

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ**  
**ИМЕНИ С.И. ВАВИЛОВА**

**Экологический центр**

**С.В. КРИЧЕВСКИЙ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ**  
**(методология, опыт исследований, перспективы)**

**Монография**

**МОСКВА - 2007**

УДК 62  
ББК 20  
К19

В авторской редакции.

Рецензенты:

кандидат технических наук В.М. Кузнецов, ИИЕТ РАН;  
кандидат биологических наук Т.Е. Попова, ИИЕТ РАН;  
доктор геолого-минералогических наук, профессор М.М. Судо,  
МНЭПУ.

### **К19 Кричевский С.В.**

Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы). Монография. М.: ИИЕТ РАН, 2007. – 160 с.

Монография кандидата технических наук, старшего научного сотрудника С.В. Кричевского посвящена новому междисциплинарному научному направлению: “экологическая история техники”, предложенному в 1998 г. и разработанному автором в Институте истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН (Москва), и отражает результаты цикла исследований, проведенных в 1998–2006 гг.

Изложены: теоретико-методологические основы экологической истории техники; возможности применения для исследования техносферы, анализа объектов, систем техники, отраслей, сфер деятельности; опыт исследований на конкретных примерах.

Рассмотрены история и перспективы экологизации техники и деятельности, вопросы обучения и подготовки кадров.

Для специалистов в областях экологии, технической деятельности и управления, истории техники, философии науки и техники, обучения в высшей школе и подготовки научно-педагогических кадров.

**ISBN 978-5-98866-018-7**

© Кричевский С.В., 2007.  
© ИИЕТ РАН, 2007.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ.....	9
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИКО–МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ.....	12
2.1. Определение, предпосылки и перспективы экологической истории техники.....	12
2.2. Объект, предмет, проблемы и задачи экологической истории техники .....	15
2.3. Место экологической истории техники в системе наук....	17
2.4. Структура экологической истории техники.....	21
2.5. Методы исследования экологической истории техники....	24
2.6. Методика эколого-исторических исследований.....	29
ГЛАВА 3. ОПЫТ И ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ.....	30
3.1. Общая экологическая история техники.....	30
3.2. Экологическая история техники XX века.....	32
3.3. Экологическая история аэрокосмической техники.....	36
3.3.1. Общие аспекты.....	36
3.3.2. Аэрокосмические объекты с экологической точки зрения.....	38
3.3.3. Экологическая история космической станции «Мир».....	55
3.3.4. Экологическая история космодрома «Байконур».....	62
3.3.5. Экологическая история аэродрома «Чкаловский».....	68
3.3.6. История авиационных загрязнений.....	71
3.3.7. История ракетных и космических загрязнений.....	73
3.3.8. Историко-экологические исследования военной техники (на примере систем противовоздушной обороны).....	74
3.4. Экологическая история транспорта.....	80
3.5. Экологическая история энергетики.....	82
3.6. Экологическая история нефтегазовой отрасли.....	84
3.7. Экологическая история военной техники и деятельности.....	86
3.8. История химических загрязнений.....	89
3.9. История радиационных загрязнений.....	90

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНИКИ И	
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	92
4.1. Два аспекта экологизации.....	92
4.2. История экологизации техники и деятельности.....	96
4.3. Перспективы экологизации техники и деятельности.....	98
4.4. Обучение экологической истории техники и подготовка научных кадров.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ.....	107
СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	130
1. Список иллюстраций.....	130
2. Иллюстрации.....	132
3. Программа специального курса «Экологическая история техники».....	151

## ВВЕДЕНИЕ

Монография является итогом научного исследования, предложенного и инициативно начатого автором в 1998 г., выполненного в Институте истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской Академии Наук (ИИЕТ РАН) в 1999-2003 гг. по проекту «Экологическая история техники», продолженного в 2004-2006 гг. в рамках плановой темы «Безопасность России» и инициативно.

«Экологическая история техники» (ЭИТ) - новое междисциплинарное комплексное научное направление на стыке истории техники и экологии (в другой трактовке – на стыке научных областей истории, техники, экологии).

Главной целью работы в 1999-2000 гг. была разработка теоретико-методологических основ ЭИТ, необходимых для обоснования и становления этого нового научного направления, с 2001 г. - апробация и развитие разработанной методологии, проведение исследований применительно к конкретным объектам и системам, написание краткой монографии с изложением методологии, опыта исследования и перспектив ЭИТ.

Актуальность ЭИТ определяется сложным комплексом экологических проблем развития России и человечества на рубеже веков и тысячелетий, глобализацией экологических проблем, обусловленных бурным развитием техносферы, нарастанием риска экологической катастрофы при явном отставании науки и практики в осознании и решении экологических проблем.

Прогресс техники и технологий в XX веке, научно-техническая революция произошли за счет варварской эксплуатации природы и биосферы Земли. Именно в XX веке, особенно во 2-й половине, стали ощущаться негативные воздействия и последствия деятельности человека в региональном и глобальном масштабах, которые к концу века вызвали явные необратимые изменения в ряде регионов и на планете в целом.

1-ю половину XX века техника и технологии развивались исключительно в индустриальной постановке и реализовывали модель пространственной экспансии с максимальными темпами, энерго- и ресурсоемкостью, обусловленными технократическо-милитаризованной “доэкологической” философией, политикой, экономикой, культурой.

Только в 60-х гг. XX века началось целенаправленное исследование и решение экологических проблем, причем, при явном отставании от их возникновения и нарастания. В последнюю чет-

верть XX века (с середины 70-х гг.) в передовых странах начался процесс экологизации техники и деятельности, набирающий темпы, охватывающий весь мир и сферы деятельности.

Таким образом, на фоне нарастания и глобализации экологических проблем, человечество постепенно осознает пределы роста, обусловленные лимитами ресурсов и границами устойчивости природных экосистем, переходит к новой - экологической эпохе своей истории: к экологической революции (по: Реймерс, 1993), т.е. к сознательному развитию и ограничению деятельности по экологическим критериям, к экологизации всей техники и деятельности.

В этой связи закономерным и актуальным является исследование экологической истории человечества, прежде всего, в контексте экологической истории техники и технологий, которые фактически создали современную цивилизацию с населением свыше 6 млрд. человек и поддерживают ее, обеспечивая выживание и развитие, но при этом создают угрозу гибели биосферы Земли и человечества вследствие негативных воздействий и последствий техноэволюции.

Всё это предполагает постановку проблемы ЭИТ как междисциплинарного комплексного научного направления и проведение сложных и длительных исследований, основанных на экологическом взгляде и переосмыслении истории природы и общества, техники и всей техносферы.

Однако появление и становление ЭИТ чрезмерно затянулось. Экологические и технические науки и соответствующая практика технической деятельности продолжают развиваться без глубокого исследования и осмысления исторических аспектов, ограничиваясь новейшей историей и прогнозами.

Работы по истории техники, как правило, не содержат разделов, посвященных экологии технических объектов и событий, отсутствуют: оценка экологических характеристик объектов исследования, сравнительный экологический анализ конкретной техники и технологий, экологическая ретроспектива развития видов, отраслей техники, сфер деятельности.

Лишь в последние годы появились исторические работы, специально посвященные экологическим аспектам развития техники, но только по периоду новейшей истории.

Сложившаяся ситуация отражает недостаточную экологическую образованность большинства специалистов-историков техники.

Вместе с тем реальная ситуация с ЭИТ значительно сложнее и определяется фундаментальными методологическими проблемами описания и интерпретации экологических аспектов всей истории природы и общества, специфическими свойствами и особенностями техники и деятельности.

В данном исследовании сделана попытка создать методологическую основу ЭИТ и применить ее для исследования ЭИТ ряда конкретных видов и объектов техники, отраслей деятельности.

Теоретической основой ЭИТ являются идеи экологической истории (исторической, эволюционной экологии), которые впервые высказали отечественные ученые - И.В.Круть и И.М.Забелин (Круть, Забелин, 1988, с. 12-13), давшие автору импульс для создания нового научного направления - ЭИТ; труды по экологии, мировой истории, истории техники, философии техники, теории эволюции, а также идеи новых научных направлений: глобалистики, наукометрии, технетики, философии экологии и др. (список которых является открытым).

ЭИТ должна охватывать все элементы и взаимодействия техносферы (объекты, системы, отрасли, сферы деятельности) во всем пространстве-времени, т.е. ее объект – техносфера, рассматриваемая с эколого-исторической точки зрения.

Работа является поисковой и направлена на разработку теоретико-методологических основ ЭИТ, применение их для анализа ряда конкретных объектов и систем техники, изложение опыта и примеров таких исследований, а также на исследование истории и перспектив экологизации техники и деятельности.

Сверхзадачей данной работы является выход - через ЭИТ - на решение актуальной и сложной проблемы междисциплинарного исследования техники на стыке гуманитарных, технических и естественных наук, постепенная и целенаправленная ликвидация существующего разрыва и пробелов на этом стыке.

Текст монографии включает: введение, 4 главы, заключение (с основными выводами), список литературы и источников (325 наименований), список обозначений, 3 приложения, 20 иллюстраций.

Материалы и результаты исследований докладывались на годичных научных конференциях ИИЕТ РАН в 1999-2002 гг. и опубликованы в Трудах Института (Кричевский, 1999в, 2000г,е,ж, 2001а, 2002в,е, 2006), отдельные фрагменты опубликованы на 4-й (Омск, 1999 г.) и 5-й (Калининград, январь 2000 г.) Конференциях по философии техники и технетике (Кричевский, 1999б, 2000 а), были

представлены на международных научных конференциях «ИНТЕРНАС–2000» (Калуга, июнь 2000 г.), «Региональные тенденции взаимодействия человека и природы в процессе перехода от аграрного к индустриальному обществу» (Тверской государственной университет, Тверь, март 2003 г.), в ряде научных докладов и статей (Кричевский, 2002-2006).

В конце 2000 г. автором в Отделе истории техники и технических наук ИИЕТ РАН был выпущен краткий рукописный «Отчет о НИР на тему «ЭИТ (теоретико-методологические аспекты)» (Кричевский, 2000).

В 2001 г. автор продолжал исследования в Отделе истории техники и технических наук ИИЕТ РАН.

С 2002 г. работа была продолжена автором в новом структурном подразделении - Экологическом центре ИИЕТ РАН.

В конце 2002 г. была завершена рукопись монографии «Экологическая история техники» (Кричевский, 2002), которая была представлена и утверждена в качестве отчета по плановой теме НИР в начале 2003 г.

К сожалению, вследствие организационных сложностей, издание монографии стало возможным со значительной задержкой (в 4 года).

Основное ядро монографии сохранилось, в текст внесены изменения и дополнения, отражающие основные результаты работы автора, публикации и источники за период 2003-2006 гг.

Благодарю моих коллег - сотрудников ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН и рецензентов за поддержку работы и замечания, которые дали важные импульсы для продолжения исследований и совершенствования текста.



## ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

Приведем краткий обзор информационной базы исследования, преимущественно отечественной литературы и источников на русском языке, изученных и использованных в данной работе (325 наименований).

Литературу и источники можно условно разделить на два блока: теоретический (фундаментальный) и прикладной.

### Теоретический (фундаментальный) блок

Его источники можно условно разделить на несколько частей по основным научным направлениям, относящимся к различным аспектам исследуемой темы, выделив основные работы:

- история техники (Гвоздецкий, 1997; Зворыкин и др., 1962; Козлов, 1988; Поликарпов, 1999; Саламатов, 1991; Салахутдинов, 1996, 2000; Симоненко, 1994, 1999, 2000, 2005; Техника..., 1982; Энгельмейер, 1898);
- мировая история (Гумилев, 1994; Спир Ф. (Spier F.), 1999; Тойнби, 1996; Тоффлер, 1999; Яковец, 1995);
- наукометрия (Архипов, 1999);
- теории биосферы и ноосферы (Вернадский, 1989, 1994, 2000; Тюрюканов, Федоров, 1996; Урсул, 1998; Lovelock, 1988);
- теория эволюции (Кордюм, 1982; Яблоков, Юсуфов, 1998);
- технетика (Кудрин, 1998);
- философия глобальных проблем и глобалистика (Братимов и др, 2000; Зубаков, 1996; Федотов, 2002; Чумаков, 1994);
- философия техники (Ленк, 1996; Мамедов, 1982; Попкова, 2004; Розин, 2001; Философия техники..., 1998 и др.);
- философия экологии (Карпинская и др., 1995; Муравых, 1997; Степин, 1994; Хёсле, 1994);
- экологическая история (историческая, эволюционная экология) (Круть, Забелин, 1988; Каримов, 2001);
- экология (Будыко, 1977; Горелов, 1998; Дедю, 1989; Коммонер, 1974; Медоуз и др., 1991, 1994; Моисеев, 1999; Муртазов, 2004; Одум, 1986; Реймерс, 1993, 1994; Урсул, 1990, 1993, 1998; Яншин, Будыко и др., 1985; Яншин, Мелуа, 1991; Яблоков, 1997; 2002).

## Прикладной блок

Эти источники охватывают различные объекты, виды техники, отрасли и сферы деятельности, которые также можно условно подразделить, выделив основные работы:

- атомная отрасль (Булатов, 1996; Календарь ядерной эры, 1996; Яблоков, 1997; Ядерная энциклопедия, 1996);
- аэрокосмическая (в том числе и ракетно-космическая) отрасль (Авиация, 1994; Власов, Кричевский, 1999; Киселев, Медведев, Меньшиков, 2001; Космонавтика, 1985; Михайлов, 1999, 2000, 2002; Пономаренко, 1995: 1998, 2001; Соболев, 1995, 1997, 2001; Социально-экологические последствия..., 2000; Тэйлор, Мандей, 1997; Экологические проблемы и риски..., 2000);
- военная техника и деятельность, вооруженные силы, оборонный комплекс (Борейко, 2000; Булатов, 1999а; Военная экология, 2005; Военный энциклопедический словарь, 1986; Федоров, 1994, 2006; Чичагов, 2005);
- гальванотехника (Будрейко, 1997);
- глобальные и комплексные экологические проблемы (Бурдаков, 1997; Никаноров, Хоружая, 2001; Фешбах, Френдли, 1992; Хефлинг, 1990; Gore, 1993);
- дистанционное зондирование Земли (Гарбук, Гершензон, 1997; Михайлов, 2000, 2001);
- охрана природы (“Зеленые” юбилеи человечества, 1999, 2000; Красилов, 1992; Об охране окружающей среды, 1981; Охрана природы, 1995; Программа действий по охране..., 1993);
- прикладная экология (Адамович, Горшенин, 1997; Аллен, Нельсон, 1991; Булатов, 1999 б; Вронский, 1996; Гридэл, Алленби, 2004; Израэль, 1984; Калыгин, 2000; Мазур, Молдаванов, 1999; Пасхин, Митин, 1999);
- транспорт (Павлова, Буравлев, 1998; Московская городская научно-практическая конференция «Автотранспортный комплекс...», 1999; Луканин, Трофименко, 2001 и др.);
- нефтегазовая отрасль (Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности, 1994; Гриценко, Аकोпова, Максимов, 1997; Абросимов, 2002; Техногенное загрязнение природных вод..., 2001 и др.);
- химическая отрасль (Федоров, 1994, 1995, 1996; 2002; Федоров, Яблоков, 1999; Химическая безопасность..., 2005);
- энергетика (Алексеев, 1997; Иголкин, 2001);

- экологическая безопасность (Быков, Мурзин, 1997; Экологическая безопасность..., 1994, 1996);
- экологическая политика (Пашков и др., 1997; Приоритеты национальной экологической политики, 1999);
- экологическое право (Дубовик, 1998; Серов, 1998; Экологическое право России, 1997).

Кроме того, в работе активно использована информация сети Интернет, её количество бурно растет как по теоретическому, так и по прикладному блокам, особенно по новым технике и технологиям.

Заметим, что ряд публикаций и источников имеет отношение к 2-м блокам и/или к нескольким аспектам внутри блоков, например: (Военная экология, 2005; Дедю, 1989; Химическая безопасность..., 2005; Экологический энциклопедический словарь, 1999; Яковец, 2004; сетевые источники).

В этих источниках имеется информация об экологических аспектах техники и технологий, технической деятельности, технической реальности, техносферы, техногенной цивилизации в контексте истории, состояния, перспектив.

Однако, насыщенность такой информацией конкретных источников различная, – от отдельных упоминаний – фрагментов в тексте до целенаправленного описания экологических аспектов технологий, техники, деятельности, причем, в широком спектре наук, подходов, методов, - от философско-гуманитарных до специальных работ в области прикладной экологии, от частных – до междисциплинарных.

В целом анализ литературы и источников показал:

1) актуальность темы ЭИТ в связи с огромным количеством публикаций по теоретическим и прикладным проблемам экологии в различных аспектах при одновременном остром дефиците специальных работ по истории техники в экологическом контексте (имеются лишь отдельные работы, посвященные эколого-историческим аспектам);

2) в данной постановке (ЭИТ) ранее проблема никем не ставилась и не исследовалась.

## ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ

В данной главе рассмотрим определение, предпосылки и перспективы экологической истории техники (ЭИТ), ее объект, предмет, проблемы и задачи, место в системе наук, структуру ЭИТ и методы исследования ЭИТ.

### 2.1. Определение, предпосылки и перспективы экологической истории техники

*Экологическая история техники* – это новое междисциплинарное комплексное научное направление на стыке экологии, истории и техники, предназначенное для реконструкции, отражения, воспроизведения в научном знании совокупности экологических характеристик эволюции техносферы как единого социотехноприродного процесса взаимодействия человека, общества и природы посредством техники и технологий, имеющее целью получение новой информации и знаний для решения актуальных и перспективных проблем безопасности и развития России и человечества.

В основе ЭИТ как научного направления лежат идеи об экологической истории (исторической, эволюционной экологии), которые предложили наши соотечественники - И.В. Круть и И.М. Забелин в 1988 г. (Круть, Забелин, 1988), идеи нового современного научного направления «экологическая история» (Каримов, 2001); труды по теории биосферы и ноосферы (Вернадский, 1989, 1994, 2000); по экологии (Будыко, 1977; Горелов, 1998; Коммонер, 1974; Медоуз и др., 1991, 1994; Моисеев, 1999; Одум, 1986; Реймерс, 1993, 1994; Урсул, 1990, 1993, 1998; Яншин, Будыко и др., 1985; Яншин, Мелуа, 1991 и др.); мировой истории (Гумилев, 1994; Спир Ф. (Spier F.), 1999; Тойнби, 1996; Тоффлер, 1999; Яковец, 1995 и др.), истории техники (Гвоздецкий, 1997; Зворыкин и др., 1962; Михайлов, 1999; Поликарпов, 1999; Саламатов, 1991; Салахутдинов, 1996, 2000; Симоненко, 1994, 1999, 2000; Энгельмейер, 1898 и др.), философии техники (Ленк, 1996; Розин, 2001; Философия техники..., 1998 и др.), теории эволюции (Кордюм, 1982; Яблоков, Юсуфов, 1998 и др.), идеи новых научных направлений: философии экологии (Хёсле, 1994), технетики (Кудрин, 1998), наукометрии (Архипов, 1999) и др.

Без знания и анализа ЭИТ невозможны: полный и достоверный анализ итогов и прогноз развития общества, извлечение и усвоение необходимых уроков, полноценное образование и профессиональная подготовка, эффективный экологический контроль развития техносферы, реализация принципов устойчивого развития, сохранение биосферы Земли.

Предварительный анализ экологических аспектов истории техники показывает: становление экологической истории неоправданно затянулось.

Экологические и технические науки продолжают развиваться без глубокого исследования и осмысления экологической истории техники, ограничиваясь новейшей историей и прогнозами. Работы по истории техники, как правило, не содержат разделов, посвященных экологии технических объектов, систем, отраслей, сфер деятельности и т.п.

Отсутствуют: оценка экологических характеристик объектов исследования, сравнительный экологический анализ конкретной техники и технологий (машин, процессов), экологическая ретроспектива развития видов, отраслей техники и сфер деятельности (промышленности, энергетики, транспорта, военной техники, вооружения и т.п.).

Методологические работы по истории техники, как правило, не уделяют должного внимания экологическим аспектам техники и технологий, - смотри, например (Зворыкин и др., 1962; Поликарпов, 1999; Салахутдинов, 2000; Симоненко, 1994, 1999, 2000, 2005; Соболев, 1995, 2001), соответствующие проблемы освещаются по остаточному принципу и не являются приоритетными, что, скорее, отражает недостатки экологической образованности соответствующих исследователей, а не реальную экологическую ситуацию и объективные потребности общества в экологизации всех сфер деятельности.

Лишь в последние годы появились исторические работы, специально посвященные экологическим аспектам развития техники, среди которых особо выделяются труды В.П. Михайлова по истории загрязнений Земли и Космоса вследствие ракетной и космической деятельности (Михайлов, 1995, 1999).

В целом, сложившаяся ситуация объективно отражает недостаточную экологическую образованность и культуру подавляющего большинства специалистов по истории науки и техники.

Однако реальная ситуация с ЭИТ значительно сложнее и определяется фундаментальными методологическими проблемами описания и интерпретации экологических аспектов всей истории

природы и человечества, в том числе онтологией природы, жизни, экосистем, человека, общества, техники и т.п.

Предстоит объемная, сложная, длительная работа по оформлению и развитию предлагаемого нового направления - ЭИТ.

Начинать ее необходимо с освоения экологических знаний и психологической перестройки самих исследователей.

## **2.2. Объект, предмет, проблемы и задачи экологической истории техники**

### ***Объект***

ЭИТ охватывает все элементы, взаимосвязи и взаимодействия техносферы (объекты, системы, отрасли, сферы деятельности, события) во всем пространстве-времени, в том числе и все взаимосвязи и взаимодействия с биосферой. Таким образом, объектом ЭИТ является техносфера в совокупности всех проявлений.

### ***Предмет***

Предмет ЭИТ - реконструкция, отражение, воспроизведение совокупности экологических характеристик эволюции техносферы как процесса взаимодействия человека, общества, природы посредством техники и технологий, - в целях получения новой информации для решения актуальных проблем выживания и развития цивилизации.

### ***Проблемы***

Основными проблемами ЭИТ в общей постановке являются:

1. В мировоззренческом аспекте - дополнение картины мира соответствующими знаниями и представлениями, отражающими ЭИТ.
2. В методологическом аспекте – разработка и внедрение методологии исследования ЭИТ.
3. В научно-исследовательском аспекте – изучение фактов, выявление закономерностей ЭИТ, получение новых знаний и их внедрение в практику и систему образования и просвещения.
4. В образовательном аспекте – обучение ЭИТ историков, экологов, инженеров и специалистов технических и других отраслей.

### ***Задачи***

Основными задачами ЭИТ являются:

- 1) экологическая реконструкция истории техники;
- 2) оценка и прогнозирование развития техники, технологий, отраслей, техносферы, всей цивилизации;

3) просвещение и образование людей, профессиональная подготовка кадров, особенно историков, экологов, инженеров;

4) повышение эффективности экологического контроля и управления;

5) экологизация техники, технологий и всей деятельности.

В XX веке экологические и технические науки развивались без исследования, осмысления ЭИТ, ограничиваясь текущими проблемами и прогнозами, работы по истории техники (за редким исключением) не были посвящены экологическим аспектам, что не позволило извлечь уроки и реализовать эффективное опережающее управление - направляемое развитие (по: Моисеев, 1999).

Организация такого опережающего управления на основе знания истории и на соответствующих прогнозах – вот сверхзадача ЭИТ.

Знание ЭИТ имеет важное значение для анализа итогов развития цивилизации, особенно в XX веке, понимания и решения современных и перспективных проблем России и мирового сообщества в наступившем XXI веке, экологизации техники и деятельности в целях выживания и развития человечества, предотвращения глобальной экологической катастрофы.



### 2.3. Место экологической истории техники в системе наук

В предлагаемой постановке ЭИТ – это новое междисциплинарное комплексное научное направление на стыке истории, техники и экологии.

Ядром ЭИТ является экологический анализ и синтез техники и технологий в процессе эволюции системы «человек – общество–природа». ЭИТ в качестве научного фундамента включает прикладную экологию, которая в современной трактовке содержит инженерную экологию (структурированную на промышленную, транспортную, строительную, военную и др.), сельскохозяйственную экологию, биоресурсную и промысловую экологию, медицинскую экологию и т.д. (Вронский, 1996; Калыгин, 2000; Мазур, Молдованов, 1999; Реймерс, 1994 и др.). Однако ЭИТ не может быть сведена к прикладной экологии, и, в предельной постановке, охватывает весь комплекс фундаментальных и прикладных наук современной экологии (метаэкологии) не только в техносферном (технико-технологическом), но и в более широком - биосферном контексте. При этом такая предельно широкая трактовка не исключает и не отменяет необходимости корректного ограничения и структурирования области ЭИТ, что и предстоит сделать в процессе дальнейших исследований.

Вместе с тем, ЭИТ необходимо и целесообразно рассматривать как часть (блок) более общего и мощного междисциплинарного направления «экологическая история», которое развивается в Европейском Союзе и США в последние годы (Каримов, 2001; <http://www.eseh.org/> и др.). Далее дадим краткую характеристику этого направления - «экологическая история».

#### *Экологическая история*

Для характеристики экологической истории (ЭИ) как научного направления, соответствующих структур и работ используем тексты регионального корреспондента по России и Восточной Европе Европейского общества по ЭИ, кандидата географических наук, старшего научного сотрудника и докторанта ИИЕТ РАН А.Э. Каримова (Каримов, 2001 а,б)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> К глубокому сожалению, Алексей Энверович Каримов (1966-2004) ушел из жизни после автомобильной катастрофы.

«В настоящее время проводится работа по организации нового научного общества – Европейского Общества по экологической истории - European Society for Environmental History (ESEH) ... интерес к членству в Обществе изъявили ученые из многих европейских университетов. Уже существует международный Президиум, быстро расширяющаяся сеть региональных корреспондентов, представляющих Общество в своих странах или регионах Европы, Web-сайт, на котором регулярно размещаются материалы о деятельности Общества...

Европейское общество по экологической истории ставит своей целью содействовать развитию экологической истории в Европе, стимулировать и поддерживать исследования, преподавание и публикации в этой области. Уже давно существует Американское общество экологической истории, объединяющее более тысячи исследователей из многих университетов США.

Экологическая история – это не единая научная дисциплина, а, скорее, понятие, объединяющее самые различные направления исследований. Под экологической историей понимают всю совокупность многообразных научных направлений, связанных с историей взаимодействия человека и природной среды. Ученые множества разнообразных дисциплин могут найти основу для совместной работы и научного общения в Обществе. В сферу экологической истории входит историческая география, аграрная история, палеоботаника, историческая демография и этнология (по: Каримов, 2001 а,б)».

Таким образом, ЭИ является междисциплинарным направлением, охватывает историю взаимодействия человека и природы, историю природных условий прошлого, а также с многообразными философскими, эстетическими, нравственными, этническими, экономическими другими аспектами взаимодействия человека и природы.

В дополнение, на основе анализа материалов первых конференций по ЭИ и сайтов по ЭИ, следует сказать, что в последнее время область ЭИ активно и бурно расширяется, в нее включается экономика, политика и другие направления и соответствующие научные дисциплины.

Однако, следует особо выделить, что историко-технический блок в ЭИ в европейской и американской постановке отсутствует, история техники до сих пор не входит в сферу ЭИ. Это, с одной стороны, является парадоксом с учетом предыстории, современной технической реальности и нарастающих проблем нашей тех-

ногенной цивилизации, с другой – содержит мощный потенциал развития ЭИ за счет ЭИТ, которая, как представляется, является давно назревшим, необходимым и чрезвычайно важным дополнением ЭИ. К тому же, в таком запоздалом становлении самой ЭИТ и ее позднем включении в общую ЭИ проявляется вполне определенная закономерность развития самой экологии как науки. Она начиналась с биологических аспектов в XIX веке (понятие «экология» применительно к природе ввел Э. Геккель в 1866 г.). Затем понятие экология и ее научная область существенно изменились и расширились, особенно в связи с бурным развитием техники и процесса индустриализации, научно-технической революцией в XX веке, распространилась на соответствующие технические воздействия и их последствия. Что касается области исторического знания, то история техники как часть истории и научное направление в России и мире пока фактически развивается отдельно и автономно от экологической истории. Однако, с учетом набирающего силу и темп процесса экологизации всей жизнедеятельности человечества, взаимопроникновение и синтез истории техники и экологической истории закономерны и неизбежны.

Продолжим характеризовать состояние ЭИ, цитируя А.Э. Каримова:

«В европейских странах ведется много исследований, которые можно отнести к экологической истории, хотя междисциплинарные и языковые барьеры все еще затрудняют распространение информации о них. Сетевой адрес Европейского общества по экологической истории (ESEH) - основное средство коммуникаций: <http://www.eseh.org/>. Электронный лист рассылки по экологической истории H-ENVIRONMENT на английском языке - форум для ученых, чьи интересы связаны с историей человека и природной среды. В нем публикуются научные дискуссии, обзоры новой литературы по экологической истории, выходящей в разных странах, объявления о конференциях, грантах и вакансиях в этой области.

Предыстория. Некоторое время назад Европейской ассоциацией по экологической истории (ЕАЕИ) издавался Ньюслеттер по экологической истории. Эта ассоциация была организована в виде международной федерации, но без наднациональной организационной структуры. Упадок Ассоциации был связан с отсутствием международной структуры в ее составе, но это же способствовало независимому выживанию ее национальных структур. Новая попытка организовать Европейское Общество по экологической истории была предпринята в апреле 1999 г., когда исследователи

из восьми европейских стран организовали встречу, которая стала возможной благодаря поддержке Breuninger-Foundation, остающейся до сих пор нашим главным спонсором. Участники договорились об организации сети коммуникаций. В сентябре 2001 г. состоялась Первая Европейская конференция по экологической истории. Она состоялась в Шотландии, в университете St. Andrews, под эгидой Центра Экологической Истории и Политики, Stirling/St. Andrews. На этой конференции состоялась Генеральная Ассамблея, на которой участники конференции приняли решение о регистрации международного научного общества в одной из стран Европы. Была принята Конституция Общества. В настоящее время Европейское Общество по экологической истории проходит процесс регистрации. Следующий съезд ESEH состоится в первой половине сентября 2003 г. в Праге. Организатором конференции будет Департамент социальной географии и регионального развития факультета естественных наук Charles University» (Каримов, 2001 б).

Таким образом, ЭИТ не только является актуальным научным направлением, имеющим право на существование и место в системе научного знания, но и обладает значительным потенциалом и перспективами развития в контексте процесса экологизации цивилизации, всех сфер ее деятельности, и особенно - в русле более общего научного направления «экологическая история», интенсивно развивающегося в мировой науке.

Предстоит «вписать» ЭИТ в систему научного знания, в том числе в научное направление ЭИ.

## 2.4. Структура экологической истории техники

Рассмотрим структуру ЭИТ во внешнем (А) и внутреннем (Б) аспектах (Рис. 1 в Приложении 2) в пространстве всеобщей истории, истории техники и экологии.

**Примечание:** *Список иллюстраций – в Приложении 1. Все иллюстрации к тексту (рисунки и таблицы) помещены в Приложении 2.*

А. Во внешнем аспекте ЭИТ занимает свое место в общей структуре истории техники и экологической истории (истории экологии).

Возможны два взаимосвязанных подхода к проблеме ЭИТ:

1. Макроподход, когда вся техника, технологии, все сферы деятельности, причины, события и последствия рассматриваются в контексте экологической парадигмы и соответствующих картины мира и истории.

2. Микроподход, когда экологический анализ является дополнительным по отношению ко всем другим аспектам исторического исследования техники, технологий, деятельности.

Б. Во внутреннем аспекте ЭИТ - исследование истории техники, конкретных объектов, отраслей, сфер деятельности, с экологической точки зрения, возможно в двух взаимосвязанных аспектах, на полном цикле существования:

1. Позитивные (целевые) социально-экологические функции и свойства техники (обеспечение жизнедеятельности и безопасности человека и общества, сохранение и восстановление природных объектов и экосистем).

2. Негативные воздействия и последствия техники (загрязнения, истощение природных ресурсов, разрушение природных экосистем, ухудшение здоровья природы и человека).

Используя емкое фундаментальное понятие экологического режима (ЭР), введенное Ф. Спиром (Спир, 1999), имеет смысл распространить его не только на макроэтапы истории человечества, но и на все другие структурные элементы и артефакты предметной области ЭИТ, включая эволюцию видов техники, технологий, отраслей и сфер деятельности, конкретные объекты, процессы и т.п. (подробнее об исследованиях Ф. Спира и ЭР смотри в п. 2.5).

Тогда, к примеру, любой (в традиционном понимании) режим эксплуатации технического объекта или системы следует рассматривать как ЭР. На полном цикле существования технического объекта происходит смена множества ЭР функционирования данного

объекта и внешних объектов и систем, взаимодействующих с ним, начиная с процесса его создания и до ликвидации и утилизации. При этом вся история техники может быть представлена как процесс эволюции ЭР совокупности технических объектов.

Более того, в расширенной интерпретации понятия “ЭР” существует огромное множество ЭР и для природы: любых природных объектов, экосистем, биосферы Земли и нашей планеты в целом, околоземного космического пространства, для Солнца и т.п.

Заметим, что взаимодействующие объекты (природные и/или технические) могут находиться в разных ЭР, оказывать взаимное воздействие, при этом результирующее состояние и воздействие вряд ли может быть надежно и достоверно просчитано, спрогнозировано и интерпретировано вследствие открытости системы и колоссальной сложности процессов. Для получения соответствующих знаний и методов оценки ЭР, видимо, необходимо провести объемное исследование истории реальных объектов и событий.

Объективно существует иерархия всей совокупности техники и технологий, которую в общем виде можно представить последовательностью из 7-ми взаимосвязанных уровней (блоков):

1. Техносфера.
2. Сфера деятельности.
3. Техническая отрасль.
4. Техническая система.
5. Вид техники.
6. Технический объект.
7. Технология (технический, технологический процесс).

Соответственно, для каждого уровня данной иерархии в принципе можно реконструировать ЭИТ во внешнем и внутреннем аспектах, оценить ЭР и т.п.

Кроме того, в биосферном контексте целесообразно выделить сверхуровень (надуровень), т.е. 0-й (нулевой) биосферный уровень (блок), на котором происходит взаимодействие биосферы и техносферы.

Конечно, это требует для целостного исследования колоссальных усилий и затрат времени, но по ряду уровней и отношений это вполне возможно и необходимо для решения конкретных текущих и перспективных проблем.

Например, для исследования:

- 1) глобальных проблем и вклада техносферы (особенно в аспектах оценки балансов энерго-ресурсо-потребления, отходов производства и потребления);

2) сферы аэрокосмической деятельности и соответствующих отраслей, технических систем и видов техники (авиационной, космической, военной, транспорта, энергетики и т.п.).

Всё это имеет большое значение не просто для реконструкции и описания ЭИТ, но, прежде всего, для решения актуальных задач: для оценки и прогнозирования обстановки и формирования экологической политики и осуществления экологизации на всех уровнях управления (от отрасли, региона, страны до всего мирового сообщества) с учетом исторического опыта и закономерностей развития.

## 2.5. Методы исследования экологической истории техники

Основные методы исследования ЭИТ: системный подход, эколого-исторический подход, эколого-режимный подход, описание, анализ (сравнительный; историко-технический; экологический), моделирование, обучение на примерах, методы экологической оценки техники.

Среди них новыми являются эколого-исторический и эколого-режимный подходы, которые предполагают рассмотрение техники и деятельности с экологической точки зрения, как правило, выделяемой в качестве приоритетной, или дополняющей и балансирующей другие точки зрения и соответствующие подходы, традиционно применяемые в истории техники.

Эколого-исторический подход основан на экологической точке зрения на объект исследования и предполагает максимально полный охват его жизненного цикла, причем, не только в техническом, но и в других аспектах (социальном, экономическом и др.) в социоприродной постановке.

Особый интерес в контексте методологии ЭИТ представляют исследования техники, деятельности и соответствующих экологических проблем в сферах: военной (Булатов, 1999), ракетно-космической, химической, ядерной деятельности (Булатов, 1996; Власов, Кричевский, 1999; Михайлов, 1999; Федоров, 1994; Химическая безопасность, 2005; Яблоков, 1997), энергетики (Алексеев, 1997), гальванотехники (Будрейко, 1999) и др., проведенные и опубликованные в последние годы в России. Такие исследования позволяют отрабатывать, апробировать и совершенствовать методики, в том числе через метод обучения на примерах.

Однако работы на стыке истории техники и экологии всё еще носят разрозненный характер, не объединены общей исследовательской программой, что не позволяет достичь необходимого эффекта и воздействия на профессионалов и общество, а через их сознание и практику деятельности – на общую экологическую ситуацию в России и мире.

В контексте ЭИТ и ее методов важное значение имеют идеи Ф. Спира (Spier F.), который дал новую периодизацию общей истории через понятие “экологического режима” (ЭР), выделив три его основные трансформации “как структурирующий принцип человеческой истории” (Спир, 1999, с.160). В истории нашей цивилизации, как считает Ф. Спир, было три великих трансформации ЭР (Спир, 1999, с. 160-163):



- 1) одомашнивание огня;
- 2) переход к режиму земледелия;
- 3) переход к индустриальному режиму.

Соглашаясь с периодизацией истории по Ф. Спиру, можно заключить, что сейчас мы переживаем начало 4-го ЭР – переход к постиндустриальному режиму, т.е. к вынужденной целенаправленной и глобальной экологизации всей техники, всех отраслей и сфер деятельности (Рис. 2).

“Режим - условия деятельности, работы, существования чего-нибудь” (Ожегов, Шведова, 1996, с. 662). По сути подход Спира схватывает и описывает технику и деятельность через процесс «метаболизма», т.е. через общую характеристику процесса энергомассобмена.

Представляется, что такой “эколого-режимный” подход к анализу истории и осознание свойств текущего ЭР создают хороший методологический каркас для ЭИТ, который может быть успешно достроен и применен в исследованиях по всему спектру истории техники, ко всем отраслям, объектам, событиям. Однако предстоит большая исследовательская работа по практическому внедрению такого ЭР- подхода.

ЭР предполагает комплексное описание взаимодействий объекта с “внешней” и “внутренней” средами, т.к. объект техники не может возникнуть без соответствующей среды и существовать без и вне неё. Поэтому, в контексте мировой истории важны ассоциации с ролью среды в формировании цивилизаций и этносов (см.: Гумилев, 1994; Тойнби, 1996; Яковец, 1995), которые во взаимодействии и в противостоянии с природой создали технику и технологии.

Для конкретного объекта техники ЭР будет соответствовать режиму работы, рассматриваемому с экологической точки зрения.

Для исследования ЭИТ конкретных отраслей, видов, объектов техники, ЭР необходимо знание не только формальных технических, а экологических и экономических параметров, описывающих качество объектов, процессов, событий, позволяющих осуществить сравнительный анализ, в том числе по обобщенным, комплексным показателям и критериям, например, таким, как эффективность, безопасность, экологический риск (Бурдаков, 1997; Быков, Мурзин, 1997; Экологический риск, 2001) или, предложенная Ю. Саламатовым, “главная полезная функция” (ГПФ) (Саламатов, 1991) и т.п.

Оценке совокупного экологического риска, ГПФ и др. общих показателей необходимо уделить особое внимание при дальнейшей разработке методики ЭИТ, проведении конкретных исследований, оценке техники.

Общие оценки, интегральные показатели сложнее частных. Частные экологические показатели разработаны и активно применяются в прикладной экологии, но их свертка, получение интегральных оценок – чрезвычайно сложная методологическая и практическая проблема.

В 1-м приближении, комплексная экологическая характеристика техники должна учитывать, как минимум, три блока показателей, причем, на полном жизненном цикле:

- 1) коэффициент полезного действия (КПД), массовую эффективность и др. показатели, отражающие целевую функцию техники, целевые результаты функционирования, деятельности;
- 2) ресурсо-энергоёмкость (включая все виды ресурсов);
- 3) загрязнения окружающей среды (включая все виды негативных воздействий и последствий).

Это в принципе позволит осуществлять не только внутриотраслевой и внутривидовой анализ техники, но и межотраслевой, межвидовой и т.п., т.е. охватить, оценить, сравнить экологические свойства техники (экологичность), начиная от конкретной технологии или объекта техники - до техносферы в целом, в историческом развитии, включая прогнозирование.

Наличие совокупности частных и комплексных экологических и др. показателей позволяет сравнивать технологии, объекты техники, виды, отрасли в историческом развитии, т.е. корректно анализировать ЭИТ и прогнозировать развитие техники.

Поскольку экологичность реальных технологий и объектов техники не может быть абсолютной (т.е. идеальной) из-за потерь, то нормированный (приведенный к 1) интегральный показатель экологичности в каждом конкретном случае всегда меньше 1.

Сложные технические системы (СТС) являются совокупностью множества технологий и объектов техники, причем, с различными уровнями экологичности, от устаревших - до самых современных.

Если выполнить полный анализ СТС по критериям экологичности и современности всех технологий и объектов техники (вплоть до агрегатов и элементов), применения наилучших доступных технологий (по их экологичности) и учета возможных альтернатив, причем, все это в «статике» и в «динамике», включая

изменения структуры СТС и ее ЭР на полном жизненном цикле, то получим полный «экологический спектр» и «портрет», т.е. интегральную экооценку данной СТС.

Охват перечисленных блоков и аспектов в принципе позволяет формализовать оценку экологичности техники, которая, с учетом основных компонентов, в общем виде может быть представлена как сложная функция:

$$\text{ИПЭт} = F \{ \text{Ц, Р, С, А, ЭР, Зос, У} \},$$

где:

ИПЭт - интегральный показатель экологичности техники;

Ц - характеристика целевой функции и ее выполнения, включая КПД;

Р - показатель, характеризующий необходимые или затраченные ресурсы всех видов;

С - показатель современности (применения наилучших доступных технологий);

А - показатель учета возможных альтернатив;

ЭР - показатель, учитывающий экологические режимы;

Зос - показатель, характеризующий загрязнения окружающей среды;

У - показатель ущерба.

Можно сравнивать различные варианты (модификации) одной и той же СТС или различные СТС между собой по экологичности и т.д., учитывая предысторию и возможные сценарии эволюции СТС в социоприродных системах, в том числе по критериям устойчивого развития.

Методологию комплексной экологической оценки техники, с выходом на универсальные интегральные показатели экологичности (безразмерные и «размерные», включая экономические), еще предстоит разработать и апробировать, - это чрезвычайно важная и сложная научная проблема, имеющая фундаментальные и прикладные аспекты.

Представляется, что разработка и применение такой методологии в области ЭИТ позволит получить чрезвычайно важную информацию и знания, необходимые для сравнительного анализа и совершенствования техники.

В связи с важностью социальных аспектов истории техники (по: Гвоздецкий, 1997), просматривается возможная перспектива соответствующего дополнения и социальной коррекции ЭИТ,

т.е. исследования социально-экологической истории техники, а с учетом эколого-экономических аспектов, например, истории энергетики (Иголкин, 2001) и др., – и эколого-экономической истории техники.

Возможны дополнения ЭИТ и другими аспектами.

## 2.6. Методика эколого-исторических исследований

Приведем краткое описание примерной структуры методики эколого-исторических исследований техники. В общем случае ее структура охватывает 6 этапов и имеет следующий вид:

1. Определение объекта (конкретного технического объекта, вида техники, деятельности и периода времени), цели, задач и общей программы исследований.

2. Ретроспективный обзор общего опыта эколого-исторических исследований техники и изученности объекта исследования.

3. Составление репрезентативного ряда технических объектов, их элементов и событий в пространственно-временных рамках, определение основных аспектов (технических, экономических, экологических, социальных и т.п.) применительно к объекту исследования.

4. Исследования репрезентативного ряда конкретных объектов и событий в пространстве и времени, в контексте основных аспектов, с применением методов ЭИТ.

5. Общая эколого-историческая реконструкция, выявление закономерностей и прогнозирование применительно к объекту исследования.

6. Формулирование выводов, оформление результатов исследования.

В зависимости от целей и задач исследования, свойств конкретного объекта исследований, наличия информации и ресурсов вносятся соответствующие коррективы в программу исследований.

Структура и содержание методики совершенствуются по мере накопления опыта эколого-исторических исследований техники.

Некоторые примеры использования данной методики и результаты исследования конкретных объектов техники и технической деятельности приведены в главе 3.

## ГЛАВА 3. ОПЫТ И ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ

В данной главе кратко изложен опыт и примеры исследований общей ЭИТ, ЭИТ XX века, экологической истории аэрокосмической техники, транспорта, энергетики, нефтегазовой отрасли, военной техники и деятельности, истории химических и радиационных загрязнений.

### 3.1. Общая экологическая история техники

Общая ЭИТ должна охватить и реконструировать всю предметную область ЭИТ, представить ее в целостном виде, с периодизацией, структурированием по видам и отраслям техники и технологий, в их развитии, с учетом пространственных характеристик, с фактографией, анализом основных закономерностей.

В настоящее время опыта и практики таких исследований не существует, что объективно обусловлено новизной, огромным объемом и сложностью предстоящей работы. Очевидно, что ее невозможно сделать без предварительного эколого-исторического исследования и описания отдельных видов техники, технологий, отраслей и сфер деятельности, периодов развития техники, цивилизации и т.п.

Осознание экологических проблем и нарастающей угрозы экологической катастрофы объективно вызвали потребность в исследовании проблем общей ЭИТ и в смежных областях, что нашло отражение в публикациях последних лет, в том числе и работ, выполненных сотрудниками ИИЕТ РАН (Алексеев, 1997; Будрейко, 1997, 2000; Георгиевский, 1999; Гутина, 2000; Кривошеина, 1999; Кузнецов, Назаров, 2006; Михайлов, 1995, 1999; 2000; 2002; Назаров, 2000; Орлов, 1999 и др.).

Однако, как правило, такие работы, по понятным причинам, не выходят за пределы отдельных объектов, видов техники, отраслей и сфер деятельности. Исключение в этом смысле составляет ранее цитированная (в п. 2.5) работа Ф. Спира (Спир, 1999), в которой было введено понятие экологического режима и сделана попытка периодизации всемирной истории по эколого-режимному критерию.

Представляется, что, применяя ЭР-подход и соответствующий критерий Ф. Спира к анализу истории техники, можно выполнить задачу исследования общей ЭИТ.

Для осуществления общей периодизации всемирной истории с применением ЭР-подхода, равно как и для более подробного исследования ее частей - крупных исторических периодов, видимо, еще возможно обойтись без глубоких технических и экологических знаний, специальной технической и экологической подготовки.

Общая ЭИТ является частью всемирной истории. При максимально широкой трактовке понятия «техника» всемирную историю можно рассматривать как всемирную ЭИТ.

Однако, при переходе к конкретным исследованиям общей ЭИТ, а тем более ее специальных разделов, без базовых технических и экологических знаний уже не обойтись. Это обусловлено спецификой технической деятельности и сложностью ее экологической интерпретации и оценки, а также отсутствием достаточного опыта таких исследований.

Для получения корректных результатов требуется значительный объем работы и конкретные целенаправленные усилия исследователей.

В качестве методического приема целесообразно начинать исследования общей ЭИТ от общего к частному (например, с исследования ЭИТ конкретного исторического периода – тысячелетия или века).

### 3.2. Экологическая история техники XX века

В качестве примера общего подхода приведем краткий общий анализ ЭИТ XX века в первом приближении.

Потенциал человека и человечества, заражённых мечтами о сверхчеловеке и сверхцелях, в XX веке был канализирован в процесс необузданной индустриализации - путь насилия для достижения любой ценой сверхцелей пространственной экспансии.

Ядерная эра, эра орудий массовой смерти, транспорта, энергетики, химии, медицины, генетики и биотехнологии, информатики, космонавтики и т.п. дала меньшей части человечества комфорт и благополучие безумной ценой, заплаченной в двух мировых и десятках локальных войн, в ходе другой деятельности за счёт варварского воздействия на людей, Землю, Космос. Сотни миллионов человек, огромные природные ресурсы принесены в жертву молоху технократии.

История техники в XX веке по существу трансформировалась в историю технократии: негативные проблемы техники не были своевременно осознаны научным сообществом и всем обществом, опасные тенденции и недостатки развития техники не были своевременно дополнены и сбалансированы гуманитарным подходом. Культура дала шанс, но он был упущен.

Видимо, все это было предопределено фундаментальными закономерностями развития новых видов техники и технологий, особенно на рубеже веков, глубинными причинами которых является исторически и ритмически обусловленная повышенная агрессивность человека и социума как фундаментальное свойство жизни и интеллекта (Назаретян, 1996), а также отставание в развитии экологических наук, их отрыв от технических наук.

Развитие техники в России и мире в XX веке до 70-х гг. шло в доэкологическом русле, и лишь в последней трети века наступило осознание экологических проблем. Техника внесла и вносит большой созидательный вклад, без нее немыслимо настоящее и будущее цивилизации: именно благодаря технике стало возможным увеличение населения Земли в 4 раза (с 1,5 до 6 млрд. человек) в течение XX века при одновременном росте средней продолжительности и качества жизни.

Однако в XX веке результаты, последствия развития техники из-за пороков национальных и международных институтов, отставания профессионалов и общества в экологическом образовании были далеки от идеала. Политика, проводимая ведущими держа-



вами, монополиями и конкретными людьми отличалась экологической безответственностью.

Развитие техники, несмотря на позитивный вклад в решение актуальных проблем, в том числе экологических, сопровождается ростом экологической опасности и ущерба для биосферы Земли, природных экосистем, людей, массовыми нарушениями экологических прав граждан.

Бурный рост населения Земли сопровождается обострением дефицита природных ресурсов, особенно чистой питьевой воды, качественных продуктов питания. При этом чрезвычайно высокими темпами увеличивается объем отходов производства и потребления.

Таким образом, вместе с расширением техносферы растут проблемы. Современное состояние техники и техносферы, недостаточная экологичность, а по ряду отраслей и явная антиэкологичность, особенно военной техники, являются следствием значительного отставания в изучении ЭИТ, грубых просчетов в прогнозировании развития техносферы и возможных последствий.

Большинство прогнозов традиционно посвящается позитивным воздействиям новой техники и технологий, при этом обратные процессы и негативные последствия, как правило, рассматриваются поверхностно и неполно.

Технократическая цивилизация весь XX век шла путём Каина и продолжает это губительное движение: человек и человечество не могут существовать без техники и технологий, но необузданное технократическое развитие ведёт к катастрофе.

Развитие техники на рубеже XX-XXI веков противоречит существующей системе экологических ограничений и приоритетов, существенно отстает от экологических требований. Профессионалы - технократы, менеджеры, политики в большинстве остаются экологически безграмотными людьми.

Коллизия интересов предприятий, ведомств, государств, транснациональных корпораций, осуществляющих техническую деятельность, с одной стороны, и гражданского общества - с другой, – таккова унаследованная социальная и техническая реальность.

Институт оценок техники, основанный на независимой экологической экспертизе, до сих пор находится в стадии формирования. Общество несет ущерб вследствие мифологизации техники, пробелов в законодательстве, лоббирования интересов монополиями, безграмотности, безответственности профессионалов, отставания в исследовании последствий, сокрытия, искажения экологической информации.

Коммерциализация технической деятельности, особенно в наукоемких и энергоемких отраслях, реализация крупных международных проектов, идут в условиях недостаточного экологического контроля при явном несовершенстве экономических механизмов пользования природной средой.

Пределы допустимых воздействий на биосферу Земли достигнуты и в ряде случаев превзойдены. Завершается цикл истории: от эйфории технических итогов XIX века (Энгельмейер, 1898) к осознанию неизбежности экологической катастрофы.

Интерпретируя ЭИТ XX века в понятиях экологического режима, заметим, что в новейшей истории, при нас, ныне живущих, и при нашем активном участии происходит смена экологического макрорежима: от индустриального 3-го ЭР к постиндустриальному, 4-му ЭР, т.е. к вынужденной целенаправленной экологизации (смотри п. 2.5 и Рис. 2).

Вместе с тем не все так просто и однозначно. В России и мире на рубеже веков и тысячелетий происходят драматические и трагические процессы, в которые в силу глобализации вовлечена вся планета, вся биосфера и все человечество (Братимов и др., 2000; Зубаков, 1996; Чумаков, 1994).

Возникновение и обострение глобальных экологических проблем, нарастание дефицита природных ресурсов ставят ряд стран, регионов планеты и всю нашу цивилизацию на грань глобальной войны всех со всеми за доступ к ограниченным природным ресурсам в условиях роста населения, беспрецедентного загрязнения среды обитания.

Альтернативой глобальному загрязнению и фактической эко-войне всех против всех является экологизация объектов, видов техники, отраслей и сфер деятельности на базе современных технологий, при активном развитии экотехники, т.е. ресурсо- и энергосберегающей техники и технологий, при бурном развитии специальной техники и технологий, предназначенных для решения экологических задач, - см., например, применительно к промышленной экологии (Гридэл, Алленби, 2004; Калыгин, 2000).

Однако даже самые передовые и прогрессивные в экологическом отношении техника и технологии внедряются крайне медленно, что обусловлено унаследованными экономическими рыночными отношениями, стимулирующими добычу и использование парадоксально дешевых природных ресурсов в экономически бедных регионах и размещение там же экологически вредных производств и опасных отходов производства.

Поэтому на исходе XX века важнейшим условием решения экологических проблем становится изменение психологии людей на базе экологического образования и просвещения, и, самое главное, - изменение экономических механизмов природопользования, что должно привести к радикальным изменениям в структуре и качестве техники, технологий, деятельности. Только на этом пути возможен выход человечества из исторического экологического тупика.

В этой связи особую значимость приобретают исследования ЭИТ на конкретных примерах новейшей истории, причем, не только реконструкция, но и моделирование предстоящей ЭИТ, т.е. экологическое прогнозирование развития техники.

Возникновение в XX веке специальной экотехники на базе теоретических разработок в области экологии создало основу для экологизации техники и деятельности в XXI веке.

Однако и здесь исторические исследования значительно запаздывают, что не позволяет осуществить своевременную коррекцию развития техники на основе исторического опыта.

Представляется, что переход к новому – 4-му ЭР (смотри Рис. 2) должен осуществляться не в условиях исторической слепоты, а при активном использовании результатов конкретных исследований в области ЭИТ, которая способна дать не только критику техники и деятельности, но и указать эффективные пути и способы их экологизации.

### 3.3. Экологическая история аэрокосмической техники

#### 3.3.1. Общие аспекты

Аэрокосмическая техника (АКТ) - это совокупность наземных объектов, летательных аппаратов, технологий, непосредственно используемых для аэрокосмической деятельности (АКД), т.е. для исследования и освоения аэрокосмоса - аэрокосмического пространства (АКП), охватывающего атмосферу Земли и космическое пространство. (Условной границей между атмосферой и космосом является  $H=100$  км над поверхностью Земли).

К наземным объектам АКТ относятся такие сложные макро-системы-макрообъекты, как аэродромы и аэропорты, космодромы и т.п., а также и промышленные предприятия, производящие АКТ (летательные аппараты и другие технические объекты) с применением специальных технологий и оборудования и т.п.

Летательный аппарат (ЛА) – это устройство для полета в атмосфере Земли или в космическом пространстве. Различают: аэростатические (воздухоплавательные - аэростаты, стратостаты, дирижабли, гибридные ЛА), аэродинамические (использующие аэродинамическую подъемную силу – планеры, самолеты, махолеты, экранопланы, вертолеты, крылатые ракеты), космические (для полетов в космическое пространство) ЛА и ракеты (способные двигаться как в атмосфере Земли так и в безвоздушном пространстве) (по: Авиация..., с. 309). Каждый из ЛА является сложной технической системой.

Существует множество технологий, т.е. способов, которые реализуются в АКТ и используются при осуществлении АКД на полном жизненном цикле технических объектов, включающем создание, эксплуатацию и ремонт, ликвидацию и утилизацию АКТ.

Аэрокосмическая техника и деятельность имеют богатую историю и колоссальное разнообразие, бурно развиваются и оказывают мощное воздействие на человека, общество и природу в России и мире, в том числе в глобальном аспекте, взаимодействуют со всеми сферами и отраслями деятельности, без них немыслима современная цивилизация, ее будущее.

Целостная история АКТ и АКД до сих пор не написана, однако в России и мире давно ведутся интенсивные объемные исследования в этой области, в том числе по новейшей истории и прогнозированию развития АКТ и АКД. Среди них можно особо выделить работы отечественных исследователей по воздухоплаванию,

авиации, ракетно-космической технике, космонавтике, в том числе выполненные и продолжаемые в ИИЕТ РАН и других научных организациях бывшего СССР и России, а также труды зарубежных исследователей (Авиация..., 1986; Бойко, 1999, 2001; Гэтланд и др., 1986; Дузь, 1995; Космонавтика..., 1995; Соболев, 1995-2000; Тэйлор, Мандэй, 1997; Феоктистов, 1997; Черток, 1994-2000).

В контексте ЭИТ аэрокосмическая техника и деятельность представляют особый интерес своей новизной, наукоемкостью, энергетикой, сложным комплексом мощных динамических позитивных и негативных воздействий. АКТ и АКД являются чрезвычайно важными и интересными объектами для проведения эколого-исторических исследований, накоплен некоторый опыт таких исследований, однако, в целом, они пока малоизучены в контексте ЭИТ.

Особый интерес для исследований экологической истории представляют ЛА - наиболее сложные и динамичные объекты АКТ.

Современный ЛА (ракета, самолет, вертолет) - результат длительной эволюции идей, знаний, технологий, всего процесса производства и эксплуатации АКТ, основанный, на сложнейшем компромиссе множества предельных требований (технических, экономических, военных, политических и др.), среди которых экологические требования, к сожалению, до сих пор не являются приоритетными.

Важно отметить, что начало системных эколого-исторических исследований техники было положено в ИИЕТ РАН в 90-е гг. XX века. Применительно к экологическим аспектам истории ракетно-космической техники первыми были работы В.П. Михайлова, которые посвящены ракетным и космическим загрязнениям, и опубликованы (Михайлов, 1995, 1999, 2000, 2002). Исследования методологических аспектов ЭИТ, экологических аспектов новейшей истории АКТ и АКД: экологической опасности космической деятельности, ЭИТ конкретных объектов АКТ (космической станции «Мир» и др.), глобальных экологических проблем в контексте АКД, актуальных проблем обеспечения экологической безопасности РКД, основ экологической политики в сфере АКД были поставлены и выполнены автором данной работы в 1995-2002 гг. (Кричевский, 1996; Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 1999-2006).

Приведем краткое изложение опыта эколого-исторических исследований техники, применения методологии ЭИТ, ряда примеров, некоторых результатов и перспектив развития ЭИТ АКТ и АКД.

### 3.3.2. Аэрокосмические объекты с экологической точки зрения

#### Ракета

Ракета – это «летательный аппарат (ЛА), движущийся за счет реактивной силы, возникающей при отбрасывании части собственной массы; основной вид ЛА, полет которого не требует обязательного наличия атмосферы, что позволяет использовать ракету в качестве технического средства для достижения космического пространства» (Космонавтика..., 1995, с. 318). Первые пороховые ракеты появились после изобретения пороха около X в., история ракет охватывает огромное множество конструкций (по: Гэтланд и др., 1986; Космонавтика..., 1995, с. 318; Михайлов, 1999; и др.).

Ракета - это одно из сложнейших, наукоемких и дорогостоящих технических изделий – продуктов и орудий современной цивилизации, которое сочетает в себе уникальные свойства и возможности, необходимые для решения чрезвычайно важных оборонных, научно-исследовательских, информационно-телекоммуникационных, экономических и других задач, включая создание систем дистанционного зондирования Земли, в том числе для космического экологического мониторинга и т.п.

Однако, ракета с экологической точки зрения – это, в явном виде, экологически грязный и опасный технический объект, что следует даже из поверхностного анализа определения данного объекта, в котором отражены основные особенности его конструкции и жизненного цикла. Прежде всего, перемещение в пространстве за счет отбрасывания части собственной массы. Рабочий цикл идет автономно, за счет предварительно созданных на борту больших запасов специального высокоэнергетического топлива. Отбрасываемая ракетой масса отработавших газов, которые возникают в результате сгорания топлива, является мощным выбросом, т.е. загрязнением. Поскольку ракета способна перемещаться на значительные расстояния, в том числе и в космическом пространстве, мощные загрязнения распространяются трансгранично не только в атмосфере, но и в космосе, т.е. глобально. Как правило, ракета – это объект одноразового применения, после которого ее конструкция практически полностью превращается в отходы. Старт и полет ракеты сопровождается мощными акустическими шумами и вибрациями, падением отработавших ступеней и т.п. Кроме того, существует высокий риск технической аварии ракеты со взрывом

и разрушением конструкции, с другими неблагоприятными воздействиями и последствиями, со значительным ущербом для общества и природной среды.

Заметим, что одновременно с постановкой проблемы ЭИТ и разработкой методологии, автором были предприняты первые попытки анализа конкретных объектов техники и процесса эволюции техносферы с применением методов ЭИТ на примере аэрокосмической техники (АКТ) и ее разновидности – ракетно-космической техники (РКТ).

Исследования ЭИТ были начаты автором с описания экологических особенностей и опасности космической техники в 1997–1998 гг. (Власов, Кричевский, 1999). Пришлось и удалось освоить “экологическую” точку зрения. Конкретные исследования объектов техники начались с экологического анализа ракеты: ее структуры и устройства (конструкции) в «статике» (Рис. 3. Ракета с экологической точки зрения); трансформации структуры (конструкции) в «динамике» (Рис. 4. Схема, поясняющая образование районов падения (РП) при запусках РКТ), - (из: Власов, Кричевский, 1999, с.91).

Если посмотреть на стартующую ракету не привычным «космическим» взглядом (как обычно мы видим стартующую ракету, движущуюся снизу вверх), а «экологическим» взглядом, перевернув изображение на 180 градусов (так, чтобы шлейф выбрасываемых газов оказался вверху), то, при сравнении и анализе этих двух изображений (проекций), полученных с разных методологических точек зрения, возникает прямая и полная аналогия с трубой и мощным залповым выбросом загрязнений в атмосферу как у крупного грязного производственного объекта, - см.: Рис. 5. «Космический» и «экологический» взгляды на стартующую ракету.

В результате синтеза двух взглядов получаем совершенно другое представление о ракете как о техническом объекте, которое отличается от традиционного подхода и представления принципиально важным экологическим дополнением.

Важнейшей комплексной характеристикой экологического качества РКТ является массовая эффективность (МЭ), т.е. соотношение полезного груза (ПГ) к общей стартовой массе ракетно-космической системы. Фактически это коэффициент полезного действия (КПД) ракеты. МЭ ракет за ~50 лет Космической эры существенно возросла: от 0,03 % у ракеты-носителя (РН) “Спутник” (стартовая масса ~ 267 т), с использованием которой СССР вывел в космос 1-й ИСЗ 4 октября 1957 г. массой 83, 6 кг на низкую околоземную орбиту, - до 1-3 % у современных систем РКТ. Например,

РН «Протон» при стартовой массе около 700 т выводит на низкую околоземную орбиту ПГ массой ~ 21 т (по: Власов, Кричевский, 1999, с. 66, 69).

Таким образом, имеем за 50 лет рост МЭ примерно в 100 раз. Причем, современную характеристику МЭ РН нельзя признать высокой, т.к. 97-99 % стартовой массы ракетно-космической системы – это отходы производства.

Однако, это еще далеко не все из экологического негатива, присущего ракете как техническому объекту. В отличие от стационарных наземных объектов как источников, которые выбрасывают загрязнения в атмосферу в своем рабочем цикле в длинном периоде времени (например, теплоэлектростанция, работающая непрерывно, в течение нескольких месяцев или даже лет, с сезонными и др. колебаниями активности, т.е. экологического режима), ракета имеет чрезвычайно короткий рабочий цикл.

Например, при выведении космического аппарата на низкую околоземную орбиту, как правило, рабочий цикл ракеты-носителя длится ~ 600 с (~ 10 мин или ~ 0,16 час). Т.е. масса ракеты перерабатывается в отходы с темпом около 10 % / мин или ~ 0,16 % / с (!). Для РН «Протон», имеющей вместе с полезным грузом стартовую массу ~ 700 т, масса топлива на борту составляет ~ 600 т, т.е. расход топлива и, соответственно, выброс отходящих газов в атмосферу идет с темпом ~ 1 т / с (!), причем, со скоростью в сотни и тысячи м/с и температурой в несколько тысяч градусов.

Если сравнить экологическую нагрузку по годовым объемам на основе анализа выбросов в атмосферу от ракет на космодроме с выбросами крупного города, например, Москвы, то получается весьма интересная и показательная экологическая картина и, соответственно, ее оценка (Рис. 6).

В 1990 г., при общем объеме выбросов загрязнений в атмосферу в течение года ~ 120 млрд. куб. м (цитир. по: Власов, Кричевский, 1999, с. 80) космодром Байконур достигал таких «результатов» при сочетании непрерывного режима фоновой загрязненности с дискретно-пиковым режимом, накладывавшемся на фоновый, при запуске каждой из ~ 50 ракет. Общее «активное» рабочее время, запущенных с Байконура, составило: ~ 10 мин. х 50 ~ 500 минут или ~ 8,3 час (суммарной работы всех ракет). Средняя масса одной запускаемой ракеты составляла ~ 400 т, а топлива в ней ~ 350 т, т.е. за 1990 год общая стартовая масса составила ~ 20000 т, из которой масса топлива ~ 17500 т. Причем, только часть этих загрязнений



попала в атмосферу в границах территории космодрома: ~ 10 % (примем по аналогии относительного вклада стартовых комплексов в загрязнение атмосферы для космодрома Плесецк, по: Экологические проблемы и риски..., 2000, с. 13) или 1750 т за ~ 1/5 от «активного» рабочего времени всех ракет (т.е. ~ 2 мин из 10 мин от каждой ракеты шел выброс при ее полете в границах космодрома, остальной объем загрязнений попал в атмосферу над другими территориями, расположенным по трассам полета ракет). Это сравнительно небольшой объем загрязнений, особенно в сравнении с выбросами от других источников загрязнения на космодроме, но он имеет особое «качество» из-за пиковых нагрузок вследствие мощнейших залповых выбросов отходящих газов при запуске каждой ракеты, когда концентрация по ряду вредных веществ достигает нескольких сотен и даже тысяч (!) ПДК.

В том же 1990 г. огромная многомиллионная (около 10 млн. человек, из них ~ 8,5 млн. живущих постоянно + ~ 1,5 млн. приезжих) и промышленно активная Москва в непрерывном режиме (с суточной и сезонной вариабельностью) выбросила в атмосферу ~ 1100000 т (~ 270 тыс. т от стационарных + ~ 850 тыс. т от передвижных источников загрязнения (Московский городской экологический профиль, с. 58-59). Значит, на 1 млн. человек пришлось: ~ 110000 т / год / млн. чел., или ежесекундный темп выброса загрязнений в атмосферу составил 0,004 т / с / млн. чел. Это в 250 раз меньше, чем выбрасывает за 1 с полета РН «Протон» (1 т / с).

Таким образом, интенсивность (темп) поступления загрязнений в атмосферу от современной тяжелой ракеты в первом приближении соответствует интенсивности загрязнений, поступающих от высокоразвитой индустриальной страны с населением ~ 250 млн. чел. (!), - от всей ее жизнедеятельности, включая производственную (т.к. применительно к Москве данная оценка сделана с учетом объема промышленных выбросов в атмосферу). Это чрезвычайно высокий темп загрязнения окружающей среды, максимальный среди всех видов и объектов современной техники применительно к машинам и механизмам. Видимо, более интенсивные (по темпу и энергетике, т.е. скорости и температуре) выбросы загрязнений имеют место только в процессах взрыва мощных боеприпасов, а также при извержениях вулканов. (Заметим, что данный экологический аспект ракетно-космической техники учитывается явно недостаточно при оценке ее экологических качеств, воздействий и последствий).

Понятно, что при запуске ракет возникают не просто сверхмощные потоки выбросов загрязнений, а сверхмощные пиковые нагрузки на окружающую среду в значительном объеме пространства, причем, сразу на несколько оболочек геосферы: литосферу, нижнюю атмосферу, стратосферу с озоновым слоем, верхнюю атмосферу.

О мощных залповых выбросах в атмосферу и пиковых нагрузках на окружающую среду вследствие запуска ракет смотри ниже, - в п. «Космодром» и в п. 3.3.4. «Экологическая история космодрома «Байконур».

При этом мощные загрязнения – химические, тепловые и другие (в том числе твердые металлические отходы) трансгранично транспортируются и доставляются на значительные расстояния и в значительных объемах, не свойственных для природы и биосферы в нормальных естественных условиях без таких аномальных технических воздействий. Возникают сложные триггерные эффекты, способные привести, в том числе, к реализации катастрофических сценариев (по: Рыбников, 1990, 1991), Особенно при сериях запусков крупных ракет в резонансе с опасными природными событиями (сейсмическими, метеорологическими и др.).

Вследствие этого существенно и в ряде случаев необратимо меняются естественные свойства и устойчивость природных объектов на Земле и в аэрокосмосе, причем, не только пространственных элементов самой атмосферы Земли и околоземного космического пространства (магнитосферы и др.), но и динамика процессов, важные и малоизученные свойства геосферы, солнечно-земных связей и т.п., возникают плохо прогнозируемые, непредсказуемые воздействия на биосферу Земли.

Кроме того, вследствие высокого уровня технического риска и аварийности при эксплуатации ракет (1-5 % пусков аварийные) (Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 1999, 2006а; Михайлов, 1999), возникают новые экологические риски, которые в ряде случаев приводили и вновь могут привести к опасным и чрезвычайным экологическим ситуациям с катастрофическими последствиями не только для людей, но и для природных экосистем.

С учетом современной МЭ РКТ можно прогнозировать возможность создания глобальных космических систем: космических солнечных энергосистем (КСЭ) и др. Автор проделал такие расчеты, в 1-м приближении, применительно к КСЭ (Кричевский, 1999 а, с.146). При существующем уровне техники и технологий проектная масса КСЭ мощностью 10 ГВт, преобразующей энергию Сол-

нца в электрическую и передающей ее на Землю, при размещении на геостационарной орбите (36000 км от Земли в плоскости экватора) составит около 50-100 тыс. т (по: Гришин, Лесков, 1987).

При известной МЭ РКТ (для такой орбиты - не более 1 %) необходимы тысячи тяжелых ракет. В этом случае масса отходов только от процесса создания одной КСЭ составит 4,95 - 9,9 млн. т (!), чего не вынесет ни экономика мира, ни биосфера Земли (особенно с учетом пиковых нагрузок). Но для решения энергетической проблемы Земли необходимо иметь несколько таких КСЭ.

Даже такой приближенный экологический анализ позволяет сказать, что этот и другие проекты глобальных космических систем на основе современной техники, с низкой МЭ, – явный блеф. Но именно на совокупности подобных разработок уже пытаются строить космическое будущее человечества, тратя огромные ресурсы и губя природу. Большинство реализуемых и предлагаемых крупных космических проектов экологически опасны, грубо противоречат экологическому законодательству и элементарному здравому смыслу. С унаследованными крайне низкими экологическими характеристиками РКТ реализация глобальных систем и проектов колонизации космоса практически невозможна. Воплощаемые и перспективные космические проекты и программы, как правило, крайне расточительны (особенно связанные с полетами людей в космос). Например, проект Международной космической станции оценивается в \$100 млрд, планируемой на 20-е гг. XXI века экспедиции на Марс – в \$ 500 – 1000 млрд (Феоктистов, 1997). Этого с избытком хватило бы для решения острейших проблем человечества: дефицита питьевой воды и продовольствия в слаборазвитых странах, где живет большинство населения Земли.

Ничем не лучше ситуация в других отраслях и сферах деятельности: вся техносфера продолжает по инерции развиваться на основе старых “доэкологических” технологий при преобладающем использовании устаревших ЭР.

Этому способствует экологическая безграмотность профессионалов и всего общества, одной из причин которой является повсеместное отсутствие элементарных знаний по экологическим аспектам техники и, особенно, ЭИТ.

Таким образом, даже скромный опыт исследования ЭИТ на примерах АКТ и АКД показывает принципиально новые возможности и перспективы анализа и совершенствования техники, существенно дополняя традиционные подходы истории техники.

Понятно, что МЭ не дает исчерпывающей экологической характеристики АКТ. Важными показателями являются объем, площадь и др. свойства загрязнений (всех видов воздействий на людей и природу), их последствия на полном цикле существования объекта АКТ, - от создания до ликвидации и утилизации, причем, не единичного, а всей серии произведенных объектов. При этом не обойтись без учета полной ресурсо- и энергоемкости отдельного объекта и всей совокупности объектов АКТ, включая и всю наземную инфраструктуру (заводы, космодромы, стартовые позиции, шахтные пусковые установки, РП отработавших ступеней РН, аэродромы, радиолокационные станции и т.п.).

Соответственно, можно восстановить динамику не только МЭ, но и загрязнений, ресурсо-энерго-потребления по объектам, видам техники, большим техническим системам и т.п. Например, фактически впервые ЭИТ применительно к РКТ в контексте загрязнений окружающей среды реконструировал В.П. Михайлов (Михайлов, 1999). Попытка описать и оценить экологический баланс конкретного объекта РКТ на полном жизненном цикле впервые была предпринята автором данной монографии, - на примере исследования экологической истории российской космической станции «Мир» (Кричевский, 2001а, 2002, 2004), текст помещен в п. 3.3.3.

Реконструкция и прогнозирование ЭИТ могут быть успешно применены для исследования новых технологий. Анализ экологической опасности позволил автору и его коллегам по-новому увидеть космическую деятельность в целом (Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 1999 в; Кричевский, 2000 в), в том числе по ряду новых технологий, например, космической биотехнологии (Космическая деятельность, биотехнология..., 2000), экополитике, экологизации техники и деятельности (Кричевский, 2006).

## Самолет

Самолет – это ЛА тяжелее воздуха для полетов в атмосфере с помощью силовой установки, создающей тягу, и неподвижного крыла, на котором при движении в воздушной среде образуется аэродинамическая подъемная сила. Первые проекты появились ~ в 17-18 вв., первый полет – в 1903 г. (по: Авиация..., 1994, с. 28, 28, 496; Соболев, 1995, с. 15). Существует богатейшая история развития самолетов, охватывающая сотни конструкций (Авиация, 1994, Соболев, 1995, 1997, 2001; Тэйлор М., Мандей Д, 1997; и др.).

С экологической точки зрения самолет, в целом, выглядит явно предпочтительнее ракеты, т.к. лучше, чище и безопаснее ракеты (смотри в «статике» - Рис. 7 в сравнении с Рис. 3). Но он тоже объект АКТ, далекий от экоидеала, экологически грязный и опасный для окружающей среды. Это хорошо видно из динамики авиационных загрязнений на Рис. 8 и 11.

Основные экологически вредные воздействия самолета: газовая эмиссия от работающих двигателей, мощные акустические воздействия - шумы и вибрации, электромагнитные излучения и т.п. Причем, эти факторы воздействуют не только на внешнюю среду (вокруг самолета), но и на экипаж и пассажиров, находящихся на борту самолета. Такие «внутренние» факторы, их воздействия и последствия хорошо изучены в России и мире, особенно применительно к летному составу, его деятельности и профессиональным заболеваниям - в контексте обеспечения безопасности полетов, - например: (Авиация..., 1986; Пономаренко, 1995, 1998, 2001; Ушаков, 2000 и др.).

У современной авиационной техники один из важнейших экологических показателей - КПД, т.е. МЭ, на порядок выше, чем у ракет, и достигает 15-30 % (и даже более 30%). Например, самолет «Ан-124» при взлетной массе около 405 т способен взять до 150 т ПГ, т.е. его максимальная МЭ ~ 37%, (смотри Рис. 7), а «Боинг-747» при 380 т - около 69 т ПГ соответственно (по: Авиация..., 1994, с. 60, 113). При этом самолеты обладают «многообразием», рассчитанной на 10-20-30 лет эксплуатации (в зависимости от типа и назначения), в отличие от, как правило, одноразовых многоступенчатых составных РН.

Т.е. и в «динамике» самолет экологичнее ракеты, к тому же уровень безопасности полетов самолетов на 3-4 порядка выше, чем у РН, для которых существует значительный риск аварий, причем, с мощным негативным воздействием на окружающую среду, т.к. 1-5% запусков РН - аварийные (по: Кричевский, 2006а, с. 35).

Вместе с тем самолеты, особенно военные, оказывают значительное вредное воздействие на окружающую среду, существенно загрязняя ее и потребляя жизненно важные ресурсы, которые в огромных объемах изымаются из биосферы.

На примере анализа истории и перспектив развития военной авиации хорошо видно (по: Ростопчин, Румянцев, 2002 а,б), что на данном этапе основными являются 3 фактора: экономический, экологический, военный (ранжированные по приоритету именно так, тогда как во время 2-й мировой войны (1939-1945 гг.) и пос-

ледовавшей за ней «холодной» войны основными факторами были военный и экономический, а экологический возник только к концу «холодной» войны, в середине 80-х гг. XX века). Особо выделяется в новейшей истории экологический фактор. В подтверждение приведем объемную цитату.

«Этот (экологический, - прим. автора) фактор постепенно приобретает все более важное значение, так как для поддержания уровня натренированности летного состава постоянно требуется определенный налет (120-200 летных часов в год). Силовые установки, как известно, работают на углеводородном топливе (керосинах), а для его сжигания используется кислород из воздуха. Результаты элементарных вычислений приведены на графиках и полностью совпадают с выводами, содержащимися в работе (Кароль, Киселев, 2001). Цифры, которые мы получили, мягко говоря, приводят в уныние. Например, взрослый человек в среднем за год потребляет такое количество кислорода, которое за этот же период поставляет его в атмосферу 0,3 га леса. Силовая установка одного самолета типа МиГ-29 за час полета сжигает кислорода столько, сколько его необходимо для потребления в течение одного часа примерно 300 тысячам человек. При этом в атмосферу выбрасывается угарный газ CO, окислы азота NOx и т.д. Все исследования, проводимые по этой тематике, опираются главным образом на коммерческую (гражданскую) авиацию и автомобильный транспорт. Однако коммерческая авиация хотя бы приносит прибыль и там существуют довольно жесткие требования к выполнению различных экологических требований. На автомобильном транспорте (его доля, без учета военной авиации, в засорении среды достигает 80%) начали внедрять системы очистки выхлопных газов и другие мероприятия. На военном самолете сделать это невозможно, а мировой парк боевой авиатехники в несколько раз превышает мировой парк коммерческой авиации. Суммарный годовой налет всей военной авиации, вероятно, не ниже чем у всей гражданской авиации и при этом ни о какой прибыли речи быть не может. Поэтому в стоимость часа полета одного военного самолета должны включаться и расходы по компенсации ущерба наносимого природе и населению, включая разлитый по земле керосин и неблагоприятный акустический фон в районе мест базирования военных самолетов. А это уже совсем другие суммы, чем те, с которыми мы привыкли оперировать» (Ростопчин, Румянцев, Часть 5, 2002 б).

Данная экологическая ситуация проиллюстрирована на Рис. 8, где показаны изменение объемов сажи, несгоревшего авиационно-

го топлива и потребления атмосферного кислорода в пересчете на количество людей (тыс. чел.) за час полета фронтового самолета по его поколениям.

Следует заметить, что экологические, а по существу – эколого-исторические ретроспективные и прогнозные исследования, и оценки, посвященные авиации, появились только в последнее годы, наиболее ценными из них являются 2 публикации (Кароль, Киселев, 2001; Ростопчин, Румянцев, 2002б).

Традиционно в структуру затрат на жизненный цикл самолета (как и других технических объектов) экологические затраты до сих пор включаются только в самом минимальном, формальном виде, - как затраты на утилизацию. Они показаны на Рис. 9 и составляют, совместно с затратами на хранение, не более 5-10% средних годовых затрат. Вместе с тем, как следует из вышеприведенной цитаты, экологические воздействия и последствия до сих пор практически не учитываются и не входят в полную стоимость жизненного цикла объекта. Т.е. до сих пор авиация в значительной мере существует не на средства, выделенные ей в прямом виде, а за счет не оплачиваемых ею (т.е. «дармовых») природных ресурсов, которые она потребляет из природной среды (кислород воздуха), и практически ничего не платит за огромные выбросы загрязнений в окружающую среду (в атмосферу). Тем самым экологические проблемы решаются, как правило, за счет окружающей среды, реальный экологический баланс авиации не учитывается, и, более того, достоверно неизвестен.

Появившиеся в последние годы национальные и международные экологические стандарты и другие ограничения, инициатором которых является Международная организация гражданской авиации – ИКАО, применительно к самолетам лимитируют, т.е. ограничивают только максимальный уровень предельно допустимых акустических шумов, концентрацию выхлопных газов (величину газовой эмиссии двигателя и т.п.). Стандартизировано и качество авиационного топлива. При этом за общий объем загрязнений, выбрасываемых в атмосферу двигателями самолетов, равно как и за потребление кислорода воздуха, никакой платы не существует. Лимитированы экологические свойства и воздействия отдельного ЛА, но при этом интегральная нагрузка на окружающую среду не учитывается (серийность ЛА, интенсивность эксплуатации всего парка ЛА, соответствующие экологические свойства, воздействия и т.п.).

Более того, оценка технической эффективности и экономической целесообразности конкретных типов самолетов в процессе жизненного цикла (Рис. 10), обновление парка авиационной техники и перспективные разработки практически до сих пор ведутся без учета полной стоимости экологической составляющей, т.е., как правило, в доэкологической постановке или с минимальным и поверхностным учетом экологической компоненты. Тем самым затягивается процесс экологизации в авиации.

Анализ самолета как объекта техники с экологической точки зрения, как и анализ негативных экологических воздействий единичного самолета необходим, но явно недостаточен для полной и корректной оценки экологических рисков и общих экопроблем, создаваемых авиацией.

Необходимо исследовать не только общие экологические свойства поколений самолетов, но и выполнить кропотливые исследования по конкретным типам самолетов на полном цикле их существования (производство, эксплуатация, ремонт и восстановление, ликвидация и утилизация), причем, с учетом серийности и пространственно-временных условий. Без этого невозможно восстановить и осознать ЭИТ применительно к самолетам и всей авиации.

К сожалению, вследствие дефицита времени и других возможностей, пока не удалось поставить и провести конкретные исследования по типам самолетов. Эту работу предстоит выполнить при проведении дальнейших исследований.

Начать ее целесообразно с составления репрезентативного ряда объектов, с выделением нескольких типов ключевых самолетов, например, первого самолета братьев Райт, массового (по серийному производству) самолета начального периода истории авиации и 1-й Мировой войны, массового самолета периода 2-й Мировой войны, первого массового военного реактивного самолета (1-го поколения), затем – наиболее массовых военных самолетов-истребителей 2-го – 5-го поколений, сверхзвуковых пассажирских самолетов вплоть (Ту-144, Конкорд), крупнейших серийных современных самолетов (Боинг-747, Ан-124, А-310), в том числе входящих в состав аэрокосмических систем (Ан-225 и др.), а также перспективных пилотируемых и беспилотных авиационных систем (дистанционно управляемых ЛА).

В новейшей истории авиации зреет важнейший качественный эволюционный скачок, в результате которого в ближайшие десятилетия может исчезнуть (фактически вымереть!) целый вид ави-



ационной техники - пилотируемые самолеты истребители и целая профессия - летчик-истребитель. Их вытесняют новейшие и перспективные беспилотные авиационные системы - дистанционно управляемые ЛА, т.е. летающие роботы, - этому посвящена работа (Ростопчин, Румянцев, 2002 б). Причем, данный процесс идет именно (и прежде всего!) по экологическим основаниям, которые постепенно выходят на приоритетное место среди других критериев, т.к. достигнуты и превзойдены переделы естественных возможностей человека как пилота такого высокоманевренного ЛА.

При проведении исследований конкретных типов самолетов предстоит опробовать на примерах и доработать методику ЭИТ с учетом сложных экологических свойств и особенностей самолета как технического объекта, а также серийности производства, опыта эксплуатации, аварийности и т.п.

В пределе, общая картина ЭИТ применительно ко всей авиации должна охватывать во времени и пространстве все виды экологических воздействий, создаваемых всеми объектами авиационной инфраструктуры в России и мире (самолетами, аэродромами и аэропортами, предприятиями авиационной промышленности и т.п.). Эта чрезвычайно интересная и важная для практики, но колоссальная по объему фундаментальная работа - «Экологическая история авиации», ждет компетентных, энергичных и заинтересованных исследователей.

Подходы к исследованию других авиационных объектов и некоторые закономерности общей экологической истории авиации изложены ниже в п. «Аэродром и аэропорт», а также в пп. 3.3.5. Экологическая история аэродрома «Чкаловский» и 3.3.6. История авиационных загрязнений.

## **Аэростат**

Аэростат - это ЛА, использующий подъемную силу заключенного в газонепроницаемую оболочку подъемного газа (водород, гелий, светильный газ, теплый воздух), имеющего плотность меньшую, чем плотность атмосферного воздуха. Аэростаты подразделяются на свободные, привязные и дирижабли. Первый проект аэростата был разработан в 1670 г., первый полет людей на свободном аэростате состоялся в 1783 г. (по: Авиация..., 1994, с. 90).

Существует длительная история, богатый опыт и множество конструкций воздухоплавательной техники, предназначенной для

решения огромного количества различных транспортных и других задач, имеющих важное экономическое, экологическое и оборонное значение (Авиация, 1994; Бойко, 1999, 2001; Дузь, 1995; Смит, 1999; и др.).

Аэростат, вследствие особенностей конструкции, более экологичен и экономичен в сравнении с самолетом и вертолетом, обладает большой грузоподъемностью при полете на малых скоростях, имеет высокую массовую эффективность (МЭ ~ 30-40 %), создает минимальные загрязнения атмосферы, незаменим для решения ряда транспортных и других задач, в том числе - для специальных экологических.

Например, дирижабль грузоподъемностью ~ 12-15 т может быть использован в качестве уникального транспортного средства для проведения работ по очистке от ракетно-космического мусора горных территорий в районах падения ступеней ракет на Алтае, - для удаления вторых ступеней ракет «Протон» массой ~ 11 т в горно-лесистой местности (на высотах 2500-3000 м над уровнем моря), с последующей транспортировкой их на несколько сотен км в места утилизации. (Бойко, Кричевский, 2002).

Причем, на рубеже XX – XXI вв. началась новая эпоха воздухоплавания вследствие технологической революции, - появились принципиально новые, совершенные, легкие, прочные и безопасные конструкционные материалы, а также стало возможным перейти к массовому использованию безопасного нейтрального газа гелия для заполнения оболочек. Второе рождение воздухоплавательной техники не только следствие развития новых технологий, но и закономерность, обусловленная уникальными экологическими характеристиками, что сделало возможным воссоздание эволюционной ниши для этого вида техники.

### **Аэродром и аэропорт**

Аэродром – это «специально подготовленный земельный участок с комплексом сооружений и оборудования для обеспечения взлета, посадки, руления, стоянки и обслуживания ЛА. Различают аэродромы гражданские, военные, испытательные» (Авиация..., 1994, с.85).

Аэропорт – транспортное предприятие, осуществляющее регулярные прием и отправку пассажиров, багажа, грузов и почты, организацию и обслуживание полетов воздушных судов. Современный аэропорт - это сложный инженерный комплекс сооружений,

зданий, технических средств и оборудования. Наиболее крупные аэропорты занимают территорию в несколько тыс. га (Авиация..., 1994, с.87).

На каждом аэродроме или в аэропорту, как правило, базируется до нескольких десятков воздушных судов (самолетов, вертолетов), осуществляются интенсивные полеты.

Экологический «негатив» каждого конкретного аэродрома и аэропорта зависит от структуры (конструкции и т.п.), назначения и других особенностей, места расположения (т.е. характеристик экосистемы), времени существования и интенсивности эксплуатации, количества и типов воздушных судов.

Основные неблагоприятные воздействия воздушного транспорта в зонах аэродромов и аэропортов: шумы, выбросы загрязняющих веществ, а также электромагнитные поля (по: Павлова, Буравлев, 1998, с. 134-138).

В России существуют сотни аэродромов и аэропортов, в мире их тысячи. Причем, многие аэропорты расположены вблизи крупных городов и осуществляют чрезвычайно активную деятельность, имея пропускную способность до нескольких десятков млн. пассажиров в год. Крупнейшие аэропорты мира: Хитроу (Лондон, Великобритания), Дж. Кеннеди (Нью-Йорк, США), Шереметьево (Москва, Россия) (по: Авиация..., 1994, с.87).

Особую интенсивность имеет деятельность военных аэродромов и авиабаз, оказывающих значительное воздействие на окружающую среду. Кроме того, на многих военных аэродромах вследствие длительной эксплуатации и протечек топлива в слое грунтовых вод в последние годы образовались «керосиновые линзы» объемом до нескольких десятков тысяч тонн (например, в России на аэродромах Ейск, Моздок, Псков, Сеща, Чкаловский, Энгельс и др.) (Булатов, 1999а; «Запретная зона». Экологическая передача Радио Свобода, 25.07.2001). Это создало чрезвычайно высокий уровень загрязнения грунтовых и других вод, включая морские, и реальную угрозу жизни и здоровью людей, проживающих в зоне загрязнения, что может привести к катастрофическим последствиям.

Для примера приведем цитату из текста «Что происходит в Таганрогском заливе?», с Интернет-сайта Всероссийской экологической газеты «Спасение» 01.03.2002 г.: «Ситуация в Таганрогском заливе в районе г. Ейска остаётся по-прежнему напряжённой. Начиная с 1990 г. с территории складов ГСМ авиачасти 15516 и 570 авиаремзавода из образовавшейся в предыдущие 40-45 лет линзы

нефтепродукта поступает авиакеросин. Площадь линзы, по различным оценкам, составляет от 0,3 до 0,7 кв. км, масса находящегося там нефтепродукта от 10 до 100 тыс. т. Проблема по локализации и ликвидации источника загрязнения, несмотря на многочисленные обращения (с 1995 по 1999 г.) Комитета охраны окружающей среды и администрации края в различные федеральные органы, в Правительство РФ, МЧС России, Минобороны России, решена частично. Согласно распоряжению Правительства РФ от 8 февраля 1996 г. № 160-р начатые работы по ликвидации керосиновой линзы из-за недостаточности финансирования были прекращены. В частности, строительство защитных сооружений до сих пор не завершено, а работа фирмы «ГИДЭК» по откачке керосина из грунтов остановлена. Пока нет согласованных действий всех заинтересованных ведомств в этом вопросе, проблема остаётся крайне актуальной» (цитир. по: <http://www.yandex.ru/yandbtm14>).

Каждый аэропорт, аэродром имеет свою экологическую историю. К сожалению, до сих пор целенаправленных системных исследований не проводилось. Вместе с тем, например, в России при подготовке и проведении государственной экологической экспертизы таких объектов составлялись экологические паспорта и оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС), на действующих объектах ведется экологический мониторинг и контроль, собирается и оформляется соответствующая информация, в которой содержатся и эколого-исторические аспекты.

Подход к исследованию экологической истории таких объектов на примере исторически известного военного аэродрома Чкаловский, расположенного в Московской области, с использованием экологической информации, опубликованной в СМИ, приведен в п. 3.3.5.

## Космодром

Космодром – это «комплекс сооружений оборудования и земельных участков, предназначенный для приема, хранения, сборки, испытаний, подготовки к пуску и пуска РН с космическими аппаратами (КА); иногда для посадки КА возвращающихся из космоса на Землю. В зависимости от места расположения космодром имеет одну или несколько трасс пуска (в их направлении проходит активный участок полета РН)» (Космодром, 1985, с. 196). Площадь, занимаемая космодромом, достигает нескольких тысяч кв. км, на которой размещена сложная инфраструктура.

Из этого следует, что каждый космодром является объектом, создающим значительный объем загрязнений на большой территории.

В результате каждого пуска ракеты на космодроме возникают мощные залповые выбросы продуктов сгорания, а также несгоревших компонентов ракетного топлива в атмосферу и на поверхность.

Для космодрома характерен дискретно-пиковый экологический режим функционирования с экстремальным обострением, мощными залповыми выбросами загрязнений в атмосферу (смотри Рис. 6), что в буквальном смысле бьет по окружающей среде и конкретным природным экосистемам, создавая воздействия, в том числе превышающие компенсаторные возможности биосферы и выводящие экосистемы из состояния устойчивого динамического равновесия.

Колоссальные объемы залповых выбросов в атмосферу и другие виды воздействий (шумы, вибрации, электромагнитные поля) создают повышенное загрязнение на самой территории космодрома и прилегающих к нему территориях, а также, посредством трансграничных воздействий, – на удаленных территориях, занятых районами (полями) падения ступеней ракет, в том числе на подтрассовых территориях, где могут выпадать продукты работы ракет (продукты сгорания и остатки КРТ, в том числе и токсичные). Общий объем загрязнений зависит от количества космодромов, интенсивности их деятельности, количества и типов запускаемых ракет.

В мире в настоящее время действует около 20 космодромов, из них 4 российских: Плесецк, Байконур (сейчас арендуется Россией у Казахстана), Капустин Яр, Свободный. Крупнейшими космодромами мира являются Байконур (Казахстан), Восточный испытательный полигон им. Кеннеди (США), Куру (Европейский Союз) (по: Киселев, Медведев, Меньшиков, 2001; Уманский, 2001), с каждого из которых ежегодно запускаются десятки РН с КА.

В результате деятельности крупных космодромов, которая сопровождается и авариями ракет, в ряде регионов мира возникли существенные и, возможно, необратимые изменения окружающей природной среды.

Значительный объем эколого-исторической информации о космодромах и их воздействиях, в том числе на природные экосистемы, собрал и исследовал В.П. Михайлов (Михайлов, 1999 а, б).

В качестве примеров приведем 2 цитаты: «... очевидец аварийного пуска ракеты Н-1, имевшей место в 1969 г. на Байконуре, закончившегося взрывом ее на небольшой высоте, вспоминает: «Испытатели оглянулись и ... окаменели – вся степь вокруг [была] буквально усыпана мертвыми зверьками и птицами, в основном сусликами. Откуда их столько и как в таком количестве [они] появились [в месте запуска] до сих пор не пойму...» (Михайлов, 1999 б, с. 70). «Действительно, исторический опыт показал, что животный мир в районе космодромов со временем вымирает или непреднамеренно изгоняется. Часто он вынужден мигрировать» (Там же, с. 71).

Применительно к космодрому Байконур эколого-исторические аспекты показаны в п.3.3.4.

### **Аэрокосмическая корпорация**

Аэрокосмическая корпорация – это сверхкрупная организация авиационной и ракетно-космической промышленности, осуществляющая, как правило, полный цикл АКД, разрабатывающая и производящая АКТ (ракеты, самолеты, вертолеты и т.п.).

Примерами крупнейших аэрокосмических корпораций являются «Боинг» (Boeing) в США, «Бритиш эркрафт корпорейшн» (British Aircraft Corporation) в Великобритании (Авиация..., 1994, с. 111-112, 120), Ракетно-космическая корпорация «Энергия» (Россия) - <http://www.energia.ru/> и др.

Корпорации организуют и осуществляют сложнейшую производственную деятельность с ежегодным объемом с сотни млн. и млрд. долларов, в которой участвуют десятки тысяч специалистов, ежегодно производя десятки и сотни ЛА. В процессе задействованы крупные производственные мощности, образуется значительное количество отходов, в том числе опасных, высокотоксичных, выбрасываются большие объемы загрязнений в атмосферу и т.п. Производственный цикл сопровождается вредными воздействиями и на работников корпорации. С экологической точки зрения корпорация является крупным загрязнителем окружающей среды. В мире существуют десятки аэрокосмических корпораций, оказывающих существенное общее негативное экологическое воздействие. Экологическая история корпораций мало изучена. Новейшая история аэрокосмических корпораций свидетельствует не только об экологических проблемах их деятельности, но и о серьезных изменениях, направленных на экологизацию деятельности и повы-

шение экологических качеств продукции под воздействием требований экологических стандартов, особенно в области воздушного транспорта.

\* \* \*

Таким образом, с экологической точки зрения АКТ представляет иерархическое множество ЛА и наземных технических объектов, объединенных функционально в единую макросистему, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду в России и мире. Необходимы организация и проведение систематических исследований эколого-исторических аспектов различных объектов АКТ.

### **3.3.3. Экологическая история космической станции «Мир»**

Изложим результаты анализа основных аспектов экологической истории российской космической станции «Мир» (пилотируемого орбитального космического комплекса), выполненного на основе методологии ЭИТ.

На примере исследования станции «Мир» была сделана первая попытка применения методологии ЭИТ для анализа реального сложного объекта аэрокосмической техники на полном жизненном цикле его существования.

Экологические аспекты ракетно-космической техники (РКТ) и деятельности в России и мире в последние годы стали предметом систематических исследований, что обусловлено повышенным риском, нарастающими негативными экологическими, социальными и экономическими последствиями, объективным процессом экологизации техники и деятельности (Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 1999; Михайлов, 1999; Социально-экологические последствия..., 2000; Экологические проблемы и риски..., 2000; <http://www.seu.ru/programs/cosmos/> и др.).

Судьба станции «Мир» - уникального и крупнейшего объекта, созданного Россией и человечеством вне Земли в XX веке, привлекла внимание в России и за рубежом, особенно на завершающем этапе, в связи с техническими, экологическими, культурологическими, экономическими и другими аспектами (Новости космонавтики, 2000-2001; Орбитальный комплекс «Мир»..., 2001; <http://www.energia.ru/>; <http://www.roscosmos.ru/>; и др.).

В 1989-1998 гг. автор занимался вопросами эксплуатации станции, готовился к длительному полету, в 1999 – 2001 гг. опубликовал ряд работ, в том числе в средствах массовой информации, предложив проект с минимизацией риска, экологических и других последствий ликвидации станции «Мир» (Кричевский, 2000 б; и др.). В 2001 г. выполнен краткий анализ экологической истории этого объекта. Предварительная публикация данной работы сделана автором в ИИЕТ РАН в 2001 г. (Кричевский, 2001а), затем опубликованы более полные тексты см.: (Кричевский, 2002, 2004а).

Ограничившись преимущественно «внешним» анализом экологического баланса, в первом приближении (на основе неполных данных), дадим общую характеристику основных аспектов экологической истории космической станции «Мир», рекордно существовавшей 15 лет и 1 месяц (с 20 февраля 1986 г. по 23 марта 2001 г.) на околоземной орбите с наклоном 51,6 градуса на высоте 300 - 450 км. Заметим, что этому предшествовал длительный период ее разработки на базе научного и технологического задела, опыта создания, эксплуатации РКТ - ракет, космических кораблей и станций, а также профессиональной подготовки космонавтов и других специалистов.

Полный жизненный цикл существования «Мира» можно разбить на 3 этапа: 1) создание (разработка, производство, выведение в космос, сборка); 2) эксплуатация; 3) ликвидация. Причем, производство, запуск модулей, сборка станции продолжались до 1996 г. (10 лет), т.е. и на этапе ее эксплуатации. Всего по программе «Мир» в нашей стране (СССР и России) с космодрома Байконур было запущено ~ 110 космических объектов, на завершающем этапе масса станции составляла ~ 140 т, из них ~ 14 т научного оборудования, сама конструкция состояла из 6 состыкованных модулей, ~ 21 т каждый. Использовано 6 ракет-носителей (РН) «Протон» стартовой массой ~ 700 т каждая), т.е. всего около 4200 т - для запуска модулей; 100 РН «Союз» массой ~ 310 т каждая, т.е. всего 31000 т - для запуска 40 пилотируемых кораблей (ПК) «Союз» и 60 беспилотных грузовых кораблей (ГК) «Прогресс». Всего ~ 35000 т. Кроме того, 8 полетов к станции совершили многооразовые космические корабли (МТКК) «Спейс Шаттл» (США) по международной программе «Мир – НАСА», запущенные с космодрома на мысе Канаверал во Флориде в 1995-1998 гг. Как правило, в этих полетах выполнялись и другие задачи, поэтому их запуски лишь частично можно включить в общий экологический баланс для станции «Мир», скажем, ~ 50 % от общей стартовой массы



системы ~ 2000 т при запуске МТКК, т.е. всего 8000 т (1000 x 8).

Экологический баланс масс (в тоннах) и соответствующих загрязнений (отходов) для этапов создания и эксплуатации космической станции «Мир» приведен в таблице 1 (даны приближенные оценки). Итого: общая стартовая масса запущенных РН и грузов составила ~ 43000 т, причем, полезный груз (ПГ) ~ 2 %, отходы ~ 98 %, из них: ~ 90 % (~ 39000 т) – ракетное топливо и ~ 8 % (~ 4000 т) – масса отработавших ступеней РН, упавших преимущественно на сушу в районах падения (РП) 1-х ступеней в Карагандинской области Казахстана и 2-х ступней – в РП в Алтае в России. При этом в атмосферу и на поверхность Земли выброшен значительный объем загрязнений. Все РН имели низкую массовую эффективность, то есть коэффициент полезного действия (КПД) ~ 1–3 %, с высокоэнергетическими компонентами ракетного топлива (КРТ), создали сверхмощные залповые выбросы при старте и по траектории полета. Это относится и к запускам «шаттлов» (ступени их твердотопливных ускорителей и топливный бак падали в океан). Кроме того, невырабатываемые жидкие остатки КРТ (в том числе сверхтоксичные КРТ «гептиловых» РН «Протон») в отработавших ступенях отечественных РН загрязняли атмосферу и поверхность (Власов, Кричевский, 1999; Михайлов, 1999; Социально-экологические последствия, 2000; Экологические проблемы и риски..., 2000; и др.). При этом также возникали и другие мощные неблагоприятные воздействия на людей и окружающую природную среду (акустические, электромагнитные и т.д.).

Если учесть в полном жизненном цикле «Мира» все производство и испытания РКТ (добычу полезных ископаемых, энергоресурсов, их переработку, транспортировку, работу множества предприятий космической отрасли и других объектов наземной инфраструктуры), то суммарные объемы загрязнений, масштабы воздействий и последствий надо увеличить ~ в 100 раз, так как в цикле «добыча полезных ископаемых - производство» КПД ~ 1-3 %, а отходы ~ 97-99 %.

Таким образом, на полном жизненном цикле «Мира» речь идет о суммарном объеме загрязнений > 4 млн. т (!). Все это оказало длительное вредное, опасное воздействие на природную среду и здоровье людей (специалистов, работающих с техникой, населения, живущего вблизи предприятий, космодромов, в РП и на прилегающих территориях).

На «Мире» были и жили ~ 115 человек – космонавтов СССР, России, Европейского Союза, США, др. стран, осуществлено 28 основных (как правило, длительных, полугодовых) экспедиций.

Важно отметить, что все они, несмотря на повышенный риск, с честью выполнили задачи, остались живы и благополучно вернулись на Землю. Общий суммарный налет составил ~ 30 человеко-лет, то есть в течение 15 лет на борту станции, вне Земли, в среднем непрерывно находилось 2 человека.

Несмотря на значительные усилия и достижения в обеспечении медицинской безопасности космонавтов, побывавших на «Мире», комплексное воздействие неблагоприятных факторов космических полетов (особенно длительных полетов) в ряде случаев привело к отклонениям в состоянии здоровья и заболеваниям в процессе полета, сложностям в реабилитации после возвращения на Землю. Существует повышенный риск отдаленных неблагоприятных последствий для здоровья и жизни космонавтов, а также для членов их семей (Власов, Кричевский, 1999; Космическая биология и медицина..., тт. II-IV, 1994, 1997).

На борту станции «Мир» в гермоотсеках образовывались отходы жизнедеятельности и работы экипажа, ~ 4 кг / человек / сутки, то есть за полгода полета 2-х человек возникала «помойка» массой ~ в 1 т и объемом в несколько куб. м (!). Т.е. образовывалось ~ 2 т отходов в год, за 15 лет общий объем удаленных отходов составил ~ 30 т. До 1995 г. отходы в специальных контейнерах – «ведрах» шлюзовали и отстреливали за борт (это было прекращено в целях сокращения мусора, опасного для космических объектов, в том числе для «Мира»), а в дальнейшем увозили только пустыми «грузовиками» и «шаттлами». Вокруг станции образовалась загрязненная внешняя атмосфера (из продуктов работы двигателей, КРТ, микрочастиц краски и др. покрытий с внешних поверхностей, предметов и отходов в результате работы космонавтов в открытом космосе), простиравшаяся на десятки метров и мешавшая проведению исследований с применением бортовой оптической аппаратуры и т.п.

На обеспечение существования станции и поддержание жизнедеятельности людей на нее ежегодно доставлялось свыше 10 т топлива, воды, газов, продуктов питания, оборудования, расходных материалов и т.п., что за 15 лет составило ~ 150-200 т, то есть через нее прошла «расходная» масса больше, чем полная масса самой станции в конце ее полета. Кроме того, благополучно перемещено по траектории «Земля – Космос – Земля» ~ 8 т «живого вещества», - такова общая масса всех людей (~ 70 кг x 115), побывавших «на Мире». На станции была достигнута частичная замкнутость экосистемы по воде и газам, которые извлекались из продуктов

жизнедеятельности и использовались повторно, что позволило сэкономить ~ 10 т воды.

Все ПК «Союз» (~ 6 т каждый) возвращались на Землю, при этом только их спускаемые аппараты (СА), ~ 2,5 т каждый, с небольшим грузом (~ по 50 кг) и с экипажами благополучно приземлились; топливо и другие отсеки сгорели в атмосфере, оставив шлейфы загрязнений. Все ГК «Прогресс» (~ 5-6 т каждый) на 80-90 % (+ топливо) сгорели в атмосфере (в том числе с отходами с борта «Мира»), большинство несгоревших фрагментов упали в океан. «Прогрессами» возвращены на сушу несколько капсул с ПГ. После возвращения все СА и капсулы стали отходами (за исключением незначительной массы оборудования, использованного повторно). Таким образом, все 100 ПК и ГК дали еще ~ 600 т (6 x 100) отходов (из них: ~ 440 т сгорело в атмосфере; ~ 100 т в виде СА и капсул вернулись на сушу; ~ 60 т упали в океан).

При ликвидации станции «Мир» сжиганием в атмосфере и затоплением ее остатков в Мировом океане 23 марта 2001 г. в атмосфере Земли сгорело и рассеялось (в виде шлейфа загрязнений в сотни км) ~ 115 т массы, а остальные ~ 25 т роем из ~ 1500 раскаленных обломков упали в южной части Тихого океана восточнее Новой Зеландии в полосе длиной ~ 3000-6000 км и шириной ~ 200 км. Экологический баланс масс (в тоннах) и соответствующих загрязнений для этапа ликвидации космической станции «Мир» - в таблице 2 (приведены приближенные оценки).

В этот раз обошлось без жертв и разрушений на Земле. Однако реальный риск был, о чем свидетельствовала напряженность накануне и в процессе реализации проекта ликвидации станции, - не только в России, но и еще в 80 странах, над которыми проходила траектория полета «Мира» (в диапазоне широт от 52 градусов с.ш. до 52 градусов ю.ш.), а также факт страхования Росавиакосмосом рисков возможного ущерба на сумму в \$ 200 млн. (за несколько суток до события Россией был оплачен страховой взнос в \$ 1,2 млн, т.е. 0,6 % страховой суммы).

Проект ликвидации станции «Мир» не представлялся Росавиакосмосом на обязательную государственную экологическую экспертизу, реализован с грубыми нарушениями национального экологического законодательства, чем создан вредный и опасный прецедент. В результате были утрачены материальные ценности в размере ~ \$ 1,5 - 3 млрд. (по оценкам такой была остаточная стоимость станции «Мир» в 1999-2000 гг.), упущен шанс использовать ценное научное оборудование и другие элементы конструкции на

новой Международной космической станции, а также вернуть часть уникальных элементов конструкции и материалов на Землю для их исследования и сохранения как объектов национального и Всемирного культурного наследия.

Затраты СССР и России на станцию «Мир» составили ~ \$ 4 млрд. (официальные данные, скорее всего заниженные в 2-3 раза). Стоимость 1 кг полезного груза (самой станции и др. грузов) составила ~ \$ 10000. При этом 1 год жизни 1 человека в космосе вне Земли обошелся > \$ 130 млн. (~ \$ 400 тыс. / сутки), что очень дорого, - в тысячи раз (!) дороже, чем на Земле. То есть даже по чисто экономическим основаниям и ограничениям массовое расселение людей в Космос и жизнь вне Земли при существующей технике невозможны.

Прошло более года после завершения активного существования и ликвидации космической станции «Мир». Однако, многие экологические вопросы и уроки этого уникального научно-технического и технологического эксперимента мирового уровня так и остаются недоисследованными, не решенными (открытыми) и не усвоенными профессионалами и обществом.

Прежде всего это относится к судьбе Международной космической станции (МКС), существующей с 1998 г. на околоземной орбите с параметрами, близкими к орбите, которую имела станция «Мир». По проекту МКС должна достичь массы свыше 400 т при более сложной конфигурации и большей размерности по сравнению с «Миром». Когда-то неизбежно наступит момент ликвидации и МКС (через 15-20-25 лет эксплуатации). Однако об этапе ликвидации МКС практически ничего нет в проектной документации и соответствующих программах и планах. Проект МКС (как и проект «Мира») создавался и реализуется без обязательной экологической экспертизы, т.е. по сути без учета экологических требований и без анализа альтернативных вариантов по соответствующим критериям. Экологически грязная, но формально «успешная» ликвидация станции «Мир» вызвала эйфорию и явно неадекватную реакцию ряда специалистов космической отрасли, заявивших, что в России отработана технология ликвидации крупных космических объектов сжиганием в атмосфере Земли и затоплением несгоревших фрагментов в Мировом Океане, которая будет использоваться в будущем, в том числе для ликвидации МКС.

Таким образом, подлинные экологические уроки «Мира» пока не усвоены, остаются открытыми острые вопросы о грубых нарушениях экологического законодательства и об антиэкологической

сущности такой технологии ликвидации крупных объектов, о реальной угрозе вследствие чрезмерного риска и значительных загрязнений, возникающих при использовании данной технологии. Обсуждение и решение этих актуальных вопросов необходимо для выбора и реализации экологобезопасных вариантов ликвидации и утилизации крупных фрагментов космического мусора, что неизбежно предстоит сделать применительно к МКС и другим объектам.

Исследование показало, что методология экологической истории техники позволяет получить новую информацию, ответы на актуальные вопросы и выработать эффективные решения, важные для коррекции развития техники и общества. Данный подход и его результаты могут успешно использоваться в образовательном процессе в качестве специальной учебной дисциплины и дополнений в другие учебные дисциплины экологического и инженерного профиля.

## Выводы

1. Анализ, выполненный на основе методологии «экологической истории техники», позволил сделать предварительную оценку экологических аспектов станции «Мир» на полном жизненном цикле существования и содержит новую информацию о свойствах РКТ, воздействиях на людей и природу, - о «метаболизме» РКТ, что дополняет другие аспекты ее новейшей истории, позволяет лучше оценить технику и скорректировать ее развитие.

2. Станция «Мир» была создана в «доэкологическую» эпоху, эксплуатировалась в процессе возникновения экологических норм и ликвидирована с грубыми нарушениями экологического законодательства, что свидетельствует о большом разрыве между правовыми нормами и реальной ракетно-космической деятельностью, ее экологическом отставании от других («земных») сфер деятельности, а также колоссальных резервах экологизации РКТ.

3. В первом приближении дана общая характеристика экологического баланса масс и загрязнений, сделаны соответствующие экологические и экономические оценки.

4. Целесообразно продолжить исследования экологической истории космической станции «Мир» для получения более точных и полных данных, совершенствования методологии ЭИТ.

5. По экономическим и экологическим основаниям и ограничениям массовое переселение людей с Земли, расселение людей

в Космосе и массовая жизнь людей вне Земли при существующей РКТ невозможны. Необходим переход к новой технике на базе принципиально новых технологий.

6. Предлагается ввести международный мораторий на ликвидацию крупных космических объектов и их фрагментов сжиганием в атмосфере Земли и затоплением в Мировом Океане, разработать и ввести в действие соответствующие законодательные акты, которые должны стимулировать применение экологически безопасных технологий на полном жизненном цикле существования крупных космических объектов, подобных станции «Мир» и МКС.

7. Опыт исследования экологической истории станции «Мир» и методология ЭИТ могут быть применены для анализа других объектов техники, в том числе для экологической реконструкции, сравнительного анализа, экологизации ракетно-космической, авиационной и другой техники и деятельности, при решении конверсионных и других задач, а также для экологического образования профессионалов.

### **3.3.4. Экологическая история космодрома «Байконур»**

Приведем краткий вариант экологической истории космодрома Байконур, которая началась в 1955 г. Условно ее можно разбить на 4 этапа: 1) создание (строительство) космодрома; 2) эксплуатация с нарастанием активности (в том числе с достройкой и модификацией объектов инфраструктуры); 3) угасание активности (современный этап); 4) модернизация (возможная перспектива).

Космодром Байконур в экологическом плане является уникальным объектом не только в смысле пионерских достижений по запуску космических объектов (первого ИСЗ - 4.10.1957 г., первого человека – 12.04.1961 г. и др.), но и по объемам, масштабам воздействий ракетно-космической техники и деятельности на окружающую природную среду. Он имеет сложную разветвленную инфраструктуру и до сих пор является крупнейшим в мире.

В настоящее время космодром Байконур – это самый сложный научно-технический комплекс. Ежегодно с него запускается около 40 РН и до 10 МБР. Общая площадь космодрома - 7360 кв. км, протяженность с севера на юг – 85 км, с запада на восток – 125 км. Космодром состоит из 9-ти стартовых комплексов с 14 пусковыми установками, 34-х технических комплексов, 3-х заправок станций для космических аппаратов и 2-х аэродромов. На его территории находится крупнейший в мире кислородно-

азотный завод, есть ТЭЦ. Протяженность сети шоссейных дорог на космодроме составляет более 1200 км, а железных – более 500 км. Общая площадь районов падения, расположенных на территории Казахстана, России и др. стран составляет 4,8 млн. га, которые выведены из обращения (по: 50 лет впереди своего века, 1999, с. 165-166).

Отсюда стартуют РН «Протон», «Зенит», «Союз», «Циклон» и др. Сейчас это единственная база России для реализации пилотируемых программ и для запуска больших объектов типа пилотируемых космических станций «Мир» и МКС.

С космодрома Байконур выведено на орбиту около 40 % всех космических аппаратов бывшего СССР и России. В состав космодрома входят центр, левый и правый фланг и поля падения (по: [http://www.kosmodrom.ru/start/b\\_place.php](http://www.kosmodrom.ru/start/b_place.php) )

Дадим более подробное описание истории создания космодрома, его структуры, которые весьма информативны и показательны с экологической точки зрения, используя объемную открытую информацию из Интернет-сайта «Космодром.ру» ([http://www.kosmodrom.ru/start/b\\_build.php](http://www.kosmodrom.ru/start/b_build.php) ).

12 февраля 1955 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР совместным постановлением утвердили создание Научно-исследовательского испытательного полигона. Этот полигон предназначался для проведения испытаний ракетной техники, способной как доставлять ядерные заряды на огромные расстояния (в частности до США), так и для исследования космического пространства, о чем человечество мечтало с давних времен. Расположение космодрома было выбрано не случайно. Удаленность от больших трасс и железнодорожных путей, от государственной границы – эти приоритеты определялись безопасностью, в первую очередь секретностью работ. С точки зрения климата этот район для стартов ракет благоприятен - более 300 солнечных дней в году, мало осадков, низкая влажность, короткая зима. Место для космодрома было выбрано из 3-х возможных вариантов - Северокавказского, Дальневосточного и Казахстанского. Размещение космодрома южнее было нежелательным из-за расположения трасс и основных полей падения отработанных ступеней в Китае или в густонаселенных районах Средней Азии. Таким образом, выбранная под космодром территория оказалась в излучине р. Сыр-Дарья, посередине между двумя райцентрами Кызыл-Ординской области - Казалинск и Джусалы, около железнодорожного разъезда Тюра-Там.

Фактически космодром как организация начал формироваться в апреле 1955 г. Первые строительные батальоны приступили к земляным работам для будущего космодрома. Жили в палатках и землянках. Ели пищу из походных кухонь и пили неочищенную воду, которую привозили водовозками из реки. Свирепствовали желудочно-кишечные заболевания. В конце 1955 г. космодром был сформирован из 20 частей и отдельных подразделений общей численностью 1900 военных и 664 вольнонаемных служащих и рабочих. Численность же людей в стройбатах доходила до 20 тысяч. Космодром начинали строить практически на пустом месте - ни рабочей силы, ни базы стройиндустрии, ни источников электроэнергии там не существовало.

“Центр” космодрома находится в 30 км севернее Ленинска. Тут расположена “Площадка № 2” - “Гагаринский старт” («двойка»). Котлован под стартовый комплекс имел размеры в плане 250 x 100 м и глубину 45 м. Там был выполнен гигантский по тем временам объем работ по бетонированию сложных стен, опорных конструкций и газоходов, прокладке различных коммуникаций. Боевой и космический Байконур начинался отсюда. В центре космодрома, рядом с “двойкой”, расположен комплекс Универсальной ракетно-космической системы “Энергия-Буран”, построенный на месте бывшей системы ракет-носителей “Н-1”. Комплекс растянулся на 15 км вдоль основной дороги (в настоящее время он законсервирован и частично демонтирован).

На расстоянии 70 км с северо-западной стороны г. Ленинска (территория Казалинского района Кзыл-Ординской обл.) начинается так называемый “Левый фланг” космодрома. Там расположены стартовые и технические комплексы ракет носителей “Циклон” и “Протон”. Протяженность “Левого фланга” порядка 20 км. С ближайшей к Ленинску стороны “Левого фланга” находится более известный комплекс “Протон”. Тут расположены 2 стартовых комплекса с 4-мя пусковыми установками и 2 крупных монтажно-испытательных комплекса, а также заправочно-нейтрализационная станция. Оба старта с заглубленными сооружениями были “посажены” проектировщиками в низины. Сравнительно высокий уровень грунтовых вод регулярно “обеспечивает” затопление подземных сооружений ракетных стартов “Протонов” и “Циклонов”, держит в постоянном напряжении инженерные службы космодрома. Соответственно, эти процессы оказывают влияние на накопление и распространение загрязнений, создаваемых токсичными компонентами ракетного топлива несимметричным диметилгидразином и азотным тетраоксидом (НДМГ + АТ).



В 50 км на юго-восток от Ленинска находится “Правый фланг” космодрома. Вокруг “фланга” весной - много алых тюльпанов, местами - заросли кустарников, много змей, степных черепах, ежей и грызунов. В небе парят орлы. На территории “Правого фланга” были введены в эксплуатацию первые шахтные комплексы ракеты “Р-12” и проводились отработки ракет КБ им. Янгеля. Тут же производились имитации ядерных взрывов (подробности которых пока выяснить не удалось). Потеснив растительность и животных, рядом построили 2 стартовых комплекса - “Площадку № 31” - подобную “Гагаринскому старту” для “Р-7” и ракет на ее базе, но, исходя из опыта, вдвое меньших размеров. Площадка введена в строй в 1961 г. Отсюда были сделаны запуски нескольких пилотируемых кораблей, но главным образом отсюда уходили в космос аппараты в сторону планет Солнечной системы. Всего на этом старте было произведено ~ 330 запусков. Другой стартовый комплекс, с двумя пусковыми установками, в 10 км южнее, предназначен для системы “Зенит”. Там же имеется криогенный центр. Комплекс “Зенит” включает, помимо стартового комплекса, монтажно-испытательный корпус, хранилища ракет-носителей и космических аппаратов, различные технические здания и сооружения. Территория системы “Зенит” хорошо обустроена и озеленена.

После запуска РН их первые и вторые ступени, а потом и обтекатели космических аппаратов падают на землю в различных районах. Первые ступени падают на территории Казахстана, вторые, как правило, на территории России.

Всего за всю историю существования космодрома Байконур отсюда был осуществлен запуск 1197 ракет-носителей. Там прошли испытания около 40 основных типов ракет и свыше 80 модификаций российских космических аппаратов. Байконур более чем на 65% обеспечивает выполнение российской и международной космических программ с участием России ( по: [http://www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/full\\_news](http://www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/full_news) ).

Из этого следует, что общий объем загрязнений, выброшенных в атмосферу за время эксплуатации космодрома только при запусках РН составил свыше 120000 т, если принять среднюю массу РН равной 100 т (по некоторым оценкам объем таких загрязнений составил ~ 300000 т).

Кроме того, космодром Байконур является градообразующим объектом для одноименного города (ранее г. Ленинск), в котором в maximumе проживало до 100-150 тыс. человек (в 1990-1991 гг.), в основном, персонал космодрома и члены семей. Город также оказывает существенное воздействие на окружающую среду.

Создание и длительная эксплуатация космодрома (в течение 50 лет) привели не только к существенному воздействию на экосистему территории, т.е. места его расположения, но и к созданию взаимосвязанных с ним зон трансграничных воздействий. К ним относятся трассы полетов ракет и районы (поля) падения отработавших ступеней и других элементов ракетно-космических систем общей площадью в несколько млн. га, которые расположены на расстояниях в сотни и тысячи км от космодрома Байконур, в разных направлениях (для вывода космических объектов на орбиты с различными наклонениями).

Много эколого-исторической информации о космодроме Байконур содержится в работах В.П. Михайлова, в том числе о воздействиях на самих ракетчиков и их семьи, на население прилегающих территорий, на природные экосистемы (Михайлов, 1999 а, б).

Новейшая экологическая история космодрома Байконур, несмотря на значительное снижение активности после распада СССР (почти в 2 раза по сравнению с 1990-1991 гг.) характерна проявлением отдаленных неблагоприятных экологических последствий и осознанием этой опасности населением, органами власти Республики Казахстан, руководителями и специалистами ракетно-космической отрасли.

В январе 2001 г. в нижней палате Парламента Республики Казахстан в Астане прошли Парламентские слушания на тему «Воздействия космодрома Байконур на здоровье населения и состояние окружающей среды», предложен комплекс мер для обеспечения экологической безопасности.

«Запланированные на 11 января парламентские слушания не ставят своей целью закрытие космодрома «Байконур», - такое заявление сделал на брифинге в Астане один из инициаторов проведения этих слушаний депутат мажилиса Рауан Шаекин. «Наша цель – выработать рекомендации правительству, как решать возникающие в результате эксплуатации космодрома проблемы», - пояснил депутат. В частности, по его мнению, в Казахстане должна быть государственная концепция космической деятельности, а при правительстве должен действовать межведомственный центр по проблемам «Байконура». Кроме того, считает депутат, необходима государственная программа по изучению экологических и социальных проблем населения, живущего в зоне действия космодрома Байконур. В то же время он считает, что правительству Казахстана стоит внести изменения в законы, касающиеся функционирования космодрома «Байконур». Парламентские слушания по теме «Воз-

действия запусков с космодрома «Байконур» на здоровье населения и окружающую среду» начались сегодня в парламенте. На них выступают вице-премьер, министр энергетики и минеральных ресурсов Владимир Школьник, министр природных ресурсов и окружающей среды Андарь Шукпутов, министр здравоохранения Жаксылык Доскалиев ( <http://www.parlam.kz/News.asp?Resno=184> ).

Протицируем текст из статьи «Будни Байконура», опубликованной в электронном бюллетене «Проблемы химической безопасности. Химия и война», сообщение 385 от 12.08.2002 г.: «Из выступления на Парламентских слушаниях акима Улытауского района Б. Мухышева: “Почти полвека жители района испытывают на себе негативное влияние космодрома Байконур. Если в республике насчитывается 53 района падения, то 32 приходится на нашу долю. Если учесть, что в ракетносителях “Протон” остается неиспользованным около трех тонн гептила, то можно предположить, насколько Улытауский район отравлен ядовитыми веществами. По данным научных исследований, средняя продолжительность жизни в районе составляет всего 55 лет. Если смертность новорожденных по республике составляет 18 детей на тысячу, то в нашем районе – 40»...

«Людам из “районов падения” польза от космодрома прямая. Они издавна используют “космические отходы” в хозяйстве. Например, сооружают из них влагостойкие летние кухни, гаражи, склады... Космодром Байконур рядом. Осколки ракет чаще всего падают здесь - в Улытауском и Жана-арькинском районах. Иногда их называют зоной экологического бедствия, иногда - древним центром казахской земли. Похоже правы и те, и другие...» (по: <http://enwl.net.ru/2002/chemestr/08151457.PHP> ) .

Приведенные цитаты и обсуждение в Парламенте свидетельствуют об острой экологической ситуации, возникшей на территории Республики Казахстан вследствие длительных воздействий космодрома Байконур.

Но это еще далеко не все. Существуют трансграничные воздействия космодрома и последствия на других территориях, особенно в России, в Алтае-Саянском регионе, - в Алтайском крае, Республиках Алтай, Хакасия, Тыва, Саха - Якутия, Омской, Новосибирской областях и др. Парадоксальным и вопиющим примером массового нарушения экологического законодательства является наличие одного из районов падения – РП №326 – в пределах существующего Алтайского государственного природного заповедника - территории «Алтай - Золотые горы», включенного

ЮНЕСКО в список Всемирного природного наследия в 1998 г. РП № 326 занимает более 37% территории заповедника, туда ежегодно падают до 10 отработавших ступеней ракет, как правило, это металлические вторые ступени РН «Протон», запускаемых с космодрома Байконур, с сухой массой ~ 11 т каждая, с остатками гептила. Всего на территории заповедника в пределах РП лежит не менее 100 ступеней ракет общей массой свыше 1400 т (За экологическую безопасность..., 2000; Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 2001б,в; Социально-экологические последствия..., 2000).

Таким образом, даже первые исследования экологической истории космодрома Байконур свидетельствует о сложных и опасных для людей и природы процессах, обусловленных созданием и эксплуатацией этого крупнейшего наземного объекта АКТ, который оказывает воздействия регионального и глобального масштабов. Целостный системный анализ его экологической истории, включая реконструкцию, определение конкретных экологических характеристик, динамики воздействий на всем жизненном цикле, анализ и оценку эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности, прогноз экологической ситуации и т.п. предстоит сделать в дальнейшем.

Аналогичные эколого-исторические исследования можно провести и по другим космодромам и иным стационарным объектам космической инфраструктуры.

### **3.3.5. Экологическая история аэродрома «Чкаловский»**

В качестве примера подхода к исследованию экологической истории аэродрома приведем краткий текст, посвященный военному аэродрому «Чкаловский», который является центральным аэродромом Военно-воздушных сил России и расположен в 30 км на восток от Москвы.

Он существует свыше 80 лет и отражает всю историю отечественной авиации. В настоящее время аэродром активно функционирует, на нем постоянно базируется и бывает транзитом множество ЛА, преимущественно тяжелых транспортных самолетов, а также вертолеты. ЛА имеют массу от нескольких тонн (Л-39 массой около 3 т) до нескольких сотен тонн (Ан-124 массой до 400 т, Ан-225 массой до 600 т). Выполняются различные полеты, как правило, с высокой степенью интенсивности, в том числе испытательные, учебно-тренировочные, коммерческие, показательные (например, в августе 2002 г. в связи с 80-летием ВВС России).

Можно выделить 4 периода истории аэродрома, которым соответствуют экологические режимы его эксплуатации: 1) создание аэродрома и его развитие в СССР в довоенный период; 2) использование во время войны (1941-1945 гг.); 3) развитие и использование в послевоенный период, до 1992 г. (до распада СССР); 4) с 1992 г. по настоящее время.

Каждый из этих периодов отражает закономерности развития авиации и имеет, в том числе, соответствующие экологические характеристики по количеству и качеству загрязнений, подходу к обеспечению экологической безопасности (хотя на ранних этапах такая задача напрямую не ставилась).

Для их реконструкции необходимо провести специальные исследования, которые могут быть осложнены трудностью доступа к военным архивам и текущей информации, особенно при исследовании 3-го и 4-го периодов истории.

Кроме территории самого аэродрома, зона его воздействия охватывает значительную площадь за пределами его границ. Это зоны взлета и посадки самолетов, примыкающие к взлетно-посадочной полосе, и соответствующие территории, над которыми проходят участки траекторий полетов ЛА, наиболее напряженные в экологическом смысле. В одну сторону они простираются в сторону г. Щелково и проходят над ним, в другую – в сторону пос. Монино. К территории аэродрома непосредственно примыкают жилые городки поселков Чкаловский и Бахчиванджи, где проживают десятки тыс. человек. Существуют воздушные трассы, коридоры и пилотажные зоны, расположенные на расстояниях в несколько десятков км от аэродрома в пределах Московской, Владимирской и Ярославской областей. Над самим аэродромом – узел воздушных трасс.

Структура наземного пространства аэродрома взаимосвязана с воздушным пространством над ним и в районе полетов, где происходит перемещение десятков ЛА, оказывающих воздействие на атмосферу и наземное пространство. Основными видами воздействий и загрязнения окружающей среды от аэродрома являются: шумы, выбросы отходящих газов из работающих силовых установок ЛА, электромагнитные поля и излучения, создаваемые радиолокационной, связанной и другой электронной техникой, а также вследствие постоянной фоновой деятельности значительного количества наземных объектов (котельной, автотранспорта и т.п.).

В целом, эколого-исторические аспекты деятельности аэродрома Чкаловский остаются малоизученными. Исключение составляет новейшая история в связи с острой и сложной проблемой

«керосиновой линзы», которая была выявлена под аэродромом в середине 90-х гг. XX века, и простирается в сторону пос. Бахчиванджи, примыкающему к аэродрому с востока, и привела к возникновению чрезвычайной экологической ситуации.

Приведем ее описание с использованием открытой информации Интернет-сайта агентства «Интерфакс» от 22 мая 2001 г.: «...Специализированные службы с 1 июня приступят к ликвидации загрязнения нефтепродуктами грунтовых вод в подмосковном поселке Бахчиванджи. Здесь, в районе военного аэродрома “Чкаловский” сложилась чрезвычайная ситуация: в результате многолетнего пролива топлива при заправке самолетов в грунте на глубине от 2 до 6 метров образовалась “керосиновая линза” площадью более 20 гектаров, в которой скопились десятки тысяч тонн керосина. Подготовительные работы перед началом очистки закончены к 15 мая. По оценке начальника экологической безопасности Вооруженных сил России Бориса Алексева, полная ликвидация загрязнения потребует около полутора лет. Касаясь причин загрязнения [он] отметил, что о существовании “керосиновых линз” в этом районе известно с 1995 года. По его словам, в этом виноваты особенности грунта: керосин, проходя через все слои песка, глины и щебня, накапливается на поверхности грунтовых вод, уровень которых здесь чрезвычайно высок. Командование ВВС предпринимало меры по ликвидации загрязнения и раньше... В частности, с 1998 года через специально выкопанные шурфы было выкачано из “линз” около 100 тонн керосина. “Кстати, мы опасались, что керосина гораздо больше”, - отметил главный военный эколог. Уровень грунтовых вод в этом году достиг рекордной высоты, пояснил он, поэтому “керосиновые линзы” вышли наружу в местах, расположенных ниже уровня грунтовых вод. В частности, нефтепродуктами были загрязнены три подъезда одного из жилых домов в поселке и по одному подъезду еще двух домов. В настоящее время это загрязнение устранено... Чтобы не допустить утечек авиатоплива в землю на аэродроме “Чкаловский”, авиаслужбами все топливопроводы выведены из-под земли, под вентили положены бетонные подушки. В ближайшее время начнется оборудование шурфов на близлежащей ветке железной дороги, чтобы избежать перетекания туда нефтепродуктов, отметил военный эколог” (цитир. по: <http://news.priroda.ru/index.php?act=news&g> ).

Решение данной проблемы жизненно важно не только для населения, но и для дальнейшей судьбы самого аэродрома Чкаловский, полную экологическую историю которого еще предстоит исследовать.

### 3.3.6. История авиационных загрязнений

Приведем краткое описание подхода к исследованию истории авиационных загрязнений как глобального процесса.

Для проведения исследований необходимо определить объект исследования, т.е. структуру и основные параметры авиационной макросистемы, которая является иерархической совокупностью наземных объектов и ЛА, а также временной диапазон.

Можно выделить несколько периодов истории авиационных загрязнений, которые совпадают с основными этапами развития авиации и авиационной деятельности:

- 1) начальный этап (до 20-х гг. XX века);
- 2) бурное массовое развитие авиации до 40-х гг. XX века;
- 3) глобализация авиационной деятельности (в том числе в контексте загрязнений) с 40-х гг. XX века.

Составными элементами единой экоистории авиации являются соответствующие экоистории различных типов ЛА, аэродромов и аэропортов, аэрокосмических корпораций, видов и родов авиации (гражданская, военная и т.д.). В пределе может быть реконструирована вся экоистория авиации, установлены конкретные экологические характеристики, экологический баланс, динамика процесса загрязнений в пространстве и времени, выявлены закономерности.

К концу XX века в мире было свыше 500000 воздушных судов различных типов, назначений, принадлежности и базирования, а также несколько тысяч аэродромов и аэропортов во всех странах мира, по всей планете. Таким образом, мы имеем дело с огромной технической системой, оказывающей поистине глобальное воздействие на биосферу Земли.

Общая история авиационных загрязнений не исследована. Исключение составляет новейшая история и исследования, начатые в последнее время под воздействием потребностей практики, вследствие того, что авиационные загрязнения приняли не только локальный, но глобальный характер в связи со значительным и опасным загрязнением атмосферы Земли выхлопами двигателей самолетов, - смотри Рис. 11, 12, что вызывает особую тревогу, т.к. интенсивность авиационной деятельности, общее количество полетов постоянно нарастают (табл. 3), вследствие чего идет и рост загрязнений.

Приведем объемную цитату из лучшей отечественной публикации на эту тему: «Изучение последствий загрязнения атмосферы продуктами сгорания авиационных двигателей было и остается

одной из важных проблем защиты окружающей среды. Актуальность этой проблемы обусловлена быстрым ростом объема воздушных пассажирских перевозок в мире, который вырос с 9 млн человек в 1945 г. до 1443 млн в 1998 г., т.е. увеличился за полвека в 160 раз! В 80-90-х годах этот объем возрастал в среднем на 5% в год (в Юго-Восточной Азии - до 20%), а количество сожженного топлива и, как следствие, выбросов продуктов сгорания в атмосферу - на 3.5-4.5% в год. Такие же темпы роста ожидаются в первые десятилетия XXI в. Весь транспорт мира ныне потребляет 20-25% всего сжигаемого ископаемого топлива в год, доля авиации в этом потреблении составляет 13%, автотранспорта - 80%.

Впервые гипотеза о значительном воздействии выхлопных газов авиационных двигателей на окружающий воздух была высказана в 1971 г. химиком Калифорнийского университета в Беркли Г. Джонстоном. Он предположил, что оксиды азота  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , содержащиеся в выбросах большого числа транспортных сверхзвуковых самолетов, могут вызвать уменьшение количества атмосферного озона. Проведенные в последующие годы модельные исследования показали, что воздействие продуктов сгорания самолетов на озоновый слой неодинаково в различных частях атмосферы. В нижней стратосфере (на высотах 16-25 км), где располагается зона полетов сверхзвуковой авиации, озон действительно разрушается в результате увеличения концентрации азотных оксидов. Однако суммарный эффект этого разрушения невелик, поскольку общее количество таких полетов ныне незначительно, а большинство пассажирских и грузовых перевозок осуществляется дозвуковой авиацией в верхней тропосфере и вблизи тропопаузы (на высотах 8-12 км). А выбросы оксидов азота в этом слое, согласно тем же модельным оценкам, напротив, способствуют некоторому росту содержания озона в нем. Наблюдая за летящим высоко в безоблачном небе самолетом, каждый из нас видел оставляемый им шлейф, который состоит из конденсационных следов - так называемых контрейлов (*contrail* (англ.) - белая облачная полоса, оставляемая самолетом в небе). Этот шлейф может сохраняться часами в окрестностях крупных аэропортов с оживленным движением, и тогда конденсационные следы накапливаются и переходят в перистые облака - это еще один механизм воздействия выхлопных авиационных газов на климат Земли. Необходимо отметить, что проблема загрязнения атмосферы авиацией не исчерпывается лишь изучением и оценкой влияния газовых и аэрозольных продуктов сгорания авиационных моторов на озоновый слой. Существует несколько



аспектов проявления последствий такого загрязнения: фотохимический..., радиационный..., биологический... Таким образом, выбросы авиационных двигателей влияют на жизненно важные элементы экосистемы: качество воздуха, его температуру (а с ней атмосферную циркуляцию и климат) и достигающий поверхности Земли поток УФ радиации. Весь вопрос в том, сколь значительно это влияние. Для количественных оценок воздействия полетов дозвуковой (а в перспективе и сверхзвуковой) авиации на атмосферу и климат Земли важно иметь исчерпывающую количественную информацию о характере выбросов, необходимо создать модели, хорошо описывающие соответствующие атмосферные явления, а также надо учесть отмеченные впечатляющие темпы развития авиатранспорта» (Кароль, Киселев, 2001).

Введение экологических стандартов для авиационной деятельности объективно способствует проведению эколого-исторических исследований в целях минимизации загрязнений и других неблагоприятных воздействий. Предстоит большой объем работ по исследованию истории авиазагрязнений.

### **3.3.7. История ракетных и космических загрязнений**

История ракетных и космических загрязнений является частью экоистории АКТ и АКД. Как проблема она была впервые поставлена и исследована кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Отдела истории техники и технических наук, затем Экологического центра, В.П. Михайловым (1937-2005)<sup>2</sup> в ИИЕТ РАН. Основные результаты его исследований опубликованы в 2-х книгах и ряде статей (Михайлов, 1995; 1999 а, б; 2000, 2002; Наука и безопасность России, 2000, с. 425-450).

Им собран, систематизирован и изложен значительный объем фактического материала из различных источников, а также на основе многолетнего личного опыта работы в ракетно-космической отрасли. Фактически В.П. Михайлов создал новое научное направление и написал основу экологической истории ракетно-космической техники в аспекте загрязнений и докторскую диссертацию по этой проблеме.

---

<sup>2</sup> К глубокому сожалению, Владимир Павлович Михайлов скончался в феврале 2005 г., так и не успев защитить докторскую диссертацию (в последний период жизни он был занят подготовкой и оформлением ее текста).

Две его книги посвящены истории происхождений и зарождению тенденций ракетных и космических загрязнений. Однако их существенным недостатком является малое количество иллюстраций.

Заметим, что такое сложное, объемное, системное фундаментальное эколого-историческое исследование поставлено и выполнено впервые в России и мире, причем, пока только для ракетно-космической отрасли, т.е. впервые среди множества всех отраслей и сфер технической деятельности (авиационной, атомной, морской, химической, военной и др.).

Существуют и другие известные исследования ракетных и космических загрязнений, среди которых особо выделяются работы, посвященные «космическому мусору» в околоземном космическом пространстве (Экологические проблемы и риски..., 2000; и др.), а также работы и публикации, связанные с новейшей историей и социально-экологическими последствиями РКД (Власов, Кричевский, 1999; Социально-экологические последствия..., 2000, Кричевский, 1999, 2006а).

Выполненная к настоящему времени реконструкция истории ракетных и космических загрязнений позволила не только восстановить этот сложный процесс, но выявить ряд закономерностей, которые свидетельствует о крайне низкой экологичности РКТ, о достижении пределов экстенсивного и мало контролируемого (в экологическом смысле) развития данного вида техники, а также о назревшей необходимости пересмотра всей стратегии развития этой техники и деятельности в России и мире.

Вместе с тем многие вопросы истории ракетных и космических загрязнений пока только поставлены, обозначены и остаются открытыми. Это относится, прежде всего, к определению и анализу конкретных экологических характеристик всех объектов ракетно-космической техники (наземных и ЛА), экологического баланса, объема и динамики загрязнений и т.п. Предстоит исследовать сложные количественные и качественные закономерности экологической эволюции ракетно-космической техники и загрязнений, в том числе с применением сравнительного анализа, выработать и реализовать эффективную национальную и международную экологическую политику, соответствующие научно-технические и социально-экологические программы.

### 3.3.8. Историко-экологические исследования военной техники (на примере систем противовоздушной обороны)

В 2005 г. автором были инициированы исследования по данной теме и с 2006 г. они вошли в плановую тему НИР Экологического центра ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН в качестве направления (раздела), посвященного историко-экологическим исследованиям систем противовоздушной обороны (ПВО) периода «холодной войны». Такая постановка является новой и осуществляется в России и мире впервые (Кричевский, 2006б).

#### *Постановка и основные аспекты исследований по теме*

Главная цель исследования: реконструкция экологической истории ПВО (ЭИ ПВО) для выявления основных экологических закономерностей развития систем ПВО и экологической оценки техники.

Основными задачами работы являются:

- 1) исследование литературы и источников;
- 2) сбор, хранение и анализ историко-экологической информации;
- 3) периодизация ЭИ ПВО, выявление других закономерностей.

Основные методы исследований: системный подход, сравнительный анализ, эколого-исторический подход к исследованию техники (предложен и разработан автором в ИИЕТ РАН, апробирован в 1998-2006 гг. (Кричевский, 2000з, 2002ж, 2004а);

Предполагаемые результаты: будут получены новые знания, необходимые для экологического анализа, оценки и совершенствования систем ПВО, технической деятельности, которые могут быть использованы в областях науки, образования и практики.

Для проведения полноценных исследований необходимо выполнить большой объем работы, с учетом ресурсов и ограничений (в том числе из-за военной специфики).

Вместе с тем работе способствует опыт автора как профессионала Войск ПВО (1972-1989 гг.).

На данном этапе продолжается изучение литературы и источников по теме, среди которых выделим (Альперович, 2003; Военный энциклопедический словарь, 1986; Голотюк и др., 2005; Голотюк, 2006; Господство в воздухе..., 2003; Дмитриенко, 2006; Железняков, 2005; Кисунько, 1996; Космическое оружие..., 1986; Лашков,

2005; Первов, 2004; Советская военная энциклопедия, 1978; Сокут, 1999; Справочник офицера..., 1981; Чичагов, 2005). Появляются первые диссертации об истории ПВО России (Лашков, 2005). Значительный объем информации о ПВО - в Интернете, см. сайты (Вестник ПВО, Военно-промышленный курьер, Воздушно-космическая оборона и др.).

В широкой исторической трактовке первые системы ПВО возникли ~ 2500 лет до НЭ и развивались как средства защиты (щиты, крепости и т.п.) от воздействия дистанционных боевых средств поражения противника (стрел, ядер и т.п.), которые метались через воздушное пространство с применением специальных устройств (луков, метательных машин, орудий и т.п.).

«Большая» история ПВО отражает всю историю человечества и является частью военно-технической истории развития цивилизации.

В эпоху индустриальной и постиндустриальной техногенной цивилизации (XX-XXI вв.) общая ~ 100-летняя история ПВО в России и мире коррелирует с основными этапами военной истории и, на наш взгляд, имеет 7 (семь) основных периодов:

- 1) зарождение современных систем ПВО (начало XX в.);
- 2) развитие систем ПВО во время 1-й мировой войны (1914-1918 гг.);
- 3) между 1-й и 2-й мировыми войнами (1919-1939 гг.);
- 4) во время 2-й мировой войны (1939-1945 гг.);
- 5) во время «холодной войны» (1946-1991 гг.);
- 6) после окончания «холодной войны» (с 1992 г.);
- 7) после серии авиатеррактов в Нью-Йорке (США) 11.09.2001 г.

Принципиальное отличие современных систем ПВО (с XX в.) – переход от пассивной к активной ПВО, т.е. развитие и применение (в дополнение к пассивным методам и средствам) специальных активных средств воздействия для защиты от аэрокосмических поражающих технических средств нападения противника (аэростатов, самолетов, ракет, боеголовок), - опережающее уничтожение их в полете.

Общая логика развития систем ПВО в контексте возможностей, воздействий и последствий (включая экологические аспекты): от пассивно-наблюдательных точечных локальных средств и объектов - до комплексных глобальных активных систем ПВО, охватывающих всю поверхность и атмосферу Земли и околоземное космическое пространство (ОКП).

С развитием методов, средств, всей структуры ПВО (технологий, объектов техники, подсистем) как сложной макросистемы (атмосферный, противоракетный, противокосмический уровни и подсистемы и т.п.) расширялись масштабы неблагоприятных экологических воздействий на человека, общество и природу, - на биосферу Земли, другие географические оболочки, всю окружающую среду планеты, включая ОКП.

В целевом и экологическом контексте любая система ПВО имеет 2 основных аспекта:

- 1) защита социотехноприродных систем от внешних угроз (основная целевая функция);
- 2) неблагоприятные воздействия и последствия.

ПВО направлена на защиту «своей» социотехноприродной макросистемы от угроз и опасных технических воздействий «чужих» макросистем. Исторически ПВО решала и решает сложную противоречивую задачу: уменьшения ущерба для «своих» от внешнего воздействия «чужих», при этом размещение и активность объектов «своей» системы ПВО в контексте минимизации неблагоприятного воздействия на «свою» природную среду имели приоритет существенно ниже, чем решение задач максимально эффективной борьбы с внешней угрозой. То есть существует сложная коллизия 2-х вышеуказанных аспектов.

В новейшую историю ПВО в XXI в. к традиционным «чисто» военным аэрокосмическим угрозам добавились 2 новых актуальных аспекта:

- 1) защита от терроризма;
- 2) защита Земли от опасных космических объектов (астероидов, комет).

Экологическая история ПВО (ЭИ ПВО) - это совокупность информации, знаний об экологических аспектах ПВО в ретроспективе. ЭИ ПВО должна охватывать все элементы структуры ПВО как сложной макросистемы, все виды воздействий на социотехноприродные системы, ближайšie и отдаленные последствия, причем, на полном жизненном цикле. В проблематику ЭИ ПВО входит и процесс разоружения, уничтожения, ликвидации военной техники и вооружения ПВО.

Периодизация ЭИ ПВО и другие закономерности связаны с общей историей ПВО, с изменением свойств и масштабов воздействия техники и деятельности в России и мире.

По аналогии с исследованиями проблемы истории разрушения ардных равнин войнами (Чичагов, 2005) *в качестве рабочей гипотезы*

*тезы* можно предположить, что развитие систем ПВО, их реальная активность на поверхности, в атмосфере Земли и ОКП в XX-XXI вв. внесли и вносят существенный вклад в изменение экологического баланса, трансформацию природной среды, в создание загрязнений в социоприродных системах.

Особого внимания в историко-экологическом контексте заслуживают:

1) анализ эволюции понятий, терминов и определений, относящихся к ПВО (воздушная оборона, ПВО, противоракетная оборона, ракетно-космическая оборона, воздушно-космическая оборона, аэрокосмические системы, средства воздушно-космического нападения и др.);

2) анализ эволюции и практики применения конкретных технических объектов, комплексов, подсистем и систем ПВО наземного, воздушного и космического базирования в России, США и других странах;

3) тенденции развития ПВО.

### ***Предварительные результаты и выводы, перспективы исследований***

1. Исследование открытой литературы и источников по теме пока не позволило обнаружить работ в прямой экологической постановке. Экологическую информацию приходится искать и извлекать из текстов со значительными трудностями. На полном жизненном цикле систем ПВО аспекты их неблагоприятного экологического воздействия на социоприродные системы традиционно имели и до сих пор имеют низкий приоритет в России и мире. Экологические аспекты в прямой постановке проявились в конце XX в. и, как правило, связаны с техническими авариями и процессом разоружения.

2. Объекты техники и системы ПВО мало исследованы в контексте экологических свойств и оценок, их воздействия на социоприродные системы. Целесообразно вести такие исследования на примерах истории ПВО России и мира.

3. Системы ПВО в процессе развития внесли и вносят существенный вклад в трансформацию и загрязнение окружающей среды, негативно воздействуют на здоровье профессионалов. Вместе с тем существует дефицит информации об этих аспектах.

4. Знание ЭИ ПВО необходимо для подготовки кадров (профессионалов ПВО, а также научно-педагогических кадров), для

совершенствования и разработки систем ПВО, организации экологического управления, обеспечения экобезопасности с учетом современных и перспективных экологических требований и ограничений.

5. Целесообразно создать общую модель (схему), отражающую ЭИ ПВО и охватывающую основные экологические аспекты и перспективы в национальном, региональном и глобальном масштабах.

\* \* \*

Приведенные в п. 3.3.3. «Экологическая история аэрокосмической техники» скромный опыт, примеры и результаты исследования ЭИТ применительно в АКТ и АКД свидетельствует о важности, возможности и плодотворности таких исследований. Акцент на АКТ и АКД, сделанный в данной работе, обусловлен профессиональным опытом и интересами автора.

Эколого-исторические исследования АКТ и АКД давно назрели, они важны и необходимы не только для интересного и нового описания и прочтения истории техники, но и для решения насущных практических задач: подготовки специалистов, воздействия на экологические характеристики современной и перспективной авиационной, воздухоплавательной, ракетной, космической техники и всей аэрокосмической деятельности, на полном жизненном цикле в целях ускоренной экологизации.

В следующих пунктах данной главы 3 (пп. 3.4-3.9) приведены краткие примеры исследований ЭИТ применительно к некоторым другим видам техники, отраслям, сферам деятельности на основе общего анализа и интерпретации работ других авторов. Эти материалы приведены исключительно для постановки проблем в целях стимулирования исследований ЭИТ, без претензий на полноту информации и данных оценок.

### 3.4. Экологическая история транспорта

Экологическая история транспорта давно созрела для проведения систематических исследований. Это обусловлено значительным вкладом транспорта в создание и решение экологических проблем, а также наличием в транспортной отрасли относительно большого количества подготовленных специалистов инженеров-экологов. Более того, в главе 3 были приведены опыт и примеры исследования ЭИТ применительно к воздушному транспорту (смотри пп. 3.3.2, 3.3.5, 3.3.6).

В конце XX века в России и мире появились специальные научные работы и учебники, в которых содержится информация о новейшей экоистории транспорта. Среди отечественных публикаций особо выделяются 2 работы: «Экология транспорта» и «Промышленно-транспортная экология» (Павлова, Буралев, 1998; Луканин, Трофименко, 2001). 1-я посвящена общей экологии транспорта, охватывает множество видов транспорта, направлена на систему экоуправления и менеджмента, 2-я – преимущественно посвящена автотранспорту на полном жизненном цикле и имеет инженерно-экологическую и эколого-экономическую направленность.

В связи с большим количеством различных видов транспорта, каждый из которых имеет специфические особенности, созревание условий и конкретные исследования идут крайне неравномерно.

Среди видов транспорта наибольшая позитивная экодинамика, экоинновации и результаты принадлежат автомобильному транспорту – главному загрязнителю среди всех видов транспорта, работающему в жесткой конкурентной рыночной среде. Существует множество экологических стандартов для автотранспорта, включая систему европейских автостандартов «Евро». Современные темпы работ по экологизации новых видов автотранспорта, скорее всего, являются наивысшими среди всех видов современных машин и механизмов.

Имеется множество современных экологических исследований, посвященных автомобилям, дорогам и другим элементам и процессам применительно к автотранспортной системе и отрасли (период новейшей истории). Опубликованы результаты исследований экологического баланса, и жизненного цикла для автомобилей, сравнительный экологический анализ, эколого-экономический анализ, соответствующие оценки для отдельных типов автомобилей, для предприятий отрасли (Луканин, Трофименко, 2001).



Примеры экологического баланса и оценки жизненного цикла автомобиля приведены в таблице 4 и на Рис. 13, 14.

Автомобиль с экологической точки зрения является объектом, далеким от экоидеала, но когда он тиражирован и выстроен в многомиллионные транспортные потоки, то загрязнения и другие негативные последствия многократно умножаются, приобретая катастрофический характер.

Существуют современные исследования автотранспортного комплекса и его экобезопасности, транспортных загрязнений и т.п. применительно к г. Москва, где до 80 % выбросов в атмосферу создает автотранспорт, причем, за последние 10 лет такие загрязнения увеличились вдвое и достигли 1,8 млн т (Московская городская научно-практическая..., 1999; Московский городской экологический профиль, 1998, с. 59).

Однако современных исследований в области новейшей истории, выполняемых под воздействием потребностей практики, явно недостаточно.

Предстоит колоссальная по объему и сложности работа по исследованию и изучению экоистории транспорта, в том числе применительно к различным видам (воздушному, железнодорожному, морскому, трубопроводному и др.), регионам, странам, конкретным транспортным системам и единичным объектам. Такие усилия могут быть поддержаны крупными предприятиями транспортных отраслей и вузами.

### 3.5. Экологическая история энергетики

Важнейшее место в ЭИТ по праву должна занять экоистория энергетики, которая создает максимальное загрязнение окружающей среды в сравнении с другими отраслями и сферами деятельности, поскольку является источником активности для них и для всей цивилизации.

Есть примеры исследований ЭИТ применительно к новейшей истории, среди которых следует выделить работы, которые вел Г.И. Алексеев, работавший до конца жизни в Отделе истории техники и технических наук ИИЕТ РАН, но так и не успевший их завершить и опубликовать. Имеется лишь краткая публикация результатов его исследования на тему «Энергетика и экология: закономерности, проблемы и перспективы развития новейших технологий – критерии оценок» (Алексеев, 1997).

Важные исторические факты изложены в публикации, посвященной истории ветроэнергетики и одному из основателей американской электроиндустрии - Чарльзу Ф. Брашу (1849-1929). Приведем объемную цитату из нее: «Он изобрёл очень эффективный генератор постоянного тока, использовавшийся в общественных электрических сетях, первую коммерческую дуговую лампочку и очень эффективный способ производства свинцово-кислотных аккумуляторов... В течение зимы 1887-1888 гг. Браш построил то, что сегодня называется первая автоматически управляемая ветровая турбина для производства электроэнергии. Она была воистину гигантской - самой большой в мире - диаметр ротора был равен 17 метрам и ротор имел 144 лопасти, изготовленные из кедра. Для осознания размеров этого циклопического сооружения обратите внимание на человека, подстригающего лужайку справа от турбины (Рис. 15). Турбина проработала 20 лет, в течение которых заряжала батареи в подвале под турбиной. Несмотря на внушительные размеры турбины, на ней был установлен генератор мощностью всего 12 кВт. В Американском Научном Журнале 20 декабря 1890 года была опубликована статья, посвящённая этой турбине, в которой очень детально описывалась как сама турбина, так принципы полностью автоматического управления. Принцип применявшийся Брашем - использование соленоидов - не претерпел изменений с 1890 г. до тех пор, когда контроллер турбины начал управляться компьютером» (цитир. по: <http://promeco.h1.ru/stati/28.shtml>).

Этот исторический текст - поучительный пример экоистории энергетики в контексте ее экологизации путем внедрения конкретных инноваций.

Современная структура и экодинамика энергетической отрасли и всей цивилизации активно исследуются и обсуждаются. Причем, не столько с позиций экологических загрязнений, сколько с позиций острой необходимости инноваций для преодоления энергетического кризиса, предотвращения энергетической катастрофы. Её приближает быстрый рост энергопотребления при дефиците ресурсов, структура которых пока ориентирована на преимущественное использование невозобновляемых природных энергоресурсов, с преобладанием нефти, газа, угля, - смотри Рис. 16.

Интересный подход и ценная экологическая информация изложены в результатах исследования, посвященного экономической истории источников энергии (Иголкин, 2001).

Чрезвычайно важной является не только задача текущего энергообеспечения, но и стратегическая задача изменения структуры энергопотребления и перевода энергосистемы и всей цивилизации на преимущественное использование возобновляемых природных ресурсов (солнечной, ветровой энергии, биоэнергии и т.п.). Этому посвящен ряд работ, в том числе (Иголкин, 2001; Расновский, 2002; Федотов, 2002; <http://promeco.h1.ru/> и др.).

Существует реальная возможность решения этой стратегической энергозадачи, имеются яркие примеры и точки роста альтернативной энергетики (солнечной и ветровой и т.п.), которая переживает бурный рост, особенно в странах Евросоюза: Германии, Нидерландах и др. (ЭкоLogoS, 2002).

Таким образом, и в области энергетики существует большая перспектива работ по ЭИТ, предстоит организовать систематические исследования по данному направлению, причем не только реальных объектов техники, но и конкретных идей, изобретений, персоналий, источников энергии, энергосистем, энергетических стратегий и т.п.

### 3.6. Экологическая история нефтегазовой отрасли

Нефтегазовая отрасль является одной из самых грязных и расточительных в экологическом отношении. Нефтегазовые загрязнения имеют глобальный масштаб и быстро нарастают, создавая реальную угрозу людям и природным экосистемам.

Вместе с тем современная нефтегазовая деятельность определяет состояние и развитие современной цивилизации в энергетическом аспекте, который является важнейшим для всех сфер деятельности человечества, влияет на общую экономическую ситуацию и геополитику в России и мире.

Нефтегазовая отрасль, в значительной мере организованная в крупные национальные и транснациональные корпорации, имеет мощную разветвленную инфраструктуру с огромным количеством сложных и потенциально опасных объектов, в том числе - тысячекилометровые трубопроводные системы, по которым транспортируются нефть и газ.

История нефтегазовой отрасли активно исследуется, в том числе охватывается период от ее зарождения. Примером является небольшая историческая работа «Начала газового дела» (Джафаров, 1999). В ней, в частности, на с. 55-56 приведены основные даты и события из истории газового дела, которые характеризуют инновации, приведшие к важным изменениям экологического режима, например: «1864 г. В США запатентована обратная закачка попутного газа для повышения нефтеотдачи пласта» (там же, с. 55).

На основе экологического анализа событий, связанных с развитием отрасли, можно создать ее систематизированную экоисторию, которая будет включать описание «эконегатива» - загрязнений и других экопроблем в сочетании и балансе с «экопозитивом» - экоинновациями и внедрением экотехники и экотехнологий.

Однако, экологическая интерпретация истории отрасли и специальные исследования по экоистории пока отсутствуют, за исключением работ по периоду новейшей истории, появившихся в последние годы.

Среди работ, посвященных новейшей нефтегазовой экологии, в контексте ЭИТ следует особо выделить 4 отечественных работы, среди которых три монографии: «Экология. Нефть и газ» (Гриценко, Аكوпова, Максимов, 1997), «Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия» (2001) и «Экология переработки углеводородных систем» (Абросимов,

2002), а также один обзор «Формирование природно-техногенных сред в субтропиках Причерноморья под влиянием интенсивного нефтегазового загрязнения» (2002).

Для полноты изложения необходимо упомянуть еще 2 работы: учебно-методическое пособие «Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности» (1994) и монографию «Проблемы экологии нефтегазовых и горнодобывающих регионов Севера России» (Давыденко, 1998), однако в них крайне мало информации по обсуждаемой теме.

Аналогично ситуации в автотранспортной отрасли, нефтегазовая отрасль, сознавая экологические проблемы в условиях жесткой конкурентной борьбы за рынки сбыта, активно участвует в процессе экологизации. Примером являются новые технологии обеспечения экобезопасности, исследования экологического баланса, эколого-экономические расчеты для жизненного цикла различных технических объектов, - смотри в (Абросимов, 2002).

Применительно к нефтегазовой отрасли существует большое поле для исследования и изучения ЭИТ, такие работы могут быть поддержаны высшими учебными заведениями и корпорациями отрасли.

### 3.7. Экологическая история военной техники и деятельности

Военная техника и деятельность оказывают чрезвычайно мощное экологическое воздействие на человека, общество и природу. Однако экологическая история военной техники изучена мало, за исключением отдельных аспектов новейшей истории. Кроме традиционных трудностей, есть дополнительные информационные препятствия, связанные с секретностью и ограниченным доступом к экологической информации, связанной с военно-оборонной сферой деятельности.

Существует отдельное направление в комплексе экологических наук – военная экология, исторически возникшая в целях обеспечения экологической защиты военнослужащих от неблагоприятных экологических воздействий военной деятельности на организм человека. В первую очередь были охвачены аспекты и проблемы, связанные с операторами объектов сложной военной техники – летчиками, танкистами, ракетчиками, моряками-подводниками и др. Затем наступил этап экологической защиты войск в широкой постановке, в том числе включивший минимизацию экологического ущерба, наносимого окружающей среде вследствие военной деятельности.

Однако, эколого-исторические аспекты, как правило, не исследовались, за исключением новейшей истории, причем, с выделением медицинских проблем профзаболеваний и профессиональной годности лиц профессий особого риска – летчиков, космонавтов и др. (Пономаренко, 1995, 1999, 2001; Ушаков, 2000).

В конце XX - начале XXI в. появились исследования и учебники по военной экологии, в которых проблема рассмотрена в системной постановке, например (Булатов, 1999а; Военная экология, 2005).

В косвенной постановке информация экоистории военной техники и деятельности содержится во многих исторических источниках, посвященных описанию и исследованию войн и других военных конфликтов. Однако, как правило, эта информация открывается только экологическому взгляду и нуждается в экологической интерпретации. Иногда описания результатов военной деятельности почти на 100% содержат эколого-историческую информацию.

Яркий пример по экоистории войн, в предельном виде, с описанием ужасающих воздействий и последствий реальной эковойны, содержится в тексте «Экоцид (биоцид, экологическая война)», помещенном в учебном пособии «Прикладная экология» (Вронский, 1996, с. 453-456).

Приведем цитату из этого текста: «...Примером невиданных по масштабу разрушений природной среды полуострова Индокитай служат военные действия США в 1961-1975 гг. во Вьетнаме, Лаосе, Кампучии. Здесь была применена тактика «выжженной земли»: проводились массированные бомбардировки полуострова с применением напалма и химических средств. Подсчитано, что общее количество взрывчатых веществ, примененных американцами во время войны в Индокитае, эквивалентно 450 атомным бомбам того типа, которые были сброшены на Хиросиму и Нагасаки. В результате таких бомбардировок образовались огромные площади антропогенного бедленда (от англ. «дурные земли») – около 30 млн воронок (глубиной до 6-9 м), в земле осталось более 400 тыс. бомб и 2 млн снарядов... Все это привело к сильной эрозии почв, активизации оползневых процессов, возникновению селей и т.п., т.е. к полной деградации природных ландшафтов региона...» (цитир. по: Вронский, 1996, с. 453-454).

Аналогичные описания можно найти или составить для любых войн и других событий, которые затем можно формализовать, анализировать и оценивать с применением математических методов, моделей, критериев.

Большое значение имеют систематические исследования истории воздействия военной деятельности на окружающую среду. Среди них выделим чрезвычайно важную работу, посвященную постановке проблемы истории разрушения аридных равнин войнами на протяжении последних 5000 лет (Чичагов, 2005).

Особого внимания достойны 2 книги на русском языке, в которых в прямой постановке отражена новейшая экоистория военной техники и деятельности: «Россия: экология и армия» (Булатов, 1999а) и «Экологические преступления военных в Украине и сопредельных территориях» (Борейко, 2000), опубликованные в России и Украине, соответственно.

Появились работы, посвященные истории оружия массового поражения в XX веке: химического, биологического, ракетно-ядерного, оружия, а также их ликвидации (Романов, 2004; Федоров, 1994, 2006; Химическая безопасность..., 2005), по наследию «холодной войны» в контексте экологических аспектов, например, объемное исследование о радиационном наследии (Кузнецов, Назаров, 2006).

В главе 3 были приведены примеры исследования ЭИТ применительно к военной технике и деятельности (авиационной, ракетно-космической, противовоздушной обороны).

Данная область, в целом, весьма перспективна для проведения исследований ЭИТ, начиная с зарождения военной техники и деятельности, до полной систематизированной экологической истории войн, - от локальных до мировых. Через историю военной техники и деятельности, их следы в природных экосистемах выходим на региональные и глобальные процессы, проблемы и перспективы.



### 3.8. История химических загрязнений

История химических загрязнений является частью экоисторий 2-х соответствующих сфер деятельности:

1) экоистории химической промышленности применительно к производству широкого спектра веществ и материалов для всех сфер деятельности, в том числе химических удобрений, средств защиты от вредителей (пестицидов и т.п.), последствиям производства и использования продукции, включая проблему загрязнений окружающей среды, воздействия на здоровье людей, состояние природных экосистем;

2) экоистории военной техники и деятельности применительно к боевому химическому оружию и отравляющим веществам.

Существует ряд работ, посвященных данной теме в прямой постановке.

Среди них в России особо выделяются публикации трудов доктора химических наук Л.А. Федорова (Москва), – Президента Союза «За химическую безопасность». Они являются результатом его многолетних исследований и активной общественной деятельности, направленной на обеспечение экобезопасности в связи с полным жизненным циклом пестицидов, а также в связи с боевым химическим оружием, созданным и накопленным в СССР, включая аспекты его захоронения и уничтожения.

К таким работам относятся: по 1-му (гражданскому) аспекту: «Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку» (Федоров, Яблоков, 1999); по 2-му (военному) аспекту: «Химическое оружие в России: история, экология, политика» (Федоров, 1994); «Необъявленная химическая война в России: политика против экологии» (Федоров, 1995); «Ни дня без химии (календарь-справочник по химической безопасности)» (Федоров, 1999); «Где в России искать закопанное химическое оружие? (химическое разоружение по-русски)» (Федоров, 2002).

Кроме того, есть работы, охватывающие оба аспекта (Химическая безопасность..., 2005).

Однако полная история химических загрязнений еще очень далека от завершения, тем более, что старые проблемы далеки от решения, а новые нарастают. Следовательно, необходимы новые исследования и заинтересованные и подготовленные исследователи.

### 3.9. История радиационных загрязнений

История радиационных загрязнений является частью экоисторий 2-х взаимосвязанных отраслей и сфер деятельности:

1) атомной промышленности применительно к производству и использованию атомной энергии и других видов атомной техники и технологий для гражданских отраслей, а также для производства атомного оружия и другой продукции военного назначения;

2) военной техники и деятельности применительно к атомному оружию и другой технике и технологиям военного назначения.

В России и мире существует значительное количество работ по данной теме, в том числе посвященных применению США атомного оружия для уничтожения японских городов Хиросима и Нагасаки в 1945 г., испытаниям атомного оружия в годы «холодной войны» и их последствиям. Мощный импульс изучению истории радиационных загрязнений дала Чернобыльская катастрофа (1986 г.), после нее стали доступными многие источники информации по другим событиям, в частности, по Кыштымской аварии (1957 г.).

Систематизированная хронологическая информация о событиях опубликована Гринпис России - «Календарь ядерной эры: ни дня без аварии» (1996). Значительный объем открытой информации опубликован в книге В.И. Булатова «Россия радиоактивная» (1996). Ценным источником является «Ядерная энциклопедия» под ред. А.А. Ярошинской (1996).

Важные аспекты радиационных загрязнений и экоистории атомной отрасли также опубликованы в книгах А.В. Яблокова «Атомная мифология» (1997) и «Миф о безопасности малых доз радиации» (2002).

Среди отечественных эколого-исторических исследований последнего времени выделим работы В.М. Кузнецова и др., например: Назаров А.Г. «Радиационная безопасность и радиационные катастрофы» (Наука и безопасность России, 2000, с. 397-424), исследования, посвященные 20-летию Чернобыльской катастрофы 1986 г. (Неизвестный Чернобыль, 2006), радиационному наследию «холодной войны» (Кузнецов, Назаров, 2006).

Исследования истории радиационных загрязнений продолжаются, при их проведении возможно и целесообразно применение методов ЭИТ.

\* \* \*

Рассмотренные в данной главе 3 опыт и примеры исследований ЭИТ, с применением разработанной и опробованной общей методологии и методики эколого-исторических исследований, позволили продемонстрировать общий потенциал ЭИТ, а также поставить вопросы, важные для планирования и проведения дальнейших исследований.

Вместе с тем, существуют значительные трудности, обусловленные сложностью объекта исследования, новизной подходов, большим объемом работы. Эти трудности могут быть преодолены только в процессе длительной напряженной работы, по мере накопления и усвоения опыта исследований.

Оптимальной является ситуация, когда исследователь ЭИТ имеет подготовку и опыт практической работы с реальными сложными техническими объектами, и проведения исследований в области техники (истории техники и др.), а также необходимый минимум знаний, полученных им в ходе экологической подготовки. Кроме того, желательно пройти предварительное обучение методике ЭИТ на конкретных примерах.

Тогда у исследователя формируется и проявляется экологический взгляд на объект исследования, в результате которого возникает новое прочтение исторических фактов и другой важной информации, вырабатываются принципиально новые знания, успешно решаются поставленные задачи.

Целесообразно организовать плановые коллективные эколого-исторические исследования конкретных объектов и видов техники, в ходе которых произойдет дообучение участников на примерах и путем взаимной передачи опыта, и формирование полноценного научного коллектива.

## ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНИКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данной главе кратко рассмотрены (в постановочном плане) следующие вопросы: два основных аспекта экологизации; история экологизации техники и деятельности; перспективы экологизации техники и деятельности; обучение экологической истории техники и подготовка научных кадров.

### 4.1. Два основных аспекта экологизации

Экологизация - это процесс, направленный на создание благоприятных экологических условий, минимизацию негативных экологических воздействий на человека, общество и природу.

Существует 2 основных аспекта экологизации:

1) «внешний» - целенаправленный процесс сохранения и расширения жизненного пространства человека и общества с использованием позитивного потенциала техники и технологий;

2) «внутренний» - целенаправленный процесс уменьшения негативных воздействий техники и технологий на человека, общество и природу.

1-й аспект экологизации обуславливает преимущественное развитие и использование потенциала техники и технологий, направленных на пространственную экспансию, как правило, за счет природной среды, выводя при этом систему «общество - природа» из состояния равновесия и баланса, что соответствует социальному закону техно-гуманитарного баланса, сформулированному А.П. Назаретяном: «техника в своем развитии опережает гуманитарное осознание последствий, после чего общество саморазрушается, либо следует гуманитарный рывок и цикл повторяется» (по: Назаретян, 1996, цитир. по Кричевский, 1999а, с. 149), и ведет к негативным последствиям для окружающей среды.

2-й аспект экологизации обуславливает экологическую коррекцию техники и технологий, создает воздействия, направленные на преодоление или минимизацию негативных воздействий и последствий, ранее обусловленных 1-м аспектом, и возвращение системы к новому состоянию равновесия (баланса). Заметим, что усиление 2-го аспекта, в принципе, может привести к реализации сценария опережающего экологического управления, что будет соответствовать закону гуманитарно-технического баланса (Кричевский, 1999 а, с. 149), противоположному закону техно-гуманитарного баланса и дополняющему его. В новой трактовке А.П. Назаретяна гипотеза о социальном законе техно-гуманитарного баланса формулирована

так: «чем выше мощь производственных и боевых технологий, тем более совершенные механизмы сдерживания агрессии необходимы для сохранения общества» (Назаретян, 2001, с.95). Таким образом, речь идет об ограничении агрессии, т.е. пространственной экспансии (в экологической трактовке). Для реализации такого (рефлексивно-активного) сценария необходимо иметь адекватную систему управления и ресурсы, посредством которых можно выработать и реализовать эффективную экологическую политику.

Данные аспекты находят отражение в реальной деятельности в виде 2-х основных, разнонаправленных (относительно технического объекта) процессов и соответствующих им циклов экологизации: 1) направленного наружу («внешний» контур (цикл) экологизации); 2) направленного внутрь («внутренний» контур (цикл) экологизации), - имеющих сложную структуру и динамику, и взаимодействующих между собой, отражая закономерности эволюции науки, техники и технологий, а также противоречивые и конфликтные интересы конкретных людей, социальных групп, организаций, государств и общества в целом.

Технический объект находится в сложных субъект-объектных отношениях, выступая в качестве орудия экологизации (субъекта экологизации) по отношению к внешней среде (1-й режим), и/или в качестве объекта экологизации, на который направлены внешние (по отношению к нему) воздействия от других субъектов экологизации (2-й режим), и/или «самоэкологизируется», минимизируя и стабилизируя свою активность под воздействием собственных внутренних программ управления (по типу гомеостаза), адаптируясь по отношению к внешней и внутренней средам, т.е. переходя в состояние баланса и его поддержания (3-й режим). Таким образом, применительно к техническому объекту, в контексте процесса экологизации возможны и существует 3 основных экологических режима, которые, в общем случае, идут одновременно. Заметим, что 3-й режим как преобладающий характерен для автотрофных организмов, максимально автономных и близких к экоидеалу как предельной цели экологизации (когда достигается минимизация взаимодействий с другими организмами и окружающей средой при обеспечении собственной жизнедеятельности).

Техника и технологии в контексте экологизации в пределе направлены на достижение и поддержание экобаланса. Однако возможность достижения социальной автотрофности представляется весьма проблематичной, по крайней мере для нынешней структуры и динамики человечества.

В современном обществе преобладают конфликтные отношения, исторически основанные на крайне неравномерном доступе людей, организаций и государств к природным и социальным ресурсам.

Вследствие этого развитие техники и технологий имеет противоречивый характер, реализуются сценарии и конкретные процессы развития техники и деятельности, далекие от экологического оптимума (и тем более от экоидеала), разрешение социально-экологических противоречий, развитие общества, и, соответственно, техники и технологий, происходит, как правило, через реализацию катастрофических сценариев.

Вместе с тем, накопление и освоение экологических знаний, их отражение в культуре общества, в технике и технологиях, в практической деятельности объективно ведут к развитию и ускорению процессов экологизации, создают новые возможности для осознания и решения экопроблем во взаимосвязанном и ограниченном мире, для реализации сценариев опережающего управления и некатастрофического развития..

Высказанные положения имеют не только теоретический характер, но и находят реальное отражение в сложном и противоречивом процессе экологизации техники и деятельности, в ЭИТ.

Рассмотрим это на примерах.

1. Существуют аэрокосмические системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) (Гарбук, Гершензон, 1997), которые предназначены для решения задач 1-го (внешнего) аспекта экологизации, в том числе для непосредственного сбора экологической информации, необходимой для экологизации деятельности всего человечества. Однако при создании и эксплуатации технических систем ДЗЗ возникают значительные вредные воздействия на окружающую среду, обусловленные экологическими особенностями самой аэрокосмической техники (в первую очередь - ракет-носителей, используемых для запуска КА ДЗЗ), - смотри п. 3.3.2. Поэтому параллельно возникает новая задача 2-го (внутреннего) аспекта экологизации: ограничения вредных воздействий, создаваемых самой системой ДЗЗ на полном жизненном цикле. Причем, информация получаемая системой ДЗЗ, может и должна использоваться для экологизации самой системы ДЗЗ.

2. Существуют проекты создания космической системы защиты Земли (СЗЗ) от астероидно-кометной опасности, которая является глобальной экологической проблемой. Такая СЗЗ предназначена для решения задач 1-го (внешнего) аспекта экологизации.

В свою очередь, сама СЗЗ потенциально экологически чрезвычайно опасна для человечества вследствие ее технических и социально-политических особенностей (Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 2002б). Поэтому СЗЗ сама нуждается в экологизации по 2-му (внутреннему) аспекту. Нерешенность задачи внутренней экологизации СЗЗ пока фактически блокирует ее создание и возможность применения СЗЗ для задач экологизации 1-го (внешнего) аспекта.

3. Коллизия, аналогичная ситуации с СЗЗ, существует для проекта пилотируемого полета на Марс, где в качестве главного препятствия и не решенной проблемы (внутренней экологизации) выступает угроза для жизни космонавтов, обусловленная чрезмерно высоким уровнем риска такого полета и отсутствием адекватных защитных систем.

4. Коллизия, аналогичная ситуации с СЗЗ и полетом людей на Марс, существует применительно к проекту удаления радиоактивных отходов (РАО) с Земли в космос, где в качестве ограничителя выступает чрезвычайно высокий риск экологической катастрофы вследствие возможной технической аварии ракеты-носителя при запуске КА с РАО и принципиальной невозможностью обеспечения 100% - го уровня безопасности при существующей технике.

5. Существуют многочисленные проекты создания экотехники и экотехнологий, направленные на решение задач 2-го (внутреннего) аспекта экологизации ракетно-космической техники. Например, проект нового семейства ракет-носителей «Ангара» в России (ГНПП им. Хруничева, Москва), в составе которого есть крылатая многоразовая возвращаемая ступень «Байкал», радикально решающая проблему районов падения отработавших ракетных ступеней (т.е. фактической ликвидации РП).

Однако, вследствие принятой в России приоритетности решения задач 1-го (внешнего) аспекта экологизации – запуска КА с использованием традиционных одноразовых и экологически более грязных РН, в течение длительного времени блокируется и задерживается создание новой, более экологичной РКТ («Ангара» и др.). Причем, парадоксальной альтернативой новой экологичной технике, в качестве фактического препятствия для ее развития, выступают старые, экологически опасные, грязные конверсионные гептиловые РН «Рокот», «Днепр», «Стрела», создаваемые на базе боевых ракет (Игнатьева, 2002; Кричевский, Федоров, 2002; Кричевский, 2006а).

Таким образом, существуют сложные проблемы экологизации техники и деятельности, которые требуют специальных исследований в области ЭИТ.

## 4.2. История экологизации техники и деятельности

Процесс экологизации техники и деятельности в исторической постановке практически не исследован, более того, сама такая постановка - исследования истории экологизации - является новой.

Процесс экологизации техники и деятельности может быть представлен структурой из 2-х основных иерархически связанных блоков:

1) экологическая политика (управление, менеджмент, т.е. процесс выработки и принятия решений);

2) создание и применение специальных экологических методов, техники, технологий (инженерия).

В историческом плане процесс экологизации является частью ЭИТ, которую также можно представить в виде 2-х взаимосвязанных блоков:

1) верхнего, охватывающего только информацию об аспектах и процессах экологизации техники и деятельности;

2) нижнего, охватывающего общую ЭИТ как совокупность всей эколого-исторической информации о технике, технологиях, деятельности.

Общая история экологизации техники и деятельности не изучена, но вполне достойна организации исследований. Причем, их надо проводить с использованием ЭР-подхода, по 2-м взаимосвязанным аспектам экологизации (смотри пп. 2.5, 4.1).

Существенным препятствием для организации и проведения исследований процесса экологизации является дефицит исследований и опыта по общей ЭИТ (нижнему, базовому уровню).

Причем, в отличие от общей ЭИТ, применительно к которой уже накоплен некоторый опыт, для исследований истории процесса экологизации еще предстоит разработать, апробировать и адаптировать методику на конкретном историческом материале.

В процессе такого исследования должна быть не только проведена реконструкция процесса экологизации через конкретные события и объекты в историческом пространстве-времени, но и выявлены общие закономерности, которые могут быть важны и полезны для прогнозирования и коррекции развития не только видов и отраслей техники, но и всей деятельности человечества.

Данные исследования целесообразно начинать с конкретных видов техники и деятельности на примере одной - двух отраслей, например, с аэрокосмической техники и отрасли и/или с автотранспортной техники и отрасли, причем, начиная с периодов новейшей истории.



Исследования истории экологизации техники и деятельности целесообразно вести по единому плану (программе) по 5-ти основным направлениям:

1) история экологической политики (специальные программы, проекты обеспечения экобезопасности, другие решения на всех уровнях управления);

2) история экологических методов (специальных методов, моделей, критериев, экологических оценок и т.п.);

3) история экологической техники и экотехнологий (специальных технических изобретений, проектов, объектов, систем, технологий и т.п.);

4) история событий экологизации техники и деятельности;

5) история обучения и научных исследований в области экологии.

Среди перечисленных направлений особое место занимают исследования истории экологической политики. Сложность состоит в том, что экологическая политика как направление деятельности находится в стадии становления в мире и, особенно, в современной России.

В целом предстоит большая работа по организации и проведению исследований истории экологизации техники и деятельности.

### 4.3. Перспективы экологизации техники и деятельности

Процесс экологизации техники и деятельности идет, и, несмотря на сложности и внутренние противоречия, темп экологизации нарастает, что объективно отражается в бурном развитии экотехники и экотехнологий. Этому также способствует распространение экологических знаний и изменения, происходящие в сознании людей и общества в целом.

В конце XX века возник и набрал силу процесс жесткой экологической критики техники, проектов, программ. Ускоренная экологизация техники и технологий, всей техносферы – объективная необходимость. Стратегия экологизации направлена на решение проблем взаимодействия природы и общества путем ограничения давления на окружающую природную среду, минимизации вредных воздействий и последствий.

После Конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро (Коптюг, 1992; Новая парадигма..., 1999), в мире идет “тихая” экологическая революция. Ее правовая база – международные стандарты ИСО-14000 “Основы экологического управления” (Пашков и др., 1997), ядро которых – разработка и реализация международной, национальной, региональной и корпоративной экологической политики.

Однако этот процесс далеко неоднозначен и весьма противоречив, что показали события, происшедшие после Конференции «Рио-92», а также итоги развития и изменения в экостратегии, которые отражают и новые глобальные процессы, проявившиеся на Всемирной конференции в Йоханнесбурге в 2002 г.

Успешное развитие техники в интересах человека и человечества невозможно без радикального улучшения ее экологических характеристик, что требует концентрации ресурсов не на гигантских проектах и программах, а минимизации вредных воздействий. Это возможно за счет активного совершенствования техники, внедрения принципиально новых технологий.

Ключевую роль в процессе экологизации техники должно сыграть изменение психологии, стереотипов деятельности, этики профессионалов и всего общества на основе обязательного экологического образования.

В соответствии со стратегией экологизации и принципами устойчивого развития необходим переход к комплексному экологическому управлению в техносфере в XXI веке. В ближайшие годы предстоит разработать экологическую политику, внедрить

эффективную систему экологического управления техносферой, ужесточить требования к профессионалам и технике. В основе экологической политики должны лежать принципы устойчивого развития.

Приоритетом является реализация права человека на жизнь в благоприятной среде за счет уменьшения риска и последствий путем ограничения воздействий на природу. Для этого требуется жесткий экологический контроль состояния и развития технических объектов, систем, сфер деятельности (отраслей) и всей техносферы в целом, основанный на экологическом образовании, в информационное ядро которого должны входить необходимые знания по экологической истории техники.

Заметим, что экологическая политика должна лежать в основе технической политики, а не наоборот, как в большинстве случаев происходит сейчас, например, в сфере аэрокосмической деятельности, - см. (Власов, Кричевский, 1999; Кричевский, 1999).

Вместе с тем парадокс научно-технической революции ушедшего XX века состоял в том, что бурное развитие получили сверхмощные, энерго- и ресурсоемкие отрасли и сферы и деятельности (металлургическая, химическая, атомная, ракетно-космическая и т.п.), которые развивались в доэкологической постановке и до сих пор продолжают инерционное антиэкологическое развитие, с чрезвычайно медленными процессами экологизации.

В качестве примера можно привести активное применение в России ракет-носителей, созданных 30-40 лет назад. Это одноразовая многоступенчатая РН "Протон", в которой используется в качестве топлива экотоксикант - несимметричный диметилгидразин (гептил), причем, именно эта РН является сейчас в России основным и наиболее надежным средством доставки ПГ в космос, в том числе по коммерческим программам и проектам (более 10 пусков в год) (Власов, Кричевский, 1999; Михайлов, 1999).

Кроме того, в рамках конверсионного применения военной техники, сотни боевых ракет, в том числе гептиловых, вводятся в цикл новой эксплуатации, который может растянуться на десятилетия, создавая новые угрозы для регионов и территорий России. Например, в Амурской области на космодроме Свободный Минобороны России в 1999-2005 гг.<sup>3</sup> пытались реализовать опасный проект кон-

<sup>3</sup> 2006 г. в России было принято решение о консервации космодрома Свободный, выполнение работ по экологически опасному проекту КРК «Стрела» прекращено, не было ни одного запуска гептиловых ракет «Стрела» с этого космодрома.

версионного космического ракетного комплекса (КРК) «Стрела» (стартовая масса 105 т, из них ~ 26 т гептила и ~ 60 т азотного тетраксида), созданного на базе боевой ракеты РС-18, что в случае аварий, с учетом особенностей экосистемы, может привести к региональной экологической катастрофе (Игнатьева, 2002; Кричевский, Федоров, 2002; Krichevsky, 2005).

Парадоксально, но пролонгации процесса применения устройств, экологически опасных ракет, объективно способствует неомилитаризация, спровоцированная международным терроризмом 11 сентября 2001 г., и необходимость длительной борьбы с ним в глобальном масштабе, провозглашенная и реализуемая антитеррористической коалицией, которую возглавили США, а также фактический выход США из Договора по СНВ, силовые методы и новые «правила игры» в решении проблем безопасности, которые навязывают миру США, как ведущая держава.

Аналогичная ситуация в атомной отрасли, где продолжают эксплуатироваться реакторы, разработанные и построенные в доэкологическую, дочернобыльскую эпоху. Колоссальной и практически тупиковой в настоящее время является проблема радиоактивных отходов (Яблоков, 1997). При этом в России в последние годы делаются практические попытки организовать переработку отработавшего атомного топлива и хранение радиоактивных отходов, причем в значительных объемах и на длительные сроки, что вызывает обеспокоенность в связи с новыми угрозами экологической безопасности на полном жизненном цикле реализации таких опасных проектов и объектов.

То есть отрасли – формальные лидеры НТП XX века, фактически оказались экологическими аутсайдерами, что свидетельствует о грубейших просчетах в разработке и реализации технической и экологической политики как в нашей стране, так и во всем мире. Объективно это свидетельствует о глубинной антиэкологической сущности военной деятельности и всего процесса милитаризации, которая не может быть преодолена полностью, но может быть минимизирована системой ограничений военной активности.

Однако есть и другая сторона экологического кризиса. - В ведущих отраслях и сферах технической деятельности: существуют колоссальные резервы экологизации техники, технологий, деятельности.

Именно эта проблема – использования резервов экологизации, при всех сложностях, противоречиях и новых угрозах, возникающих в процессе развития, становится приоритетной в наступившем новом веке и тысячелетии отечественной и всемирной истории.

Решение данной проблемы потребует значительных усилий не только в сфере разработки и производства экологичной техники, но и в исследовании и развитии самой ЭИТ как важного инструмента экологизации.

#### **4.4. Обучение экологической истории техники и подготовка научных кадров**

Важным направлением работы по экологизации техники и деятельности является обучение ЭИТ и подготовка научных кадров по данному научному направлению.

Необходимо разработать и внедрить в учебный процесс в высшей школе специальные адаптированные программы спецкурсов (объемом 12-24 часа) для подготовки различных категорий специалистов, в первую очередь - самих историков, особенно специализирующихся по истории науки и техники, профессиональных экологов всех специальностей, а также инженеров и специалистов в областях технической деятельности, включая менеджмент.

По результатам исследований автором разработан спецкурс «Экологическая история техники» объемом 24 часа (Приложение 3).

Цель спецкурса - ознакомление студентов с основами экологической истории техники - нового комплексного научного направления.

Основные задачи: 1) изучить теоретико-методологические основы ЭИТ; 2) обучить методике эколого-исторического анализа техники и технологий на конкретных примерах.

Рассматриваются методология и опыт исследований экологической истории техники на конкретных примерах объектов, видов техники, отраслей и сфер деятельности, показаны перспективы применения экологической истории техники для экологизации техники и деятельности.

Структура спецкурса охватывает 4 темы (и соответствует структуре данной монографии):

1. Введение в экологическую историю техники (2 часа).
2. Методологические основы экологической истории техники (4 часа).
3. Экологическая история техники на примерах конкретных объектов, видов, отраслей техники и сфер деятельности (14 часов).
4. История и перспективы экологизации техники и деятельности (4 часа).

Форма итогового контроля: написание реферата и зачет (с оценкой) по курсу.

Впервые спецкурс был апробирован-прочитан автором в феврале-марте 2003 г. и в последующие 2 учебных года (в 2004 и 2005 гг.) студентам-выпускникам кафедры геоэкологии 5-го курса днев-

ного отделения экологического факультета Международного независимого эколого-политологического университета (Москва), которые успешно прошли обучение.

Из опыта обучения следует отметить 2 аспекта:

1) ощущается острый дефицит учебной эколого-исторической литературы;

2) в связи со сложностью, обусловленной комплексностью и интегральным характером знаний, целесообразно читать данный спецкурс студентам-выпускникам вузов, аспирантам и магистрантам.

В перспективе возможно создание полноценного курса ЭИТ и введение его в образовательный стандарт для ряда исторических, экологических, инженерных и управленческих специальностей.

Целесообразно организовать подготовку научных кадров в области ЭИТ как междисциплинарного направления, входящего в научную сферу экологической истории.

Предстоит подготовить лекции, в дальнейшем - разработать краткий спецкурс для аспирантов по специальностям, относящимся к истории и философии науки и техники, также к техническим наукам, защите населения и территорий, экологии.

Необходимо разработать и опубликовать соответствующие учебные пособия по ЭИТ.

\* \* \*

Рассмотренные в данной главе вопросы экологизации техники и деятельности свидетельствуют о перспективах развития и применения ЭИТ, о необходимости организации систематических исследований, а также обучения в высшей школе и подготовки кадров в области ЭИТ.

---

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенного исследования были разработаны теоретико-методологические основания нового междисциплинарного научного направления “экологическая история техники”, определены предмет, объект, общая структура и основные задачи ЭИТ, а также основные методы ЭИТ и структура методики эколого-исторических исследований техники. На примерах объектов техники и деятельности показаны возможное применение методов ЭИТ, выделены основные проблемы и перспективы исследований ЭИТ.

ЭИТ является новым научным инструментом для исследования и решения фундаментальных и прикладных задач состояния и перспектив развития техники и деятельности, дополняет традиционные методы истории техники новым экологическим взглядом, знаниями и опытом.

Через выявление эколого-исторических закономерностей развития техники, соответствующую рефлекссию и активность появляется новый шанс для эффективной коррекции технической деятельности в России и мире, что чрезвычайно важно для предотвращения экологической катастрофы, выживания и развития человечества в эпоху глобализации, перехода к сбалансированному социоприродному развитию.

Вместе с тем, существуют значительные трудности в организации и проведении исследований в области ЭИТ, обусловленные сложностью объекта исследования, новизной подходов, большим объемом работы.

Эти трудности могут быть преодолены в процессе длительной напряженной работы, по мере накопления и усвоения опыта исследований, когда, на основе экологической подготовки, при экологическом взгляде на объект исследования, возникает новое прочтение традиционных текстов, исторических фактов и другой информации, добывается новая эколого-историческая информация, вырабатываются принципиально новые научные знания.

### **Основные выводы**

1. В связи с актуальностью экологических проблем, в структуру исследований истории техники необходимо включать экологические разделы, что предполагает соответствующую подготовку и экологическую культуру самих специалистов в области истории техники.



2. Для исследования проблем на стыке истории техники и экологической истории, ликвидации отставания в анализе и решении экологических проблем развития технической деятельности и техносферы необходимо целенаправленное развитие нового комплексного направления “экологическая история техники”.

3. Экологическая история техники по существу является частью нового междисциплинарного научного направления «экологическая история», активно развивающегося в США, Европе, Канаде, и имеет важное значение для:

3.1. анализа итогов XX века, 2-го тысячелетия и всей истории человечества, а также для прогнозирования развития техники и техносферы;

3.2. осознания и решения современных и перспективных проблем развития России и мирового сообщества в эпоху глобализации;

3.3. экологизации техники и деятельности в целях выживания и развития человечества, предотвращения экологической катастрофы, реализации перехода к устойчивому (балансированному) экологобезопасному социоприродному развитию.

4. Накопленный опыт исследований ЭИТ показывает принципиально новые возможности и перспективы анализа и совершенствования техники, существенно дополняя, обогащая традиционные подходы истории техники.

5. Целесообразно продолжить исследования ЭИТ по следующим основным направлениям:

5.1. Общая методология ЭИТ и конкретные методики эколого-исторических исследований.

5.2. Реконструкция ЭИТ на примере конкретных объектов, отраслей, сфер деятельности, событий.

5.3. Прогнозирование развития техносферы и экологических проблем на примере конкретных видов техники и технологий, отраслей, сфер деятельности, событий.

5.4. История и перспективы экологизация техники и деятельности, в том числе экологической политики в сфере технической деятельности, развития новой экотехники, методов экологических оценок и т.д.

6. Для организации систематических фундаментальных и прикладных исследований ЭИТ целесообразно создание в структуре ИИЕТ РАН проблемной группы или лаборатории «Экологическая история техники» в составе Экологического центра. Предстоит организовать исследования по единому плану, сформировать

коллектив исследователей и соответствующую научную школу в области ЭИТ.

7. Результаты исследований ЭИТ могут быть использованы в научных и практических целях, а также в образовательном процессе в высшей школе, для подготовки научных кадров.

8. Разработан и в 2003-2005 гг. апробирован в МНЭПУ (Москва) специальный курс «Экологическая история техники» объемом 24 часа для высших учебных заведений. Целесообразно ввести его в учебный процесс высшей школы в виде адаптированных спецкурсов в программы подготовки историков, экологов, инженеров, других специалистов технических отраслей (сфер деятельности), а также организовать подготовку научных кадров в области ЭИТ. В перспективе на его базе можно создать и внедрить в учебный процесс полноценную учебную дисциплину, адаптированную к требованиям соответствующих специальностей.

---

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем: Учебник. Под ред. М.Ю. Долматова, Э.Г. Телящева. – М.: Химия, 2002.
2. Авиация: Энциклопедия. Гл. ред. Г.Л. Свищев. – М., 1994.
3. Адамович Б., Горшенин В. Жизнь вне Земли. – М., 1997.
4. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1999.
5. Алексеев Г.Н. Энергетика и экология: закономерности, проблемы и перспективы развития новейших технологий - критерии оценок // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1996. – М., 1997. С. 274-276.
6. Аллен Дж., Нельсон М. Космические биосферы: Пер. с англ. – М., 1991.
7. Альперович К.С. Годы работы над системой ПВО Москвы – 1950 - 1955 (Записки инженера). – М.: 2003.
8. Архипов Д.Б. Краткая всемирная история: наукометрический анализ. – СПб.: Наука, 1999.
9. Белов Г.В. Пути развития летательных аппаратов. – М.: Металлургия, 1995.
10. Бойко Ю.С. Воздухоплавание в изобретениях. – М.: Транспорт, 1999.
11. Бойко Ю.С. Воздухоплавание: Привязное. Свободное. Управляемое. – М.: Изд-во МГУП, 2001.
12. Бойко Ю., Кричевский С. Дирижабли очищают Землю от ракетно-космического мусора: новая работа и новые возможности // Воздухоплаватель. 2001. № 2.
13. Бойко Ю.С., Кричевский С.В. Удаление отходов ракетно-космической деятельности // Безопасность жизнедеятельности. 2002. № 2. С. 21-25.
14. Борейко В.Е. Экологические преступления военных в Украине и сопредельных территориях. – Киев: Киевский эколого-культурный центр, 2000.
15. Братимов О.В., Горский Ю.М., Делягин М.Г., Коваленко А.А. Практика глобализации: игры и правила новой эпохи / Под ред. М.Г. Делягина. – М.: Инфра-М, 2000.
16. Будрейко Е.Н. Эволюция путей охраны окружающей среды: от отраслевого к региональному принципу // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1996. – М., 1997. С. 277-284.

17. Будрейко Е.Н. Особенности современного периода развития гальванотехники (1980 – 1990-е годы) // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1999. – М., 2000. С. 276-278.
18. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977.
19. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
20. Булатов В.И. Россия радиоактивная. – Новосибирск, 1996.
21. Булатов В.И. Россия: армия и экология: Геоэкологические проблемы ВПК и военно-оборонной деятельности. - Новосибирск: ЦЭРИС, 1999а.
22. Булатов В.И. Экология России: рубеж XX-XXI вв. Классификация. – Новосибирск, 1999б.
23. Бумаженко О.В. Энергоэффективное (экологическое) строительство (информационно-аналитический обзор). -<http://www.sciteclibrary.com/rus/catalog/pages/1289.html>
24. Бурдаков В.П., Еланский Н.Ф., Филин В.Н. Влияние запусков ракет «Шаттл» и «Энергия» на озонный слой Земли // Вестник АН СССР. 1990. Т.12.
25. Бурдаков В.П. Эффективность жизни (введение в экоматерику). – М.: Энергоатомиздат, 1997.
26. Бурунов В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория вооружения: Учебное пособие / Под ред. А.А. Рахманова. – М., 2002.
27. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. - СПб.: Наука, 1997.
28. Васильева Н.В. Исследование закономерностей накопления загрязняющих веществ на территориях с высокой антропогенной нагрузкой (на примере г. Ярославля). Автореферат диссертации на соиск. ученой степени канд. технич. наук. – М., 2000.
29. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. - М.: Наука, 1989.
30. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. - М., 1994.
31. Вернадский В.И. Труды по философии естествознания. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 2000.
32. Вестник ПВО. <http://pvo.guns.ru/>
33. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор. Отв. ред. А.В. Яблоков. - М.: Наука, 1999.
34. Военно-промышленный курьер. <http://www.vpk-news.ru/>
35. Военная экология: Учебник / В.В. Гутенев и др. - М.: Воениздат, 2005.
36. Военный энциклопедический словарь. М.: Воениздат, 1986.

37. Воздушно-космическая оборона. <http://www.vko.ru/>
38. Волченко В.Н. Миропонимание и экоэтика XXI века. Наука – Философия – Религия. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001.
39. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательство “Феникс”, 1996.
40. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М., 1997.
41. Гвоздецкий В.Л. Социальная история техники (постановка проблемы) // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1996. М., 1997. С.15-22.
42. Георгиевский А.Б. Становление эволюционной антропоэкологии // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1998. – М., 1999. С. 456-461.
43. Гиренок Ф.И. Экология, цивилизация, ноосфера. – М.: Наука, 1987.
44. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека (Печальный опыт России). – Новосибирск: СО РАМН, 2002.
45. Голотюк В.Л., Докучаев И.Н., Дубров Г.К. и др. Войска ПВО страны: вспоминают ветераны: Сборник. – М., 2005.
46. Голотюк В.Л. Так зарождалась воздушная оборона России (1914-1915 гг.). [http://www.vko.ru/print.asp?pr\\_sign=archive.2006.26.26](http://www.vko.ru/print.asp?pr_sign=archive.2006.26.26)
47. Голубев В.С., Шаповалова Н.С. Человек в биосфере: Учебное пособие. Под ред. И.Г. Страховской. – М.: Варяг, 1995.
48. Горелов А.А. Социальная экология. – М., 1998.
49. Горохов В.Г. Концепции современного естествознания и техники: Учебное пособие. – М., 2000.
50. Господство в воздухе. Вероятные формы будущей войны: Пер. с итал. / Дж. Дуэ. Военная доктрина генерала Дуэ. Пер. с фр. / Арсен М.П. Вотье. – М., СПб., 2003.
51. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. под ред. Э.В. Гирусова. – М., 2004.
52. Гриценко А.И., Акопова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997.
53. Гришин С.Д., Лесков Л.В. Индустриализация космоса. – М.: Наука, 1987.
54. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – М.: ТАНАИС, 1994.
55. Гутина В.Н. Экология и экологизм // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1999. – М., 2000. С. 234-237.

56. Гэтланд К., Шарп М., Скиннер Д. и др. Космическая техника: Иллюстрированная энциклопедия: Пер. с англ. - М.: Мир, 1986.
57. Давиденко Н.М. Проблемы экологии нефтегазоносных и горнодобывающих регионов Севера России. –Новосибирск: Наука, Сиб. Предприятие РАН, 1998.
58. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс- Традиция, 2000.
59. Дедиков Е.В., Питьева К.Е., Кузьминых Т.А., Кузнецов В.А. Формирование природно-техногенных сред в субтропиках Причерноморья под влиянием интенсивного нефтяного загрязнения. Обзорная информация. Серия «Охрана окружающей среды и промышленная безопасность». – М.: ИРЦ Газпром, 2002.
60. Декларация Конференции ООН по охране окружающей среды и развитию. - Рио-де-Жанейро, 1992.
61. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев, 1989.
62. Джафаров К.И. Начала газового дела. Специальный выпуск. – М. ИРЦ Газпром, 1999.
63. Дмитриенко Т. Побратим Семипалатинска (1-3). В 3-х частях // Свободный курс (Барнаул). 2006. № 22. 1 июня; № 23. 8 июня; № 24. 15 июня.
64. Дрекслер К.Э. Машины создания [созидания]. Грядущая эра нанотехнологии / Пер. на русс. яз. - М. Свердлов. - <http://mikeai.nm.ru/russian/eoc/eoc.html> . Оригинал текста издания на англ. яз: Anchor Books. 1986. - <http://foresight.org/EOC>
65. Дубовик О.Л. Экологические преступления: Комментарий к главе 26 Уголовного кодекса Российской Федерации. – М., 1998.
66. Дузь П.Д. История воздухоплавания и авиации в России: Период до 1914 г. – М.: Наука, 1995.
67. Ерофеев Б.В. Экологическое право России: Учебник. Издание второе. – М.: “Юрист”, 1996.
68. Железняков А.Б. Испытания ядерного оружия в космосе // Атомная стратегия. 2005. № 5. С. 20-21.
69. За экологическую безопасность ракетно-космической деятельности. Программа Международного Социально-Экологического Союза. - М., 2000. - <http://seu.ru/programs/cosmos/>
70. Захаров В.М, Чубинишвили А.Т., Баранов А.С и др. Здоровье среды: методика и практика оценки в Москве. – М.: ЦЭПР, 2001.

71. За экологическую безопасность ракетно-космической деятельности. Резолюция // Материалы 7-й Конференции Международного Социально-Экологического Союза. Киев, Украина, 21-25 августа 2000 г. – М.: ЦКИ СоЭС, 2000, с.46-47.

72. “Зелёные” юбилеи человечества – 2000 // Зелёный мир. 1999. № 26. 2000. № 7-8, 9-10, 23-24.

73. Зелёный мир. Российская экологическая газета. 1990-2006 гг.

74. Зворыкин А.А., Осьмова Н.И., Чернышев В.И., Шухардин С.В. История техники. Отв. ред. Ю.Н. Милонов. - М.: Соцэкгиз, 1962.

75. Зубаков В. XXI век. Сценарии будущего: Анализ последствий глобального экологического кризиса. Философско-прогностическое эссе // Зеленый мир. 1996. № 9. С.3—15.

76. Зубаков В.А. Параметры эгогеософской стратегии выживания // Общественные науки и современность. 2000. № 5. С. 142 – 152.

77. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеиздат, 1984.

78. Игнатова Е. Старьевщики на орбите: космодром «Свободный» представляет угрозу для местных жителей // Новая газета. 2002. № 88, 28 ноября – 1 декабря. <http://2002.novayagazeta.ru/pomer/2002/88n/n88n-s16.shtml>

79. Иголкин А.А. Источники энергии: экономическая история (до начала XX века). – М.: РГГУ, 2001.

80. Инженерная защита окружающей среды в примерах и задачах. Учебное пособие / Под ред. О.Г. Воробьева. –СПб., 2002.

81. Информационный портал ПВО-ПРО.RU. <http://www.pro-rvo.ru/>

82. Кавтарадзе Д.Н., Овсянников А.А. Природа и люди России: основания к пониманию проблемы. – М.: Проект ГЭФ “Сохранение биоразнообразия”, 1999.

83. Календарь ядерной эры: ни дня без аварии. GREENPEACE, 1996.

84. Калыгин В.Г. Промышленная экология. – М.: МНЭПУ, 2000.

85. Капица С.П. Общая теория роста человечества: сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. – М.: Наука, 1999.

86. Каримов А.Э. Европейское общество по экологической истории (ESEH) // Вопросы истории естествознания и техники, 2001а. № 1. С. 203-204.

87. Каримов А.Э. Европейское общество по экологической истории (ESEH). Приглашение к сотрудничеству и членству (2001б) - <http://www.ihst.ru/~krm/work/eseh/welcome/about.html#subscribe/>

88. Кароль И.Л., Киселев А.А. Нужно ли менять “Боинг” и “Ту” на ковер-самолет? // Природа. 2001. № 5.
89. Карпинская Р.С., Лисеев И.К., Огурцов А.П. Философия природы: коэволюционная стратегия. - М.: Интерпракс, 1995.
90. Киселев А.И., Медведев А.А., Меньшиков В.А. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. - М.: Машиностроение, 2001.
91. Кисунько Г.В. Секретная зона: Исповедь генерального конструктора. - М., 1996. 510 с.
92. Когда на космодроме «Свободный» готовились к запускам ракет на гептиловом топливе // Зеленый мир. 2002 г. №19. С. 5-6.
93. Козлов Б.И. Возникновение и развитие технических наук: опыт историко-теоретического исследования. - Л.: Наука, 1988.
94. Коммонер Б. Замыкающийся круг: Природа, человек, технология: Пер. с англ. / Послесл. Е.К. Федорова. - Л.: Гидрометеоздат, 1974.
95. Комментарий к Закону Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды” // Рук. автор. коллектива и отв. ред. С.А. Боголюбов. - М., 1996.
96. Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.): Информационный обзор. - Новосибирск, 1992.
97. Кордюм В.А. Эволюция и биосфера. - Киев.: Наукова думка, 1982.
98. Космическая биология и медицина: Совместное российско-американское издание в пяти томах. Тома 1-IV. - М.: Наука, 1994, 1997, 2001.
99. Космическая деятельность, биотехнология, генная инженерия: аспекты экологической опасности. Аналитический обзор / С. Кричевский, К. Кричевская / Составление и предисловие – С. Кричевский. - М.: МСоЭС, 2000.
100. Космическое оружие: дилемма безопасности / Под ред. Е.П. Велихова, Р.З. Сагдеева, А.А. Кокошина. - М.: Мир, 1986.
101. Космонавтика: Энциклопедия. Гл. ред. В.П. Глушко. - М., 1985.
102. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. - М., 1992.
103. Кривошеина Г.Г. История экологического знания // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1998. - М., 1999. С. 543-546.
104. Кричевский С.В. Аэрокосмическая деятельность и глобальная безопасность // В сб. “Аэрокосмическая деятельность и



общество”. Доклад на X Международном симпозиуме по истории авиации и космонавтики, Москва, июнь 1995 г. - М.: ИИЕТ РАН, 1996. С. 83-95.

105. Кричевский С.В. Космическая деятельность: итоги XX века и стратегия экологизации // Общественные науки и современность, 1999 а. № 6. С. 141-149.

106. Кричевский С.В. Космическая техника XXI века: развитие через экологизацию // Технич. реальность в XXI веке. Матер. IV Конф. по философии техники и технетике (Омск, 20-22 января 1999). Вып 8. “Ценологические исследования”. Ред. и сост. Б.И. Кудрин.– М.: Центр системных исследований, 1999 б. С. 83-95.

107. Кричевский С.В. Экологическая политика в сфере аэрокосмической деятельности: предыстория, состояние, прогноз // Тезисы докладов. XII Международный симпозиум по истории авиации и космонавтики. Тезисы докладов. – М.: ИИЕТ РАН, 1999 в. С. 92-94.

108. Кричевский С.В. Критика технетики // Техническая реальность в XXI веке. Материалы V Межд. науч. Конфер. по философии техники и технетике (Калининград, 26-28 января 2000). Вып 12. “Ценологические исследования”. Ред. и сост. Б.И. Кудрин. – М.: Центр системных исследований, 2000 а. С. 46-55.

109. Кричевский С. «Мир»: уничтожить нельзя спасти... Где поставить запятую? // Техника – Молодежи. Журнал. - М., 2000 б. № 1. С. 24-26, 32-33.

110. Кричевский С.В., Кричевская Л.В. Проект спасения космической станции «Мир» как объекта всемирного культурного наследия (культурологический аспект) // Материалы секции «Космонавтика и культура» XXIV Академические чтения по космонавтике. Москва, январь 2000 г. – М.: РАН, АМКОС, 2000 в. С.93-102.

111. Кричевский С.В. Экологическая история техники XX века и стратегия экологизации // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1999. – М.: ИИЕТ РАН, 2000 г. С. 291-296.

112. Кричевский С.В. Основания экологической истории техники / Тезисы докладов Конференции “ИНТЕРНАС – 2000”, Калуга, июнь 2000 г. – Калуга, 2000 д. - <http://kspu.kaluga.ru/univer/konf/internas/>

113. Кричевский С.В. Социально-экологические проблемы, ограничения и перспективы космонавтики // XXXV Научные Чтения, посвященные разработке творческого наследия К.Э Циолковского (Калуга, 12-14 сентября 2000 г.). Тезисы докладов. – М.: ИИЕТ РАН, 2000 е. С. 121-122.

114. Кричевский С.В. Экологическая история техники: постановка проблемы // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция, 2000. – М., 2000 ж. С. 348-352.

115. Кричевский С.В. Отчет о научно-исследовательской работе: «Экологическая история техники (теоретико-методологические аспекты)» – М.: ИИЕТ РАН, 2000з. - 36 с. Рукопись.

116. Кричевский С.В. Экологическая история космической станции «Мир»: краткий анализ // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция, 2001 а. Отв. Ред. В.М. Орел. – М., 2001а. С. 428-432.

117. Кричевский С. Экологическая политика в сфере ракетно-космической деятельности и особо охраняемые природные территории на примере района падения ступеней ракет в Алтайском заповеднике // Зеленый мир. 2001б. № 12-13. С. 12-13.

118. Кричевский С.В. Социально-экологические проблемы ракетно-космической деятельности // Вести СоЭС, 2001в. № 3. С. 54-56.

119. Кричевский С.В. Экологическая политика в сфере ракетно-космической деятельности и устойчивое развитие // Сборник тезисов докладов XXVI академических чтений по космонавтике. Москва, 30 января – 1 февраля 2002 г. – М., 2002 а. С. 186-187.

120. Кричевский С.В. Астероидно-кометная опасность и защита от нее как глобальная экологическая проблема (методологические и исторические аспекты) // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция, 2002. Отв. Ред. В.М. Орел. – М., 2002 б. С. 471-474.

121. Кричевский С.В. Актуальные вопросы обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности // Материалы Всероссийской конференции по экологической безопасности. Москва 4-5 июня 2002 г. – М., 2002 в. С. 110-112.

122. Кричевский С., Федоров Л. Создание и деятельность космодрома «Свободный»... // Зеленый мир. 2002 г. № 19. С. 4.

123. Кричевский С.В. Прогнозирование и мониторинг чрезвычайных ситуаций с использованием космонавтов и пилотируемых объектов // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Научно-практическая конференция МЧС России. 23 октября 2002 г. Сборник материалов. – М.: Центр «Антистихия», 2002 д. С. 50-51.

124. Кричевский С.В. Экологическая история космической станции «Мир» // Конверсия в машиностроении. 2002е. № 6. С. 24-27.

125. Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы). – М.: Экологический центр ИИЕТ РАН, 2002ж. 166 с. Рукопись.

126. Кричевский С.В. Экологическая история техники: новое научное направление и учебная дисциплина // Региональные тенденции взаимодействия человека и природы в процессе перехода от аграрного к индустриальному обществу: Материалы международной научной конференции (Тверь, 19-21 марта 2003 г.) / Отв. ред. Т.И. Любина. –Тверь: Золотая буква, 2003. С. 18-25.

127. Кричевский С.В. Эволюция парадигм аэрокосмической деятельности (методологические, исторические, социально-экологические аспекты) // Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века. Материалы международной научно-общественной конференции. 2003. Т.2. - М.: Международный Центр Рерихов, 2004. С. 178-185.

128. Кричевский С.В. Экологическая история орбитального комплекса «Мир» // Земля и Вселенная. 2004а. № 1. С. 74-79.

129. Кричевский С. Проблемы отраслевой экологической политики // Государственная служба. 2004б. №4. С. 89-94.

130. Кричевский С.В. Экологическая политика и экологическая безопасность ракетно-космической деятельности (методологические и практические аспекты) // Конверсия в машиностроении. 2006а. № 2. С. 32-36. - <http://www.rags.ru/files/kr03.doc>

131. Кричевский С.В. Историко-экологические исследования военной техники (на примере систем противовоздушной обороны) // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. Годичная научная конференция. 2006 / Проблемы экологии. Круглый стол «К 20-летию чернобыльской катастрофы». –М.: Анонс Медиа, 2006б. С. 507-510.

132. Круть И.В., Забелин И.М. Очерки истории представлений о взаимоотношении природы и общества / Предисл. Б.С. Соколов, Р.С. Карпинская. – М.: Наука, 1988.

133. Кудрин Б.И. Технетика: новая парадигма философии техники (третья научная картина мира). – Томск, 1998.

134. Кузнецов В.М., Назаров А.Г. Радиационное наследие холодной войны: опыт историко-научного исследования. - М., 2006.

135. Кутырёв В.А. Естественное и искусственное: борьба миров. - Н. Новгород, 1994.

136. Лапин В. Л., Мартинсен А. Г., Попов В. М. Основы экологических знаний инженера.- М.: Экология, 1996.

137. Лашков А.Ю. Зарождение, становление и боевая деятельность объектовой противовоздушной обороны России накануне и в годы Первой мировой войны: Дисс. канд. ист. наук: 20.02.22. М., 2005.

138. Ленк Х. Размышления о современной технике: Пер. с нем. под ред. В.С. Степина. - М.: Аспект-Пресс, 1996.
139. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учебник для вузов. Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2001.
140. Лускинович П. Нанотехнология // Компьютерра. 13.10.1997. № 41.
141. Мазур И.И., Молдованов О.И. Курс инженерной экологии: Учебник. - М., 1999.
142. Мамедов Н.М. Экологические проблемы и технические науки (философско-методологические аспекты). –Баку, 1982.
143. Материалы Всероссийского съезда по охране природы (3-5 июня 1995 г., Москва). - М.: РЭФИА, 1995.
144. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста: Учебное пособие. - М., 1994.
145. Медоуз Д. и др. Пределы роста. - М., 1991.
146. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Ч. I-III: Пер. с англ. / Под ред. Ягодина Г.А. – М., 1996.
147. Михайлов В.П. Экология космоса: Программа спецкурса экологического и технического образования. – М.: ИИЕТ РАН, 1995.
148. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения: история происхождения. – М.: ИИЕиТ РАН, 1999 а.
149. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения Земли: зарождение тенденций. – М.: ИИЕиТ РАН, 1999 б.
150. Михайлов В.П. Космические и ракетные осколки и фрагменты как музейные экспонаты // История техники и музейное дело. 10-11 декабря 1997 г. Материалы научной конференции, посвященной 125-летию Политехнического музея. – М., 1999 в. С. 97-105.
151. Михайлов В.П. Исследование истории дистанционного зондирования Земли. – М.: ИИЕТ РАН, 2000 (рукопись).
152. Михайлов В.П. Основные этапы аэрокосмических дистанционных методов исследования Земли // ИИЕТ им. С.И. Вавилова. Годичная научная конференция, 2001. - М.: Диполь-Т, 2001. С. 435-438.
153. Михайлов В.П. Исследование экологической безопасности мирового парка ракетно-космических систем // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция, 2002. Отв. Ред. В.М. Орел. – М., 2002 а. С. 474-476.

154. Михайлов В.П. Экологической период развития ракетно-космической техники // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция, 2002 б. Отв. Ред. В.М. Орел. – М., 2002. С. 508-511.
155. Мишин В.П. Возможности ракетно-космической техники для улучшения и продления жизни человечества на Земле // Полет. 2002. №3. С. 55-57.
156. Мишин В.П., Паничкин Н.И. Основы авиационной и ракетно-космической техники: Учеб. пособие. М., 1998.
157. Моисеев Н.Н. Быть или не быть ... человечеству? - М., 1999.
158. Моисеенко М.А. Повышение эффективности финансово-правового механизма регулирования охраны окружающей среды. Автореферат дисс. на соиск. ученой степени кандидата юридич. наук. – М., 2002.
159. Московская городская научно-практическая конференция «Автотранспортный комплекс и экологическая безопасность». Сборник. – М.: Издательство Прима – Пресс-М, 1999.
160. Московский городской экологический профиль. – М.: Комитет по телекоммуникациям и СМИ Правительства Москвы, 1998.
161. Моткин Г.А. Основы экологического страхования. - М.: Наука, 1996.
162. Муравых А.И. Философия экологической безопасности (Опыт системного подхода). - М., 1997.
163. Муртазов А.К. Экология околоземного космического пространства. - М., 2004.
164. Назаретян А.П. Агрессия, мораль и кризисы в развитии мировой культуры (Синергетика исторического процесса). Курс лекций. Изд. 2-е, перераб. и доп.– М., 1996.
165. Назаретян А.П. Цивилизационные кризисы в контексте универсальной истории: Синергетика, психология, футурология. – М., 2001.
166. Нанотехнология в России. Сайт. - <http://nanotechnology.nn.ru/>.
167. Наука и безопасность России. Коллектив авторов. Отв. ред. А.Г. Назаров; Издание ИИЕТ РАН. – М.: Наука, 2000.
168. Национальный план действий по охране окружающей среды Российской Федерации на 1999-2001 годы. – М.: Гос. комитет РФ по охране окруж. среды, 1999.

169. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР): Пер. с англ.; Под ред. и с послесл. С.А. Евтеева и Р.А. Перелета. - М.: Прогресс, 1989.
170. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: В 2-х т.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993.
171. Негрбов О.П. Основы экологии и природопользования: Гидросфера: Учебное пособие. – Воронеж, 1997.
172. Неизвестный Чернобыль: История, события, факты, уроки: Монография / Е.В. Бурлакова, В.М. Кузнецов, В.А. Москаленко, А.Г. Назаров и др. - М., 2006.
173. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Глобальная экология: Учебное пособие. –М.: Издательство ПРИОР, 2001.
174. Новая парадигма развития России (Комплексная исследования проблем устойчивого развития). Под ред. В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.К. Левашова. – М., 1999.
175. Новости космонавтики. Журнал 1991-2003 гг. - [www.novosti-kosmonavtiki.ru](http://www.novosti-kosmonavtiki.ru)
176. Обзор окружающей природной среды в Российской Федерации за 1998 г. –М. Росгидромет, 1999.
177. Об охране окружающей среды: Сборник документов партии и правительства, 1917-1981 гг. / Сост. А.М. Галеева, М.Л. Курок. – 2-е изд., доп. – М.: Политиздат, 1981.
178. Одум Ю. Экология. В 2 т.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986.
179. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. - 3-е изд., стереотипное. – М.: АЗЪ, 1996.
180. Окружающая среда и риск-анализ: Обзор зарубежных концепций по материалам международного журнала “Анализ риска” за 1987-1991 гг. - М.: Институт молодежи, 1993.
181. О состоянии окружающей природной среды в РФ...(1994; 1995; 1996; 1997); году. Государственный доклад. Минприрода; Госкомэкология России // Зеленый мир, 1995-1998.
182. Орбитальный комплекс “Мир” 1986-2001.– М.: Росавиакосмос, Видеокосмос, 2001.
183. Орлов С.А. Формирование и особенности экологических школ в Ленинграде (20 – 30-е годы XX века) // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1998.– М., 1999. С. 225-226.
184. Официальные материалы 2-го Всероссийского съезда по охране природы. Саратов, 3-5 июня 1999 г. // Федеральный вестник экологич. права. 1999. № 8-9.
185. Охрана окружающей природной среды: Постатейный комментарий к Закону России. –М.: Республика, 1993.

186. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности.: Учебно-методическое пособие. Алексеев П.Д., Гридин В.И., Бараз В.И., Николаев Б.А. - М.: Типография «Нефтяник», 1994.
187. Павлова Е.И., Буравлев Ю.В. Экология транспорта: Учеб. для вузов. - М.: Транспорт, 1998.
188. Пан-Европейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия (ПЕС) // Охрана живой природы. Вып. 2 (7), 1997 г., переиздание 1999 г. – Нижний Новгород, 1997; –М., 1999.
189. Пасхин Е.Н., Митин А.И. Введение в экологическое моделирование: Учебно-методическое пособие. –М.: Изд-во РАГС, 1999.
190. Пашков Е.В., Фомин Г.С., Красный Д.В. Международные стандарты ИСО- 14000. Основы экологического управления. - М., 1997.
191. Первов М. Системы ракетно-космической обороны России создавались так. Изд. 2-е, доп. –М., 2004.
192. Повестка на 21-й век. Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. –М.: СоЭС, 1992.
193. Поликарпов В.С. История науки и техники: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1999.
194. Поляков Г.Г. Привязные спутники, космические лифты и кольца: Собрание трудов. Т. 1. –Астрахань: Изд-во Астраханского педагогического университета, 1999.
195. Пономаренко В.А. Страна авиация: черное и белое. - М.: Наука, 1995.
196. Пономаренко В.А. Авиация. Человек. Дух. – М.: ИП РАН, «Универсум», 1998.
197. Пономаренко В.А. Размышления о здоровье. - М.: Издательский Дом «Магистр-Пресс», 2001.
198. Попкова Н.В. Техногенное развитие и техносферизация планеты. –М.: ИФ РАН, 2004. – 260 с.
199. Попова Т.Е. Развитие биотехнологии в СССР. - М.: Наука, 1988.
200. Приоритеты национальной экологической политики России / Под ред. В.М. Захарова. – М.: Наука, Центр экологической политики России, 1999.
201. Проблемы экологии: Тематический справочник Российской академии наук. –Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2000.
202. Программа действий. Повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро // Центр “За наше общее будущее”. - Женева, 1993.

203. Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы. Одобрено на Конференции Министров по защите окружающей среды. –Люцерна, Швейцария, 28-30 апреля 1993 г.
204. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Словарь экологических терминов и понятий. - М.: Финансы и статистика, 1997.
205. Расновский А.А. Орбитальная система экологически безвредного энергоснабжения Земли из космоса // Российский космос. 2002. № 2. С. 12-16.
206. Реймерс Н.Ф. Начала экологических знаний. - М.: МНЭПУ, 1993.
207. Реймерс Н.Ф. Экология: Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. - М., 1994.
208. Рейтинги экологических издержек. –М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002.
209. Розин В.М. Философия техники: Учебное пособие –М., 2001.
210. Романов В.И. Опасности химического оружия России. –М., 2004.
211. Ромов А.В. Научно-техническое развитие и экологизация агросферы: философско-методологический аспект. Дисс. на соиск. уч. степ. д.ф.н. –М.: РАГС, 1998.
212. Российская Арктика: на пороге катастрофы. - М.: ЦЭПР, 1996.
213. Российско-норвежская программа «Чистое производство». История успешного развития. - М.: Российско-норвежский центр «Чистое производство», 2000.
214. Россия в окружающем мире: 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003 (Аналитический ежегодник). Отв. ред. Н.Н. Марфенин / Под общей ред. Н.Н. Марфенина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003.
215. Ростопчин В.В., Румянцев С.С. Трагедия военной авиации России: случайность или закономерность? 2002а. - <http://www.avia.ru/author/02.shtml>
216. Ростопчин В.В., Румянцев С.С. Беспилотные авиационные системы. Части 1-5. 2002 б. <http://www.avia.ru/author/03.shtml>
217. Рыбников С.И. Запуск космических летательных аппаратов и погода в регионах // Изобретатель и рационализатор. 1990. №5. С. 20-23.
218. Рыбников С.И. Кувалдой по хрустальному своду: Об экологической опасности и безопасности космонавтики // Знание–Сила. 1991. № 5. С. 19-23.
219. 50 лет впереди своего века (1946-1996). - М.: РКА, 1999.



220. Сайт Европейского Общества по экологической истории – European Society for Environmental History (ESEH). <http://www.eseh.org/>
221. Сайт ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН. - <http://www.ihst.ru/>
222. Сайт «Информационный сервер российской авиации» - [www.avia.ru/](http://www.avia.ru/)
223. Сайт «Информационно-аналитический портал о космосе» (Россия) - [www.spasenews.ru/](http://www.spasenews.ru/)
224. Сайт Международной организации гражданской авиации (ИКАО) - <http://www.icao.int/>
225. Сайт Ракетно-космической корпорации «Энергия», г. Королев. - <http://www.energia.ru/>
226. Сайт Федерального космического агентства [России]. - <http://www.roscosmos.ru/>
227. Саламатов Ю. Система законов развития техники / В сб. «Шанс на приключение». – Петрозаводск, 1991. - <http://www.innovatica.ru/>
228. Салахутдинов Г.М. Некоторые методологические вопросы развития техники // ИИЕиТ РАН. Годичная научная конференция, 1996. – М., 1997. С. 304-308.
229. Салахутдинов Г.М. Движущие силы развития техники (опыт историко-технических исследований). – М.: ИИЕТ РАН, 2000 (рукопись).
230. Серов Г.П. Правовое регулирование экологической безопасности при осуществлении промышленной и иных видов деятельности. - М.: Ось-89, 1998.
231. Серов Г.П. Экологическая безопасность населения и территорий Российской Федерации: (Правовые основы, экологическое страхование и экологический аудит): Учебное пособие. –М.: Анкил, 1998.
232. Симоненко О.Д. Сотворение техносферы: проблемное осмысление истории техники. – М.: SvR - Аргус, 1994.
233. Симоненко О.Д. Методологические проблемы истории техники // История техники и музейное дело. Материалы научной конференции, посвященной 125-летию Политехнического музея. 10-11 декабря 1997 г. – М., 1999. С. 46-50.
234. Симоненко О.Д. История техники и технических наук. Введение в специальность.: Монография. - М.: ИИЕТ РАН, 2000 (рукопись).
235. Симоненко О.Д. История техники и технических наук: философско-методологический анализ эволюции дисциплины: Монография. – М.: ИИЕТ РАН им. С.И. Вавилова, 2005.

236. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. ГОСТ Р ИСО-14001. - М.: Госстандарт России, 1998.
237. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. ГОСТ Р ИСО-14004. - М.: Госстандарт России, 1998.
238. Смит Р.К. Авианосцы легче воздуха. – М.: ПК «Воздух», 1999.
239. Соболев Д.А. История самолетов. Начальный период. - М., 1995.
240. Соболев Д.А. История самолетов. 1919-1945 гг. - М., 1997.
241. Соболев Д.А. История самолетов. - М., 2001.
242. Советская военная энциклопедия. В 8 т. М., 1976. Т.2. С. 317-323; М., 1978. Т. 6. С. 581-590.
243. Сокут С. Ударом на удар // Независимое военное обозрение. 12.11.1999.
244. Состояние окружающей среды в Московской области в 1998 году. Государственный доклад. – М.: Мособлкомприрода, 1999.
245. Социально-экологические последствия ракетно-космической деятельности. Специальный выпуск / Под ред. М.В. Черкасовой. - М.: ЦНЭП, СоЭС, 2000. - 120 с. - <http://www.ecoline.ru/books/raket/>
246. Спир Ф. (Spier F.) Структура большой истории. От Большого взрыва до современности // Общественные науки и современность. 1999. № 5. С. 152-163.
247. Справочник офицера противовоздушной обороны. –М., 1981.
248. Стасенко А.Л. Проблемы авиационной экологии // Энергия. 1999. № 7. С. 21-24.
249. Стёпин В.С. Экологический кризис и будущее цивилизации // В кн.: Хёсле В. Философия и экология. - М.: КАМИ, 1994.
250. Стратегия выживания: Космизм и экология /Отв. ред. Л.В. Фесенкова. - М.: ИФ РАН, 1997.
251. Суйменбаев Б.Т., Максин Д.Г, Куликов С.А. Экологическая безопасность эксплуатации ракетно-космических комплексов: Учебное пособие. –М.: Изд-во МАИ, 1997.
252. Техника в историческом развитии (70-е годы XIX - начало XX в.) / Отв. ред. С.В. Шухардин и др. – М.: Наука, 1982.

253. Техногенная самоорганизация и математический аппарат ценологических исследований. Материалы двух конференций (IX и X Международных научно-практических конференций-семинаров по философии техники и технетике: «Техногенная самоорганизация: философское осмысление и практическое использование»). Москва, 17-19 ноября 2004 г.; Москва, 27-28 октября 2005 г.) и ряда других. Вып. 28. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований, 2005.

254. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / Гольберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. – М.: Наука, 2001.

255. Титенок А.В. Совершенствование средств механизации сельскохозяйственного производства в России. – Брянск, 1999.

256. Тойнби А. Дж. Постижение истории: Пер. с англ. / Сост. Огурцов А.П.; Вступ. ст. Уколовой В.И.; Закл. ст. Рашковского Е.Б. – М.: Прогресс, 1996.

257. Тоффлер Э. Третья волна. – М., 1999.

258. Тэйлор М., Мандэй Д. Книга Гинесса об авиации: Рекорды, факты, достижения: Пер. с англ. Г.Л. Холявского. – Минск, 1997.

259. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. – М., 1996.

260. Уманский С.П. Ракеты-носители. Космодромы. – М., 2001.

261. Умнов С.П. Космонавтика и эколого-безопасное устойчивое развитие: философско-методологические аспекты. Дисс. на соиск. уч. степ. к.ф.н. – М.: РАГС при Президенте РФ, 1994.

262. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000.

263. Урсул А.Д. Перспективы экоразвития. – М.: Наука, 1990.

264. Урсул А.Д. Путь в ноосферу: Концепция выживания и устойчивого развития цивилизации. – М.: Луч, 1993.

265. Урсул А.Д., Уледов В.А., Мамедов Н.М. и др. Введение с социальную экологию: Учебное пособие. Ч. 1, 2. – М.: Луч, 1993, 1994.

266. Урсул А.Д. Переход России к устойчивому развитию. Ноосферная стратегия. – М.: Издательский дом “Ноосфера”, 1998.

267. Ушаков И.Б. Экология человека опасных профессий. – М. - Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000.

268. Фаворский В.В., Мещеряков И.В. Космонавтика и ракетно-космическая промышленность: В 2 кн. – М.: Машиностроение, 2003.

269. Федеральный закон Российской Федерации “Об отходах производства и потребления”. 1998. 24 июня. № 89-ФЗ // Зелёный мир. 1998. № 21. С.12-14.

270. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ). – М.: НИА Природа, 2002.
271. Федоров Л.А. Химическое оружие в России: история, экология, политика. – М.: Центр экологической политики России, 1994.
272. Федоров Л.А. Необъявленная химическая война в России: политика против экологии. –М., 1995.
273. Федоров Л.А. Ни дня без химии (календарь-справочник по химической безопасности). - М.:ЦЭПР, 1999.
274. Федоров Л.А. Где в России искать закопанное химическое оружие? (химическое разоружение по-русски). – М.: МСоЭС, 2002.
275. Федоров Л.А. Советское биологическое оружие: история, экология, политика. –М., 2006.
276. Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. – М.: Наука, 1999.
277. Федотов А.П. Глобалистика. Начало науки о современном мире. М.: Аспект – Пресс, 2002.
278. Феоктистов К.П. Космическая техника. Перспективы развития: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1997.
279. Фешбах М., Френдли А. Экоцид в СССР. – М., 1992.
280. Философия техники: история и современность. Отв. ред. В.М. Розин.- М., 1998.
281. Хайтун С. Прогнозы и мифы о “тепловой смерти”: У человечества не осталось выбора, кроме как создавать технологии на основе процессов, идущих с поглощением тепла // НГ – наука. 2000. № 10. 22 ноября.
282. Хефлинг Г. Тревога в 2000 году: Бомбы замедленного действия на нашей планете. - М.: Мысль, 1990.
283. Хёсле В. Философия и экология: Пер. с нем. А.К. Судакова. - М., 1994.
284. Химическая безопасность и социально-экологические последствия технической деятельности: Материалы Международного научно-общественного семинара (г. Балашиха, Московская область, Россия, 13-14 декабря 2004 г.): Сборник / Сост., предисловие, отв. ред. - Л.А. Федоров и С.В. Кричевский. –М.: МСоЭС, 2005.
285. Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. – М., 1998.
286. Черток Б.Е. Ракеты и люди. Кн. 1-4. –М.: Машиностроение, 1994-2000.

287. Чичагов В.П. История разрушения аридных равнин войнами на протяжении последних 5000 лет (введение в проблему) // Проблемы региональной экологии. 2005. № 2. С.40-47.
288. Чугунов Н.И. Озоновый слой и миф об опасности из космоса // Наука и жизнь. 2000. № 9. С. 14-16.
289. Чумаков А.Н. Философия глобальных проблем. - М.: Знание, 1994.
290. Шардыко С.К. Философия атомной энергетики // Общественные науки и современность. 1998. № 2. С. 152-161.
291. Экологическая обстановка в Калининграде: здоровье населения и окружающая среда (Методика получения, обработки и анализа результатов). Под ред. В.А. Волкова. - Калининград Московской области, 1996.
292. Экологическое право России.: Сборник нормативных правовых актов и документов / Под ред. А.К. Голиченкова. - М., 1997.
293. Экология, охрана природы и экологическая безопасность.: Учебное пособие для системы повышения квалификации и переподготовки гос. служащих / Под общей ред. В.И. Данилова-Данильяна. Кн. 1, 2. – М.: МНЭПУ, 1997.
294. Экологическая безопасность России: Материалы Межведомств. комиссии по экологич. безопасности. Вып.1-4. - М.: Юридическая литература, 1994-2002.
295. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать?: Учебное пособие / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: МНЭПУ, 1997.
296. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду.: Справочное пособие. Под общей ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. – М.: Издательство «Анкил», 2000.
297. Экологический риск. Материалы Второй всероссийской конференции (Иркутск, 18-20 сентября 2001 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001.
298. Экологический учет предприятий / Конференция ООН по торговле и развитию: Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1997.
299. Экологический энциклопедический словарь. –М., 1999.
300. Экология и жизнь. Журнал. 1997-2004 гг.
301. Экология и нарушение прав человека.: Специальный доклад уполномоченного по правам человека в Российской Федерации. – М.: Юриспруденция, 2002.

302. Экология, охрана природы, экологическая безопасность: Учебное пособие / Под общей ред. А.Т. Никитина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.
303. Экология ракетно-космической деятельности: реальная угроза или политический инструмент? // Российский космос. 2006. № 2. С. 20-27.
304. Экология: Русско-английский терминологический словарь. – М.: Госстандарт России, 1993.
305. ЭкоLogoS. Журнал Московского ИСАР. Тема номера: Энергия: Взгляд на проблему. – М.: ИСАР. 2002. № 16.
306. Экономические основы экологии: Учебник. – СПб., 1997.
307. Энгельмейер П.К. Технический итог XIX века. – СПб., 1898.
308. Яблоков А.В. Атомная мифология: Заметки эколога об атомной индустрии. - М.: Наука, 1997.
309. Яблоков А.В. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология. - М.: ЦЭПР, ООО «Проект-Ф», 2002.
310. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение (Дарвинизм): Учебник. - М., 1998.
311. Ядерная энциклопедия / Под. ред. А.А. Ярошинской. М., 1996.
312. Яковец Ю.В. История цивилизаций. - М.: ВладДар, 1995.
313. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. - М., 2004.
314. Яншин А.Л., Будыко М.И. и др. История атмосферы. – Л., 1985.
315. Яншин А.Л., Мелуа А.И. Уроки экологических просчетов. - М.: Мысль, 1991.
316. Gore Al. Earth in the Balance. Ecology and the Human Spirit. - New York, N.Y. e.a.: PLUME, 1993.
317. Krichevsky S. Working for the Environmental Safety of Rocket and Space Activity // Russian Conservation News. Summer 2005. № 39. Pp. 13-16.
318. Lovelock J. The Ages of Gaia. Biography of Our Living Earth. - N.-Y., 1988.
319. National strategies for protection of flora, fauna and their habitats. New York N.Y. (Environmental ser.) Economic commision for Europe, Geneva, 1998.
320. Vlasov M., Krichevskii S. Environmental Policy and Space Activities // CIS Environment and Disarmament Yearbook, 1999. – Jerusalem: The Mayrock Center for Russian, Eurasian and East European Research, 1999. Pp. 24-44.
321. <http://news.battery.ru/>

- 322. <http://www.ecoline.ru/>
  - 323. <http://www.kosmodrom.ru/>
  - 324. <http://www.priroda.ru/>
  - 325. <http://promeco.h1.ru/>
-

## СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АКД - аэрокосмическая деятельность;
- АКП - аэрокосмическое пространство;
- АКТ - аэрокосмическая техника;
- АТ - азотный тетраоксид;
- ВВС - Военно-воздушные силы;
- ГК - грузовой корабль;
- ГПФ - главная полезная функция;
- ГНППЦ - государственный научно-производственный центр;
- ГСМ - горюче-смазочные материалы;
- ДЗЗ - дистанционное зондирование Земли;
- ЖРД - жидкостный ракетный двигатель;
- ИИЕТ - Институт истории естествознания и техники;
- ИСЗ - искусственный спутник Земли;
- КА - космический аппарат;
- КБ - конструкторское бюро;
- КПД - коэффициент полезного действия;
- КРК - космический ракетный комплекс;
- КРТ - компоненты ракетного топлива;
- КСЭ - космическая солнечная энергосистема;
- ЛА - летательный аппарат;
- МБР - межконтинентальная баллистическая ракета;
- МКС - международная космическая станция;
- МНЭПУ – Международный независимый эколого-политологический институт;
- МТКК – многоразовый транспортный космический корабль;
- МЭ - массовая эффективность;
- НДМГ - несимметричный диметилгидразин;
- ОВОС - оценка воздействий на окружающую среду;
- ПВО - противовоздушная оборона;
- ПГ - полезный груз;
- ПДК - предельно-допустимая концентрация;
- ПК - пилотируемый корабль;
- РАН - Российская Академия Наук;
- РАО - радиоактивные отходы;
- РКТ - ракетно-космическая техника;
- РН - ракета-носитель;
- РП - район падения;
- СА - спускаемый аппарат;
- СЗЗ - система защиты Земли;



- СНВ - стратегические наступательные вооружения;
  - СТС - сложная техническая система;
  - ТЭЦ - тепловая электроцентраль;
  - ОС - окружающая среда;
  - ЭИ - экологическая история;
  - ЭИТ - экологическая история техники;
  - ЭР - экологический режим.
-

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. Список иллюстраций

#### *Рисунки*

**Рис. 1.** Общая структура экологической истории техники (ЭИТ).

**Рис. 2.** История человечества как трансформация экологических режимов (ЭР).

**Рис. 3.** Ракета с экологической точки зрения (в «статике»). Примерное распределение стартовой массы для ракеты с ЖРД, близкое к характеристикам РН «Протон» (стартовая масса ~ 700 т).

**Рис. 4.** Схема, поясняющая образование РП при запусках РКТ.

**Рис. 5.** «Космический» (а) и «экологический» (б) взгляды на стартующую ракету.

**Рис. 6.** Сравнение динамики общей экологической нагрузки на атмосферу (выбросов ~ 120 млрд. куб. м) в течение годового цикла (в 1990 г.) от космодрома Байконур - дискретно-пиковый режим + фон (а) и от г. Москва – непрерывный режим с сезонной вариабельностью (б). Динамика показана условно и приближенно.

**Рис. 7.** Самолет с экологической точки зрения (в «статике»). Примерное распределение массы для транспортного самолета, близкого к характеристикам Ан-124 (максимальная взлетная масса ~ 405 т).

**Рис. 8.** Изменение объемов сажи, несгоревшего авиационного топлива (кг/час) и потребления атмосферного кислорода в пересчете на количество людей (тыс. чел.) за 1 час полета фронтового самолета по его поколениям (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, часть 5).

**Рис. 9.** Примерная структура затрат на жизненный цикл современного фронтового самолета (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, часть 4).

**Рис. 10.** Уровень затрат, технической эффективности и экономической целесообразности в процессе жизни технической системы (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, часть 5).

**Рис. 11.** Распределение по планете сожженного самолетами топлива в 1992 г. (из: Кароль, Киселев, 2001).

**Рис. 12.** Превышение концентрации  $\text{NO}_x$  над фоновой (показано на изолиниях в %) в результате выбросов продуктов сгорания авиационными двигателями в июле 1992 г. Расчет произведен с помощью двумерной модели Главной геофизической обсерватории им. А.И. Во-

ейкова. Штриховые вертикали - границы раздела освещенной и неосвещенной частей атмосферы (из: Кароль, Киселев, 2001).

**Рис. 13.** Суммарные выбросы вредных веществ на жизненном цикле энергоустановки автомобиля ГАЗ-3307 на разных пробегах до списания (из: Луканин, Трофименко, с. 171).

**Рис. 14.** Зависимость энергозатрат на разных этапах на жизненного цикла энергоустановки автомобиля ГАЗ-3307 от пробега до его списания (из: Луканин, Трофименко, с. 171).

**Рис. 15.** Первая в мире автоматическая ветроэнергетическая установка, США, 1890 г. (цитир. по: <http://promeco.h1.ru/stati/28.shtml>).

**Рис. 16.** Динамика энергопотребления цивилизации и сценарии перехода от старой структуры энергопотребления к новой, основанной на возобновляемых природных ресурсах (цитир. по: Расновский, 2002, с.13).

### *Таблицы*

**Таблица 1.** Экологический баланс масс (в тоннах) для этапов создания и эксплуатации космической станции «Мир» (приближенные оценки).

**Таблица 2.** Экологический баланс масс (в тоннах) для этапа ликвидации космической станции «Мир» (приближенные оценки).

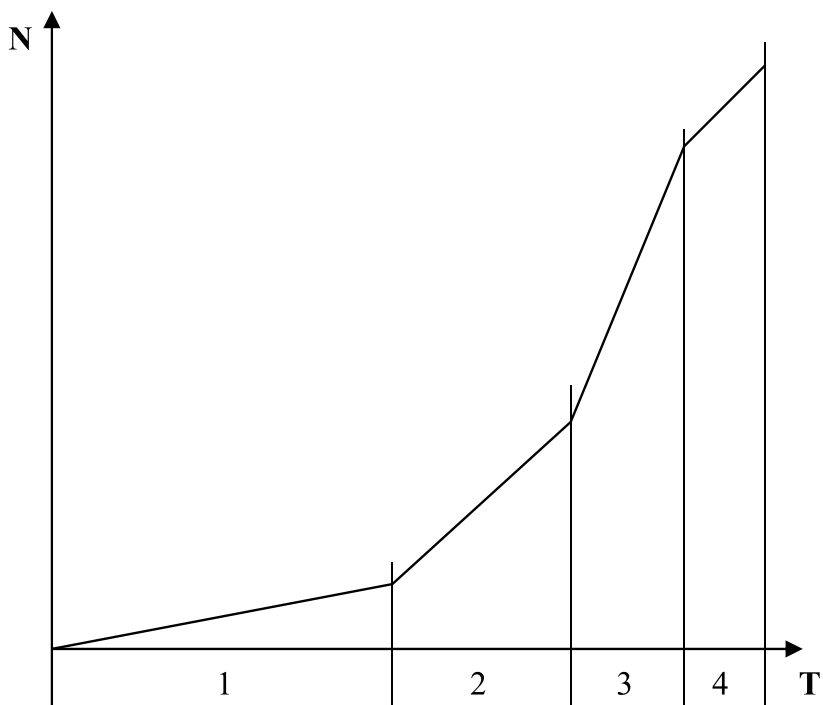
**Таблица 3.** Современное и прогнозируемое количество полетов дозвуковой авиации (из: Кароль, Киселев, 2001).

**Таблица 4.** Экологический баланс легкового автомобиля (%) с полной массой 1160 кг, с окислительно-восстановительным нейтрализатором газов, расход топлива 10 л / 100 км, ресурс 130000 км, срок службы 10 лет (из: Луканин, Трофименко, с. 168).

## 2. Иллюстрации



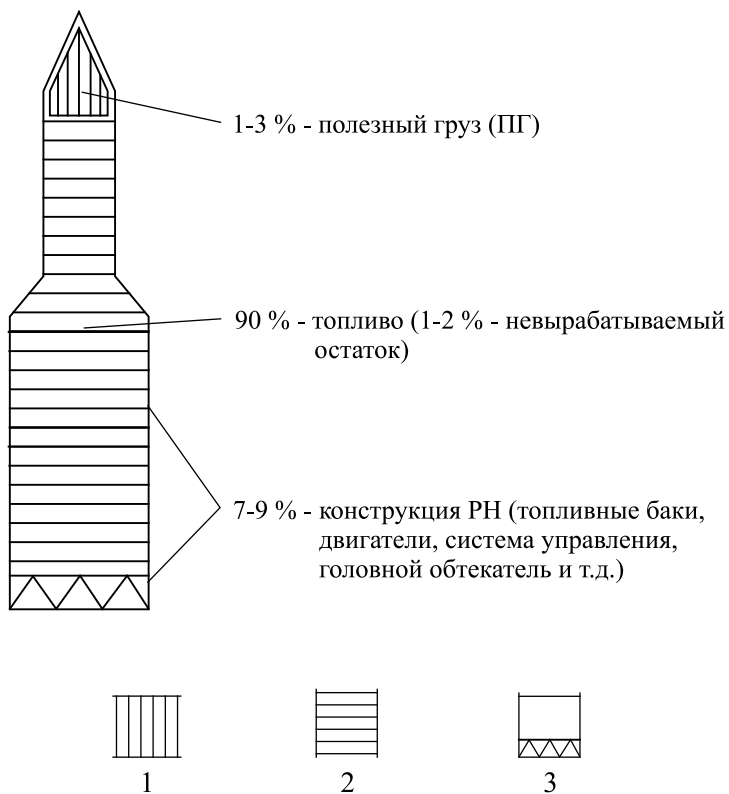
Рис. 1. Общая структура экологической истории техники (ЭИТ).



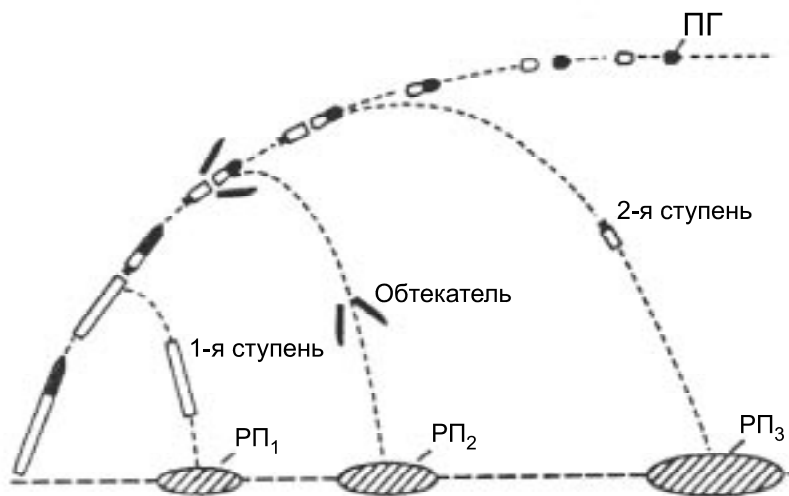
**Рис. 2.** История человечества как трансформация экологических режимов (ЭР):

1. Одомашнивание огня.
2. Переход к режиму земледелия.
3. Переход к индустриальному режиму.
4. Переход к постиндустриальному режиму (экологизация техники и деятельности).

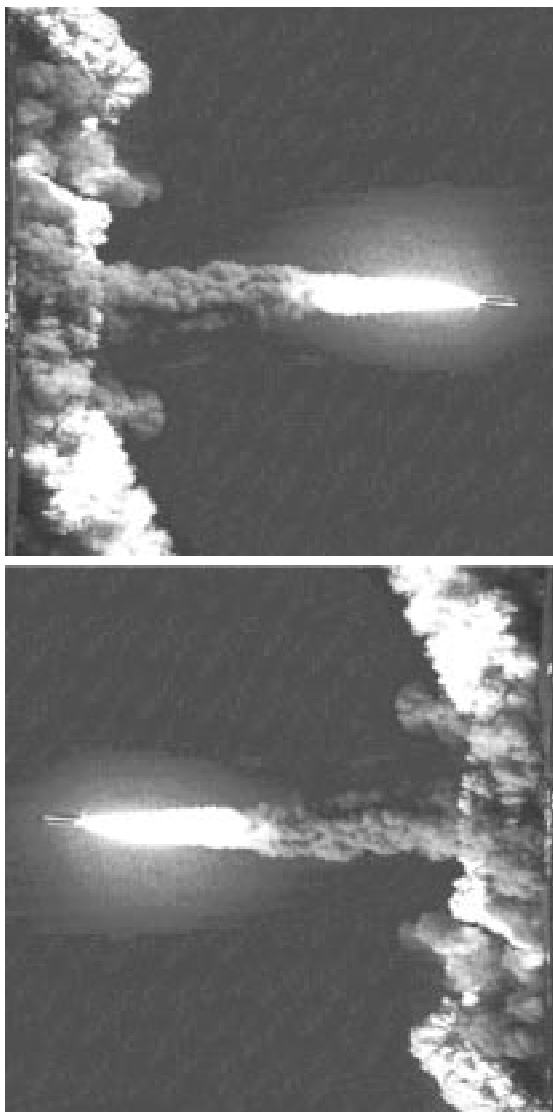
Примечание: ломаная линия дает качественное представление об изменении интегральной антропогенной нагрузки (N) во времени (T) при смене ЭР. Для 4-го ЭР показан оптимистический вариант прогноза.



**Рис. 3.** Ракета с экологической точки зрения (в «статике»).  
 Примерное распределение стартовой массы для ракеты с ЖРД, близкое к характеристикам РН «Протон» (стартовая масса ~ 700 т).  
 Обозначения: 1 - ПГ; 2 - топливо; 3 - конструкция РН.

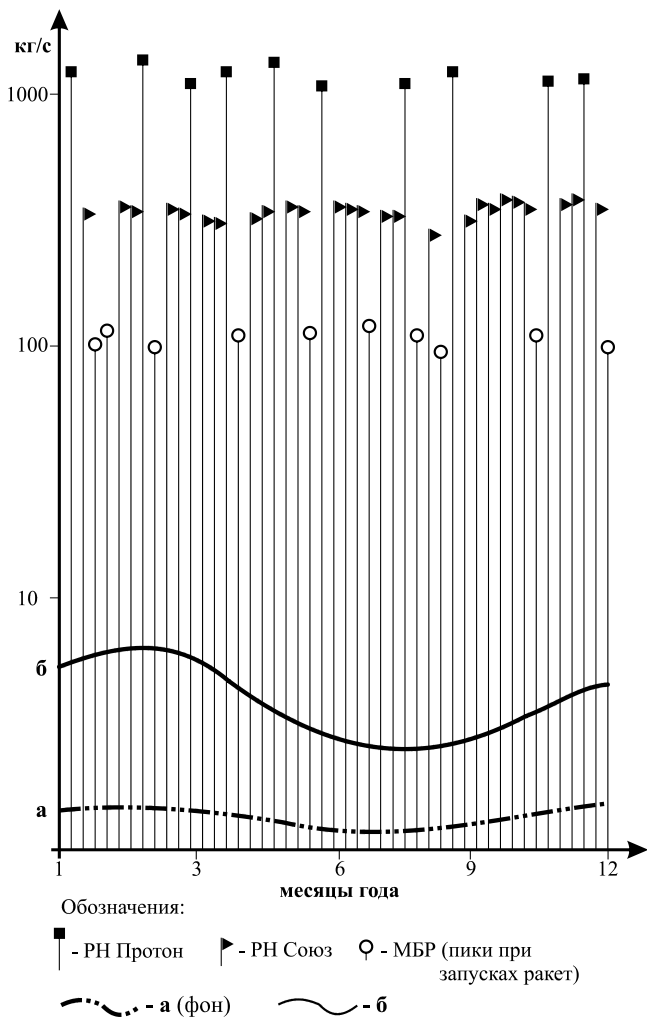


**Рис. 4.** Схема, поясняющая образование РП при запусках РКТ.  
 Обозначения:  
 РП<sub>1</sub>, РП<sub>2</sub>, РП<sub>3</sub> - районы падения;  
 ПГ - полезный груз;  
 --- - траектории (из: Власов, Кричевский, 1999, с.91).

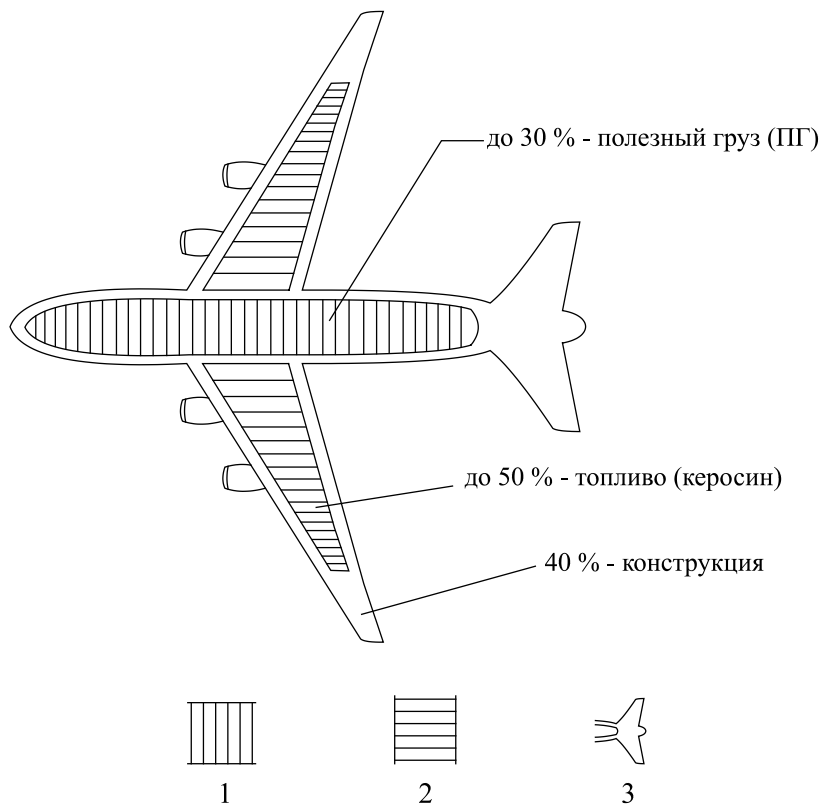


**Рис. 5.** «Космический» (а) и «экологический» (б) взгляды на стартующую ракету.

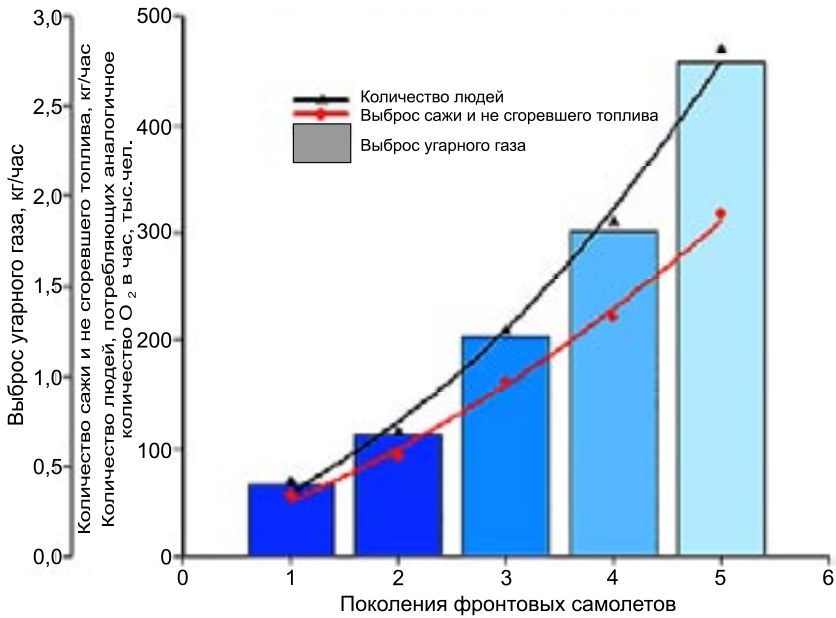




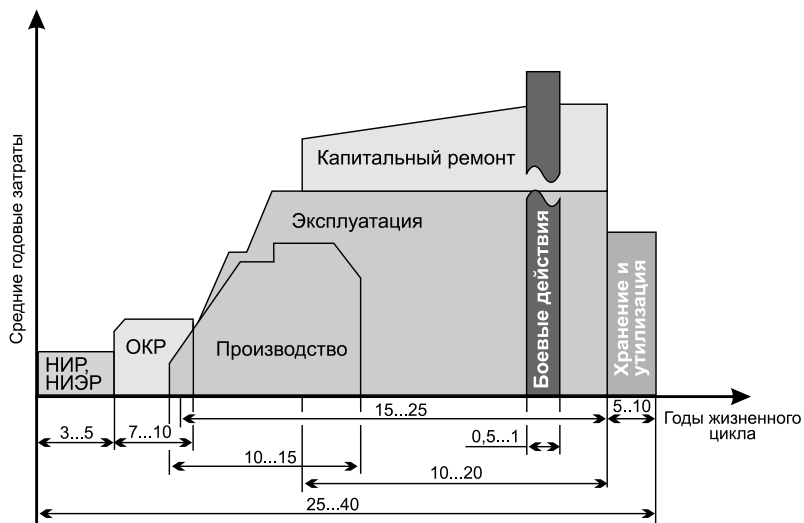
**Рис. 6.** Сравнение динамики общей экологической нагрузки на атмосферу (выбросов ~ 120 млрд. куб. м) в течение годового цикла (в 1990 г.) от космодрома Байконур - дискретно-пиковый режим + фон (а) и от г. Москва – непрерывный режим с сезонной вариабельностью (б). Динамика показана условно и приближенно (выбросы, кг / с).



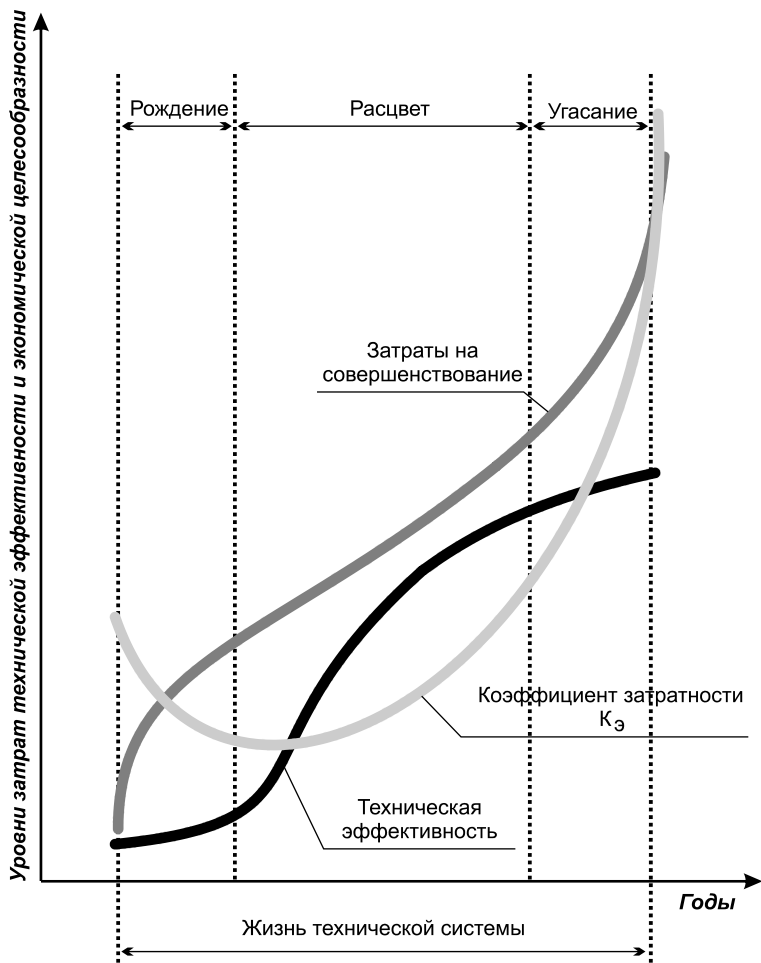
**Рис. 7.** Самолет с экологической точки зрения (в «статике»).  
 Примерное распределение массы транспортного самолета,  
 близкого к характеристикам Ан-124 (максимальная взлет-  
 ная масса ~ 405 т).  
 Обозначения: 1 - ПГ; 2 - топливо; 3 - конструкция самолета.



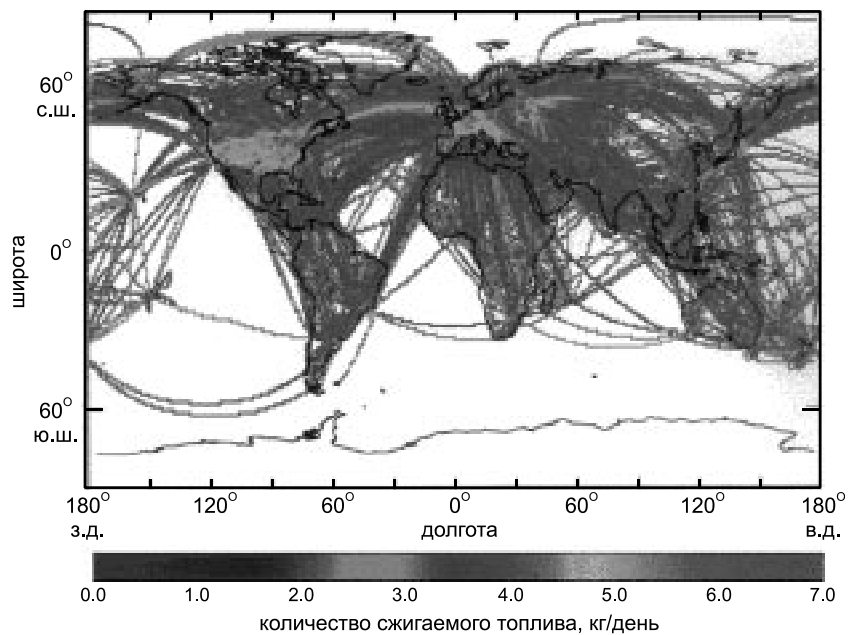
**Рис. 8.** Изменение объемов сажи, несгоревшего авиационного топлива (кг/час) и потребления атмосферного кислорода в пересчете на количество людей (тыс. чел.) за 1 час полета фронтового самолета по его поколениям (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, Часть 5).



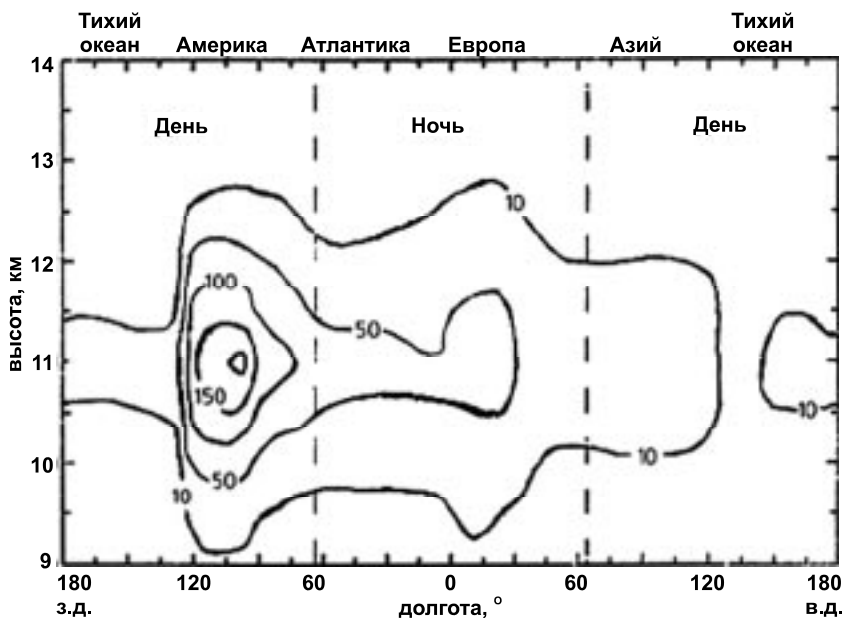
**Рис. 9.** Примерная структура затрат на жизненный цикл современного фронтового самолета (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, часть 4).



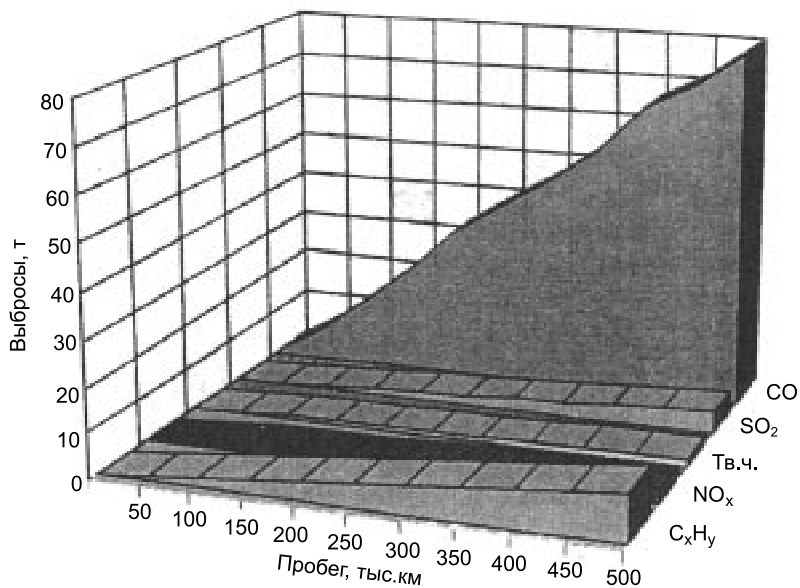
**Рис. 10.** Уровень затрат, технической эффективности и экономической целесообразности в процессе жизни технической системы (из: Ростопчин, Румянцев, 2002 б, часть 5).



**Рис. 11.** Распределение по планете сожженного самолетами топлива в 1992 г. (из: Кароль, Киселев, 2001).

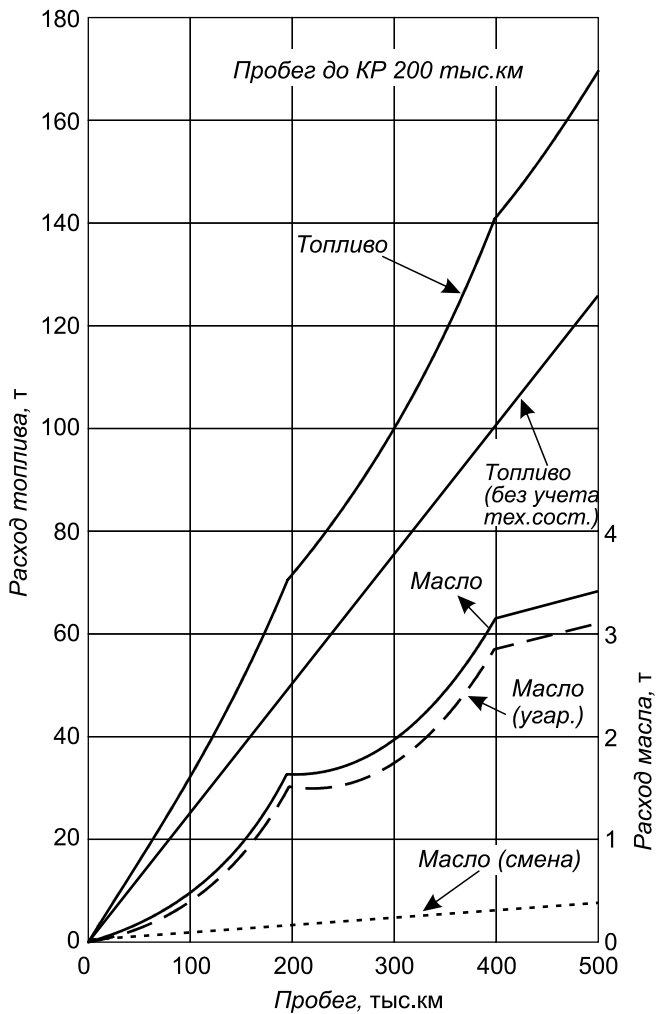


**Рис. 12.** Превышение концентрации  $\text{NO}_x$  над фоновой (показано на изолиниях в %) в результате выбросов продуктов сгорания авиационными двигателями в июле 1992 г. Расчет произведен с помощью двумерной модели Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. Штриховые вертикали - границы раздела освещенной и неосвещенной частей атмосферы (из: Кароль, Киселев, 2001).

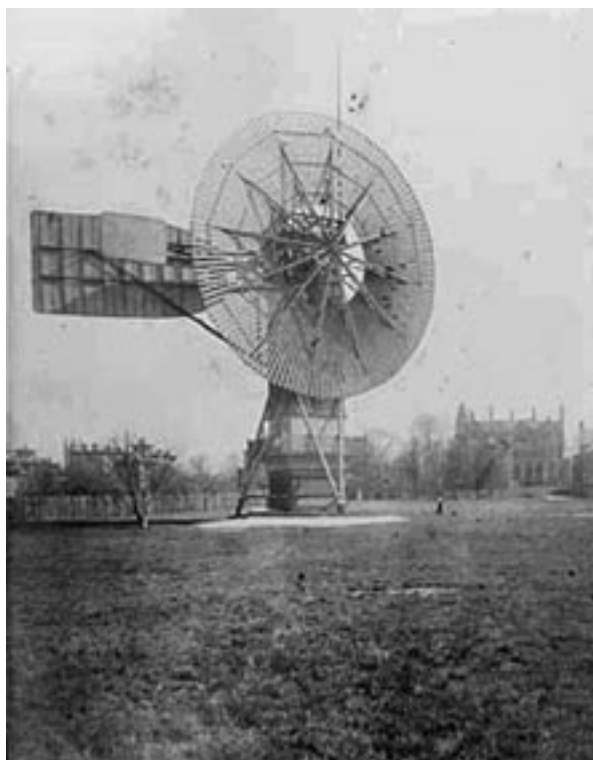


**Рис. 13.** Суммарные выбросы вредных веществ на жизненном цикле энергоустановки автомобиля ГАЗ-3307 на разных пробегах до списания (из: Луканин, Трофименко, с. 171).

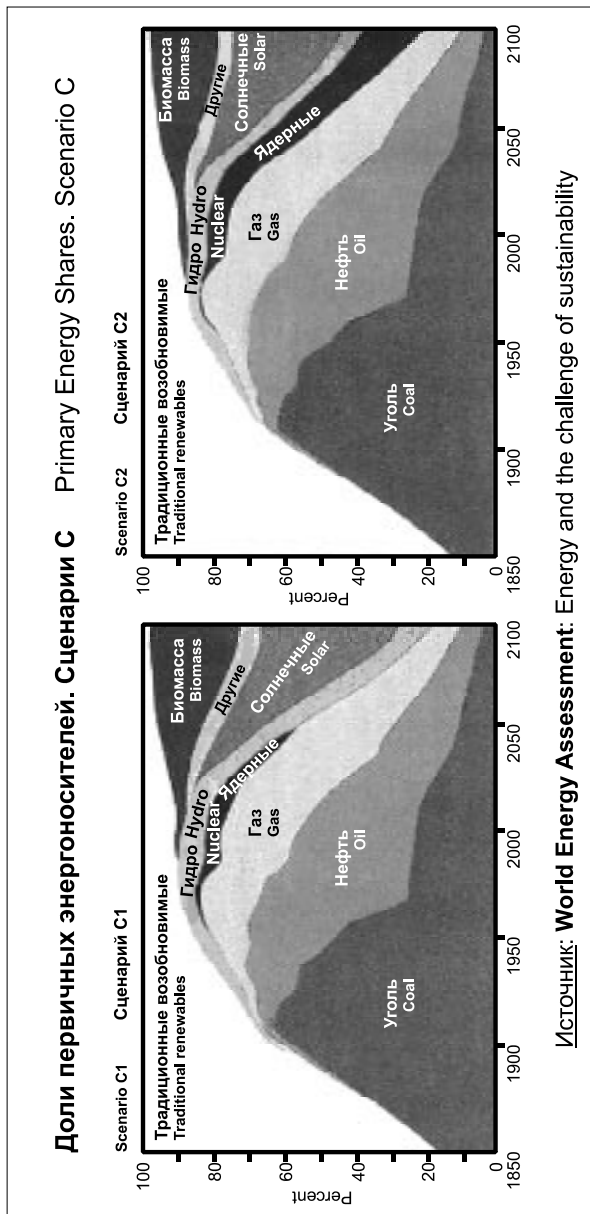




**Рис. 14.** Зависимость расхода топлива и масла от пробега автомобиля ГАЗ-3307 до списания (из: Луканин, Трофименко, с. 171).



**Рис. 15.** Первая в мире автоматическая ветроэнергетическая установка, США, 1890 г. (цитир. по: <http://promeco.h1.ru/stati/28.shtml> ).



**Источник: World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability**

**Рис. 16.** Динамика энергопотребления цивилизации и сценарии перехода от старой структуры энергопотребления к новой, основанной на возобновляемых природных ресурсах (цитир. по: Расновский, 2002, с.13).

**Таблица 1.** Экологический баланс масс (в тоннах) для этапов создания и эксплуатации космической станции «Мир» (приближенные оценки)

Общая стартовая масса	Топливо	Конструкция РН	Весь полезный груз (ПГ), включая станцию «Мир», все корабли, экипажи, материалы, - смотри части ПГ в графах 1), 2), 3)	1) Все корабли «Союз» (40 ТК + 60 ГК), «Стейс Шаттл» (8 МТКК, но частично)	2) Станция «Мир»	3) «Расходня» масса, прошедшая через «Мир»
~43400 т	~38600т	~3800т	~1000 т	~710 т	~140 т	~150 т
100%	~90%	~8 %	~2%	~71 % ПГ	~14% ПГ	~15% ПГ

**Таблица 2.** Экологический баланс масс (в тоннах) для этапа ликвидации космической станции «Мир» (приближенные оценки)

Станция «Мир» перед ликвидацией	Конструкция, снаряжение, материалы, топливо	Научное оборудование	Ликвидированная масса	Сгоревшая масса (загрязнения атмосферы)	Несгоревшая масса (фрагменты, упавшие в Океан)
~140т	~126 т	~14 т	~140 т	~115т	~25т
100 %	~90%	~10%	100%	~82%	~18%

**Таблица 3.** Современное и прогнозируемое количество полетов дозвуковой авиации (из: Кароль, Киселев, 2001)\*

Полеты	1998 г.	2050 г.	
		Минимальное	Максимальное
Пассажирские	10 000	21 200	69 300
Грузовые	1 350	7 800	18 800
Общее кол-во	11 350	29 000	88 100

\* в данном источнике указано количество полетов “в год”, однако, видимо, это опечатка и имеется в виду среднее количество полетов **в сутки** (уточнение и выделение моё, - СК).

**Таблица 4.** Экологический баланс легкового автомобиля (%) с полной массой 1160 кг, с окислительно-восстановительным нейтрализатором газов, расходом топлива 10 л/100 км, ресурс 130000 км, срок службы 10 лет (из: Луканин, Трофименко, с. 168)

Параметр	Этапы жизненного цикла					Всего г/кг массы
	получение сырья и материалов	транспорт сырья	производство	эксплуатация	утилизация	
Энергозатраты	15,6	3,5	9,2	71,1	0,6	19,7*
CO <sub>2</sub>	16,1	3,0	6,0	74,2	0,7	51,5**
SO <sub>2</sub>	27,9	45,4	8,2	14,7	3,8	28,3
NO <sub>x</sub>	12,7	24,6	4,7	52,3	5,7	77,2
Твердые частицы	38,1	38,1	9,5	4,8	9,5	3,62
CO	8,3	2,7	0,2	88,3	0,5	317,3
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	33,5	6,7	0,6	57,8	1,4	54,2
Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	-	-	100	-	0,7
Формальдегид СННО	-	-	-	100	-	0,175
Частицы дорожного покрытия	-	-	-	100	-	15,1
Частицы шин	-	-	-	100	-	0,65
Частицы тормозных накладок	-	-	-	100	-	0,13
Свинец	-	-	-	100	-	0,08
Хром	-	-	-	100	-	0,8x10 <sup>-3</sup>
Медь	-	-	-	100	-	9,5x10 <sup>-3</sup>
Никель	-	-	-	100	-	1,0x10 <sup>-3</sup>
Цинк	-	-	-	100	-	21,6x10 <sup>-3</sup>
Платина	-	-	-	100	-	1,12x10 <sup>-6</sup>
Кадмий	-	-	-	100	-	0,3x10 <sup>-3</sup>
Нефтепродукты	-	-	-	100	-	0,01***
Твердые отходы	94,3	-	5,66	-	0,04	22,8**

\* кг SKE/кг; \*\* кг/кг; \*\*\* л/кг.

### **3. Программа специального курса «Экологическая история техники»**

#### **Концепция спецкурса**

Специальный курс посвящен новому комплексному междисциплинарному научному направлению: «экологическая история техники», - на стыке экологии и истории техники.

Программа спецкурса предназначена для обучения студентов высших учебных заведений.

Цель спецкурса - ознакомление студентов с основами экологической истории техники.

Основные задачи спецкурса:

1. Изучить теоретико-методологические основы ЭИТ.
2. Обучить методике эколого-исторического анализа техники и технологий на конкретных примерах.

В условиях бурного развития техносферы за счет биосферы Земли и нарастания угрозы экологической катастрофы ощущается острый дефицит знаний экологических аспектов истории техники у экологов, инженеров, менеджеров, политиков. Такие знания необходимы для понимания предыстории, анализа и оценки современного состояния, прогнозирования и коррекции технического развития, минимизации рисков неблагоприятных воздействий и последствий.

Спецкурс имеет своей целью дать профессионалам-экологам новые знания и навыки анализа истории развития техники и технологий с экологической точки зрения.

Рассматриваются методология и опыт исследований экологической истории техники на конкретных примерах объектов, видов техники, отраслей и сфер деятельности, показаны перспективы применения экологической истории техники для экологизации техники и деятельности.

#### **Содержание спецкурса**

Спецкурс состоит из 4-х тем и предусматривает лекции, написание реферата и сдачу зачета (с оценкой).

### ***Тема 1. Введение в экологическую историю техники***

Актуальность и место «экологической истории техники» - нового научного направления на стыке экологии и истории техники - в общей системе науки и практики, основные взаимосвязи с фундаментальной и прикладной экологией, историей техники и экологической историей. Основные термины и определения. Краткий обзор литературы и источников.

### ***Тема 2. Методологические основы экологической истории техники***

Объект, предмет, проблемы и основные задачи экологической истории техники. Структура экологической истории техники: «внешний» и «внутренний» аспекты. Понятие «экологического режима» применительно к всеобщей истории и истории техники. Экологическая периодизация истории. Основные методы исследования экологической истории техники. Методика эколого-исторических исследований техники.

### ***Тема 3. Экологическая история техники на примерах конкретных объектов, видов, отраслей техники и сфер деятельности***

Общая экологическая история техники. Краткая экологическая история техники XX века. Экологическая история аэрокосмической техники и деятельности. Аэрокосмические объекты (ракета, самолет, аэростат, аэродром и аэропорт, космодром, аэрокосмическая корпорация) с экологической точки зрения. Экологическая история пилотируемой космической станции «Мир», космодрома «Байконур», аэродрома «Чкаловский». Краткая история и закономерности авиационных, ракетных и космических загрязнений. Краткая экологическая история: транспорта (на примере автомобильной техники); энергетики; нефтегазовой отрасли. Краткая экологическая история военной техники и деятельности. Краткая история химических и радиационных загрязнений.



#### ***Тема 4. История и перспективы экологизации техники и деятельности***

Два аспекта экологизации. Экологическая история техники как инструмент экологизации. Экологическая история техники и экологическая политика. История экологизации техники и деятельности. История развития экотехники и экотехнологий. Перспективы экологизации техники и деятельности.

#### **Контрольные вопросы**

1. Определение «экологической истории техники». Ее объект, предмет, проблемы и основные задачи.
2. Структура экологической истории техники: «внешний» и «внутренний» аспекты.
3. Место экологической истории техники в общей системе науки и практики, основные взаимосвязи с фундаментальной и прикладной экологией, историей техники и экологической историей.
4. Понятие «экологического режима» применительно к всеобщей истории и истории техники. Экологическая периодизация истории.
5. Основные методы исследования экологической истории техники. Методика эколого-исторических исследований техники.
6. Краткая экологическая история техники XX века.
7. Краткая характеристика и сравнение автомобиля, аэростата, самолета, ракеты, основных свойств и закономерностей развития этих видов техники с экологической точки зрения.
8. Экологическая история пилотируемой космической станции «Мир».
9. Краткая история и закономерности ракетных и космических загрязнений.
10. Краткая история и основные закономерности авиационных загрязнений.
11. Краткая экологическая история автомобиля и автомобильной отрасли.
12. Краткая экологическая история нефтегазовой отрасли.
13. Краткая экологическая история военной техники и деятельности.
14. Краткая история химических загрязнений.
15. Краткая история радиационных загрязнений в России и мире.

16. Краткая экологическая история технологий утилизации отходов.
17. Краткая история развития экотехники (на примере систем очистки воды).
18. Краткая экологическая история энергетики и ее экологизация.
19. Экологическая история техники как инструмент экологизации.
20. Перспективы экологизации техники и деятельности.

### **Примерные темы рефератов**

1. Теоретико-методологические основы экологической истории техники.
2. Экологическая история техники в общей системе науки и практики.
3. Краткая экологическая история техники XX века.
4. Экологическая история видов техники и технологий (на конкретных примерах).
5. Экологическая история объекта техники на полном жизненном цикле (на конкретном примере).
6. Геоэкология в развитии (эколого-исторические аспекты).
7. Краткая история и закономерности ракетных и космических загрязнений.
8. Краткая история и основные закономерности авиационных загрязнений.
9. Краткая экологическая история автомобиля.
10. Краткая экологическая история энергетики.
11. Эколого-исторический анализ теплоэнергетики.
12. Краткая экологическая история нефтегазовой отрасли.
13. Краткая экологическая история военной техники и деятельности.
14. Краткая история химических загрязнений.
15. Краткая история радиационных загрязнений в России и мире.
16. Краткая экологическая история технологий утилизации отходов.
17. Краткая история развития экотехники (на примере систем очистки воды).
18. Краткая история экологизации энергетики.
19. Экологическая история техники как инструмент экологизации.
20. Перспективы экологизации техники и деятельности.

## Список рекомендованной литературы и источников

### *Основной*

1. Военная экология: Учебник / В.В. Гутенев и др. - М.: Воениздат, 2005.
2. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательство “Феникс”, 1996.
3. Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы). Монография. – М.: Экологический центр ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, [2007].
4. Круть И.В., Забелин И.М. Очерки истории представлений о взаимоотношении природы и общества / Предисл. Б.С. Соколов, Р.С. Карпинская. – М.: Наука, 1988.
5. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. Учебник для вузов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2001.
6. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения: история происхождения. – М.: ИИЕТ РАН, 1999.
7. Павлова Е.И., Буравлев Ю.В. Экология транспорта: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1998.
8. Полицарпов В.С. История науки и техники. Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1999.
9. Симоненко О.Д. Сотворение техносферы: проблемное осмысление истории техники. – М.: SvR - Аргус, 1994.
10. Техника в историческом развитии (70-е годы XIX - начало XX в.) / Отв. ред. С.В. Шухардин и др. – М.: Наука, 1982.

### *Дополнительный*

1. Булатов В.И. Россия радиоактивная. – Новосибирск, 1996.
2. Булатов В.И. Россия: армия и экология: Геоэкологические проблемы ВПК и военно-оборонной деятельности. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1999.
3. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор. Отв. ред. А.В. Яблоков. - М.: Наука, 1999.
4. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека (Печальный опыт России). – Новосибирск: СО РАМН, 2002.

5. Иголкин А.А. Источники энергии: экономическая история (до начала XX века). – М.: РГГУ, 2001.
  6. Зворыкин А.А., Осьмова Н.И., Чернышев В.И., Шухардин С.В. История техники. Отв. ред. Ю.Н. Милонов. - М.: Соцэнгиз, 1962.
  7. Калыгин В.Г. Промышленная экология. – М.: МНЭПУ, 2000.
  8. Каримов А.Э. Европейское общество по экологической истории (ESEH) // Вопросы истории естествознания и техники. 2001. № 1. С. 203-204.
  9. Кароль И.Л., Киселев А.А. Нужно ли менять “Боинг” и “Ту” на ковер-самолет? // Природа. 2001. № 5.
  10. Кричевский С.В. Космическая деятельность: итоги XX века и стратегия экологизации // Общественные науки и современность. 1999. № 6. С. 141-149.
  11. Кричевский С.В. Экологическая история орбитального комплекса «Мир» // Земля и Вселенная. 2004. № 1. С. 74-79.
  12. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения Земли: зарождение тенденций. – М.: ИИЕТ РАН, 1999.
  13. Наука и безопасность России. Коллектив авторов. Отв. ред. А.Г. Назаров. Издание ИИЕТ РАН. – М.: Наука, 2000.
  14. Ростопчин В.В., Румянцев С.С. Беспилотные авиационные системы. Части 1-5. 2002 (<http://www.avia.ru/author/03.shtml/>).
  15. Спир Ф. (Spier F.) Структура большой истории. От Большого взрыва до современности // Общественные науки и современность. Журнал РАН. 1999. № 5. С. 152-163.
  16. Федоров Л.А. Химическое оружие в России: история, экология, политика. – М.: Центр экологической политики России, 1994.
  17. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. Учеб. пособие. Под общей ред. А.Т. Никитина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.
-







РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ  
им. С.И. ВАВИЛОВА

Научное издание

Кричевский Сергей Владимирович

**Экологическая история техники  
(методология, опыт исследований, перспективы)**

Монография

Утверждено к печати Ученым Советом ИИЕТ РАН  
(протокол № 2 от 30 марта 2006 г.).

В авторской редакции

На 4-й странице обложки фото С.В. Кричевского,  
автор фото © К.С. Кричевская, 2007.

Компьютерная верстка М. Миловидов

Институт истории естествознания и техники  
им. С.И. Вавилова РАН  
Russian Academy of Sciences  
S.I.Vavilov Institute of the History of Science and Technology  
Адрес: 117485, г. Москва, ул. Обручева, д. 30а  
[www.ihst.ru](http://www.ihst.ru)

Подписано в печать 31.07.2007 г. Формат 60x90/16.

Гарнитура "Таймс". Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 10,125.

Тираж 500 экз. Заказ № 0580/07



Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленного электронного оригинал-макета  
в ООО "ИНФОКОР" (типография "StudioPrint"):  
101000, г. Москва, ул. Маросейка, д. 13, стр. 3