

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

1 блок. Методологические основы техногенной и экологической безопасности

Лекция 1. Техносфера и ее роль в развитии цивилизации

Лекция 2. Техногенные системы и техногенная опасность, химическая опасность

Лекция 3. Современные научно-методологические подходы к анализу и оценке техногенного и экологического риска

Лекция 4. Методы анализа и оценки экологического риска

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

ЛЕКЦИЯ 1. Техносфера и ее роль в развитии цивилизации

Цели, задачи и предмет курса. Связь с предметами фундаментального естественно-научного цикла с профильными дисциплинами. Значимость и актуальность изучения вопросов химической и экологической безопасности в системе высшего химического образования. Проблемный, междисциплинарный характер дисциплины. Экологическая и техногенная безопасность — основа экологически сбалансированного развития общества. Базовая роль современной химии и химической технологии в обеспечении химической и экологической безопасности.

Окружающая среда как система. Понятие социально-эколого-экономической системы (СЭЭС). Интегральные показатели развития СЭЭС. Важнейшие антропогенные факторы. Научно-технический прогресс как источник потенциальных опасностей. Опасность возникновения техногенных и экологических кризисов. Концепция устойчивого развития — основная стратегия взаимодействия общества и природы. Экологические, технологические и экономические аспекты концепции устойчивого развития цивилизации. Двойственная роль техносферы в развитии цивилизации.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

«Люди погибнут от неумения пользоваться силами природы и от незнания мира»

Иероглифический петроглиф на пирамиде Хеопса

Можно, пожалуй, сказать, что назначение человека заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания

Ж.Б.Ламарк, 1820 г.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Стратегия развития общества

Модель Кана, гипотеза Геи, ноосферный подход в выборе концепции развития мира

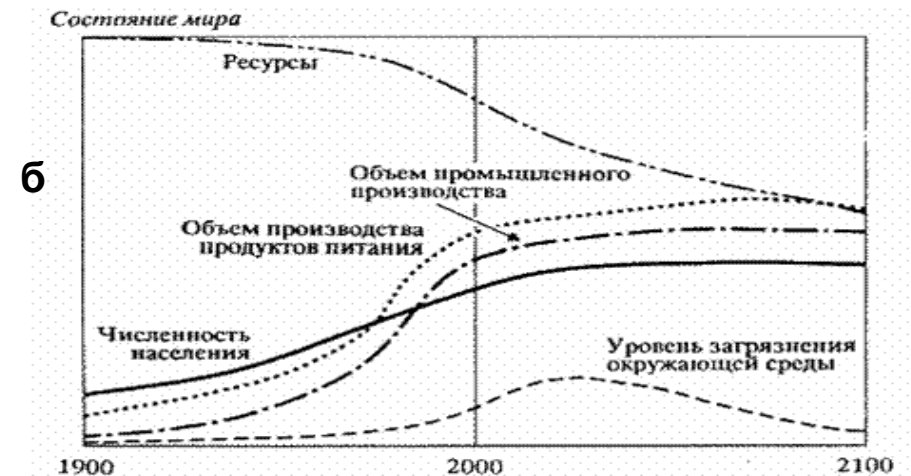
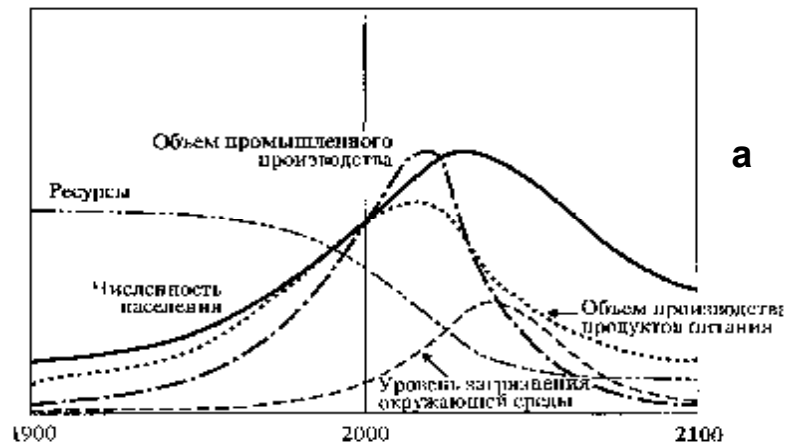
- **Модель Кана** не «проигрывает» будущее, а предусматривает включение новых технологий, раздвигающих ограничения или резервирования времени до появления новых технологий
- **Гипотеза Геи** утверждает, что Земля — живой организм со сложной системой обратной связи, стремящийся к сохранению оптимальной физической и химической окружающей среды; планетарная окружающая среда — это саморегулирующаяся система. Отклонения от оптимальной среды (например, загрязнение) запускает природные, не зависящие от человека ответные механизмы, восстанавливающие равновесие
- **Ноосфера (сфера разума)** — это биосфера, упорядоченная разумом и трудом человека, среда обитания человека, управляемая научным разумом (В.И.Вернадский)

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Системно-динамические имитационные модели социоприродных глобальных процессов

$$\partial / \partial_t X_i(t) = F_i(X_1, X_2, \dots, X_n / t), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

X_i – фазовые переменные, определяющие состояние рассматриваемой социально-экономической системы в интересующий момент времени ее развития t



Развитие мира: а — стандартный сценарий; б — модель стабилизированного развития (Управление риском, 2000).

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Выводы из анализа глобальных моделей развития мировой системы

1. развитие общества главным образом определяется технологиями и средствами производства в различных сферах деятельности человека;
2. создание новых технологий определяется уровнем интеллектуального, а следовательно, информационного развития общества, т.е. от фундаментальных и прикладных знаний и умения их использовать;
3. в процессе эволюции длительность цикла жизни каждой последующей базовой технологии сокращается по сравнению с предыдущим.
4. темпы потребления возобновляемых ресурсов не должны превышать темпов их восстановления;
5. темпы потребления невозобновляемых ресурсов не должны превышать темпов их устойчивой возобновимой замены;
6. интенсивность выбросов загрязняющих веществ не должна превышать возможности окружающей среды поглощать их.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

«Экоразвитие» ---- экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением среды обитания и деградацией природных систем

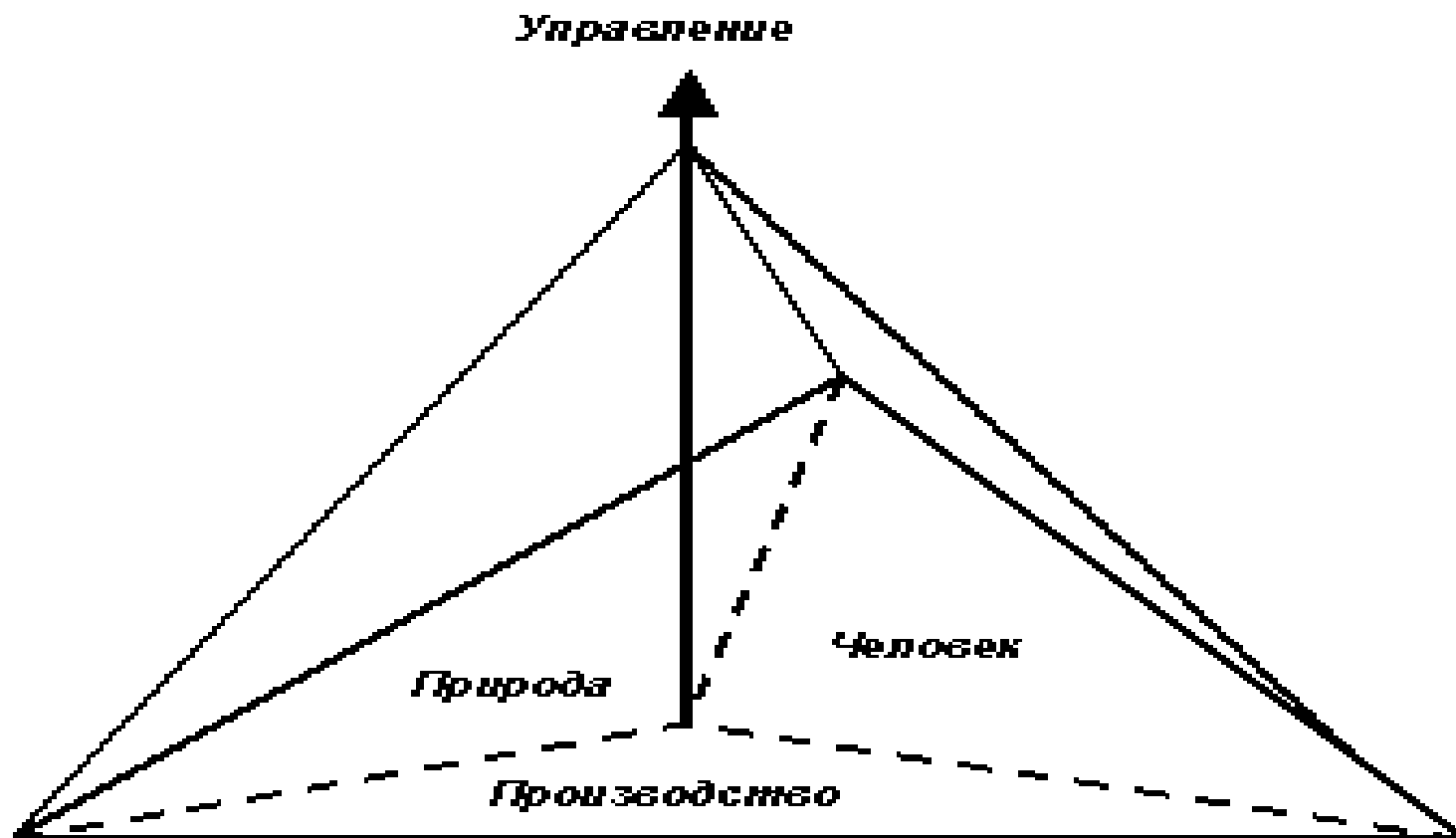
М,Стронг, Стокгольм-72.

«Экологический императив» --- обязательные для любого сообщества пределы допустимых, не разрушающих целостности экосистем воздействий на биосферу

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Обобщенная модель устойчивого развития мира

(Экономика природопользования, 2006)



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Устойчивое развитие (sustainable development) – модель социально-экономического развития , при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без того, чтобы будущие поколения были лишены такой возможности из-за истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды

Отчет МКОСР, 1987 г.

Цель концепции устойчивого развития ----- минимизация негативных долгосрочных последствий, экстерналий для будущих поколений

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

ИЕРАРХИЯ ЦЕЛЕЙ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



Дерево целей устойчивого развития социально-экономической формации

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Роль науки в становлении устойчивого развития

«Наука должна обеспечить более глубокое понимание глобальных проблем человечества и нахождение путей их решения»

академик В. А. Коптюг

Наука участвует в реализации принципов устойчивого развития всех сфер общества через новые знания, которые используются в развитии четырех направлений:

- 1) образование, просвещение;
- 2) культура, мировоззрение;
- 3) природа, общество, человек;
- 4) производительные силы.

Конкретные действия науки в развитии устойчивого общества:

мониторинг, анализ, технология, организационные формы, мировоззрение, прогнозирование.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Особая роль химической науки:

- Определяющее участие химических реакций, процессов и веществ в создании биосферы, в механизмах, обеспечивающих жизнедеятельность биосферы и цивилизации целом;
- Все современные наукоемкие отрасли промышленности и строительства содержат химические процессы;
- Инновационные химические технологии, новые материалы, возможности химии в энерго- и ресурсосбережении, экологически безопасные технологии в значительной мере определяют рост валового внутреннего продукта страны;
- Решение экологических проблем, создание технологий для превращения загрязнений, выбросов и отходов в продукты, полезные для дальнейшего использования;
- Новый подход к производству химических веществ – химия в интересах устойчивого развития («зеленая химия»)

Один из принципов «зеленой химии» : *«Вещества и формы веществ, используемые в химических процессах, нужно выбирать таким образом, чтобы риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными».*

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ — ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Безопасность и устойчивость развития общества — два взаимосвязанных понятия, имеющих определяющее значение при выборе ориентиров и путей достижения высокого материального и духовного уровней жизни людей.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С



**Академик
Легасов Валерий Алексеевич**

Система знаний о закономерностях в состоянии защищенности людей и окружающей среды от опасностей, обусловленных хозяйственной деятельностью, должна стать самостоятельной научной дисциплиной.

...необходима новая методология обеспечения безопасности, являющаяся одновременно научно-технической и социально-экономической проблемой .

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Центральная идея всякой безопасности — это человек и его жизнедеятельность во всех формах проявления, и даже катастрофы планетарного масштаба влияют на жизнедеятельность конкретной личности.



Пирамида потребностей (по А.Маслоу)

Безопасность — это не свойство объекта, за который отвечает то или иное ведомство, а вообще защищенность человека и окружающей среды от вредных воздействий техносферы, опасных последствий антропогенной деятельности.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

«Под **безопасностью** Российской Федерации понимается **качественное состояние общества** и государства, при котором обеспечивается защита каждого человека, проживающего на территории Российской Федерации, его прав и гражданских свобод, а также надежность существования и устойчивость развития Республики, защита ее ценностей, материальных и духовных источников жизнедеятельности, конституционного строя и государственного суверенитета, независимости и территориальной целостности от внутренних и внешних врагов».

Закон РФ «О безопасности» № 2446-1 от 25 марта 1992г

Безопасность — состояние защищенности каждого отдельного лица, общества и природной среды от чрезмерной опасности

Методологическая основа безопасности -----
интегративная наука, синтезирующая физико-математические, химические, биологические, медицинские, социальные, психологические и экономические науки.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Основные объекты безопасности :

человек — его жизнь и здоровье;

личность — ее права и свободы;

объекты техносферы — их полезные свойства и необходимость исключения возможности негативных воздействий с их стороны;

организации — их существование и развитие;

общество — его материальные и духовные ценности;

государство — его конституционный строй, суверенитет и территориальная целостность;

нация — ее жизненно важные интересы;

человечество — возможность продолжения его прогрессивного развития;

природная среда (включая биосферу) и природные ресурсы — их сохранение как условия устойчивого развития человечества, благополучия будущих поколений.

Основные субъекты безопасности :

человек;

организации ;

субъекты Федерации;

государство (в лице государственных органов);

наднациональные органы.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Безопасность человека в окружающей среде :

безопасность человека как объекта воздействия негативных факторов окружающей среды;

безопасность человека как субъекта негативных воздействий способных нанести вред другим людям, объектам техносферы обществу, государству;

безопасность человека по отношению к внутренней среде организма;

безопасность человека для самого себя, своего организма — вредные привычки(курение, наркомания, алкоголизм), суицид.



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Окружающая среда — природный и созданный человеком материальный мир, который окружает человеческое общество, воздействует на него, в котором человек как общественное существо удовлетворяет свои потребности и, в свою очередь, воздействует на него своей деятельностью и преобразует его.

Природа — сложная система, включающая биогеохимические системы, каждая из которых характеризуется определенным составом, типом взаимодействия с остальными естественными и общественными системами.

Компоненты природной среды: атмосфера, гидросфера, литосфера, биота

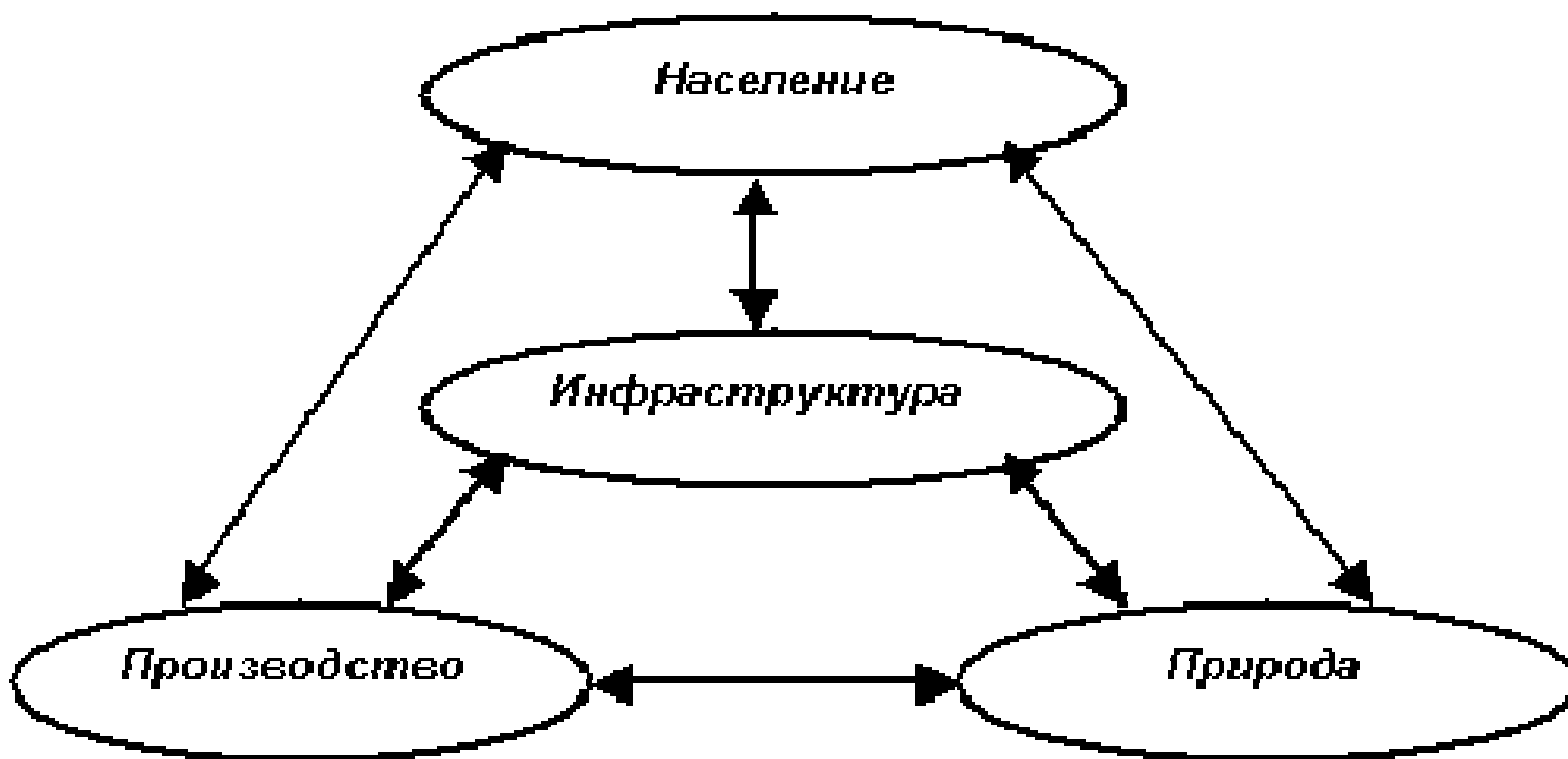
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Составные части окружающей человека среды



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Классическая модель социально - эколого-экономической системы (СЭЭС) (Экономика природопользования, 2006)



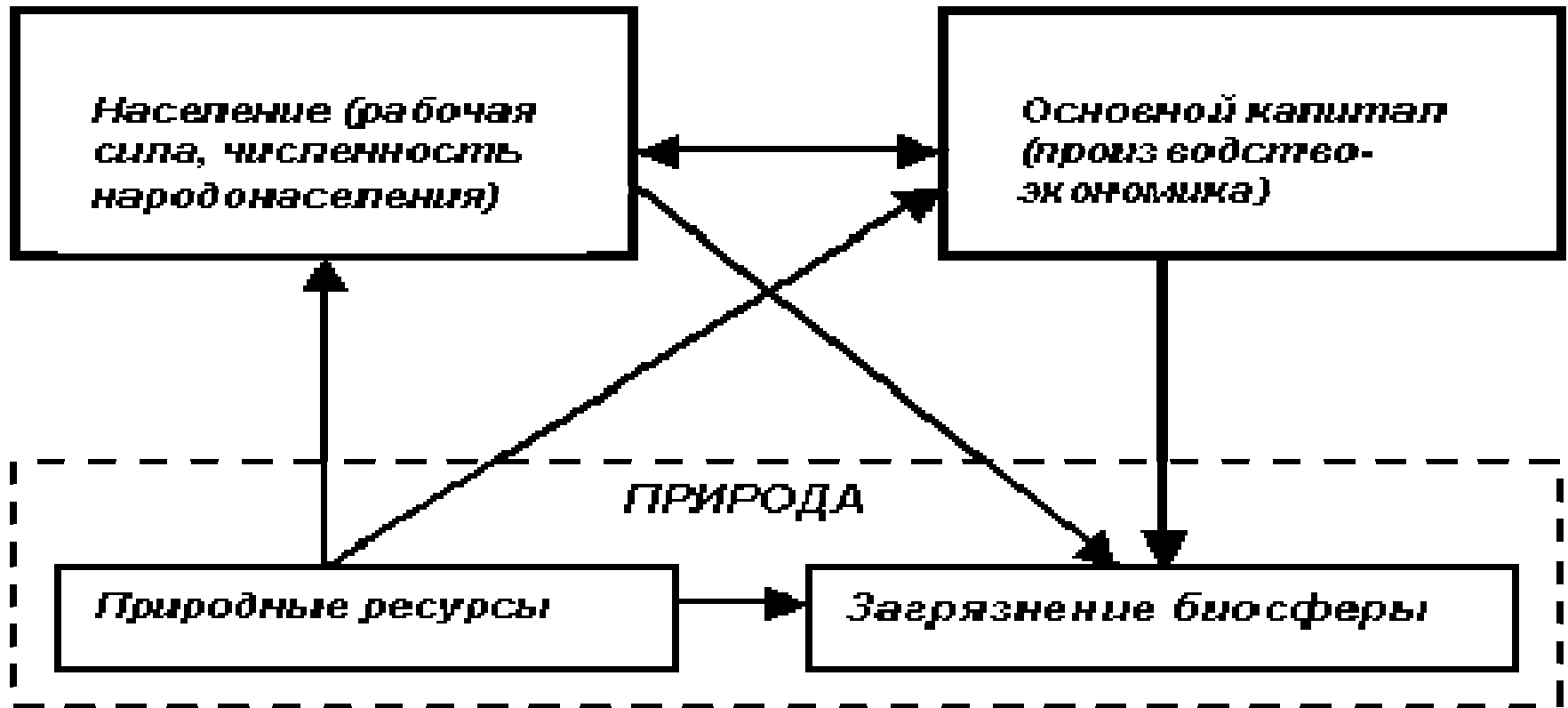
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Основные составляющие жизнедеятельности общества в СЭЭС и критерии протекающих в них процессов

1. Рабочая сила, население – социальные критерии;
2. Производство – экономические критерии;
3. Природа – экологические критерии ;
4. Инфраструктура – нормативно-правовые и кредитно – финансовые критерии.

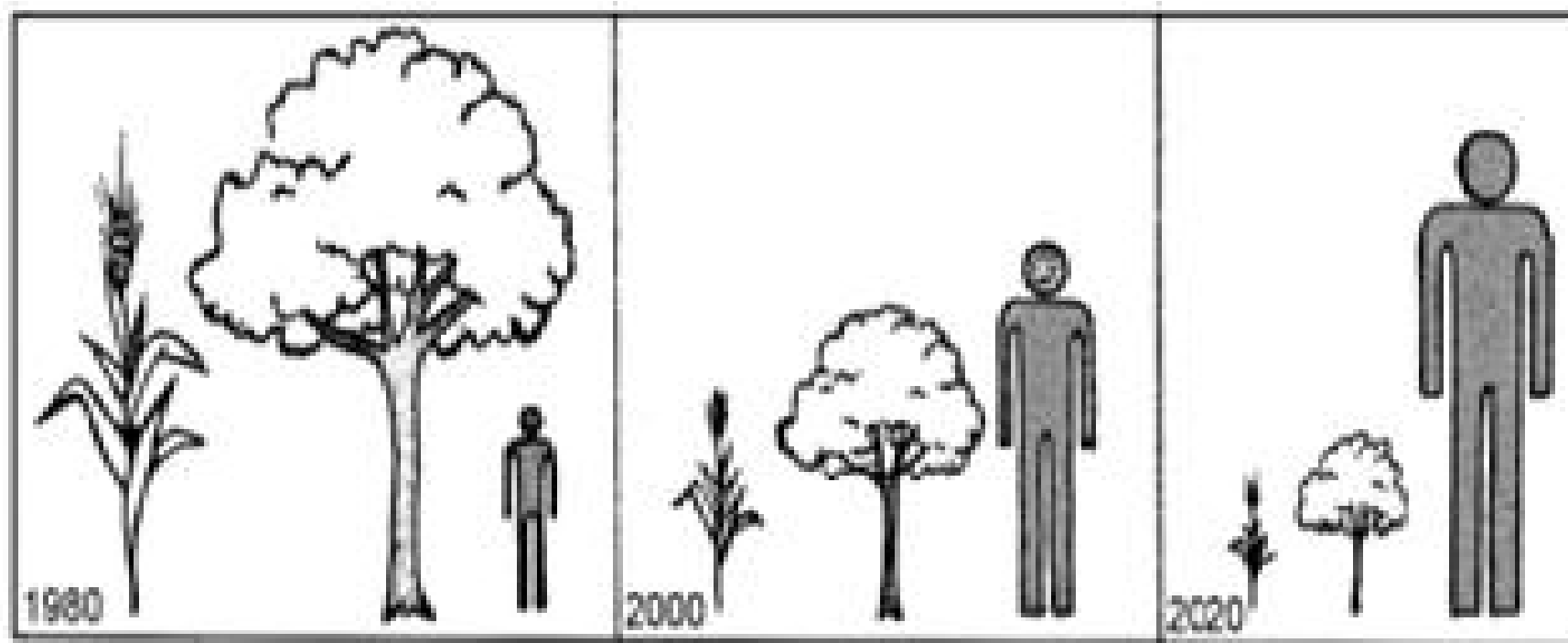
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Важнейшие антропогенные факторы СЭЭС и следствия их реализации.



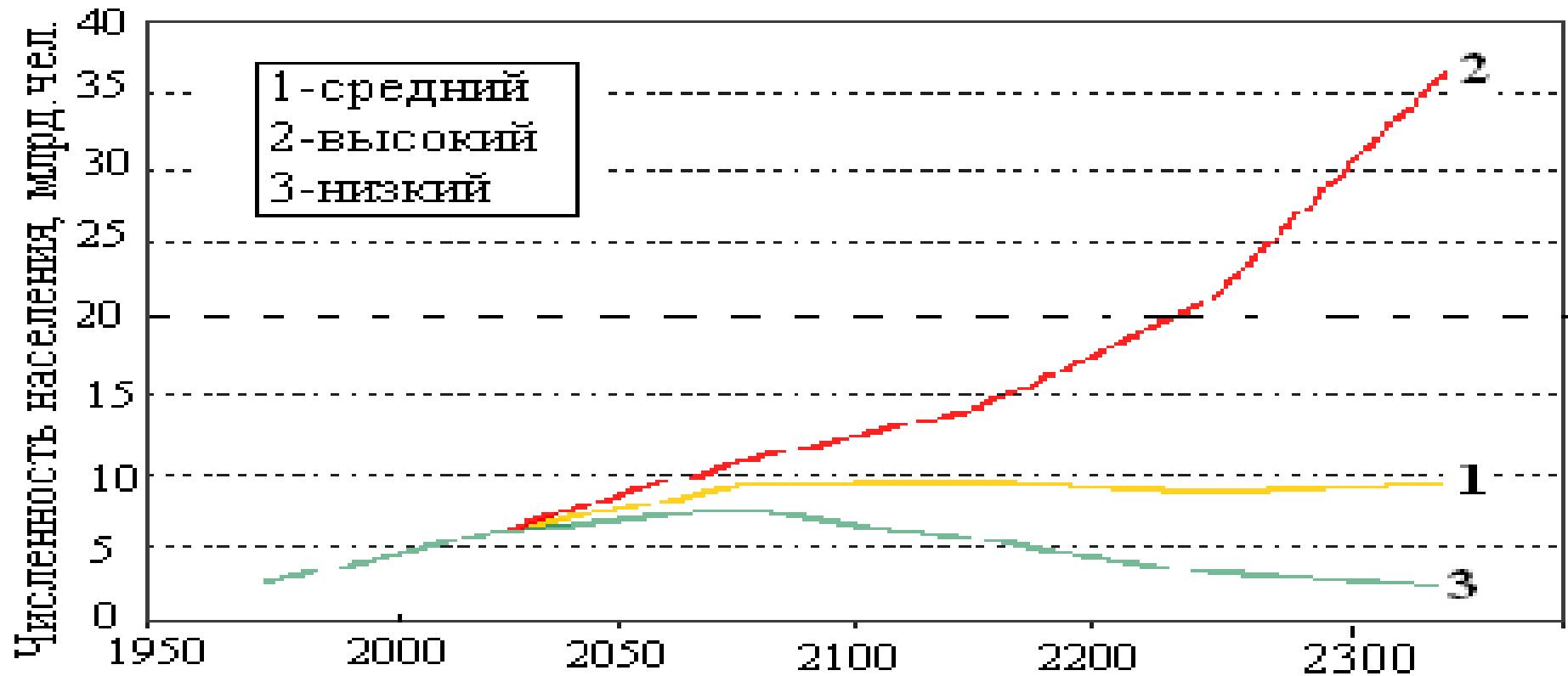
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Гипотетический рост численности населения Земли и сокращение ресурсов биосферы и производства с/х продукции



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Численность мирового населения по трем вариантам долгосрочного прогноза (Мир в цифрах, 2009)



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Техносфера — техногенная среда, приобретающая глобальность и системные характеристики.

Охватывает:

- все области на планете, куда проникают технические средства;
- всю совокупность техногенных изменений на планете (например, изменение состава атмосферы или гидросферы в целом под воздействием людей)

Подчеркивает:

- рост масштабов современных технологических процессов или автономность современных технических систем.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Определяющая роль техносферы в развитии социально-эколого-экономической системы:

Цель развития ---- **повышение уровня и качества жизни человека в обществе**

Основные (интегральные) показатели развития СЭЭС, тесно связанные с определяющей ролью техносферы:

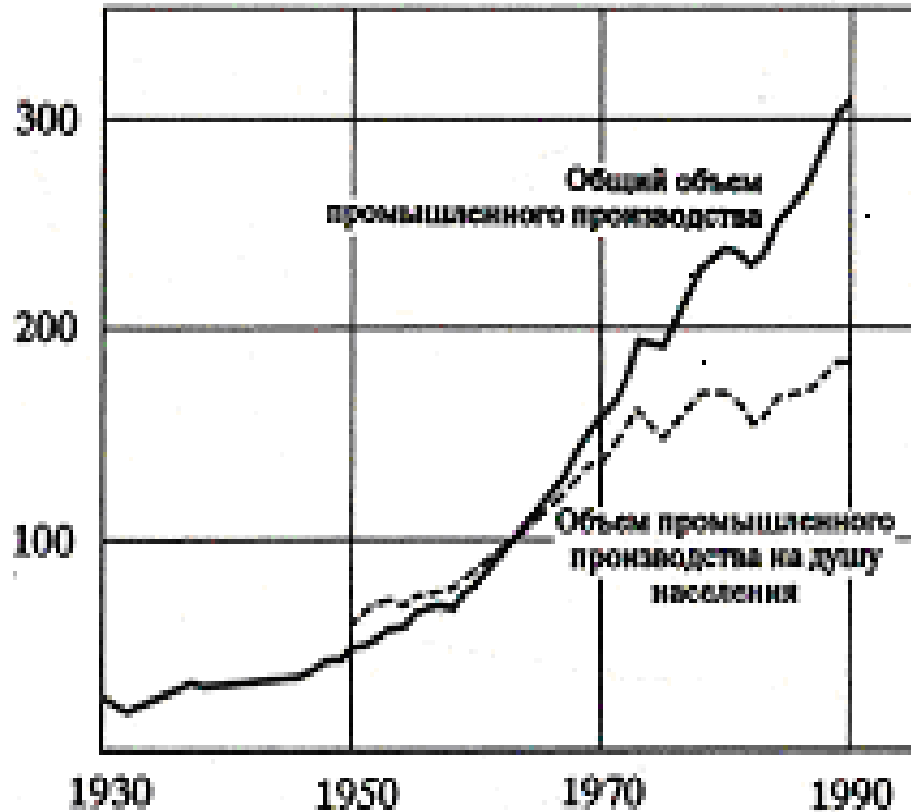
Рост промышленного производства;
Рост душевого потребления энергии;
Увеличение продолжительности жизни.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Годовые темпы роста мирового промышленного производства

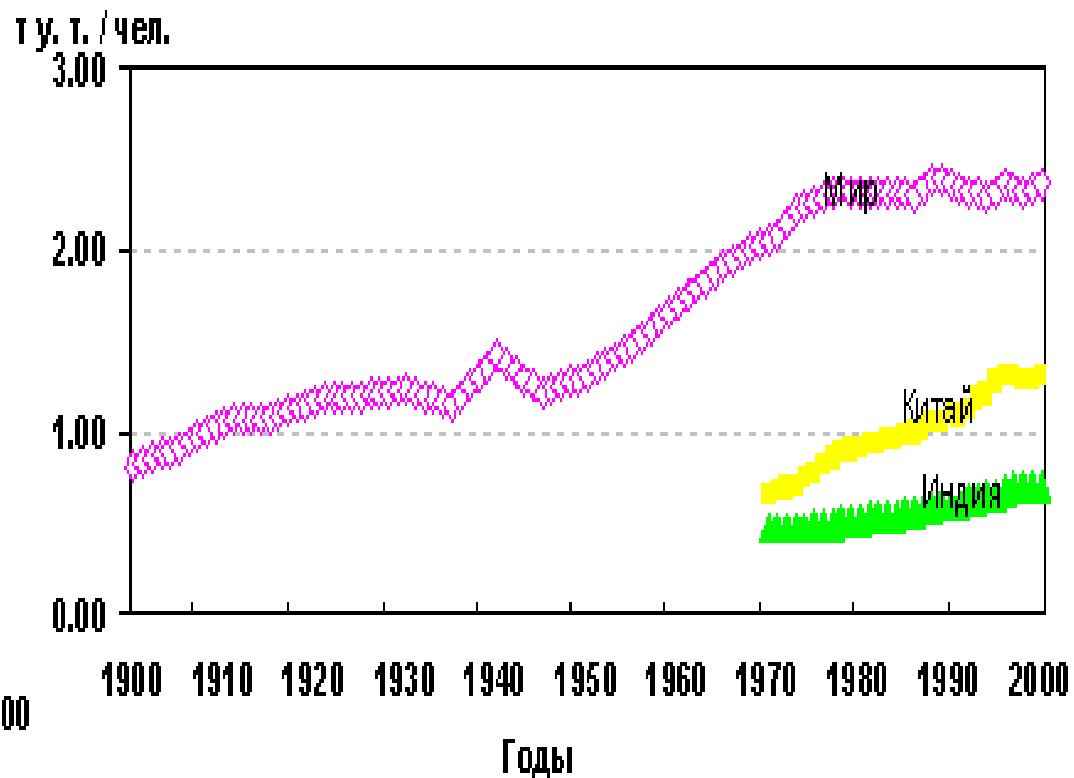
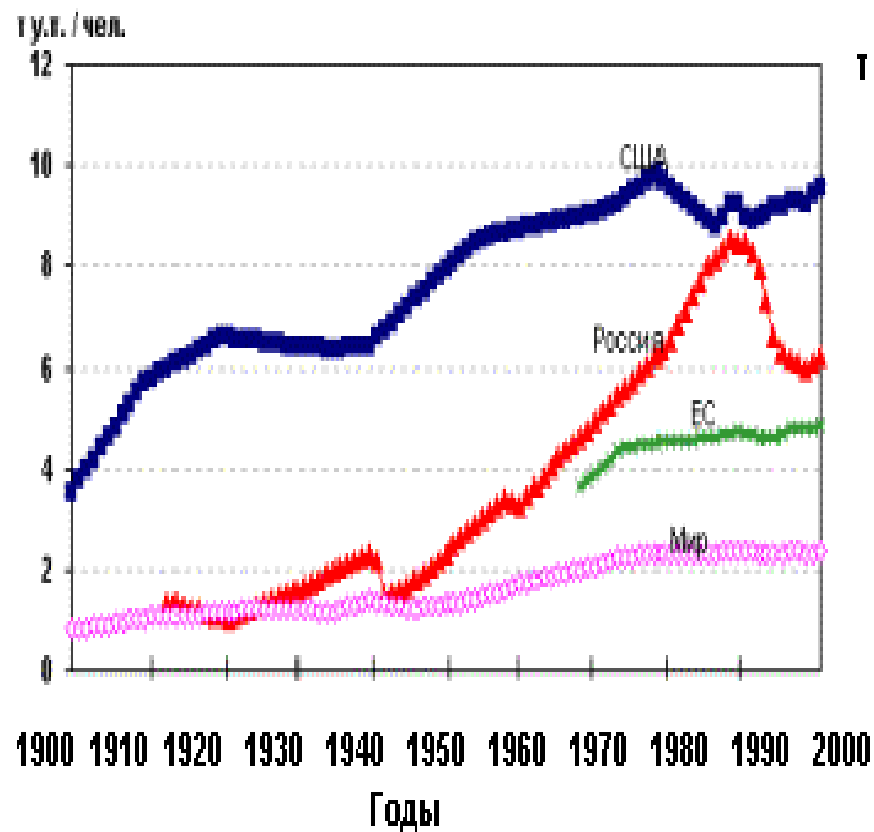
(Д.Х.Медоуз, 1994, Мир в цифрах, 2009)

1963 = 100



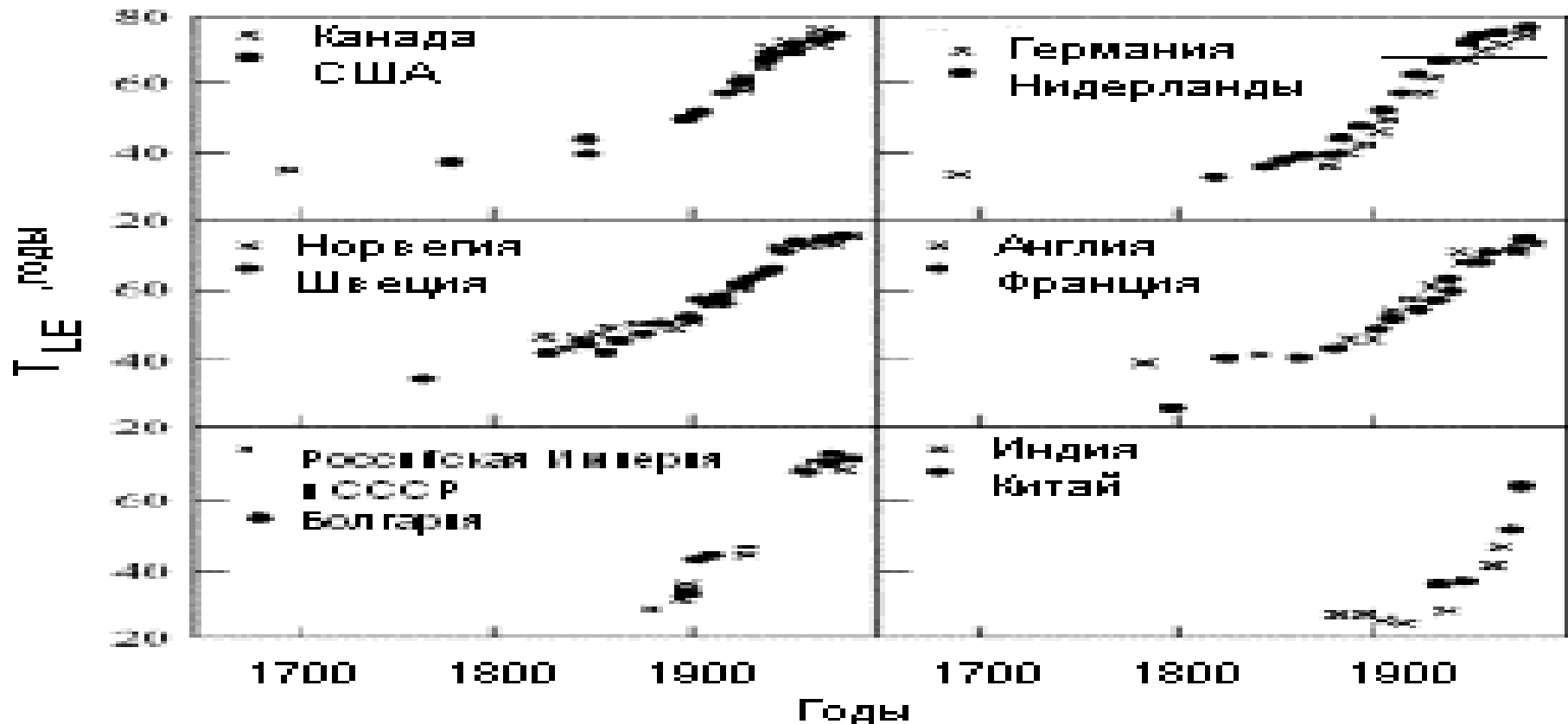
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Душевое потребление энергии в промышленно развитых (а) и развивающихся (в) странах (Экология, охрана природы и экологическая безопасность, 1997)



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Рост продолжительности жизни в различных странах по мере социально-экономического развития (Кузьмин И.И., и др. 1997)



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Пути воздействия техносферы на природу

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

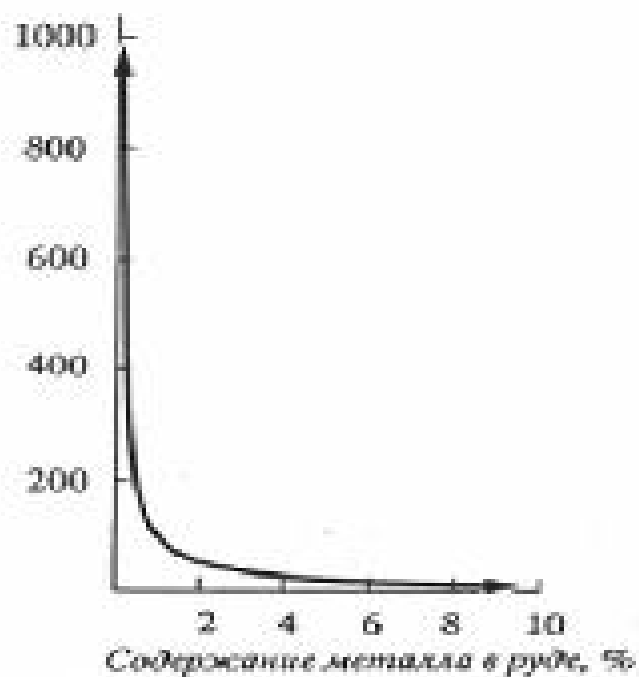
Схема превращения энергии высокого уровня (солнечной энергии, энергии углеводородов), минеральных ресурсов (полезных ископаемых, древесины) в энергию низкого уровня в техносфере (Д.Х.Медоуз, 1994)



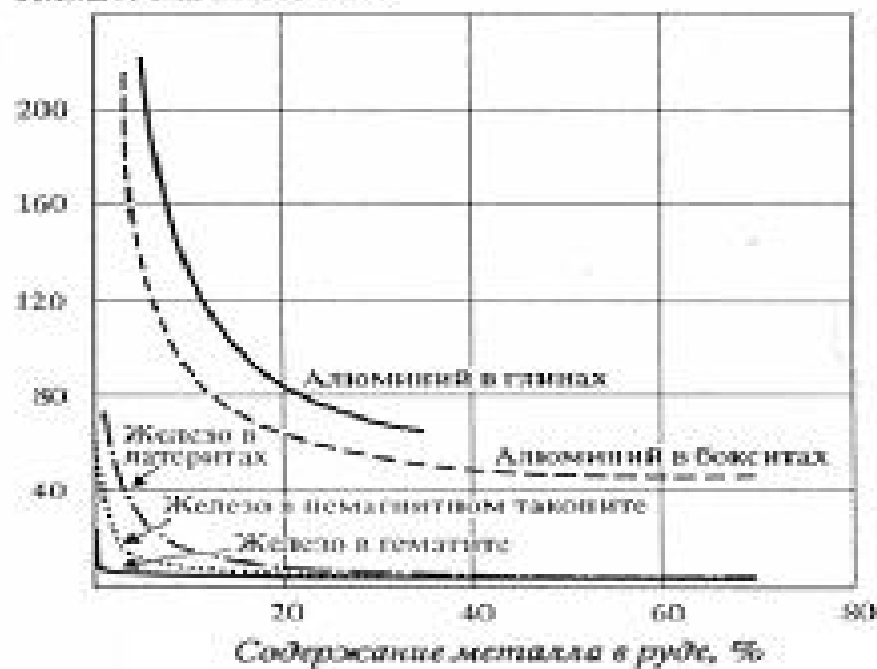
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Рост количества отходов при уменьшение концентрации металла в руде (а); увеличение энергозатрат при переработке бедных руд (б) (Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., 1994).

Количество отходов на 1 т металла, т



Тыс. кВт·ч на 1 т металла



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Экологические ограничения, связанные с истощением возобновимых природных ресурсов:

Почва — один из самых ценных и дефицитных ресурсов. 1 см чернозема Земля накапливает за 300 лет, а 1 см почвы погибает за 3 года;

Пресная вода — *ключевой незаменимый компонент экосистем, незамещаемый* источник жизнеобеспечения населения территории, основа устойчивости жизни общества в регионе биосферы планеты.

нехватка воды — 1700 л/ чел* год,

кризис — менее 1000 л/ чел* год

Кислород атмосферы — потребуется $1,7 \cdot 10^{16}$ т кислорода на сжигание $6,4 \cdot 10^{15}$ т горючих ископаемых, которых содержатся в недрах Земли. Количество кислорода в атмосфере — $1,5 \cdot 10^{15}$ т.

16

Рост техносферы и потери биосферы в XX в

(Акимова Т.А. и др., 2007)

Показатель	Начало века	Конец века
Валовый мировой продукт, млрд долл./год	60	30000
Энергетическая мощность техносферы, ТВт	1	14
Численность населения, млрд. человек	1,6	6,1
Добыча всех видов ископаемых, Гт/год	0,6	125
Потребление пресной воды, км ³ /год	360	5000
Потребление первичной продукции биоты, %	1	12
Площадь лесов, млн км ²	46,5	38,7
Площадь вторичных пустынь, млн км ²	28	36
Площадь деградированных земель, млн га	140	1900
Сокращение числа видов, %	(0)	20
Площадь суши, занятая техносферой, млн км ²	13	38
Техногенные поражения людей, %	0,5	2,5

Гт – гигатонна = 10^9 т ; ТВт – тераватт = 10^{12} Вт

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Загрязнение окружающей среды — поступление в биосферу любых твердых, жидких и газообразных веществ или видов энергии (теплота, звук, радиоактивность и т.п.) в количествах, оказывающих вредное влияние на человека, животных и растения как непосредственным, так и косвенным путем.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Распределение видов и объемов загрязнения в биосфере

1. Газообразное загрязнение атмосферы - 50%;
2. органические отходы - 37%;
3. твердые отходы - 12%;
4. выбросы твердых частиц в воздушный бассейн - 1%.

Основными промышленными источниками загрязнения атмосферы являются промышленные предприятия, энергетика и автомобильный транспорт.

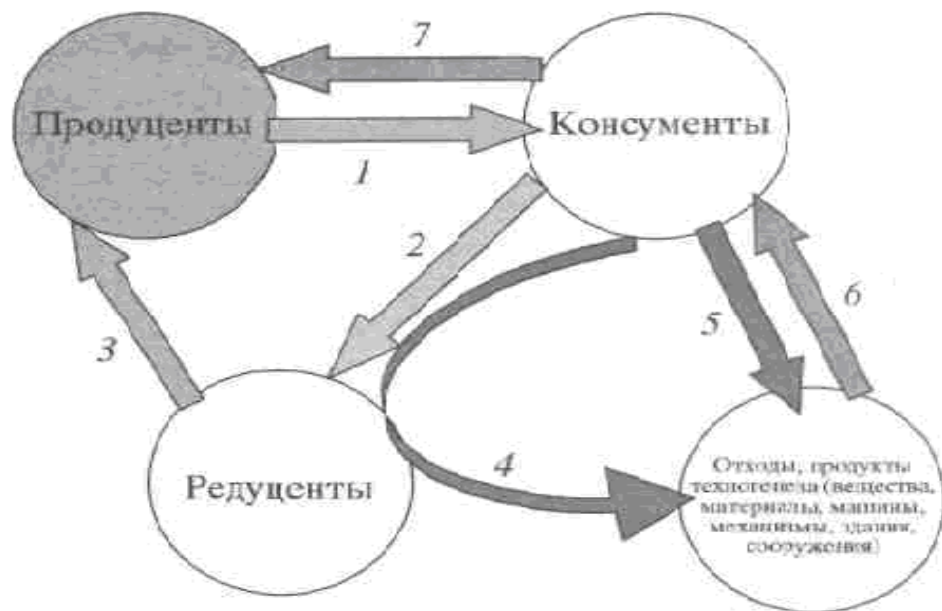
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Классификация отходов производства по способности утилизации биосферой



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Метаболизм биосферы и техносферы (А.С.Керженцев, 2008)



Потоки вещества в биосфере:
1— первичная биологическая продукция, 2 — отмершая первичная и вторичная биологическая продукция, 3 — продукты естественной минерализации отмершей биомассы.

Потоки вещества в техносфере: 4 — отходы жизнедеятельности человека, неразложимые естественной гетеротрофной биотой, 5 — третичная продукция: продукты техногенеза, неразложимые естественной гетеротрофной биотой (искусственные вещества и материалы, машины и механизмы, здания и сооружения), 6 — промышленная переработка третичной продукции, 7 — продукты искусственной деструкции третичной продукции.

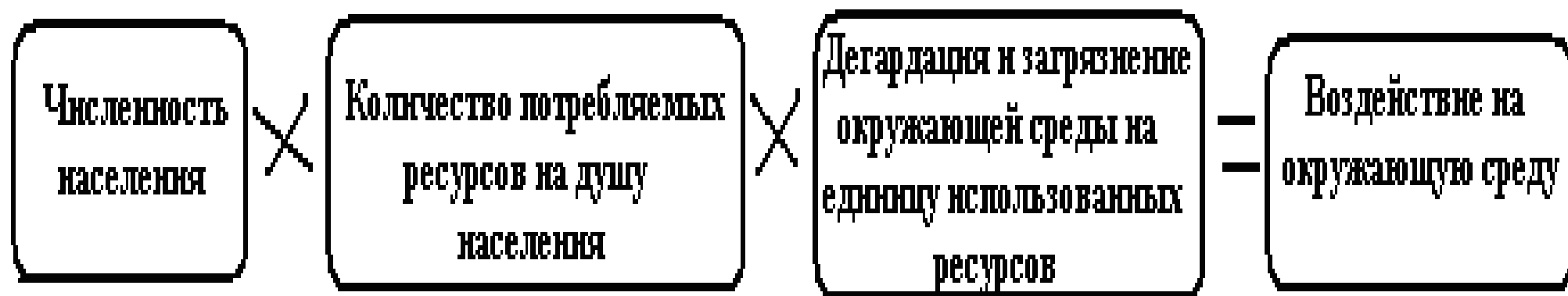
Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Структура экономических потерь в ФРГ от ухудшения качества окружающей среды в 1986 г. (млрд марок) (Акимова Т.А. и др., 2007)

<i>Статья ущерба</i>	<i>Размер ущерба</i>
1. Загрязнение воздуха	48,0
1.1. Ущерб здоровью	2,3-5,8
1.2. Материальный ущерб	> 2,3
1.3. Повреждение растительности полей	> 10
1.4. Ущерб лесам	5,5 - 8,8
2. Загрязнение вод	>17,6
2.1. Ущерб рекам и озерам	> 14,3
2.2. Ущерб Северному и Балтийскому морям	> 0,3
2.3. Ущерб грунтовым водам	> 3,0
3. Разрушение почв	> 5,2
3.1. Расходы, связанные с аварией в Чернобыле	> 2,4
3.2. Санирование промышленных свалок	> 1,7
3.3. Расходы на сохранение биоты	> 1,0
3.4. Прочие потери, связанные с почвой	> 0,1
4. Шум	>32,7
4.1. Ухудшение качества жилья	> 29,3
4.2. Снижение производительности труда	> 3,0
4.3 «Шумовые ренты»	> 0,4
Итого	>103,5

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Формирование воздействия на окружающую среду в результате влияния
основных факторов техносферы



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Основные глобальные последствия техногенных воздействий:

Изменение климата;

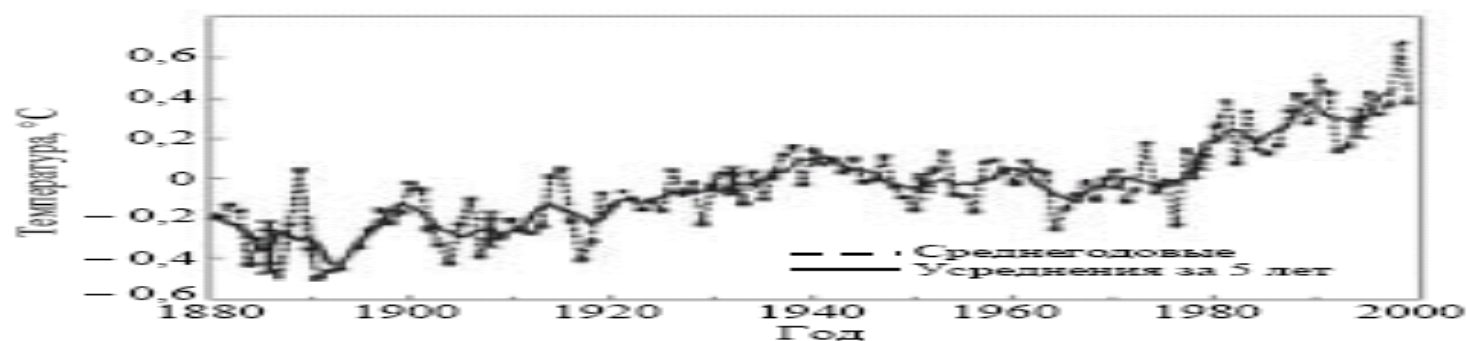
Разрушение стратосферного озона;

Загрязнение мирового океана.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Изменение средней температуры поверхности и наблюдаемые тренды концентрации основных парниковых газов в атмосфере

(Кондратьев К.Я., 1999)

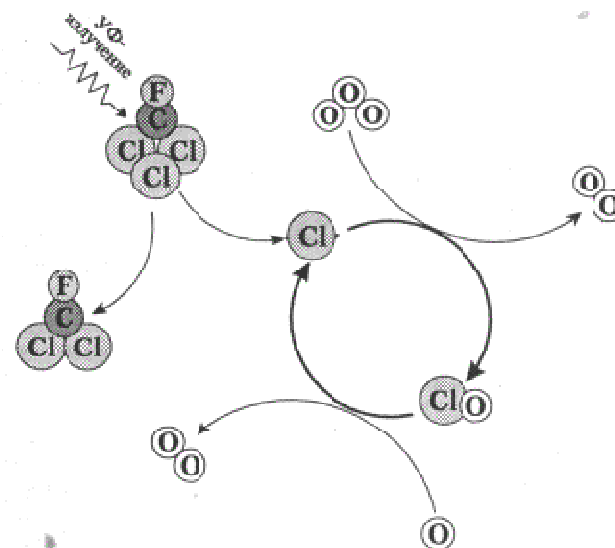
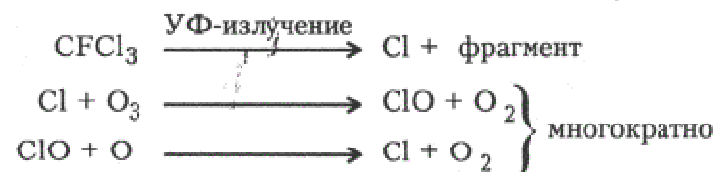


Концентрации	CO ₂	CH ₄	Фреон-11	Фреон-12	N ₂ O
Доиндустриальная	280 млн ⁻¹	0.79 млн ⁻¹	0	0	288млрд ⁻¹
Современная	354млн ⁻¹	1.717 млн ⁻¹	280трил ⁻¹	484трил ⁻¹	310млрд ⁻¹
Ежегодный рост за 1980-1990 гг	1,6 млн ⁻¹ (0,5%)	0,15млн ⁻¹ (0,9%)	10трил ⁻¹ (4%)	17трил ⁻¹ (4%)	8млрд ⁻¹ (0,25%)
Время жизни, лет	50-200	10	65	130	150

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Разрушение стратосферного озона

Название соединения	Химическая формула	Область применения	Время пребывания в атмосфере, лет
CFC-011	CFCl_3	Искусственное охлаждение, аэрозоли, пены	5-75
CFC-012	CF_2Cl_2	Искусственное охлаждение, Аэрозоли, пены, замораживание пищевых продуктов, термодатчики, устройства аварийной сигнализации и т.д.	100-140
CFC-013	CCl_3F_3	Растворители, косметические препараты	100-134
CFC-114	$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	Искусственное охлаждение	300
CFC-115	CClF_2CF_2	Искусственное охлаждение	500

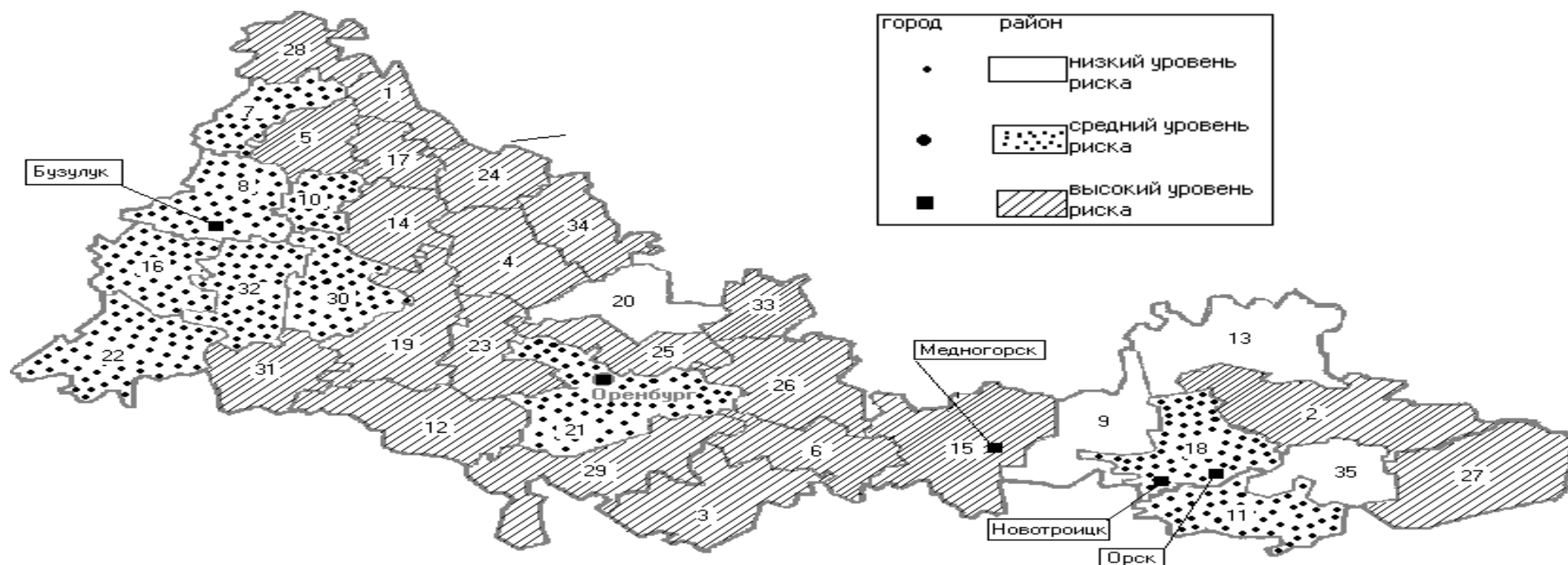


Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

ТЕХНОСФЕРА – ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Влияние загрязнения нитратами территории Оренбургской области на уровень риска для здоровья населения



Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Причины и последствия некоторых техногенных аварий

Место, год	Причины аварии	Тип аварии	Последствия аварии
<p>Чикаго, США, 1973</p> <p>Фликсборо, Англия, 1974</p> <p>Севезо, Италия, 1976</p> <p>Бхопал, Индия, 1984</p> <p>Техас, США, 1986</p>	<p>Отказ оборудования</p> <p>Превышение давления в реакторе окисления циклогексана</p> <p>Протекание неконтролируемой реакции</p> <p>Превышение давления в резервуаре</p> <p>Ж/д авария при перевозке желтого фосфора и серы</p>	<p>Взрыв и пожар хранилища сжиженного газа</p> <p>Взрыв и пожар облака паровоздушной смеси</p> <p>Выброс диоксина, экологическая катастрофа</p> <p>Выброс СДЯВ метилизоцианата</p> <p>Пожар в результате самовозгорания фосфора, выброс токсичных веществ</p> <p>Выброс СДЯВ и токсичных веществ</p>	<p>Уничтожено все в радиусе 1 км, погибло 500 чел; несколько тысяч пострадали</p> <p>Разрушение установки; 18 погибших, 28 пострадавших</p> <p>Заражена территория 10 км²; эвакуировано более 1000 чел.</p> <p>Погибло около 3000 чел; пострадало более 200000 чел.</p> <p>Эвакуация более 30000 чел.</p>
<p>Базель, Швейцария, 1986</p>	<p>Взрыв и пожар на складе сильнодействующих и ядовитых веществ</p>	<p>Взрыв и пожар паровоздушного облака</p> <p>Выброс СДЯВ</p>	<p>Загрязнение р. Рейн, нарушена жизнедеятельность более 20 млн. чел.</p> <p>Погибло 780 чел в проходящих пассажирских поездах</p>
<p>Уфа, Россия, 1989</p>	<p>Разрыв трубопровода ШФЛУ вблизи железной дороги</p>	<p>Взрыв и пожар паровоздушного облака</p> <p>Выброс СДЯВ</p>	<p>Погибло 17 чел; пострадало более 500 чел.</p> <p>Разрушен машинный зал. Погибло 72 чел.</p>
<p>Мексика, 1991</p> <p>Россия, 2009</p> <p>Мексиканский залив, США, 2010</p>	<p>Ж/д авария при перевозке хлора</p> <p>Авария на Саяно-Шушенской ГЭС</p> <p>Взрыв на нефтяной платформе</p>	<p>Гидродинамическая авария</p> <p>Техногенная и экологическая катастрофа</p> <p>Радиационная авария</p>	<p>Погибло 13 чел.; ущерб более 17 млрд. долл.</p> <p>Компенсационные выплаты более 49 млрд. долл.; точное число пострадавших до сих пор не установлено</p>
<p>Япония, АЭС «Фукусима-1», 2011</p> <p>Техас, США, 2013</p>	<p>Землетрясение, цунами, отказ защиты</p> <p>Авария на заводе минеральных удобрений</p>	<p>Взрыв и пожар на складе аммиака</p>	<p>Погибло около 70 чел, более 100 пострадало, эвакуация в радиусе 2 км</p>

Двойственная роль техносферы:

Уровень научного и технического развития техносферы и ее масштабы, принося людям блага, давая средства для решения материальных и социальных проблем, одновременно приносят в мир новые опасности, сопоставимые, а иногда и превышающие опасности природных явлений и процессов.

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С

Конец первой лекции

Техногенные системы и экологический риск. Лекция 1 Доц. Николина Е.С