

ББК
20
Э 400

ЭКОЛОГИЯ ТЕХНОСФЕРЫ



в дар библиотеке СФУ
от Матюшенко Анатолия
Ивановича
д.т.н., профессор
зав. кафедрой ИЭЗиС
ИИ - СФУ.

Матюшенко (ИИ Матюшенко)
9 июня 2025 г.





RESOURCE SAVING AND ENVIRONMENTAL SAFETY

FEDERAL EDUCATION AGENCY
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

INTERNATIONAL ACADEMY OF ECOLOGICAL SCIENCES
AND LIFE PROTECTION (IAELPS)

TECHNOSPHERE ECOLOGY

Approved by the Russian Federation Ministry of Education and Science
as a tutorial for students of Higher Institutes
studying in the course "Technosphere Ecology"

Publishing Center "Magenta"



Moscow
2008



РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (МАНЭБ)

ЭКОЛОГИЯ ТЕХНОСФЕРЫ

Рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность»



Москва
2008

УДК 574(07)

Э40

Universal Decimal Classification 574(07)

Рецензенты:

Ю. Л. Гуревич, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. лабораторией биотехнологии Института биофизики СО РАН;

В. С. Калекин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Машины и аппараты химических производств» Омского государственного технического университета

Reviewers:

U. L. Gurevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Biotechnology Laboratory, Biophysics Institute of SB RAS;

V. S. Kalekin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Machines and Devices of Chemical Manufacture» Omsk State Technical University

Авторы:

В. В. Гутенёв, Т. А. Кулагина, Л. В. Кулагина, Г. П. Крючков
А. И. Матюшенко, О. Н. Русак, Б. Ф. Турутин

Authors:

V. V. Gutenev, T. A. Kulagina, L. V. Kulagina, G. P. Kruchkov
A. I. Matushenko, O. N. Rusak, B. F. Turutin

Э40

Экология техносферы : учеб. пособие / В. В. Гутенёв, Т. А. Кулагина, Л. В. Кулагина и др. – М. : Изд-во «Маджента», 2008. – 468 с.

Technosphere ecology : Tutorial / V. V. Gutenev, T. A. Kulagina, L. V. Kulagina and others. – M. : Publishing Center «Magenta», 2008. – 468 p.

ISBN 5-98156-084-3

Изложены сведения о влиянии объектов техносферы на среду обитания и человека. Приводятся возможные варианты снижения негативного воздействия техносферы на природную среду, прежде всего путем рационального и комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов. Приведенные материалы позволят будущему специалисту успешно использовать их в области обеспечения техносферной безопасности, создания техники и технологий защиты человека и природы от техногенного и антропогенного воздействия, прогнозирования техногенного воздействия на окружающую среду и его минимизации.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность».

The tutorial suggests information about technosphere objects impact on individuals and habitat. There have been worked out some possible ways for negative technosphere impact reduction, first of all by raw material and energy resources conservation and multipurpose utilization means. The data applied in this tutorial can be helpful for specialist of technosphere safety control field, during producing equipment and technologies for individuals and nature protection from man-caused and man's impact, for man-caused environmental impact forecasting and it's minimizing.

Intended for the students studying in the course "Technosphere Ecology".

Редакционная коллегия серии:

Ю. В. Видин, В. М. Журавлёв (главный редактор), В. А. Кулагин, Г. И. Кузнецов, С. А. Михайленко

Series editorial staff:

Y. V. Vidin, V. M. Zhouravlev (chief editor), V. A. Kulagin, G. I. Kuznetsov, S. A. Mikhailenko

554089

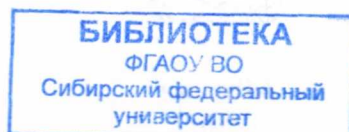
УДК 574(07)

Universal Decimal Classification 574(07)

ISBN 5-98156-084-3



9 785981 560842



© СФУ, 2008

© МАНЭБ, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1	
ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ТЕХНОСФЕРЫ.....	7
1.1. Нарушение среды обитания в результате техногенной деятельности.....	7
1.2. Экологическая обстановка в городских агломерациях и промышленных центрах.....	9
1.3. Экологическая обстановка в районах крупных энергетических объектов.....	12
1.4. Экологическое воздействие транспортных систем.....	13
1.5. Природно-хозяйственные системы.....	14
1.6. Методы и критерии оценки состояния окружающей среды.....	16
1.7. Санитарно-гигиенические показатели.....	18
1.8. Экологические критерии.....	19
1.9. Оценка степени антропогенных изменений природной среды.....	20
Глава 2	
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.....	22
2.1. Производственная структура предприятия и ее элементы.....	22
2.2. Типы производств и их технико-экономическая характеристика.....	25
2.3. Производственный цикл и его структура.....	27
2.4. Сырье – важнейший элемент технологических процессов.....	30
2.5. Принципы организации производственных процессов.....	36
2.6. Уровни иерархии производственных процессов.....	37
2.7. Общие принципы системного анализа процессов и аппаратов различных технологий.....	43
2.8. Технические и химико-технологические системы.....	48
2.9. Типичные производства в различных отраслях экономики.....	51
2.10. Анализ и синтез технологических систем.....	93
Глава 3	
ВЫБРОСЫ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОСФЕРЫ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЗОНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ ВЫБРОСОВ.....	95
3.1. Техногенные источники загрязнения атмосферы.....	95
3.2. Теплоэнергетика и ее воздействие на природную среду.....	97
3.3. Гидроэлектростанции: достоинства и экологические проблемы.....	103
3.4. Достоинства ядерной энергетики.....	106

3.5. Экологические проблемы транспорта	108
3.6. Выбросы от различных отраслей промышленности	122
3.7. Очистка газовых выбросов радиохимических предприятий	128
3.8. Тенденции промышленного загрязнения природной среды	142
3.9. Критерии оценки экологичности предприятия	144
3.10. Разработка нормативов ПДВ	151
3.11. Контроль за соблюдением нормативов выбросов загряз- няющих веществ на предприятии	153
3.12. Санитарно-защитные зоны	155
3.13. Снижение негативного воздействия промышленных пред- приятий на атмосферу	156
3.14. Подземная универсальная система утилизации	162
3.15. Примеры расчетов	166

Глава 4

ВОДОСНАБЖЕНИЕ. СБРОСЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ГИДРОСФЕРУ. ЗОНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ. СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ	242
4.1. Классификация природных вод и их характеристика.....	242
4.2. Способы изменения свойств воды	243
4.3. Термический режим водоемов и водостоков	255
4.4. Разбавление примесей в объектах гидросферы	265
4.5. Тенденции промышленного загрязнения гидросферы	273
4.6. Разработка нормативов ПДС	283
4.7. Снижение негативного воздействия промышленного пред- приятия на гидросферу	286

Глава 5

ТВЕРДЫЕ И ЖИДКИЕ ОТХОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕД- ПРИЯТИЙ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ. СПОСОБЫ СОКРА- ЩЕНИЯ ОТХОДОВ	305
5.1. Виды отходов производства и масштабы их образования	305
5.2. Анализ отходов.....	309
5.3. Классификация отходов ядерно-топливного цикла	312
5.4. Переработка отработавшего ядерного топлива и обращение с радиоактивными отходами.....	320
5.5. Потери углеводов при хранении нефтепродуктов	323
5.6. Сертификация отходов	338
5.7. Порядок воздействия на отходы.....	343
5.8. Использование отходов	349
5.9. Утилизация вторичных энергоресурсов	350
5.10. Использование ВЭР в промышленности строительных мате- риалов и изделий	354
5.11. Управление отходами промышленных предприятий	366
5.12. Расчет количества отходов производства и потребления.....	375

Глава 6

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОСФЕРЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ	378
6.1. Тепловое загрязнение	378
6.2. Виброакустические загрязнения	382
6.3. Защита от электрических и магнитных полей, электромаг- нитного излучения	387
6.4. Воздействие ионизирующего излучения	388

Глава 7

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ПРОИЗВОДСТВА. ЗАМКНУТЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЦИКЛЫ	390
7.1. Сущность безотходного производства	390
7.2. Создание замкнутых водооборотных циклов	398
7.3. Техничко-экономическая оценка водопользования	409
7.4. Экологическая стратегия и политика развития производств ...	410
7.5. Политика развития производства	417
7.6. Действия реиндустриализации производства организацион- но-управленческого характера	420
7.7. Алгоритм «экологизации» производственного процесса	422
7.8. Комбинирование и кооперация производств	427

Глава 8

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	431
8.1. Экономический ущерб окружающей среде от загрязнения	431
8.2. Выбор критерия экологической эффективности	436
8.3. Определение платы за выбросы	447
8.4. Экологизация промышленного сектора экономики	451
8.5. Индикаторы экологической оценки проектов экологизации производства	454
8.6. Методика оценки экоэффективности системы очистки атмо- сферных выбросов	455
8.7. Методы выбора проектов экологизации	462

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	463
------------------	-----

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	464
--------------------------------	-----

ВВЕДЕНИЕ

Экология техносферы – наука о взаимодействии человека и других живых организмов с искусственно созданной человеком средой – техносферой, а также всех объектов техносферы между собой.

На современном этапе развития общества влияние объектов техносферы, например энергетики, транспорта, различных отраслей промышленности, на среду жизнедеятельности и самого человека многообразно и сводится:

- к потреблению материальных (сырье, вода, воздух), энергетических и людских ресурсов;
- к воздействию на среду обитания созданной готовой продукцией и разнообразными отходами (выбросами в атмосферу, сбросами в гидросферу, накоплением твердых энергетических отходов в литосфере);
- к поступлению в социальную среду инвалидов труда и пенсионеров.

На протяжении истории цивилизации практически все формы инженерной деятельности и все технические достижения человека имели в той или иной степени антиприродную, «природопокорительную» направленность. Трудно назвать какой-нибудь благоприятный для живой природы неизостигший результат человеческой деятельности. Даже создавая совершенный средозащитный аппарат, инженер вынужден сознавать, что добыча сырья, производство материалов, деталей и энергии для него будет сопровождаться таким потреблением ресурсов и загрязнением среды, которое вряд ли сможет полностью предотвратить или хотя бы компенсировать его уникальная конструкция. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, в водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровень загрязнений существенно превышает допустимые санитарные нормы.

Главную опасность представляет загрязнение атмосферы, которое зависит от метеорологических условий, определяющих перенос и рассеивание примесей в воздухе. Нежелательной с точки зрения загрязнений приземного слоя атмосферы является инверсия температуры в атмосфере. Суть этого процесса состоит в том, что происходит повышение температуры воздуха с высотой вместо обычного для нижних слоев атмосферы убывания температуры на 0,5–0,6 °C на каждые 100 м высоты. Инверсия температуры препятствует развитию вертикальных движений воздуха и может способствовать образованию зон с повышенным содержанием примесей в приземном слое атмосферы.

Выбросы вредных веществ отрицательно влияют не только на окружающую среду, но и на технические средства, строительные конструкции. Кроме того, не следует забывать о неблагоприятном влиянии шума, инфразвука и вибраций на здоровье человека. Уровень городских шумов возрастает

за каждые 5–10 лет в среднем на 5–10 дБ. Большую опасность представляют ультразвук и инфразвук. Многие неврологические заболевания жителей мегаполисов вызываются именно инфразвуками, проникающими сквозь самые толстые стены. В отдельных случаях возможно «загрязнение» окружающей среды тепловыми выбросами, электромагнитными полями, ультрафиолетовыми, инфракрасными, световыми и ионизирующими излучениями.

Поэтому в современном обществе трудно переоценить роль инженерной (технической) экологии, призванной на основе оценки степени вреда, приносимого природе индустриализацией производства, разрабатывать и совершенствовать инженерно-технические средства защиты окружающей среды, всемерно развивать основы создания замкнутых и безотходных технологических циклов и производств.

Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер и поэтому должна решаться не только применительно к конкретному предприятию или производственному циклу, но и в масштабах отдельных городов и промышленных центров, регионов, всей территории страны, группы стран, отдельных континентов и Земли в целом.

Проблема охраны окружающей среды – комплексная проблема, характер которой определяется сложностью системы, состоящей из природы, общества и производства. Оптимальное развитие этой системы невозможно без комплексного учета социальных, экологических, технических, экономических, правовых и международных аспектов проблемы.

Человечество, как биологический вид и социальная общность, неразрывно связано с процессами, происходящими в окружающей среде, и во все возрастающих масштабах черпает из нее ресурсы, загрязняет отходами, продуктами жизнедеятельности. Все происходит в тончайшем слое «жизненного пространства» – биосфере. Эта «оболочка жизни» находится в постоянном движении органических веществ, совершающих круговорот в цепочке «почва – растения – животные – человек – почва (сток)», а также неорганических веществ в рамках других цепочек естественного круговорота, ибо природа создала механизмы постоянного круговорота основных химических элементов между неживыми и живыми компонентами окружающей среды в биосфере.

В соответствии с законом сохранения массы (вещества) при любом физическом или химическом изменении вещество не возникает и не исчезает, но лишь изменяет свое физическое или химическое состояние. За длительное время установились, причем в очень узких диапазонах, значения параметров окружающей среды, при которых существует жизнь. Мы привыкли говорить о потреблении или расходовании ресурсов. Но мы не потребляем вещество, а только временно пользуемся какими-то видами ресурсов Земли, перемещая их, превращая в продукты или полезные товары. Все, что выброшено, остается с нами.

К началу третьего тысячелетия население Земли достигло численности шесть миллиардов. Во второй (после Китая) по численности населения стране

в мире – в Индии насчитывается миллиард жителей. Человеческая деятельность (строительство жилья, дорог, земледелие, добыча природных минеральных ресурсов, промышленное производство), имеющая целью достижение определенного благосостояния (комфорта), изменяет природные ландшафты, создает новую искусственную среду обитания человека, чуждую ему как биологическому существу. Несколько поколений, многие сотни миллионов людей живут в трансформированной природной среде (в мегаполисах, городских агломерациях, на освоенных территориях), пытаются приспособиться, адаптироваться к ней. Однако сформированный в процессе эволюции человеческий организм весьма чувствителен к изменению параметров окружающей среды, многие механизмы влияния которых на живые организмы остаются непознанными. Раньше, когда численность населения на планете была небольшой и уровень антропогенной нагрузки незначителен, это влияние компенсировалось адаптационными способностями живых организмов.

На рубеже XX–XXI вв. ситуация изменилась. Экспериментально подтверждены необратимые изменения значений параметров окружающей среды, что все чаще приводит к экологическим кризисам и катастрофам на локальном уровне (фотохимический смог, кислотные осадки, загрязнение водоемов биогенами) и в глобальном масштабе (образование парникового эффекта, разрушение озонового слоя в стратосфере). Накопление данных, подтверждающих проявление распада генетических программ человека, другие проявления экологического кризиса, привели к тому, что в большинстве стран мира вопросы обеспечения экологического благополучия выходят за рамки принятия конкретных инженерно-технических программ и решений и все более приобретают социально-экономическое звучание, формируют новые стереотипы поведения, нормы морали.

Наблюдается эволюция экологического мировоззрения – от *антропоцентризма* (человек – центр Вселенной и конечная цель мироздания, т. е. «царь природы») к *теории естественной биотической регуляции окружающей среды* (человек занимает определенную экологическую нишу, и его деятельность не должна приводить к нарушению устойчивости биоты) и *обществу устойчивого развития*, когда воздействие на окружающую среду остается в пределах хозяйственной емкости биосферы и не разрушает природную основу для воспроизводства жизни человека.

Экология техносферы является обобщающей наукой, направленной на сохранение искусственной среды жизни для человека и изучение ее воздействия на природную среду. Поэтому предметом экологии техносферы являются природные ресурсы и биосфера.

❖❖❖ Схема взаимодействия любого объекта экономики со средой обитания может быть проиллюстрирована рис. В.1.

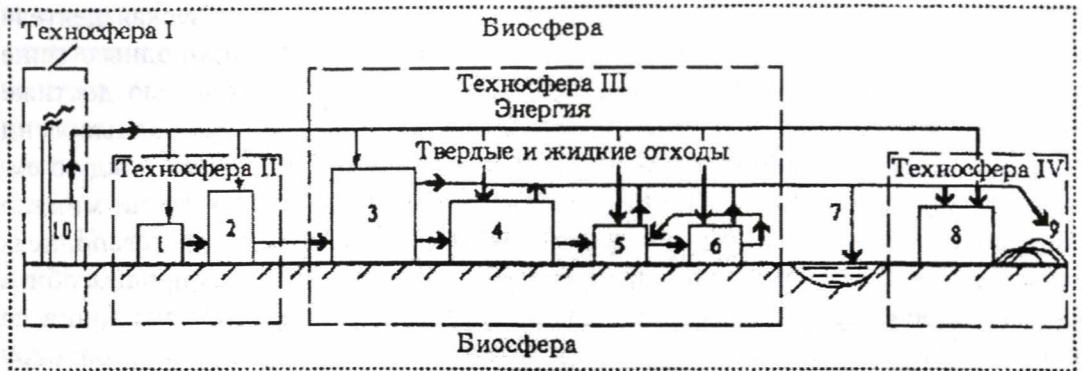


Рис. В.1. Схема взаимодействия объектов экономики и регионов техносферы I-IV в ресурсном цикле: 1 – добыча сырья; 2 – обогащение и первичная обработка сырья; 3 – производство материалов, деталей, сборок; 4 – производство машин и установок; 5 – эксплуатация машин и установок; 6 – ремонт и реновация машин и установок; 7 – сбросы объектов ресурсного цикла; 8 – утилизация отходов объектов ресурсного цикла; 9 – захоронение отходов; 10 – производство энергии; I – регион по производству электро-энергии; II – регион добычи и обогащения сырья; III – регион производства и эксплуатации машин; IV – регион утилизации и захоронения отходов

Для решения многих проблем общества и уменьшения негативного воздействия объектов экономики на среду обитания в экологии техносферы необходимо решить следующие задачи:

- рационально использовать материальные, энергетические и другие ресурсы, вовлекая в производство вторичные ресурсы;
- уменьшать материальные (выбросы в атмосферу, сбросы в гидросферу, поступление твердых и жидких отходов на захоронение) и энергетические (шум, вибрация, электромагнитные поля и излучение, тепловые потоки и т. п.) отходы производства;
- не создавать новых и сокращать до минимума имеющиеся зоны повышенного негативного влияния объектов экономики на людей и природную среду;
- создавать замкнутые промышленно-утилизационные технологии, включенные в растительно-энергетические природные циклы (энерго- и ресурсосберегающие, безотходные технологии, водородная, биотопливная транспортная энергетика и др.).