

# Зеленая химия и проблемы устойчивого развития

**Член-корреспондент РАН Н.П.Тарасова  
РХТУ им.Д.И.Менделеева  
Институт химии и проблем устойчивого  
развития**

# Глобальная проблематика с точки зрения химика

- **Атмосфера** (загрязнение, фотохимический смог, кислотные выпадения, деградация озонового слоя, глобальное изменение климата)
- **Гидросфера** (загрязнение, нехватка пресной воды)
- **Почва** (загрязнение, снижение плодородия)
- **Энергетика** (энергетический кризис, ископаемое топливо, возобновляемые источники энергии)
- **Природные ресурсы** и химия окружающей среды
- **Народонаселение** ( контроль численности, проблема голода, здоровье и медицинская химия)
- **Образование и средства массовой коммуникации** (дети и молодежь, общественность, политики и лица, принимающие решения)



# Распределение природоохранных инвестиций по видам экономической деятельности

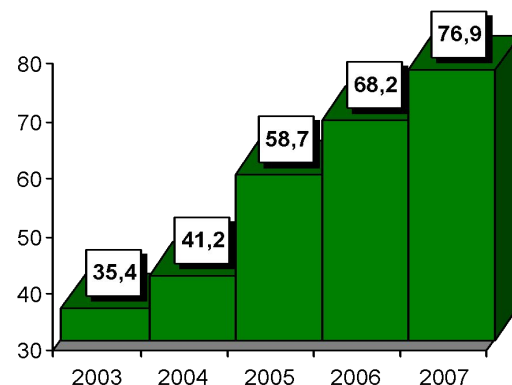
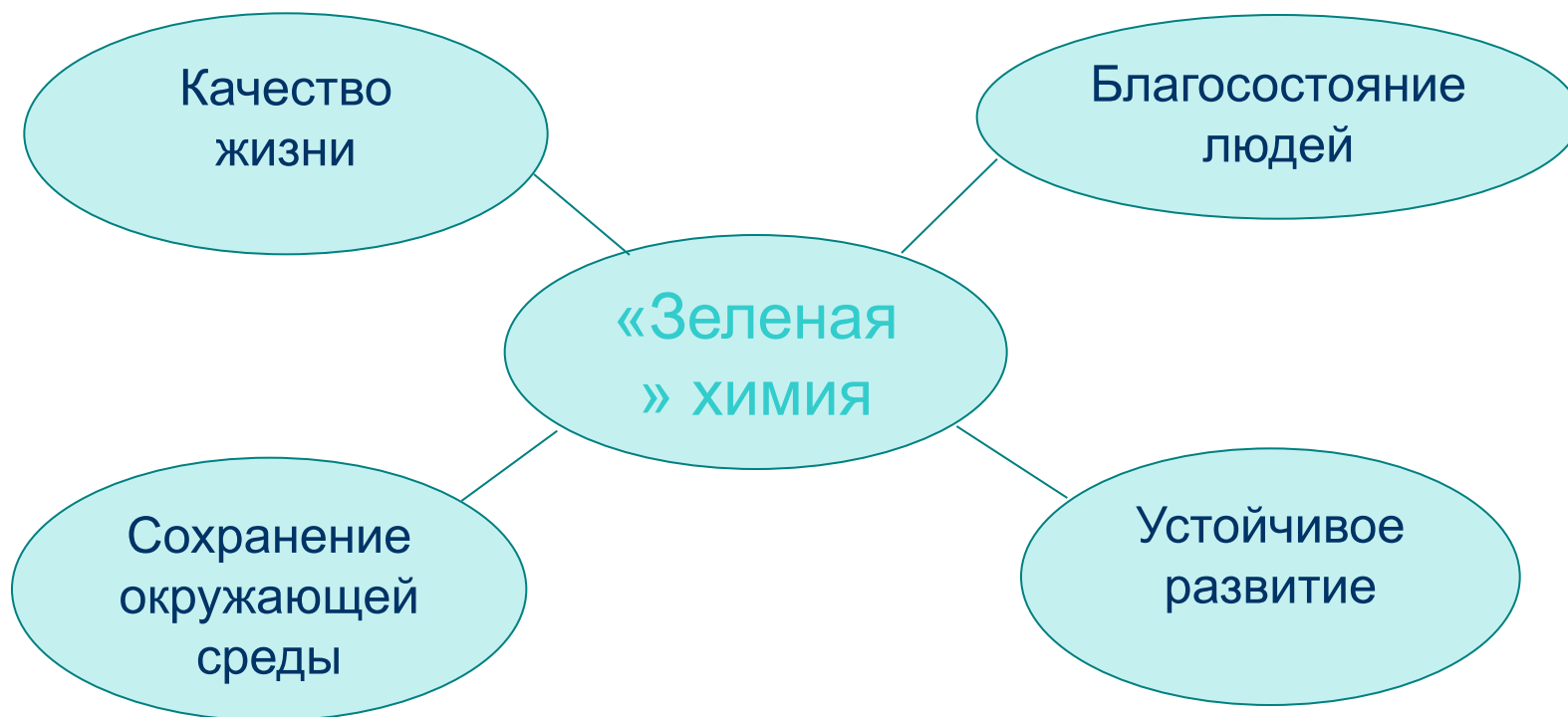


Рис. 1.5. Природоохранные инвестиции в Российской Федерации, млрд. руб.

# «Зеленая» химия в контексте основных стимулов развития современной химии



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

# Двенадцать принципов «зеленой» ХИМИИ

## 1. Упреждение.

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

## 2. Экономия атомов.

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

## 3. Снижение опасности процессов и продуктов синтеза.

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

## 4. Конструирование «зеленых» материалов.

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

## 5. Использование менее опасных вспомогательных реагентов.

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

## 6. Энергосбережение.

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

## 7. Использование возобновимого сырья.

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

## 8. Уменьшение числа промежуточных стадий.

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

## 9. Использование каталитических процессов.

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

## 10. Биоразлагаемость

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

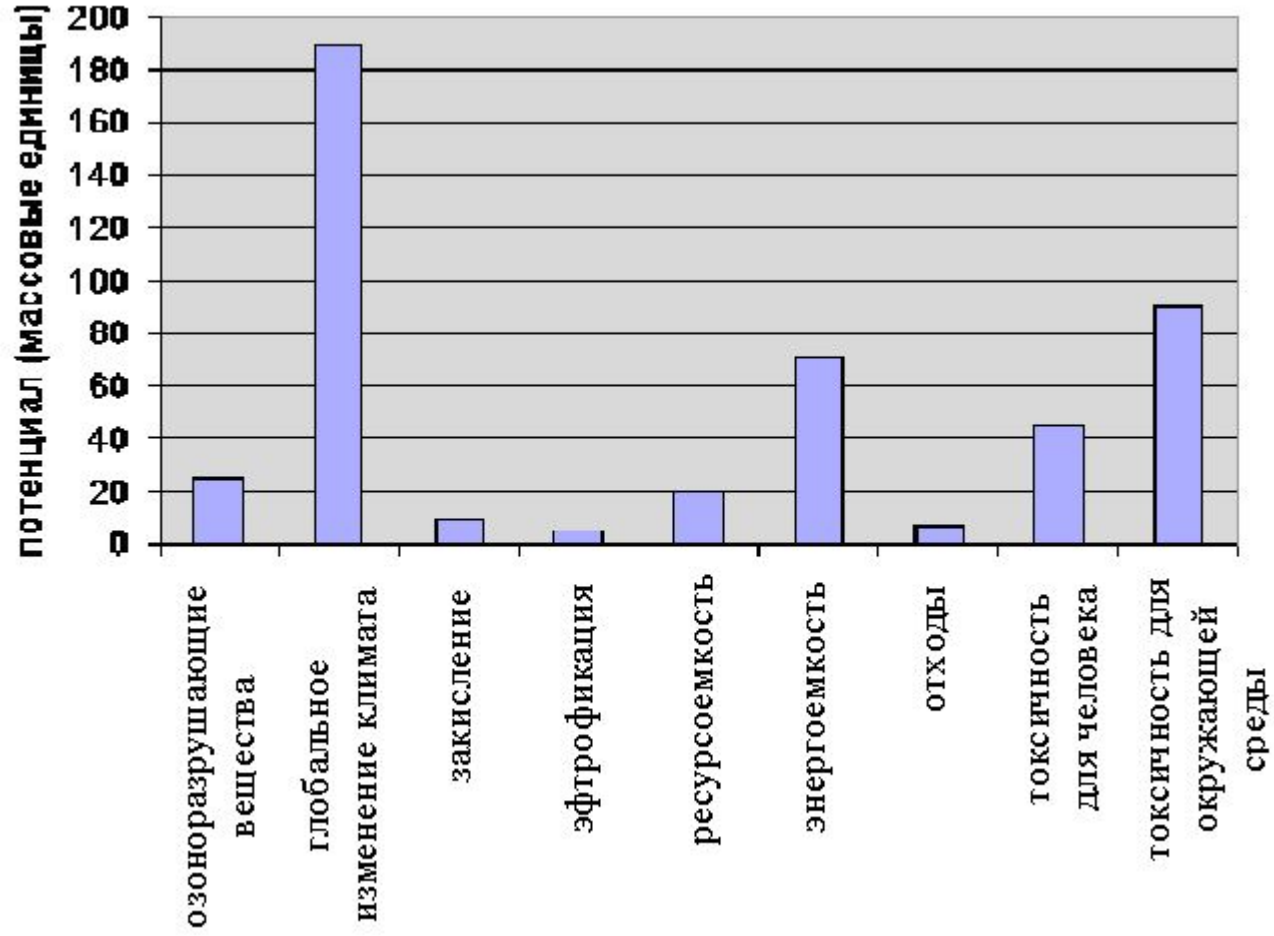
## 11. Обеспечение аналитического контроля в реальном масштабе времени.

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

## 12. Предотвращение возможности аварий.

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

# Импакт–профиль химического продукта





# Безотходное, или чистое, производство

«Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду.»

«Декларация о малоотходной и безотходной технологии и использования отходов», 1979 г.

«Безотходная технология – это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы-производство-потребление-вторичные сырьевые ресурсы таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования»

ЕЭК ООН, 1984 г.

«Чистая технология – это метод производства продукции при наиболее рациональном использовании сырья и энергии, который позволяет одновременно снизить объем вырабатываемых в окружающую среду загрязняющих веществ и количество отходов, получаемых при производстве и эксплуатации изготовленных продуктов.»

ЕЭК ООН

## Синтез полимерных и полимерных композиционных материалов, обладающих специальными функциональными свойствами.

- - разработка совместимых с окружающей средой методов синтеза полимеров массового спроса (**зеленая химия**);
- - синтез ароматических карбо- и гетероциклических полимеров.
- В ближайшие годы вполне реально развитие этих работ для решения новых задач, выдвигаемых высокотехнологичными отраслями промышленности. **Следует также ожидать начало работ по созданию экологически чистых способов синтеза подобных полимеров (сверхкритические среды, ионные жидкости и т.п.) и активации процессов физическими методами (плазма, СВЧ-излучение, ультразвук, кавитация и др.), которые развиваются в ряде зарубежных стран.**

## Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу (до 2030 г.)

---

- **Фундаментальный вызов – возрастание роли человеческого капитала как основного фактора экономического развития. Уровень конкурентоспособности современной инновационной экономики определяется качеством профессиональных кадров, уровнем их социализации и сотрудничества.**

**Зеленая химия должна стать  
идеологией новых поколений  
ХИМИКОВ**

---

**Образование в области зеленой  
химии может базироваться ТОЛЬКО  
на современных научных  
исследованиях**



# Институт химии и проблем устойчивого развития



Кафедра проблем устойчивого развития

Кафедра социологии

Кафедра безопасности жизнедеятельности

Высший колледж рационального  
природопользования

Высший химический колледж РАН

Кафедра государственной политики в области  
рационального природопользования

Высшая школа наук об окружающей среде



# Вещества двойного назначения



A Chemical Plant

# Вещества двойного назначения

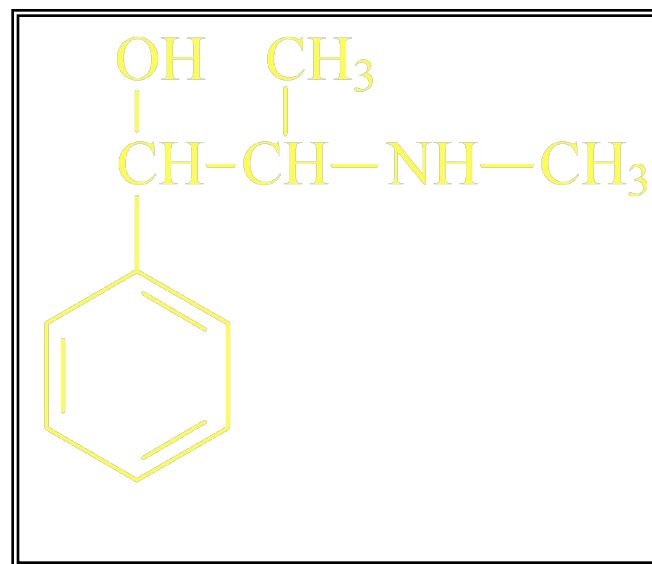
---

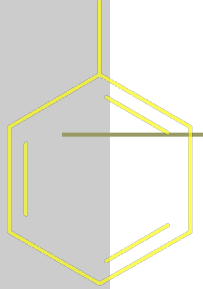


A Chemical Plant



# Экстракты на основе Ephedra запрещены в качестве пищевой добавки в ряде стран





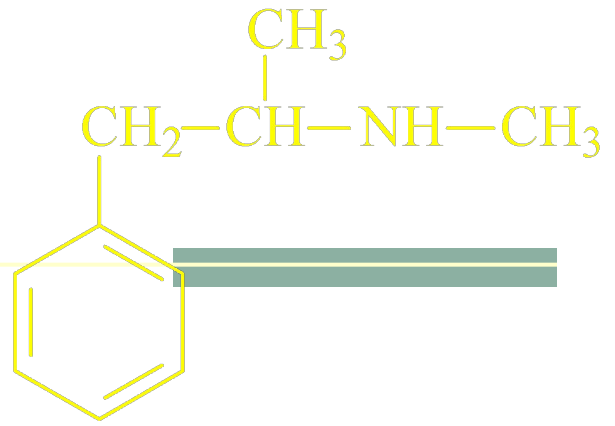
pseudoephedrine  
(cough suppressant)

# Точка бифуркации



methamphetamine  
(crystal meth)



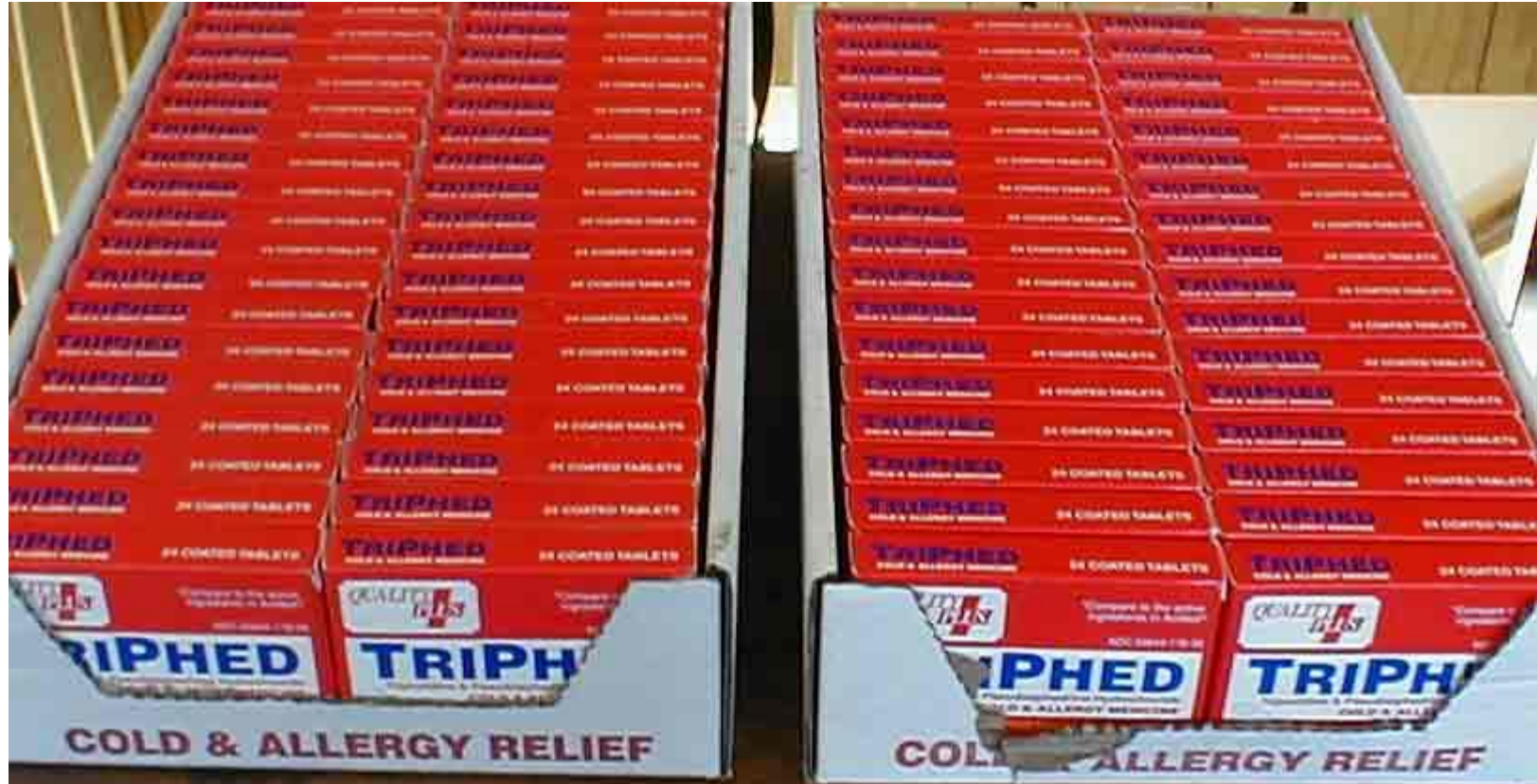


methamphetamine  
(crystal meth)





# Получение Crystal Meth



# Химическое и биологическое оружие



thiodiglycol

mustard gas



Organization for  
Prohibition of Chemical Weapons



# Вещества двойного назначения

---

Использование во благо или во вред –выбор  
пользователя?

# Roald Hoffmann

Молекулы – всего лишь молекулы.  
Химики создают новые соединения и преобразуют старые. Другие, те, кому это нужно, покупают и используют их; кто-то продаёт такие разработки и делает на этом деньги. Все мы играем ту или иную роль в этой цепочке и используем химические соединения во благо или во вред...



---

Ученые самой природой обречены творить, и нет никакого способа остановить исследование окружающего нас мира. Если новую молекулу не найдёте вы, это сделает кто-то другой. Если существует простой путь синтезировать вещество, то это знание не удастся скрыть, независимо от того, будет ли в результате создано спасительное лекарство или разрушительный наркотик. Но при этом я уверен: коль скоро в нас заложено творческое начало, мы должны думать и о том, как будут использованы наши творения. Быть человеком – значит учитывать возможные последствия, даже если нашим творением может злоупотребить кто-то другой. И такие опасения надо высказывать вслух.



---

Учёные обязаны учитывать последствия своих действий. Это наша жизнь, с ней шутить нельзя. Если не я, то кто-же?...

И именно эта ответственность превращает ученых в участников трагедии, а не в комические персонажи на пьедестале. И именно эта ответственность перед человечеством делает учёного **Человеком разумным.**

**Давайте попытаемся!**

