональд Трамп заявил, что США могли **потерять 2,7 млн. рабочих мест к 2025 году**, если бы выполняли положения Парижского соглашения.
- По количеству выбрасываемого **CO₂** США стоит на **втором месте** (после **Китая**) и выбрасывает больше, чем все 28 стран Евросоюза.

САММИТ ООН ПО КЛИМАТУ

Открылся 23 сентября 2019 г. в Нью-Йорке

- Последние **пять лет** стали самыми жаркими на Земле за весь период наблюдения.
- Ежегодно теряем **семь** млн. га леса.
- 66 стран подписали соглашение – добиться к 2050 году **нулевого баланса** по выбросу CO₂.
- Зима 2019/20 в России **самая теплая** за всю историю наблюдений

САММИТ ООН ПО КЛИМАТУ

На Саммите 23.09.19 выступила шведская школьница **Грета Тунберг**,



Грета Тунберг обвинила руководителей стран и фирм в экологическом коллапсе за счет выброса углекислого газа в атмосферу.

Грета Тунберг



В мае 2018 года Грета Тунберг стала одним из победителей на конкурсе статей о климате.

В одиночку стала выходить с плакатом у шведского парламента «Школьная забастовка за климат»

Глобальные забастовки

К акции Греты присоединились сначала школьники Швеции, а затем и школьники многих стран Европы, которые **по пятницам** не ходили на занятия и проводили экологические забастовки. На «глобальных забастовках» в марте и мае 2019 года собрались сотни тысяч школьников из более чем сотни стран мира.

САММИТ ООН ПО КЛИМАТУ



При современном уровне выбросов оставшийся лимит CO_2 , мнению Греты Тунберг будет полностью истрачен через 8,5 лет. «Вы украли мое детство!» заявила она с трибуны ООН.

САММИТ ООН ПО КЛИМАТУ

За последние **30** лет потребление угля в мире **возросло** на **68 %**, нефти – на **36 %**, а газа – на **82 %**. Зависимость человечества от **ископаемого топлива**, которое все еще обеспечивает **более 80 %** потребностей в энергии, разрушает планету Земля.

САММИТ ООН ПО КЛИМАТУ

Межправительственная группа экспертов по климату (при ООН):
«Если человечество не сократит выбросы CO₂ вдвое через 10 лет, то начнутся необратимые процессы, которые человек уже не сможет контролировать».

Альтернативное мнение ученых

- Природа выделяет парниковых газов во много раз больше, чем вся мировая промышленность вместе взятая.
- Изменение температуры происходит на Земле **циклически**, а не за счет выброса CO_2 (в средние века, в середине XX века).
- Парниковый эффект – **спекуляция**, **навязывание** молодежи ложных проблем.

Альтернативное мнение ученых

- Сокращение выбросов CO_2 – ограничение развития промышленности, внедрения новых производственных технологий.
- США вышли из Парижского соглашения, чтобы поднять свою промышленность.
- В России – самая «углеродоемкая экосистема» в мире – наши леса и болота – легкие планеты: один гектар болота поглощает из воздуха в 10 раз больше CO_2 , чем гектар леса.

ДАВОС-2020

- **Изменение климата** названо **главным риском** для мировой экономики
- В 2019 году глобальный объем вредных выбросов вырос еще на 1,7%.
- Чтобы не допустить глобальное потепление более чем на 1,5 градуса:
 - сократить к 2030 г. выбросы на 45%,
 - к 2050 г. сократить выбросы до нуля!

Парниковый эффект

Польза парникового эффекта

- увеличение периода навигации на Северном морском пути;
- смещение на север северной границы земледелия, и связанный с этим рост сельскохозяйственных угодий;
- снижение расходов энергии на отопление в зимний сезон для значительной части населённых пунктов.

1.1. Экологические проблемы

В промышленно развитых странах на одного жителя **ежегодно** в атмосферу попадает до **150 -200 кг** пыли, золы и других промышленных выбросов.

За сутки промышленность мира сбрасывает более **100 млн. м³** сточных вод.

Пекин. Перед парадом **2 сентября 2016 г.** закрыли на **2 недели 200 предприятий**, чтобы не было тумана.

1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

Загрязнение окружающей среды

Пластиковые пакеты – катастрофа природы.

- Ежегодно производится более $1 \cdot 10^9$ штук
- Для производства расход нефти – $2 \cdot 10^{10}$ л
- Для разложения в природе – 300 – 400 лет
- Перерабатывается менее 1 %
- В Мировом океане – мусорные острова; в Тихом океане – площадью 700 тыс. км², масса ~ 100 млн. тонн

Мусорные острова



1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

Загрязнение окружающей среды. Выход:

- **Использование бумажных пакетов.**
- **Производство биоразлагаемых полимеров.**
- **Запрет производства – Италия, Франция.**
- **В Швейцарии – самая мощная мусоро-сжигающая индустрия – закупают отходы**

06.09.2018

<https://news.mail.ru/society/34647507/>

Английские химики разработали процесс под названием **фотореформинг**, для проведения которого необходимо капнуть специальным катализатором на пластиковый предмет и погрузить его **в щелочной раствор**. Под действием света из раствора выделяется водород, а **пластик окисляется** до небольших органических молекул.

Преимущество нового метода:

Нечувствительность к загрязнениям,
в то время как другие способы
утилизации пластика требует
высокой чистоты материала,
а при остатках еды или масел они
перестают эффективно работать.

1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

**Угроза экологической катастрофы
требует пересмотра отношений
современной «химической»
цивилизации и природы в сторону
оптимизации этих отношений.**

1.1. Экологические проблемы и задачи современной химии

Задача заключается в том, чтобы через **новые технологии** гармонизировать отношения «общество — природа» таким образом, чтобы **возможностей** окружающей среды было достаточно для **нейтрализации** антропогенных воздействий на нее человека.

1.1. Экологические проблемы

Основные источники, загрязняющие окружающую среду:

- **химическая промышленность,**
- **металлургия,**
- **автомобильный транспорт,**
- **тепловые электростанции.**

1.1. Экологические проблемы

Они дают большой объем **газообразных отходов**, загрязняют водоемы рек и озер сточными водами, используемыми в технологических целях. Газообразные отходы содержат оксиды **углерода, серы, азота** и другие вредные вещества.

Жидкие отходы

Значительный ущерб водоемам вследствие вымывания **удобрений** из почвы наносят загрязнения в сельском хозяйстве.

НЕФТЬ.

Пятая часть вод Мирового океана загрязнена нефтью и нефтепродуктами.

Жидкие отходы

НЕФТЬ

Уровень загрязнения в открытом океане в 2 - 3 раза меньше, чем в прибрежных водах, где плёнка из нефти держится более продолжительное время.

1 кг нефти способна покрыть тонкой плёнкой поверхность водного массива площадью **1,5 гектара.**

Твердые отходы

К твердым отходам относятся отходы горнодобывающей промышленности, строительный и бытовой мусор и др.

Сточные воды содержат многие неорганические соединения — ионы ртути, цинка, кадмия, меди, никеля и т. д.

1.1. Экологические проблемы

В различных отраслях промышленности используется громадное количество новых соединений, отсутствующих в природе. Ежегодно их синтезируется в мире более **250 тыс.**, из них около **500** находят промышленное применение и могут попасть в окружающую среду. По данным Всемирной организации здравоохранения, среди химических соединений, используемых в промышленном масштабе, примерно **40 тыс. вредных** для человека

1.1. Экологические проблемы

Процесс загрязнения окружающей среды несвойственными ей веществами сейчас принял глобальные масштабы.

Особенно опасно загрязнение среды такими несвойственными биосфере элементами, как **свинец, ртуть, кадмий**.

Возникла опасность необратимых изменений за счёт нарушения слагавшихся в течение миллионов лет природных динамических равновесий

1.1. Экологические проблемы

Какой же выход видит наука, в частности химия, из создавшегося экологического кризиса? **Химизация промышленности и сельского хозяйства не означает разрушения всего живого, а, наоборот, предлагает пути решения проблем современности.**

Прежде всего это **создание технологий**, по которым **большая** часть природных ресурсов, вовлекаемых в оборот, должна будет преобразовываться в **полезную продукцию**.

1.1. Экологические проблемы

Ту часть, которую на современном уровне развития науки и техники нельзя использовать, необходимо **обезвредить**.

Уже сегодня промышленные объекты имеют очистные сооружения для сточных вод, газо- и пылеулавливающие устройства, внедряются **замкнутые системы водоснабжения, малоотходные технологические системы**.

1.1. Экологические проблемы

Новые технологии по своим параметрам должны приближаться к **природным процессам**, отличаться от промышленных своей безотходностью или малоотходностью («**Зеленая химия**»).

Раздел 2 и 3 курса: СКФ и «Ионные жидкости» — растворители для Зеленой ХИМИИ

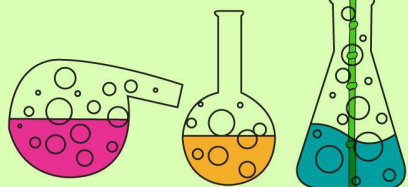
1.1. Экологические проблемы

Исправить создавшееся катастрофическое положение можно лишь в одном случае, если будут приняты **законы об отходах и безотходных технологиях**, которые бы обязывали науку и промышленность при строительстве предприятий предусматривать **обязательную утилизацию и обезвреживание** отходов

«ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ»

ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ

*устойчивое
развитие
для будущих
поколений*



ИЮПАК: «Зеленая химия – это открытие, разработка и применение химических продуктов и процессов, уменьшающих или исключаящих использование и образование вредных веществ».

П. Т. Анастас и Дж. С. Уорен:

1998 г., книга «Зеленая химия: теория и практика» - новая концепция химии, в которой сформулированы

12
принципов «Зеленой химии»

12 принципов «Зеленой химии»

- **1. Минимум потерь.** Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать и чистить остатки.
- **2. Максимальный выход.** Методы синтеза надо выбирать так, чтобы все материалы, использованные в процессе, были максимально переведены в конечный продукт.
- **3. Экологическая чистота веществ.** Методы синтеза – чтобы используемые и синтезируемые вещества были как можно менее вредными для человека и окружающей среды.
- **4. Повышение эффективности процессов.** Создавая новые химические продукты, надо стараться сохранить эффективность работы, достигнутую ранее, при этом токсичность должна уменьшаться.

12 принципов «Зеленой химии»

- **5. Минимум вредной органики.** Вспомогательные вещества в производстве, такие, как растворители или разделяющие агенты, лучше не использовать совсем, а если это невозможно, их использование должно быть безвредным.
- **6. Энергосбережение.** Снижать энергетические затраты и их влияние надо проводить при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и при атмосферном давлении.
- **7. Возобновляемое сырье.** Исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно.
- **8. Минимум промежуточных стадий.** Избегать получения промежуточных продуктов.

12 принципов «Зеленой химии»

- **9. Каталитические процессы.** Всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам (по возможности наиболее селективным).
- **10. Биоразлагаемость.** Химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты.
- **11. Аналитический контроль.** Нужно развивать аналитические методики, чтобы можно было следить в реальном времени за образованием опасных продуктов.
- **12. Безаварийность.** Вещества, используемые в химических процессах, нужно выбирать так, чтобы риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными.

ТРИ направления развития «Зеленой химии»



- Лауреат Нобелевской премии по химии (2001 г.), директор Исследовательского центра наук о материалах при университете г. Нагойя (Япония) Риедзи Нойори (Ryoji Noyori) сформулировал в 2005 году три ключевых направления развития

Зелёной химии

Направления развития «Зеленой химии»

1. Применение водного раствора **пероксида водорода** в качестве **окислителя**.
2. Использование **водорода** в качестве **восстановителя** (органический синтез).
3. Замена традиционных органических растворителей. Использование **сверхкритического CO₂** в качестве **растворителя**.