



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС КОСМОНАВТИКИ И ПЕРЕХОД К «ЗЕЛЁНОЙ» КОСМОНАВТИКЕ И ПЕРСПЕКТИВНОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ

**Кричевский Сергей Владимирович**

доктор философских наук и кандидат технических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник Экологического центра ИИЕТ имени С.И. Вавилова РАН, Москва  
E-mail: [svkrich@mail.ru](mailto:svkrich@mail.ru)

**Семинар НКЦ «SETI»  
Москва, ГАИШ, 9 октября 2015 г.**

*(С) Кричевский С.В., 2015.*

Доклад посвящен краткому изложению идей и результатов исследования, которое ведется автором в Экологическом центре ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН по плану инициативной фундаментальной НИР «Концепция и методика анализа экологических аспектов новейшей истории техники, технологий, технологических укладов в парадигме «зеленого» развития» на 2014-2016 гг. (государственный регистрационный № 01201451117).

Данная работа является продолжением инициативных исследований, выполненных автором в ИИЕТ РАН в 1999-2006 гг. (См.: Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы): Монография. М.: ИИЕТ РАН, 2007. 160 с.).

# Содержание

**Введение. Ключевые тезисы и общая постановка.**

**1. Технологический кризис космонавтики и космической деятельности. Сущность, основные характеристики, примеры. Необходимость и возможности выхода из кризиса.**

**2. «Зеленая» космонавтика как утопия, реальность и перспектива.**

**3. Переход к перспективному седьмому технологическому укладу. Новая модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития.**

**Основные выводы и рекомендации**

**Литература**

## **ВВЕДЕНИЕ. КЛЮЧЕВЫЕ ТЕЗИСЫ И ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА**

- 1. Современная космонавтика, космическая деятельность (КД) в России и мире находятся в технологическом кризисе и тупике.**
- 2. Главная проблема – низкая эффективность, безопасность, экологичность, экономичность технологий, техники, деятельности.**
- 3. Главная причина - низкое «качество» технологий.**
- 4. Никакие институты управления, государственные, частные организации и средства и т.п., включая программы и проекты коммерциализации, не дадут желанных результатов, пока не решим главную проблему и не устраним главную причину.**

**1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС КОСМОНАВТИКИ  
И КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. СУЩНОСТЬ,  
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРИМЕРЫ.  
НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТИ ВЫХОДА  
ИЗ КРИЗИСА.**

## **1.1. Экологические аспекты, экологическая история космических технологий и история исследований**

**Экологические аспекты** – это аспекты взаимодействия человека, общества, техники с окружающей средой (ОС).

**Экологическая история космических технологий ...** – это история соответствующих экологических аспектов и артефактов на полном жизненном цикле.

### **Этапы экологической истории космических технологий**

1-й этап - обеспечение целевой эффективности и безопасности техники и деятельности при взаимодействии с ОС.

2-й этап - обеспечение безопасности персонала при взаимодействии с ОС (рабочие места, условия труда, эргономика и др.).

3-й этап - охрана ОС, обеспечение, сохранение, восстановление качества ОС для обеспечения безопасности и качества жизни людей.

## **Периодизация процессов экологизации аэрокосмической техники и деятельности** (по: Кричевский С.В., 2013):

### Гражданская авиация:

- 1-й этап – с начала XX в. до 20-х гг. XX в.;
- 2-й этап – с 20-х гг. XX в.
- 3-й этап – с 80-х гг. XX в.

### Космическая деятельность:

- 1-й этап – с 50-х до 60-х гг. XX в.;
- 2-й – с 60-х гг. XX в.;
- 3-й – с начала XXI в.

### Упрощая, можно выделить 2 макропериода экологической истории:

I. «Доэкологический».

II. Экологический (целенаправленная экологизация).

На начальном этапе экологические аспекты плохо понимались, учитывались и прогнозировались.

Главной целью было создать технику для полетов в космос.

В трудах К.Э. Циолковского о ракете (1903 г.) нет речи об экологических проблемах и последствиях (Рис. 1-3).

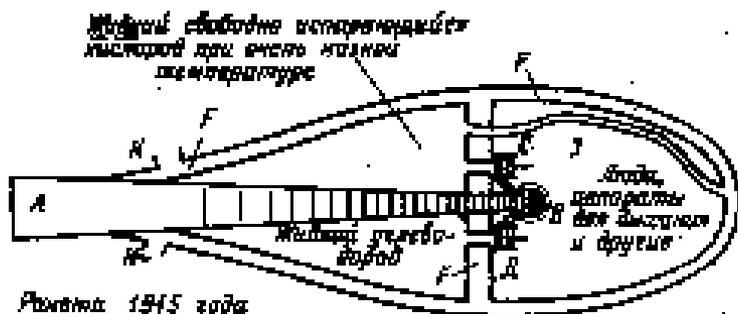
В отдельных научных трудах и проектах пионеров космонавтики в начале-середине XX в. есть предварительные прогнозы того, что при массовом развитии ракетно-космической техники возникнет угроза столкновений объектов на околоземных орбитах.

Проблема загрязнений ОС - поверхности Земли, тем более на полном жизненном цикле техники и деятельности, фактически не воспринималась, недооценивалась и не прогнозировалась профессионалами и обществом. Это объясняется и состоянием экологической науки и отсутствием экологических «правил игры».

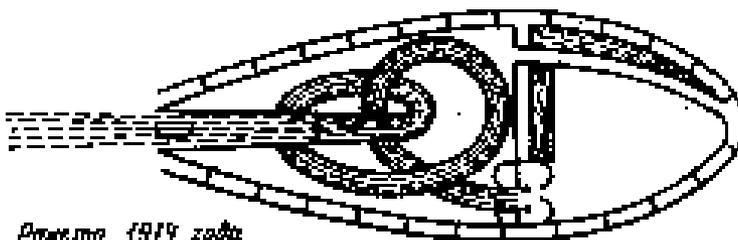
Впервые экоаспекты всерьез начали обсуждаться при выборе ракетных топлив в конце 50-х гг. XX в. С.П. Королев был против применения в РН сверхтоксичного гептила (НДМГ).



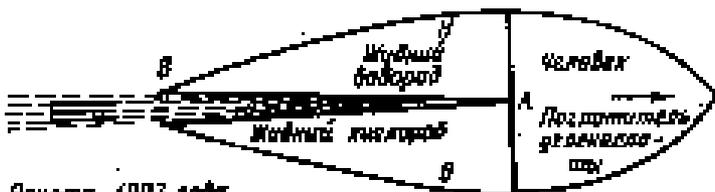
**Рис. 1. Константин Эдуардович Циолковский (1872-1935). <http://top-antropos.com/history/19-century/item/287-konstantin-tsiolkovsky-biografija>**



Ракета 1915 года



Ракета 1919 года



Ракета 1903 года

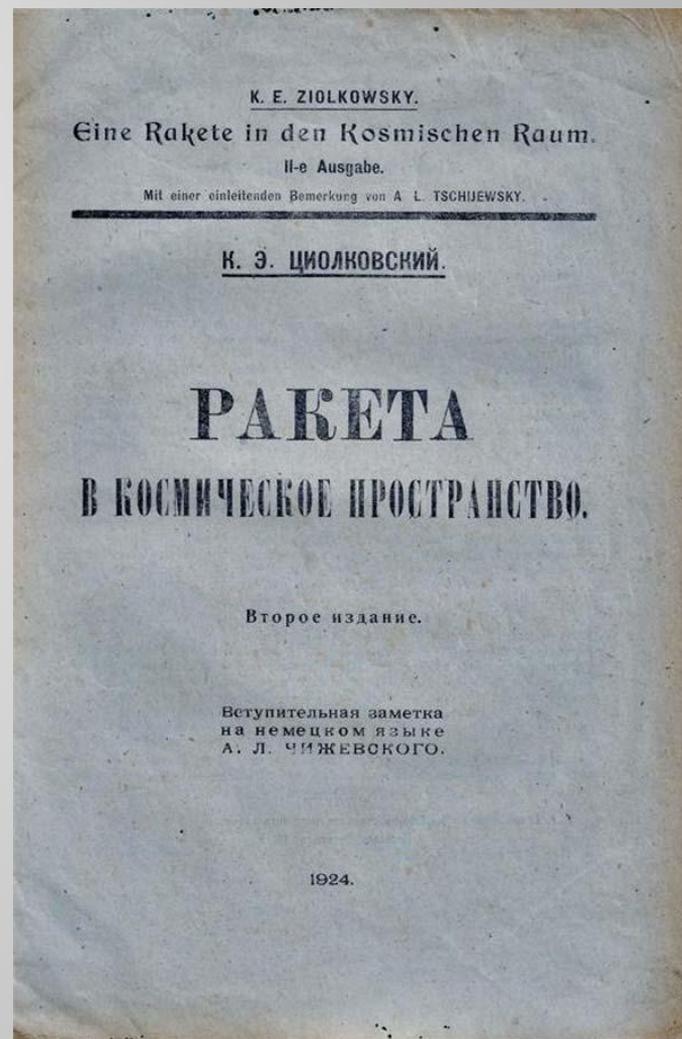


Рис. 2, 3. Схемы ракет К.Э. Циолковского (1903) и 2-е издание его книги «Ракета в космическое пространство» (1924).

Понимание важности экологических аспектов профессионалами и обществом пришло с опозданием, когда возникли значительные загрязнения ОС.

Причем, сами профессионалы и вся ракетно-космическая отрасль долгое время уклонялись от признания и решения экологических проблем.

Отрасль откладывала начало процесса экологизации и скрывала негативные воздействия и последствия даже от профессионалов, и в еще большей мере – от общества.

Одна их причин – дефицит и закрытость информации из-за военного генезиса РКТ, милитаризации, «холодной» войны.

Научные исследования этих проблем начались с опозданием, в т.ч. и в области истории техники.

Из-за особенностей инфраструктуры ракетно-космической отрасли в СССР негативные экологические последствия РКТ и КД стали проявляться раньше и в больших масштабах, чем в США и др. космических державах.

Однако в СССР из-за социально-политических особенностей, эти проблемы стали всерьез исследоваться, а информация - публиковаться в открытой печати только на рубеже 80-90-х гг. XX в.

Среди первых отечественных авторов выделяются:

В.П. Бурдаков, М.Н. Власов, С.И. Рыбников, Я.Т. Шатров.

Вследствие острых социально-экологических последствий КД в ряде регионов страны (на Алтае, в Архангельской области, в Казахстане) в обстановке гласности и открытости, гражданское общество через общественные, научные организации и СМИ, с участием независимых от отрасли экологов, ученых, медиков стало выражать озабоченность и недовольство, требовать обсуждения и решения экологических проблем.

С 1992-1994 гг. проблема экологической безопасности стала активно обсуждаться властями страны – в Верховном Совете РФ, Совете Безопасности РФ, в Роскосмосе.

Был разработан проект целевой программы «Экос-РФ» (к сожалению, он так и не был утвержден и реализован).

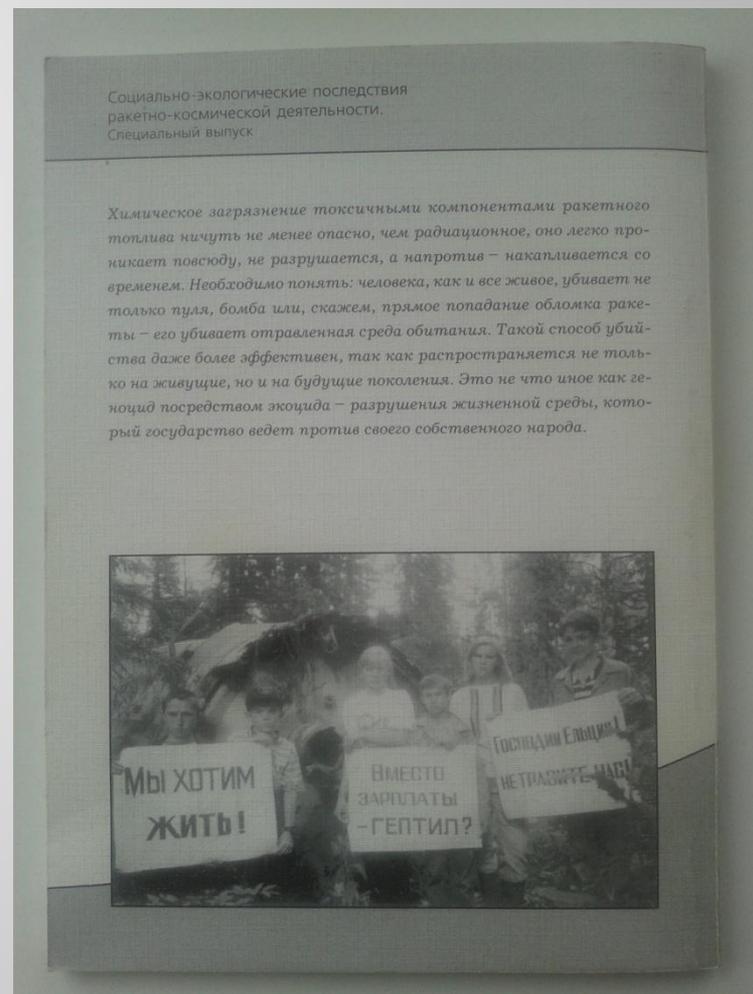
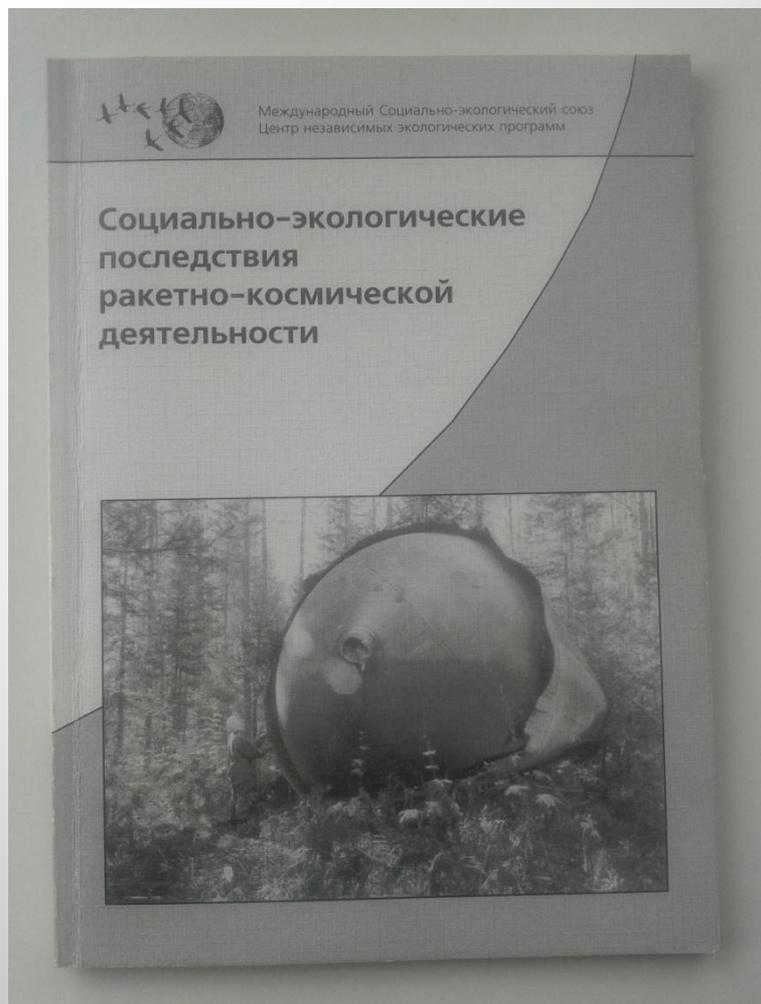
Стали регулярно проходить научные и научно-общественные конференции по экологическим аспектам РКТ и КД, в т.ч. в 1993-1998 гг. - Конференция «Алтай – Космос – Микрокосм», в гг. Барнаул и Горно-Алтайск, где работала и экологическая секция.

Принимались резолюции, создавались общественные организации и программы по направлению обеспечения экобезопасности РКТ и КД.

«Экологическая опасность современной космической деятельности: Резолюция 4-й научной конференции «Алтай – Космос - Микрокосм» (г. Барнаул, Россия, 26-27 июня 1998 г.) // Новости космонавтики. 1998. - Т. 8. - № 15/16. - С. 62-63».

В 1998 г. в Москве была проведена Рабочая встреча представителей общественных организаций, ученых и экологов по проблеме социально-экологических последствий РКД, материалы опубликованы в 2000 г. (см. Рис. 4, 5).

В 1999-2006 гг. работала неправительственная Программа МСОЭС «За экологическую безопасность РКД».

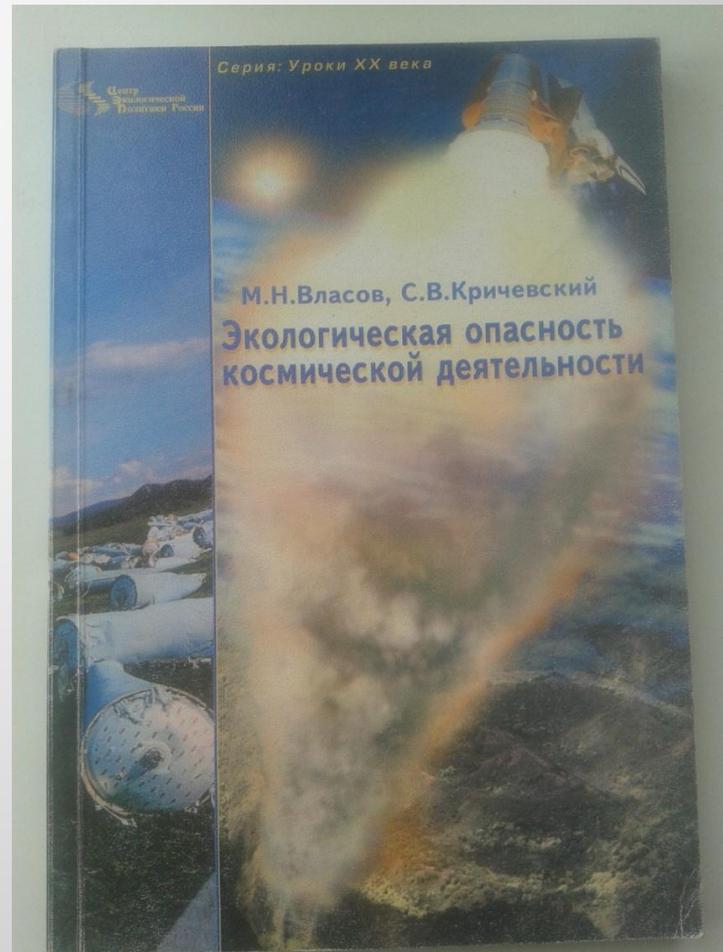


**Рис. 4, 5. Обложка книги: «Социально-экологические последствия ракетно-космической деятельности / Гл. ред. М.В. Черкасова. М.: ЦНЭП, СОЭС, 2000. 120 с.».**

В начале 1999 г. в России вышли первые специальные научные издания - монографии по проблемам экобезопасности РКТ и КД (Власов, Кричевский, 1999, - первый в стране и мире Аналитический обзор; Михайлов В.П., 1999, - причем, он издал 2 книги по истории РКТ), - см. Рис.6-8.

В 2000 г. был опубликован первый справочник по экопроблемам РКТ, который написали сотрудники ракетно-космической отрасли, РАН и МО РФ:

«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.: Изд-во Анкил, 2000. - 640 с.».



**Рис. 6. Обложка книги: «Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор / Отв. ред. А.В. Яблоков. М.: Наука, 1999. 240 с. : ил.».**



**Рис. 7 и 8. Обложки 2-х книг с.н.с. ИИЕТ РАН Владимира Павловича Михайлова (1937-2005), изданных в 1999 г.**

## 1.2. Почему космические технологии и космонавтика отстали в экологическом развитии?

Экологические проблемы космической техники и деятельности становятся все более актуальными.

Самые лучшие стратегии будущего не могут быть реализованы без нового технологического рывка, перехода к более эффективным и экологичным технологиям.

У космонавтики колоссальный потенциал, необходимый для безопасности и устойчивого развития человечества.

Однако космическая отрасль отстала в экоразвитии, не является лидером в области «зеленых» технологий и в новом общемировом процессе перехода к «зеленой» экономике и «зеленому» росту (об этом будет ниже, - в Разделе 2).

## **Чрезвычайно важно определить:**

1) Какие у нас цели и стратегия в космосе?

Создание космической инфраструктуры для обеспечения человечества на Земле?

Летим на Луну, осваиваем Марс? Расселяемся вне Земли?

2) В чем потребности общества, как должна их удовлетворять космическая отрасль?

3) Какие возможности у отрасли и всей сферы КД?

Какой должна быть ее структура, как организовать работу и эффективно использовать ресурсы?

**Однако, с нынешней космической техникой, имеющей военный генезис, созданной на принципах и технологиях полувековой давности, никакие стратегии, политики, оргструктуры, деньги и даже новые космодромы (Восточный и др.) не помогут.**

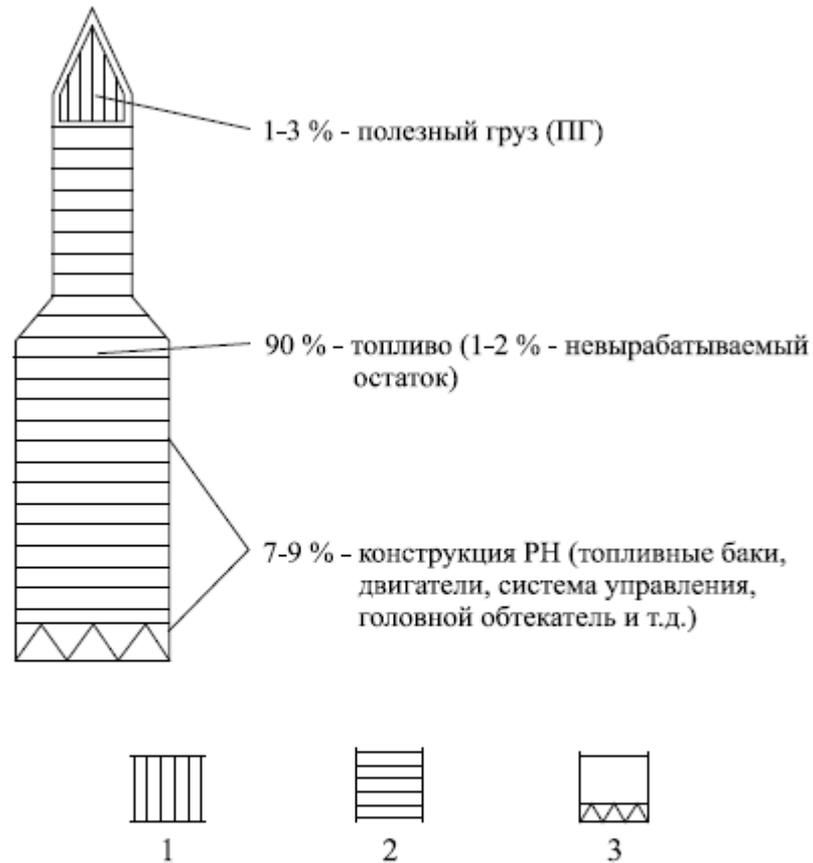
**В чем ПРОБЛЕМА?**

Современная ракета-носитель (РН) гораздо менее эффективна, чем паровоз: из 100% стартовой массы лишь 1-3% - полезная нагрузка, 90% - топливо (зачастую это сверхтоксичный несимметричный диметилгидразин (НДМГ) - гептил, доставшейся в наследство от «холодной» войны и «доэкологической» эпохи развития техники);

- 7-9% – фрагменты конструкции, падающие после срабатывания и отделения в районы падения.

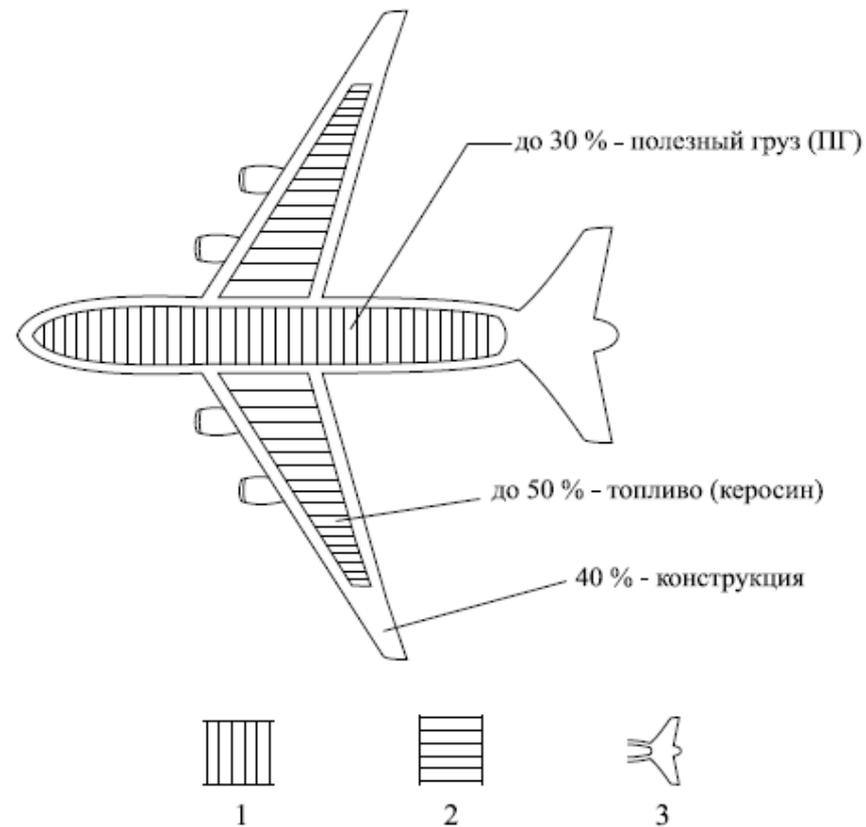
В отличие от «традиционной» космической точки зрения, с экологической точки зрения ракета – экологически грязная и экономически расточительная технология (Рис. 9-12).

*Именно в результате массового применения человечеством таких технологий за полвека «Космической эры» возникли и нарастают загрязнения поверхности Земли и околоземного космического пространства.*



**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.9.** Из: Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы): Монография. - М.: ИИЕТ РАН, 2007. С.134.

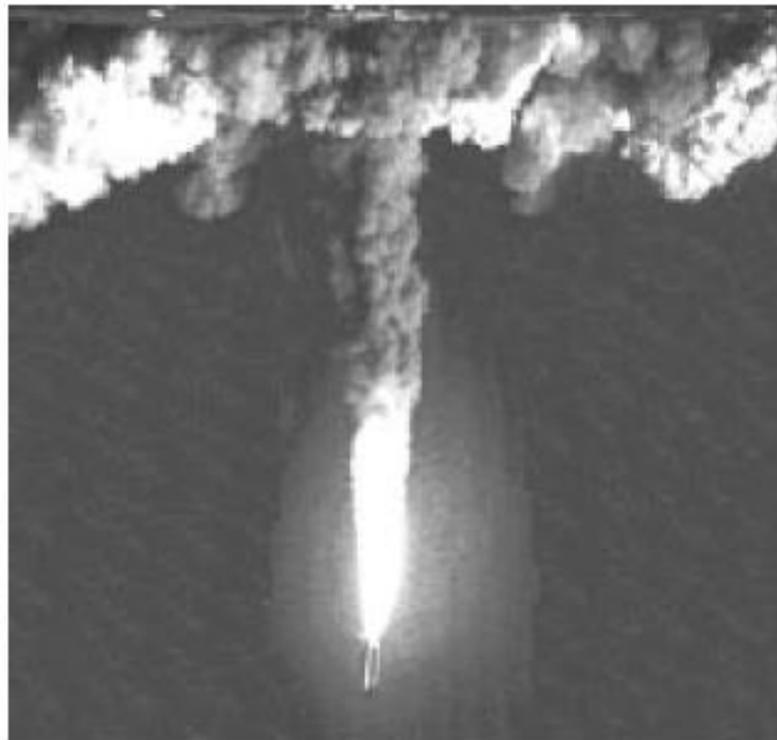


**Рис. 7.** Самолет с экологической точки зрения (в «статике»).  
 Примерное распределение массы транспортного самолета,  
 близкого к характеристикам Ан-124 (максимальная взлет-  
 ная масса ~ 405 т).  
 Обозначения: 1 - ПП; 2 - топливо; 3 - конструкция самолета.

**Рис. 10.** Из: Кричевский С.В. Экологическая история техники. С.138.

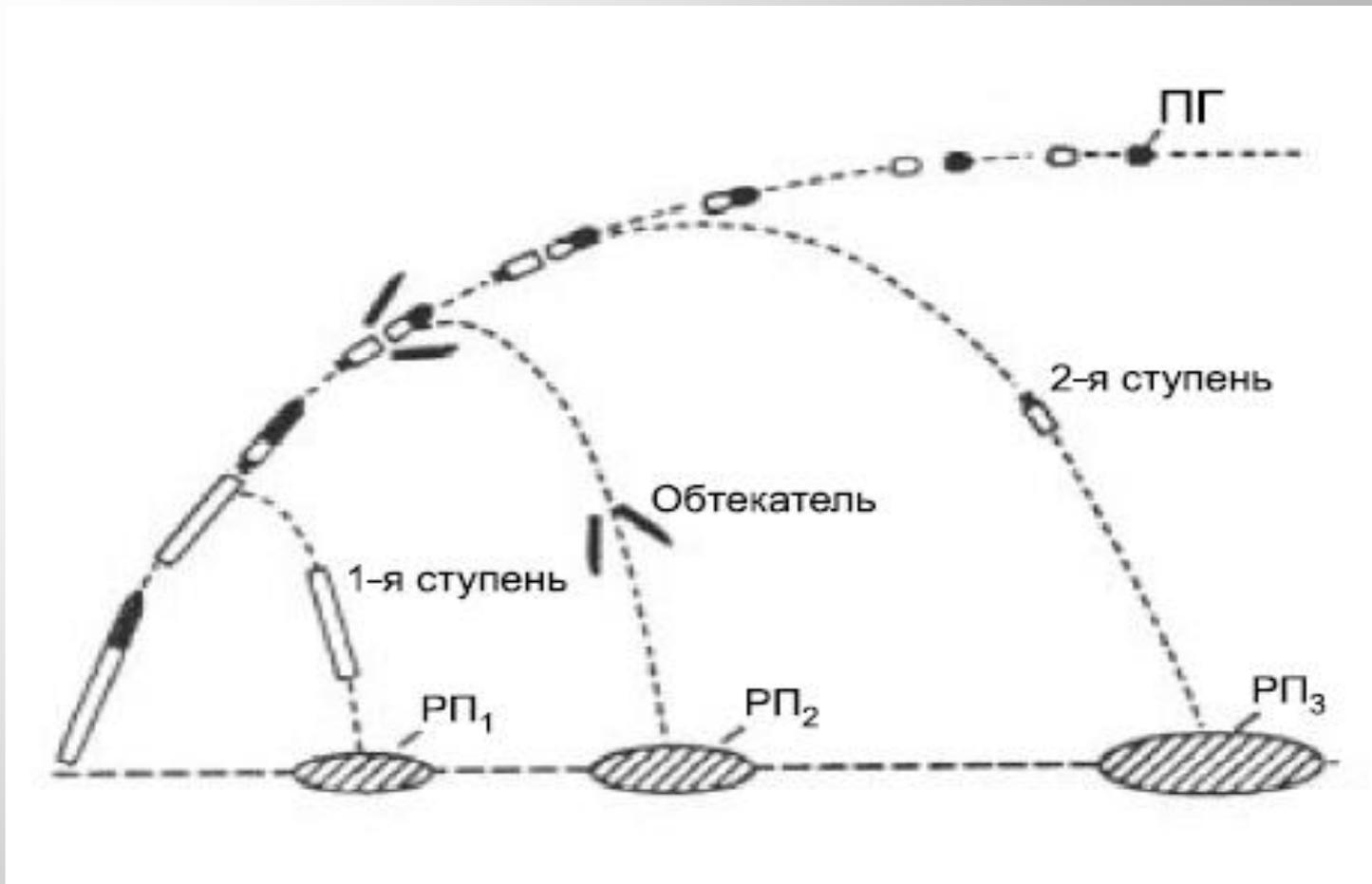


**а**



**б**

**Рис.11.** Космический (а) и экологический (б) взгляды на стартующую ракету.  
Из: Кричевский С.В. Экологическая история техники. С.136.



**Рис.12.** Схема, поясняющая образование районов падения (РП) при запусках космических объектов ракетами-носителями с Земли. По: Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор. - М.: Наука, 1999. С.91.

Обозначения: РП 1 , РП 2 , РП 3 - районы падения; ПГ - полезный груз;

----- - траектории.

Высоки риски аварий при пусках ракет, вероятность неудачи  $\sim 0,03-0,05$ , т.е. 3-5% запусков аварийные (в среднем каждый 25-й). Рис. 13.

Для сравнения: в авиации к.п.д. самолетов на порядок выше (до 30-40%), а безопасность полетов - на 3-4 порядка выше, чем у РН. Если для автомобильного топлива давно действуют экостандарты (Евро-1,2,3,4,5), то для ракетного их нет.

Космическая отрасль в России и во всем мире не спешит их вводить. Более того, в нашей стране чрезмерно увлеклись коммерческими запусками устаревших гептиловых ракет, что явилось одним из негативных факторов, приведших к отставанию в развитии и обновлении техники.



**Рис.13. Падение ракеты-носителя «Протон-М» при запуске на космодроме Байконур 2 июля 2013 г. // Сайт РИА НОВОСТИ. - 11.06.2014. - [http://ria.ru/trend/accident\\_Proton\\_GLONASS\\_02072013/](http://ria.ru/trend/accident_Proton_GLONASS_02072013/)**



**Рис.14.           Фрагмент           РН           (ступень)           в           водоеме.**  
**<http://2002.novayagazeta.ru/nomer/2002/88n/n88n-s16.shtml>**



**Рис.15. Фрагмент головного обтекателя РН после падения в населенном пункте. [http://cdn.trinixy.ru/pics4/20101005/surprise\\_from\\_the\\_sky\\_01.jpg](http://cdn.trinixy.ru/pics4/20101005/surprise_from_the_sky_01.jpg)**



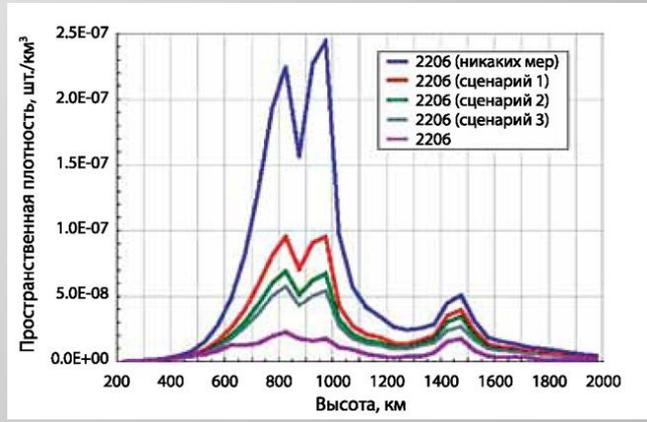
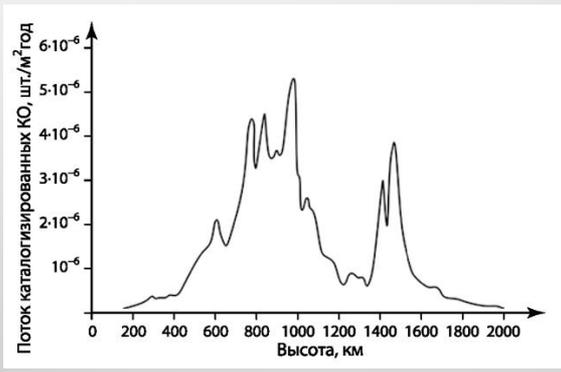
**Рис.16. Фрагмент ступени РН после падения в населенном пункте**  
<http://www.qtopia.ch/medien/images/big/129-157-3553.jpg>



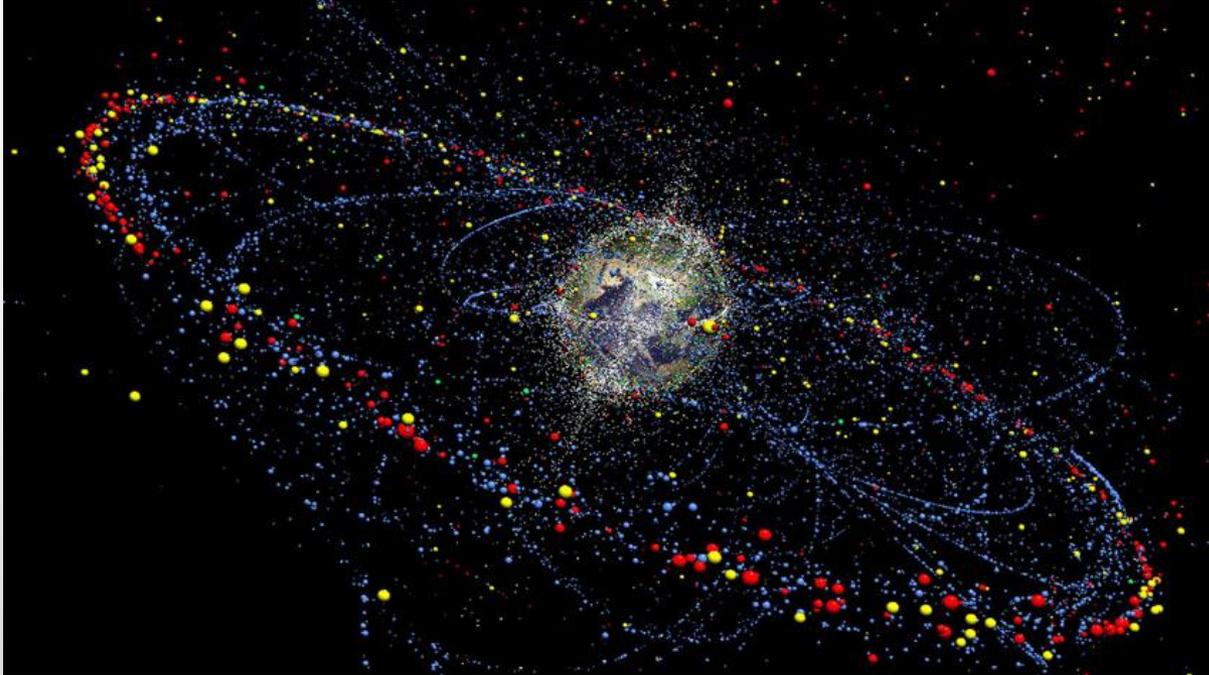
**Рис. 17. 2-я ступень РН «Протон» после падения в алтайской тайге. По: «Алтай – Космос – Микрокосм» / Дельфис. 1998. №3. <http://www.delphis.ru/journal/article/altai-kosmos-mikrokosm>**



**Рис. 18.** Алтайский заповедник и район падения №326 для 2-й ступени РН (запускаемых с космодрома «Байконур», Казахстан) на территории Республик Алтай и Хакассия, Россия. По: Сайт Новости космонавтики. Форум. [http://novosti-kosmonavtiki.ru/forum/forum14/topic10452/?PAGEN\\_1=3](http://novosti-kosmonavtiki.ru/forum/forum14/topic10452/?PAGEN_1=3)



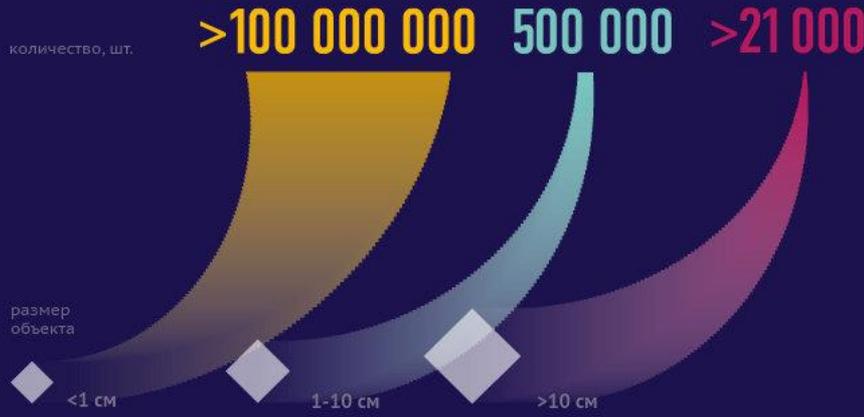
**Рис.19. Динамика процесса распространения космического мусора в ОКП (по информации из сети Интернет)**



**Рис.20.** Распределение космического мусора вокруг Земли. По: Associated Press. 25.04.2013 г. <http://www.cbc.ca/news/technology/robots-harpoons-could-clean-up-space-junk-1.1301088>

# Космический мусор – угрозы мнимые и реальные

СКОЛЬКО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА НА ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ?



Все объекты более 10 см каталогизируются и отслеживаются Сетью космического слежения США и другими службами

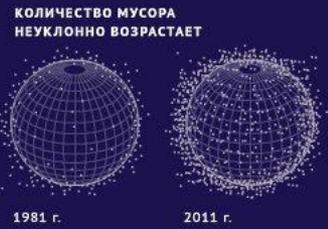


Рис.21. Космический мусор в ОКП. По: РИА НОВОСТИ, 2012.

Экологическая история пилотируемых станций и кораблей имеет те же общие закономерности, сверх того добавляются экологические риски для здоровья и жизни людей.

В 1999-2004 гг. автором были проведены исследования экологической истории ОК «Мир» с оценкой экологических аспектов на полном жизненном цикле. Табл. 1 и 2.

См. подробное изложение в статье:

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

**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), «Спейс 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%

**Таблицы 1 и 2.** Экологический баланс масс космической станции «Мир»

Из: Кричевский С.В. Экологическая история техники. С.148.

## **2. «ЗЕЛЕНАЯ» КОСМОНАВТИКА КАК УТОПИЯ, РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВА**

## **2.1. «Зеленые» технологии и «зеленая» космонавтика (определения идеального образа)**

**«Зеленые» технологии** – это технологии, позволяющие осуществлять цели деятельности при минимуме потребления ресурсов и минимуме загрязнения окружающей среды. Они имеют экологическую миссию экологизации техники и деятельности, и являются мощными катализаторами перехода к новому технологическому укладу, трансформации технологических сфер деятельности, экономики и общества.

**«Зеленая» космонавтика** в идеале должна использовать только «зеленые» технологии, реализуя цели КД при минимуме потребления ресурсов и минимуме загрязнений окружающей среды.

**«Зеленое» развитие – развитие общества в балансе с окружающей средой в парадигме «зеленой» экономики (новая стратегия ООН, 2012 г.).**

**«Технологии ... способы достижения целей, поставленных обществом, в том числе таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду» (Лем С. Сумма технологии / Пер. с польск. М.: «Мир», 1968. С.23).**

*«Унаследованные» технологии >*

*Наилучшие доступные технологии >*

*Зелёные технологии*

В мире в 2006-2010 гг. зарегистрировано ~ **6000** патентов на «зеленые» технологии, подавляющее большинство в развитых странах, из них: ~ **1500** – в США, а в развивающихся странах всего **около 100**, из которых ~ **80%** в странах БРИКС (Россия и др.) [по: Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. , 2012].

Ключевую роль в переходе к «зелёным» экономике и развитию призваны сыграть «зелёные» «правила игры», стандарты и технологии. **«Глобальный рынок «зелёных» технологий в 2007 г. оценивался в 2 трлн. долларов США (3,5 % от мирового ВВП, который составлял около 60 трлн. долл. США), а к 2020 г. должен достигнуть 4,5 трлн. долларов США. От 25 % до 40 % по разным сегментам данного рынка сосредоточено в США, в России – менее 1 %»** [Доклад по результатам НИР... М.: МГУ, 2012. С. 20] (цитир. по: **Кричевский. Эволюция технологий..., 2015. С. 127).**

Современный технологический уклад является «коричневым» (это отражено в документах ЮНЕП, ООН) [Навстречу «зелёной» экономике, 2011; Рио+20] и определяется преобладающими экологически грязными и экономически расточительными, «коричневыми» экономикой и технологиями.

*Для перехода от «коричневого» к новому «зелёному» технологическому укладу необходим массовый переход к «зелёным» технологиям и «зелёной» технике.*

Проблемы экологической безопасности и экологизации космической деятельности (КД) становятся все более актуальными. В мире идет переход от грязной и расточительной «коричневой» экономики к новой - «зеленой» экономике, к «зеленым» технологиям и «зеленому» развитию. «Зеленой» экономике была посвящена Всемирная конференция «Рио+20» под эгидой ООН в 2012 г. в Рио-де-Жанейро (Бразилия).

«Зеленая» энергетика, «зеленое» строительство, «зеленый» транспорт становятся новой и модной реальностью и прообразом «зеленого» будущего. Пример: «зеленый» самолет (2009).

А где же «зеленая» космонавтика и возможны ли «зеленые» космическая техника, технологии, деятельность?

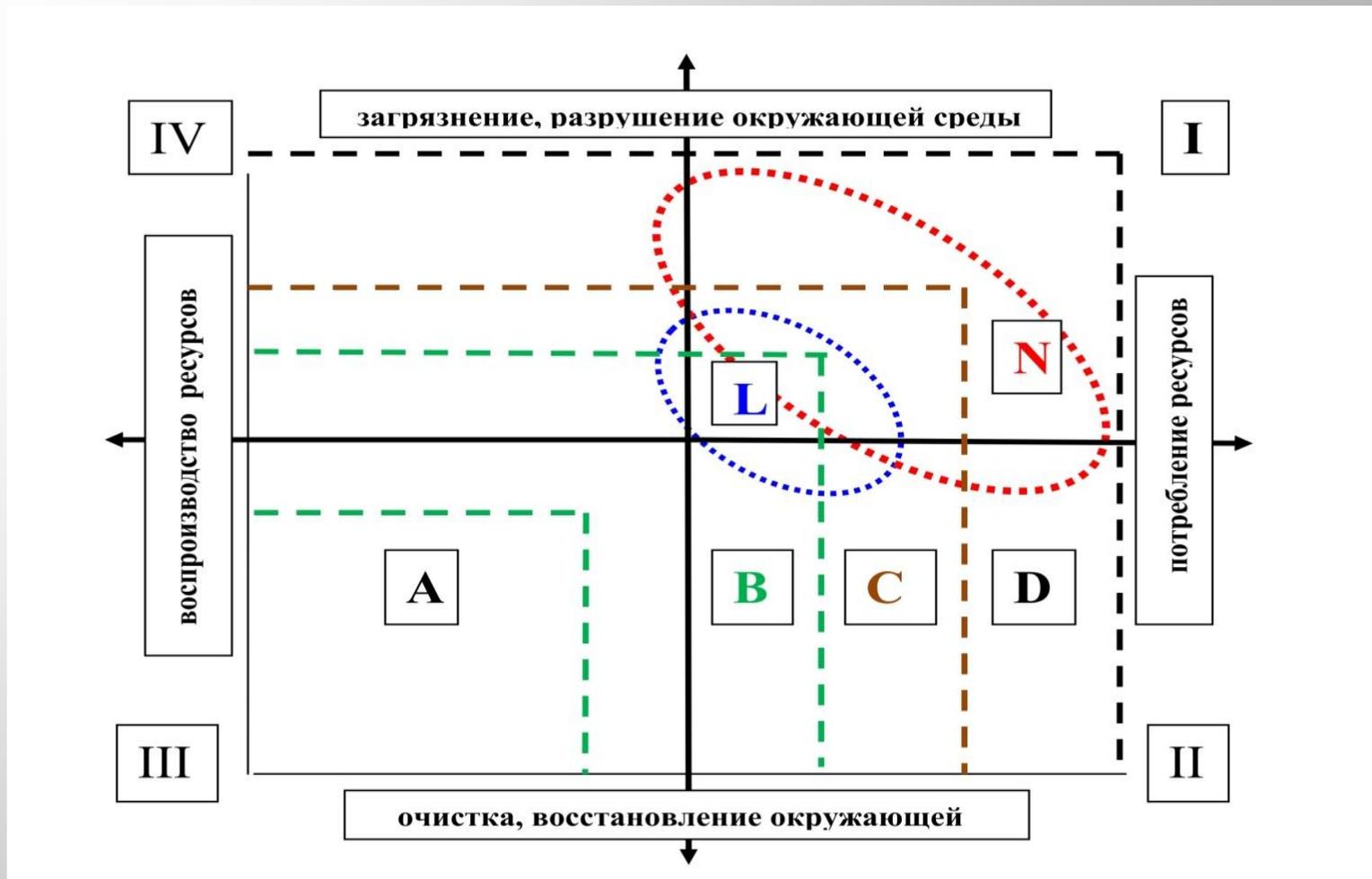
Какой должна быть стратегия перехода к «зеленой» космонавтике?

***Но сначала о том, как оценить экологичность, «зеленость» техники и технологий?***

## 2.2. Классификация и оценка экологичности, технологий, техники, отраслей: как оценить «зелёность»?

В развитие подхода (Кричевский С.В., 2007), автором предлагаются новый подход и модель, разработанные в 2013-2014 гг., позволяющие дать классификацию и оценку экологичности («зелености») технологий, техники, процессов, отраслей в пространстве (координатах): «потребление, воспроизводство природных ресурсов» – «загрязнение, разрушение, очистка, восстановление ОС».

В упрощенном виде модель представлена на Рис. 22.



**Рис.22.** Модель оценки экологичности технологий, техники, отраслей ... в пространстве «потребление, воспроизводство ресурсов» – «загрязнение, разрушение, очистка, восстановление окружающей среды» на основе применения «метода 4-х красок» (Кричевский С.В., 2013, 2014).

### **Обозначения (к Рис. 22):**

I-IV - экологические режимы (ЭР) взаимодействия с окружающей средой (ОС):  
I - потребление природных ресурсов с загрязнением, разрушением ОС; II – потребление ресурсов с очисткой, восстановлением ОС; III – воспроизводство ресурсов с очисткой, восстановлением ОС; IV – воспроизводство ресурсов с загрязнением, разрушением ОС.

A, B, C, D - классы технологий, процессов по критерию экологичности: A – «белые» (идеальные, экологически чистые и безопасные, природо-ресурсовосстанавливающие, «сверхзеленые», принципиально новые, перспективные); B – «зеленые» (природо-ресурсо-сберегающие, обладающие высоким уровнем экологической безопасности, новые, желаемые); C – «коричневые» (расточительные, грязные, экологически опасные, устаревшие); D – «черные» (сверхрасточительные, чрезвычайно грязные, разрушительные, экологически сверхопасные, неприемлемые).

Красный пунктирной эллипс - интегральный эколого-технологический спектр (ИЭТС) отрасли N (показано условно).

Синий пунктирный эллипс - область наилучших доступных технологий (НДТ) L для отрасли N (показана условно).

Применительно к космической технике и технологиям на примере горючего в составе топлив, применяемых в РН классы технологий (по «методу 4-х красок») выглядят так:

**«черные»** – гептиловые РН (несимметричный диметилгидразин (НДМГ) + азотный тетраксид);

**«коричневые»** - керосиновые РН (керосин + кислород);

**«зеленые»** - водородные РН (водород + кислород);

**«белые»** - перспективные принципиально новые («безракетные») техника и технологии (электромагнитные, гравитационные и др.).

В качестве фантастического прообраза: «белая и пушистая» инновационная «гравицаппа» из фильма «Кин-Дза-Дза!» в (СССР, 1986 г.) + его ремейк-мультфильм (Россия, 2013 г.), - см. Рис. 23.



Рис. 23. «Кин-Дза-Дза!». Фильм режиссера Г. Данелия эпохи СССР (1986), где даны фантастические прообразы «белых» космических технологий («гравицанна» и др.). В России создан его ремейк как мультфильм (2013).

По предварительной оценке в космической отрасли явно преобладают «черные» и «коричневые» технологии и соответствующие технические объекты.

Управление процессом экологизации техники, технологий, уровнем экологической безопасности и всем переходом к «зелёному» устойчивому развитию (отрасли, сектора экономики, технологической сферы деятельности, социотехноприродной системы, страны и т. п.) можно и целесообразно осуществлять *через управление спектром применяемых технологий, причем, одновременно по 4-м аспектам (правилам):*

- (1) **запрещение** «чёрных» технологий»;
- (2) **ограничение** «коричневых» технологий;
- (3) **стимулирование активного внедрения** «зелёных» технологий;
- (4) **разработка принципиально новых** «белых» технологий.

*По существу это и есть технология управления эволюцией технологий.*

Предложенный методический подход универсален и применим для анализа всех видов технологий, техники, отраслей, технологических укладов.

Но для начала предстоит произвести инвентаризацию всего спектра технологий, применяемых в отрасли, и оценить, конкретные пропорции и тенденции.

*Заметим, что даже создаваемые новые космодромы (например, «Восточный», Россия, - см. Рис. 24-26), к сожалению, пока не решают проблему качественного рывка и перехода к новым космическим технологиям, т.к. все еще основаны на «старых» ракетных и др. технологиях.*

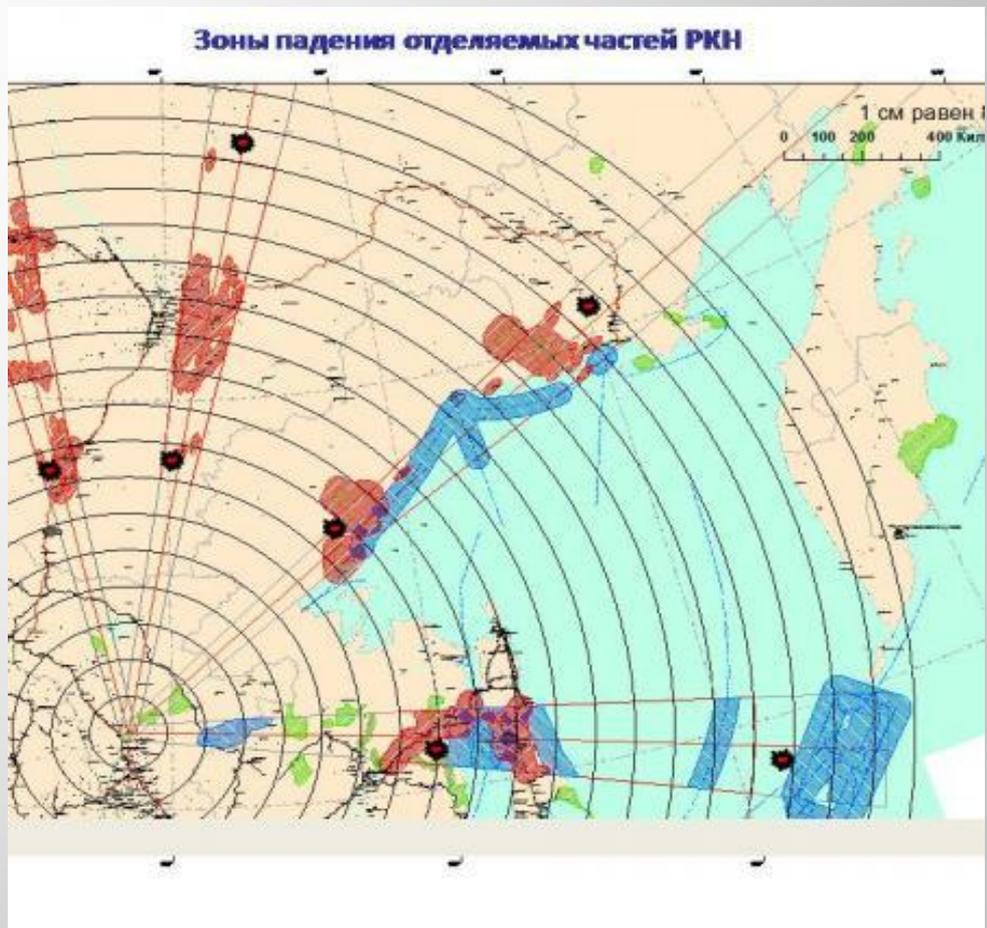
(См.: Кричевский С.В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества // Земля и Вселенная. 2014. №6. С. 34-42).



**Рис.24.** Строительство нового космодрома Восточный (Россия) // Сайт космодрома Восточный. - Фото 010714. - <http://vostokdrom.ru/>



Рис. 25. Космодром Восточный (основные траектории запуска РН)  
[http://www.spacephys.ru/system/files/vostochny\\_downrange\\_1.jpg](http://www.spacephys.ru/system/files/vostochny_downrange_1.jpg)



**Рис. 26. Космодром Восточный. Зоны падения (проект).**  
<http://vostokdrom.ru/map>

## 2.3. О переходе к «зелёной» космонавтике

### Утопии

С 90-х гг. XX в. существуют и развиваются идеи экологизации космической техники, технологий, КД, в 10-е гг. XXI в. их можно представить как комплекс идей о возможности радикального, быстрого перехода к «зеленой» космонавтике за счет обновления техники, активного внедрения «зеленых» технологий и т.п. Разработано множество идей, инновационных технологий КД, которые можно отнести к «зеленым» (например: нетоксичные ракетные топлива – «нанотопливо» (Бурдаков В.П, 2007); «зеленое» топливо (NASA, США, 2013); «космический лифт» (Поляков Г.Г, 1999 и др.), использование энергии, передаваемой лучом лазера для движения ракеты и др. В России предложены концепция «зеленых» технологий КД (Клюшников В.Ю., 2013), «зеленая» стратегия освоения Луны (Кричевский С.В., 2013), Но их внедрение затруднено из-за преобладания устаревших «доэкологических» подходов, техники, технологий и технологического уклада в сфере КД.

***«Зеленая» космонавтика все еще воспринимается как утопия.***

## Реалии и Проблемы

1. Современные космическая техника, технологии, КД в России и мире имеют унаследованные экологические проблемы из-за военного генезиса, наличия двойных технологий, отставания во внедрении экостандартов, в переходе к наилучшим доступным технологиям (НДТ), а также из-за экономических и др. ограничений.

2. Существующие «традиционные» проекты, программы, стратегии КД недостаточно внимания и ресурсов уделяют обеспечению экобезопасности, охране окружающей среды.

3. «Зеленые» подходы и технологии в них еще почти отражены (но есть «зеленые ростки»: Clean Space / Green technologies // Сайт ESA).

4. Отсутствует политическая воля направленная на экологизацию КД.

5. Зациклились на важной проблеме «космического мусора» в околоземном космосе, но и ее не можем никак решить, т.к. ***надо менять – экологизировать, «озеленять» всю систему КД.***

**Стратегию развития «зеленой» космонавтики предстоит разработать как альтернативу существующей стратегии КД, а на начальном этапе – как дополнение к ней.**

## Перспективы

В мире идет переход к «зеленой» экономике в новой парадигме «зеленого» развития и роста в русле «Рио+20» (2012 г.). Развиваются новые «зеленые» отрасли и сектора экономики (энергетика, транспорт и др.).

*Зреют новые требования и к космической отрасли по внедрению НДТ, в том числе и в России (см.: ФЗ РФ от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации»).*

В ESA и NASA идет внедрение экологически «чистых» технологий, «зеленого» топлива и др.

В России и др. странах разрабатываются принципиально новые технологии перемещения в пространстве.

Публикуются статьи о «зеленой» и «чистой» космонавтике, - см.: (Krichevsky S., 2014; Huesing J., 2015; Klyushnikov V., 2015).

*Тот, кто быстрее осознает и возглавит этот «зеленый» процесс, станет реальным мировым лидером новой - «зеленой» космонавтики и КД в XXI веке в русле нового «зеленого» технологического уклада.*

**3. ПЕРЕХОД К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СЕДЬМОМУ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ. НОВАЯ МОДЕЛЬ  
ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
УКЛАДОВ В ПАРАДИГМЕ ГЛОБАЛЬНОГО БУДУЩЕГО  
И «ЗЕЛЕННОГО» РАЗВИТИЯ**

## 3.1. Основные понятия и определения

**Технология** (от древнегреч. τέχνη — искусство, мастерство, умение; λόγος — мысль, причина; методика, способ производства) — совокупность методов, процессов и материалов, используемых в какой-либо отрасли деятельности, а также научное описание способов технического производства [Википедия].

**«Технологии ... способы достижения целей, поставленных обществом, в том числе и таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду»** [Лем С. Сумма технологии / Пер. с польск. М.: «Мир», 1968. С.23].

**Технологический уклад** (синонимы: англ. *waves of innovation*, англ. *techno-economic paradigm*, нем. *Techniksysteme*) — совокупность сопряжённых производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно. Смена доминирующих в экономике технологических укладов предопределяет неравномерный ход научно-технического прогресса [Википедия].

**Глобальное будущее** – это «продукт» глобальной (универсальной) эволюции, объект универсальной, «Большой» истории и футурологии (по: [Глобальное будущее ..., 2013; Футурология ..., 2013; Урсул, 2015]).

## 3.2. Новая модель эволюции технологий и технологических укладов

Предложим новый взгляд на технологические уклады, новую трактовку, подход и интерпретацию.

**Под технологическим укладом будем понимать доминирующий экологический режим взаимодействия общества с окружающей средой, который определяется совокупностью технологий, преобладающих в конкретный период.**

*Т. е. речь, по сути, идёт об эколого-технологических укладах.*

В отличие от предлагаемого нового подхода, старый, традиционный подход к технологическим укладам [Глазьев, Львов, Фетисов, 1992; Глазьев, 2014; и др.] (см. Рис. 27), **не позволяет** оценить экологичность этих укладов, т. к. не учитывает важных аспектов взаимодействия с ОС.



**Рис. 27.** Смена технологических укладов (Глазьев, 2014).

Традиционный подход к ТУ (по С.Ю. Глазьеву, Д.С. Львову и др.) не позволяет оценить экологичность ТУ (с 1-го по 6-й), т.к. он основан на анализе ключевых факторов и совокупности технологий как инноваций, определяющих уровень производства в социально-экономических системах.

*В реальности есть многоукладность - сложный спектр технологий и ТУ, сосуществуют и действуют несколько ТУ, но в разных пропорциях.*

Новый 6-й ТУ – лишь правая верхняя часть сложного спектра ТУ цивилизации (а также страны, отрасли, вида техники и т.п.), который охватывает, включает и предыдущие ТУ, причем, сейчас в России совокупно преобладают 3-й и 4-й ТУ.

Необходимо переосмысление сущности *технологий* «как способов достижения целей» (по: [Лем С., 1968]) и ТУ с учетом аспектов взаимодействия с ОС, эволюции технологий, техники и ОС.

*Не стоит заикливаться только на инновациях (даже на новейших конвергентных НБИКС-технологиях).*

*Необходимо учитывать взаимодействие технологий и техники с ОС, всю совокупность отношений в СТП-системах.*

Целесообразно анализировать и оценивать полный спектр технологий, технологических волн (*поднимается принципиально новая – «зелёная» технологическая волна*) и ТУ (*вплоть до «зелёного» ТУ*), применяя критерии экологичности, в т.ч. *интегральный социо-эколого-экономический критерий.*

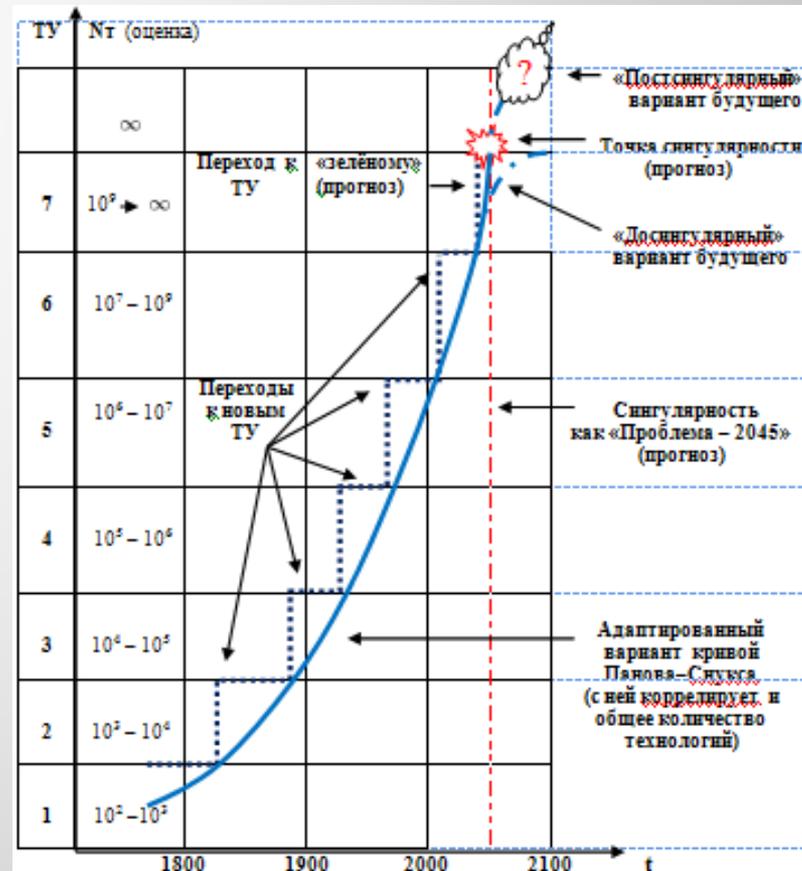
Вслед за 6-м ТУ (который все более подвергается критике как экологически и социально опасный ТУ) в последние годы рядом авторов рассматривается и предлагается переход к 7-му ТУ как социо-гуманитарному ТУ («Лепский В.Е. Проблема сборки субъектов развития в контексте технологических укладов», - см.: в книге: [Глобальное будущее 2045..., 2013. С. 67-81]), к «перспективному» ТУ [Иванов В.В., 2015].

*По нашему мнению 7-й ТУ должен стать «зелёным» ТУ и реализовать переход к «зелёному» развитию.*

**Предлагается:**

**Новая модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигмах глобального будущего и «зелёного» развития** (по: [Кричевский С.В. Эволюция технологий и технологических укладов в парадигме «зеленого» развития ... ,2015b]), - см. Рис. 28.

В ней охвачены 1-й – 7-й ТУ, показаны рост количества технологий Nt (оценка), и переход к «зелёному» ТУ, «вписанные» в адаптированный вариант кривой Панова – Снукса (эта кривая отражает ускорение развития и прогнозируемую сингулярность (~ в 2045 г.), - см.: [Панов А.Д., 2008; Глобальное будущее ..., 2013; Футурология, 2013]).



**Рис. 28. Модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития [Кричевский С.В. Эволюция технологий и технологических укладов ..., 2015b. С. 77].**

Показаны: ускоренный рост общего количества технологий Nt (оценка), 1-й – 7-й технологические уклады (ТУ), нелинейный переход к «зеленому» ТУ, «вписанные» в адаптированный вариант гиперболической кривой Панова–Снукса, изображающей ускорение эволюционного процесса на Земле и сингулярность, прогнозируемую ~ в 2045 г. (так называемую «Проблему – 2045»).

## Основные выводы и рекомендации

1. Космонавтика и КД в России и мире в XXI веке находятся в состоянии кризиса, порожденного комплексом внутренних и внешних проблем, одна из главных – низкая эффективность техники и КД (по сути - это «технологический тупик» космонавтики и КД), необходим переход к принципиально новым технологиям и технологическим укладам.
2. Существуют «точки роста», в т. ч. идеи, стратегии, проекты, технологии «зеленого» технологического уклада в КД: «Clean Space initiative» (инициатива «Чистый Космос») в Европейском Союзе, в Европейском космическом агентстве (ESA) [ESA, Clean Space. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering/Clean\\_Space/](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering/Clean_Space/) (2013)]; «Зеленая» космонавтика» в России [Кричевский С.В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества // Земля и Вселенная. 2014. №6] и др.
3. Переход общества к новому технологическому укладу рассматривается как стратегия выхода из глобального кризиса. Вслед за новым 6-м технологическим укладом на основе NBICS-технологий (Глазьев С.Ю., 2009), который уже критикуют как экологически и социально опасный, предлагается переход к следующему, 7-му технологическому укладу: «социо-гуманитарному» [Лепский В.Е., 2013], «зеленому» [Кричевский С.В., 2013, 2014)], «перспективному» [Иванов В.В., 2015].
4. Не стоит ограничиваться только инновациями (даже на конвергентных NBICS-технологиях). Необходимо переосмысление сущности технологий «как способов достижения целей» (по: [Лем С., 1968]) и технологических укладов, учитывая особенности взаимодействия с окружающей средой, эволюцию ее и технологий.

## Основные выводы и рекомендации (окончание)

5. Разработана новая модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития [Кричевский С.В., 2015b], представляющая рост общего количества технологий, 1–7-й технологические уклады как восходящие ступени интегрального многоукладного технологического уклада, нелинейный переход к «зеленому» технологическому укладу, которые «вписаны» в адаптированный вариант гиперболической кривой Панова–Снукса (эта кривая отражает ускорение эволюции на Земле, прогноз сингулярности и глобальной катастрофы ~ в 2045 г., - по: [Панов А.Д., 2008; Глобальное будущее-2045..., 2013; Футурология..., 2013]).
6. Для обеспечения безопасности и развития человечества необходимо решение данной проблемы (так называемой «Проблемы-2045»): предстоит осуществить сложный переход к адекватному новому перспективному технологическому укладу при остром дефиците времени и ресурсов.
7. Перспективный «зеленый» 7-й технологический уклад реализует управляемый социо-эколого-экономический переход к устойчивому «зеленому» развитию, что при условии глубокого «зеленого» реформирования всего интегрального технологического уклада позволит отложить или предотвратить глобальную катастрофу, даст шанс на исполнение оптимистического сценария глобального «зеленого» будущего для человека и человечества.
8. Космонавтика и КД должны осуществить свой переход к новым технологическим укладам опережающими темпами и стать лидерами-ускорителями перехода общества к ним.
9. Всю космонавтику в России и мире, ее инфраструктуру и продукцию необходимо начать делать из другого теста: из «зеленых» идей, проектов, технологий, материалов. Для этого всем участникам процесса предстоит самим «позеленеть» изнутри. Осталось понять, захотеть, суметь!

## Литература

1. Бурдаков В.П. Нанотопливо – прорыв в будущее // Российский космос. 2007. № 8. С. 66-71.
2. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор. М.: Наука, 1999. 240 с. : ил.
3. Ключников В.Ю. Основные направления реализации концепции «зеленых» технологий космической деятельности // К.Э. Циолковский и инновационное развитие космонавтики: Материалы XLVIII Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Эйдос, 2013. С. 223-224.
4. Космос и экология. М.: Знание, 1991. 64 с.
5. Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы): Монография. М.: ИИЕТ РАН, 2007. 160 с.
6. Кричевский С.В. Аэрокосмическая деятельность: Междисциплинарный анализ. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 384 с.
7. Кричевский С.В. Эволюция экологической политики и экологизация техники и технологий в сфере аэрокосмической деятельности: опыт, проблемы, перспективы // ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН. Годич. науч. конф. (2013).Т.2. М.:ЛЕНАНД,2013.С.180-183.
8. Кричевский С.В. «Зеленые» технологии и стратегия освоения Луны // К.Э. Циолковский и инновационное развитие космонавтики: Материалы XLVIII Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Эйдос, 2013. С. 14-16.
9. Кричевский С.В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества // Земля и Вселенная. 2014. №6. С. 34-42.
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. Стратегия развития «зеленой» космонавтики: утопии, реалии, перспективы // К.Э. Циолковский и стратегия развития космонавтики. Материалы XLIX Научных чтений К.Э. Циолковского. Калуга, 2014. С. 17-18.
12. Кричевский С.В. Экологическая история орбитального комплекса «Мир» // Земля и Вселенная. - 2004. - № 1. - С. 74-79.
13. Кричевский С.В. Эволюция технологий, «зелёное» развитие и основания общей теории технологий // Философия и космология / Philosophy & Cosmology. 2015а. Том 14. С. 119-138. <http://www.ispcjournal.org/journals/2015/krichevsky.pdf>
14. Кузнецов В., Мунин А., Самохин В. «Зеленый» самолет // Наука и жизнь. 2009. №3.
15. Лем С. Сумма технологии / Пер. с польск. Пред. В.В. Парина. М.: Мир, 1968. 608 с.
16. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения Земли: зарождение тенденций. М.: ИИЕТ РАН, 1999. 238 с.
17. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения: история происхождения. М.: ИИЕТ РАН, 1999. 238 с.
19. Основные положения «Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу», утвержденные Президентом Российской Федерации от 19 апреля 2013 г. № Пр-906.
20. Панин Л.Е., Перова А.Ю. Медико-социальные и экологические проблемы использования ракет на жидком топливе (гептиле) // Бюллетень СО РАМН, 2006. №1.
21. Программа МСОЭС "За экологическую безопасность ракетно-космической деятельности». <http://www.seu.ru/programs/cosmos/>
22. Рыбников С.И. Кувалдой по хрустальному своду: Об экологической опасности и безопасности космонавтики // Знание – Сила. 1991. № 5. С. 19-23.

23. Социально-экологические последствия ракетно-космической деятельности: Специальный выпуск / Под ред. М.В Черкасовой. М.: ЦНЭП, СоЭС, 2000. 120 с.
24. Утверждены основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года // Сайт Президент России. 30 апреля 2012 года. <http://news.kremlin.ru/news/15177>
25. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
26. Экологическая опасность современной космической деятельности: Резолюция 4-й научной конференции «Алтай – Космос - Микрокосм» (г. Барнаул, Россия, 26-27 июня 1998 г.) // Новости космонавтики. 1998. Т. 8. № 15/16. С. 62-63.
27. 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.: Изд-во Анкил, 2000. 640 с.
28. Сайт Национального аэрокосмического агентства - NASA (США). <http://www.nasa.gov/>
29. Сайт ООН. <http://www.un.org/ru/>
30. Сайт РИА НОВОСТИ. <http://ria.ru/>
31. Сайт Российской академии наук. <http://www.ras.ru/>
32. Сайт Федерального космического агентства (Роскосмоса). [www.federalspace.ru](http://www.federalspace.ru)
33. Clean Space / Green technologies // Сайт ESA. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering/Clean\\_Space/Green\\_technologies](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering/Clean_Space/Green_technologies)

34. Krichevsky S. Green space? // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). 2014. №2. Pp. 60-65.
35. Huesing J. The Clean Space initiative // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). 2015. №1. Pp. 87-90.
36. Klyushnikov V. Green cosmonautics – an ideal to strive for // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). 2015. №3. Pp. 71-74.
37. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992. 207 с.
38. Глазьев С. Выход из хаоса. Часть 1 // Военно-промышленный курьер. 12 ноября 2014 г. №42. <http://vpk-news.ru/articles/22623>
39. Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция / Под ред. проф. Д.И. Дубровского. М.: ООО «Изд-во МБА», 2013. 272 с.
40. Иванов В.В. Концептуальные основы Национальной технологической инициативы. Доклад на Заседании Президиума РАН. 28.01.2015 г.
41. Космонавтика XXI века: Попытка прогноза развития до 2101 года / Под ред. Б.Е.Чертока. М.: Изд-во «РТСофт», 2010. 864 с. : ил.
42. Кричевский С.В. Переход к «зелёному» технологическому укладу через управление спектром технологий // Партнерство цивилизаций. 2013. №4. С. 201-202.
43. Кричевский С.В. Эволюция технологий и технологических укладов в парадигме «зеленого» развития и глобального будущего // Наука та наукознавство / Science and Science of Science (Міжнародний науковий журнал. Київ). 2015b. №2 (88). С. 73-79.

44. Кудрин Б.И. Технетика: новая парадигма философии техники (третья научная картина мира). Томск: Изд-во Томского университета, 1998. 40 с.
45. Лем С. Сумма технологии / Пер. с польск. М.: Мир, 1968. 608 с.
46. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур. ЮНЕП, 2011.  
[http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER\\_synthesis\\_ru.pdf](http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_ru.pdf)
47. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России / Под ред. М.В. Бегака. М., 2010. 220 с.
48. Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI) / Послесл. Л.М. Гиндилиса. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 208 с.
49. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. Структурные преобразования в условиях формирования «зеленой» экономики: вызовы для российского государства и бизнеса // Проблемы современной экономики. 2012. № 3.  
<http://www.mecconomy.ru/art.php?nArtId=4155>
50. Рио+20. Будущее, которое мы хотим // Сайт ООН.  
<http://www.un.org/ru/sustainablefuture/>
51. Урсул А.Д. Феномен ноосферы: Глобальная эволюция и ноосферогенез. М.: ЛЕНАНД, 2015. 336 с.
52. Футурология. XXI век: бессмертие или глобальная катастрофа? / А.В. Турчин, М.А. Батин. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 263 с.

**(С) Кричевский С.В., 2015.**



ИНСТИТУТ  
ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ  
ИМЕНИ С.И. ВАВИЛОВА РАН



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**