

## Секция 9

**Космонавтика и устойчивое развитие общества  
(концепции, проекты, решения)****РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РОЛИ КОСМОНАВТИКИ ПРИ  
РЕШЕНИИ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ СУЩЕСТВОВАНИЯ  
ЦИВИЛИЗАЦИИ**

*В.И.Лукиященко, В.П.Сенкевич, Ю.А.Матвеев, В.И.Флоров*

Сама постановка задачи полетов в космическом пространстве всегда ассоциировалась с высокими уровнями общечеловеческого значения. Во-первых, трудность решения такой задачи вызывает понимание необходимости привлечения сил многих ученых, инженеров, производственных коллективов. Во-вторых, человеческая фантазия сама без усилий всегда рисует для таких задач грандиозные картины познавательного и преобразовательного значения. Поэтому еще в донаучной (мифической) фазе космические картины подсвечены общественным значением.

Впервые на научном уровне задачи космонавтики были сформулированы К.Э.Циолковским. Широко известен его план освоения мировых пространств. С первых его пунктов космонавтика выступает как передовое направление деятельности развитой человеческой цивилизации. Во многих его работах он связывает космонавтику непосредственно с проблемами Земли, как среды обитания людей.

Все ученые, инженеры и философы, занимавшиеся космонавтикой, всегда отмечали большое общечеловеческое цивилизационное значение космонавтики. Но это в основном касалось будущего. Настоящее вносило свои коррективы. Практическая космонавтика родилась в военном мундире. Это в значительной степени определило ее дезинтеграцию, а вместе с тем и понижение уровня задач ее общечеловеческой значимости. Но тем не менее сам факт выхода в космическое пространство имел интегрирующее, цивилизационное значение. Эта черта работала и далее, ограничивая дезинтегрирующее действие соответ-

вующих характеру эпохи военных задач космонавтики. Эта черта набирает силу сегодня, когда обостряется социально-экологическая глобальная проблематика. В последние десятилетия ее задачи начинают доминировать в перспективах развития космонавтики. Роль космонавтики в вероятном решении этих задач становится все более определенной. Перспективная космонавтика определяется в этом свете как локомотив цивилизации в проблемную эпоху ее социально-экологического развития.

### **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*А.А.Позин, Ю.А.Матвеев, А.И.Юнак*

Ушедший 20 век – век драматических событий и открытий, век грандиозного скачка в развитии науки, техники, технологии, реализации сложных социальных проектов. Это век, который дал в руки человека огромные мощности, открыл новые ресурсы, пространства космоса и ноосферы. И в тоже время этот век, который не смог решить задачи снижения угроз (внешних и внутренних), грозящих человечеству, и, более того, многие из угроз обострил и усилил, вывел их на критическую грань. Как отметил однажды академик Н.Н.Моисеев в этом смысле 20 век – это век предупреждений и, по-видимому, 21 век будет век свершений.

Сейчас уже многим очевидно, что человечеству в ближайшие десятилетия придется решать сложные проблемы. Очевидно также, что проблемы экологической безопасности наряду с энергетическими проблемами будут основными. Человечество должно будет осознать это и сосредоточится, необходимо вести кропотливую исследовательскую и технологическую работу, нужно готовить специалистов, воспитывать население. Последнее представляется очень важным.

Обсуждаются проблемы экологической безопасности ракетно-космической деятельности. Рассматриваются методы решения задач упреждающего анализа перспективных проектов РКТ на предмет экологической безопасности, с тем, чтобы заранее выработать рациональные методы снижения такого негативного влияния на природную среду. Одновременно рассматриваются возможности использования ракетных технологий для решения задач мониторинга окружающей среды.

**РАЗВИТИЕ КОСМОНАВТИКИ И ВОПРОСЫ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ  
СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

*О.М.Алифанов, Ю.А.Матвеев, В.А.Чумаков*

Общепризнанно, что развитие ракетно-космических технологий стимулировало научно-технический прогресс, способствовало социально-экономическому подъему, расширению мировоззренческих представлений. Развитие космонавтики было бы не возможно без решения кадровых проблем. Понимая это в 50 – 60 годы прошлого века в СССР в вузах авиационно-инженерной подготовки специалистов были созданы кафедры, а затем целые факультеты, где готовились специалисты аэрокосмического профиля. Поэтапно расширялась номенклатура специальностей и специализаций по этому направлению. Параллельно шла подготовка научно-педагогических кадров высшей специальности. В целом, надо отметить, была создана и успешно развивалась, достаточно стройная система подготовки и переподготовки кадров для ракетно-космической промышленности от нижнего звена (квалифицированных рабочих) до высшего инженерно-управленческого персонала. Направленный плановый подход к управлению народным хозяйством, стабильное финансирование способствовали совершенствованию такой системы, наращиванию мощи и качества корпуса специалистов, задействованных в аэрокосмической отрасли.

Ситуация с кадровым обеспечением кардинально изменилась (ухудшилась) за последние полтора десятка лет. Спад в аэрокосмической отрасли, снятие управления и снижение государственных затрат на образование повлияли на направленность и эффективность аэрокосмического образования. Можно показать, что такая динамика ведет к снижению потенциала аэрокосмической отрасли и, в целом, к потере безопасности государства.

Приводится анализ факторов внешних и внутренних, влияющих на развитие аэрокосмического образования. Это – непрерывные реформы образования и высшей школы, снижение или потеря научно-технических связей с предприятиями и НИИ отрасли, старение кадрового корпуса, понижение престижа и оплаты труда, ухудшение культурной среды, низкий уровень школьной подготовки, отсутствие государственного заказа, приятие либерально-демократической идеологии и следование иезуитским рекомендациям МВФ. Рассматриваются основные подходы, которые позволят, в определенной мере, снизить темпы деградации аэрокосмического образования (интеграция подготовки специалистов, реализация схемы двойного образования (инженера-менеджера), территориальные факультеты и др.). Обсуждаются особенности подготовки инженерных кадров на факультете «Космическая техника» МАИ, рас-

положенного на территории НПОЛ, в частности, реализация системы непрерывной направленной производственной практики в учебном процессе.

**ГКСС — МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ  
ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКАЯ  
ОБСЛУЖИВАЕМАЯ СИСТЕМА — МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОРЫВНЫЙ СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ  
РОССИИ XXI ВЕКА**

*В.Д.Кусков, В.И.Лукьященко, Е.Л.Новикова, В.П.Сенкевич*

Космическая индустрия обладает большой инерционностью к восприятию и реализации новых идей. Каждый космический комплекс представляет собой комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных технологий и конструктивных решений, отрабатываемых на длительном временном интервале, предшествующем запуску системы в космос.

Цикл разработки космической системы от "замысла" до "запуска" и принятия в эксплуатацию измеряется десятилетиями.

Мировые телекоммуникации с 90-х годов переданы государствами в руки рыночных отношений. Космические системы, не являясь исключением, также должны выходить на рынки услуг и конкурировать или сопрягаться с наземными системами массовой глобальной подвижной связи.

Чтобы обеспечить создаваемой космической системе надежное место на рынке услуг после ее создания (а это может быть через 10-15 лет) необходим уверенный долгосрочный прогноз востребованности системы как минимум на 30-50 лет вперед.

Ретроспективный анализ развития информационных технологий выявил главные тенденции устойчивых высокоинформативных технологий на длительном прогнозируемом интервале (более 30-50 лет). Такими основополагающими прорывными технологиями начала XXI века являются:

в космосе - космическое координатно-временное обеспечение (ККВО), превышающее достигнутый уровень точности на 1,5-2 порядка;

на земле - технологиями подвижных систем III поколения 3G, имеющих уже стабильный долгосрочный прогноз развития в эпоху 4G, 5G и далее (с периодом совершенствования - 12 лет).

Интеграция указанных наземных и космических технологий сформировала видение перспективной многофункциональной наземно-космической системы навигации, связи, наблюдения и управления. По

своей масштабности данное предложение восходит к проблеме информатизации всей социальной сферы России и обслуживания мирового информационного сообщества.

Сегодня происходит бурная "конвергенция" между связью и навигацией на уровне потребительского терминала сотовой системы и на системном уровне глобальной синхронизации систем связи от КНС. Сейчас связь "подстраивается" под возможности КНС, которые КНС может изменить по своему усмотрению — изменить частоты, информационный сигнал, орбитальную группировку и т. д. Большинство аппаратов ДЗЗ испытывают проблемы определения точных координат, синхронизации и сбора информации. В ЕКА планируется с помощью разных средств - авиационных, спутниковых, ВОЛС, наземных систем создать многофункциональную систему наблюдения GMES. Делается попытка подстроиться под существующую ситуацию "задним числом". При этом затраты, которые реально потребуются на создание системы GMES, окажутся соизмеримыми или большими, чем на сами спутники.

В России проблема создания космического оперативного наблюдения может решаться путем включения систем и аппаратов наблюдения и ДЗЗ на правах мобильного объекта в состав многофункциональной системы.

В этой ситуации необходимо ориентироваться на зарождающуюся перспективу - малые аппараты ДЗЗ и микроспутники, которые изначально могут войти в многофункциональную систему в структуре постоянных абонентов. Для российской космонавтики эта ситуация складывается наилучшим образом. Существующие и разрабатываемые аппараты "Вулкан", малые аппараты детального и радиолокационного наблюдения, система микроспутников (ОКР "Система"), МС-ЭКО, "завязанные" в единую многофункциональную систему, представляют глобальную систему оперативного (и по некоторым параметрам детального) наблюдения за всеми процессами, происходящими на Земле и в приземном пространстве. Задача состоит в том, чтобы "увязать" эти объекты в едином проекте Глобальной Космической Суперсистемы - ГКСС, единой орбитальной группировке России.

Цели развития. Сохранение лидирующего положения России в космической деятельности поэтапным переходом на магистральный путь многофункционального построения единой взаимоувязанной информационной орбитальной группировки РФ. На первом этапе в рамках ФЦП "Глобальная космическая навигационная система" - эволюционное развитие КНС ГЛОНАСС в многофункциональную интегрированную управляющую систему - информационное ядро орбитальной группировки РФ. На втором этапе - образование ГКСС РФ.

Направления развития, закрепляющие лидирующее положение РФ в мировой космической деятельности: сохранение и развитие космической связи как массового глобального явления только на пути конвергенции с системами подвижной связи III поколения в рамках средневисотной сетевой интегрированной системы; технологии космического координатно-временного обеспечения, разрабатываемые в России, позволят повысить точность космической хронометрии и координатометрии КНС ГЛОНАСС на 1,5-2 порядка; интеграция технологий космического КВО и технологий подвижных систем III поколения на средневисотном уровне в рамках развития КНС ГЛОНАСС позволит России создать глобальную наземно-космическую систему, опережающую на десятилетие развитие мировых навигационно-связных систем. Это создаст глобальный радиодоступ, независимый от развития наземных систем; комплексная интеграция навигационно-связных прорывных технологий с информационными технологиями ДЗЗ позволит России занять лидирующее положение в мире при своевременной конвергенции моноцелевых космических систем в единую многофункциональную группировку (ГКСС); разработка концепции и системного проекта единой многофункциональной наземно-космической системы России и ее создания и развития на основе международного сотрудничества в 2006-2015 гг. позволит космической индустрии России определить генеральную стратегию развития и сконцентрировать усилия на основных направлениях развития. Разработку системного проекта комплексного развития космических систем в единую многофункциональную информационную взаимосвязанную систему следует принять как главное стратегическое направление исследований периода 2006-2015 гг.

Замысел. Используя настоящий момент глобального взрывного революционного развития мировых телекоммуникационных и информационных технологий, а также возможность интеграции российских технологий космического координатно-временного обеспечения с мировыми достижениями подвижной связи в процессе ее становления — вывести космическую индустрию России в следующий цикл технологического развития, опережая на десятилетия Запад и Америку.

Успехи и востребованность космической деятельности будет зависеть от роли космических средств в той или иной сфере деятельности человека. Ориентация на принцип многофункционального мультисервисного обслуживания социальной деятельности позволяет предложить системные решения по предоставлению услуг различным сферам, на основе чего должен быть разработан и представлен на государственное утверждение проект "социального заказа" на космическую деятельность.

На первом месте среди проблем, решаемых ГКСС, должны стоять комплексные задачи информатизации социального развития России, решаемые на следующем, более высоком, уровне при развитии ФЦП "Электронная Россия". В настоящее время в ФЦП "Электронная Россия" ориентируется на наземные телекоммуникационные и информационные средства, не решающие в целом задач, поставленных перед информатизацией государственного управления на всех уровнях от верхнего до местного и индивидуального. Только применение глобального космического радиодоступа через средства подвижной связи обеспечит решение практически всех задач управления на всей территории страны без исключений.

### **ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДВОЙНОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

*Н.Н. Попов*

В условиях низкого уровня финансирования космических проектов и программ как научной, социально-экономической, коммерческой, так и военной направленности, значительного снижения технологического уровня производства, широкомасштабной утечки высококлассных специалистов остро встает вопрос формирования экстренных мер, направленных на решение возникающих проблем организации космической деятельности.

В первую очередь, это касается проблемы смягчения финансового бремени на создание космической техники и применения космических средств различного целевого назначения. На сегодняшний день сложилась ситуация, при которой вся отечественная космическая сфера оказалась поделенной на гражданский и военный сектора. При практически совпадающих инфраструктурах, схожих задачах, общей производственной базе и единой сферы действия, каждый из указанных секторов насыщен уникальными орбитальными средствами. Наблюдаемое дублирование ими функций ведет к крайне нерациональному расходованию ассигнований, их распылению.

Для ракетно-космической промышленности наибольший интерес с экономической точки зрения представляет продукция "двойного применения", а также наукоемкая продукция с высоким уровнем добавленной стоимости, позволяющей окупать производственные затраты на ее создание и получать дополнительный доход. По статистике доходность наукоемкой продукции достигает 20-40%, в то время как доходность, например, ресурсодобывающих отраслей, как правило, не превышает 3-5%.

Участие в развитии космических средств двойного назначения и привлечение финансов со стороны коммерческих компаний позволит Роскосмосу и Минобороны России получить дополнительные возможности для развития своих военных и гражданских программ.

Эффективное управление созданием техники и технологии двойного применения - один из важных вопросов технической политики в отрасли. Реализация такого управления позволит экономить ресурсы, затраты, будет способствовать уменьшению сроков разработки, обеспечит конкурентоспособность создаваемой техники, позволит вести активную политику в области обороны, разумно решать вопросы конверсии производства.

Эффективное управление созданием техники двойного применения включает вопросы планирования, формирования и обеспечения реализации и связано с решением следующих проблемных вопросов:

- разработка общих принципов взаимодействия между федеральными заказчиками, со заказчиками, предприятиями-разработчиками и изготовителями, а также эксплуатирующими организациями;
- определение оптимальных схем финансирования и взаиморасчетов при организации работ по созданию и эксплуатации космических комплексов двойного применения;
- разработка основных принципов взаимодействия при согласовании потребных ресурсов в процессе разработки и эксплуатации различных типов и технологий двойного применения, в том числе разработка нормативно-методических документов, регламентирующих механизм долевого финансирования работ;
- процедуры обоснования потребных объемов ассигнований на НИОКР со стороны потенциальных исполнителей работ;
- порядок определения долевого финансирования Заказчиками работ;
- экспертизу заявленных объемов ассигнований.

Чтобы поддержать России статус мировой космической державы для использования космического пространства в военных, научных и народно-хозяйственных целях в период 2006-2015гг. потребуется около 280,0-290,0 млрд. руб. Естественно, что при формировании космических программ РФ приоритет отдается проектам, позволяющим получить, при выделяемых ассигнованиях, максимальные экономический, научный, социальный и оборонный эффекты.

В этой связи, с учетом концепции двойного применения КА и наземной инфраструктуры РКК, в основу разработки проекта программы космической деятельности РФ на период 2006-2015гг. закладываются принципы:

- снижения удельной стоимости получаемых результатов работы космической техники за счет:
  - максимального заимствования конструктивно-аппаратурной базы, наземных средств подготовки, запуска и управления космических средств специального назначения;
  - унификации изделий научного и народно-хозяйственного назначения с целью сокращения их номенклатуры;
  - комплексирования специальной и научной аппаратуры на научных и народнохозяйственных КА.
    - использования информационных и других космических комплексов оборонного назначения для решения народнохозяйственных задач и наоборот;
    - развития коммерческих космических программ;
    - широкого использования космических технологий в народном хозяйстве;
    - использования единой наземной инфраструктуры, обеспечивающей функционирование орбитальных группировок космических систем различного назначения, в том числе командно-измерительных комплексов и космодромов;
    - учета реальных возможностей кооперации предприятий-разработчиков специальной, научной и обеспечивающей аппаратуры и производственного задела головных заводов-изготовителей КА и РН;
    - учета реальных возможностей наземной инфраструктуры.

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ РЕАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ**

*В.Ю.Клюшников*

Потенциальная экологическая опасность ракетно-космической деятельности (РКД) обусловлена использованием высокотоксичных компонентов ракетного топлива, а также экстремальными физическими воздействиями на окружающую среду. Очевидно, экологическая опасность РКД возрастает при массовых запусках космических объектов, имеющих место при реализации космических программ.

Экологический риск от реализации космических программ представляет собой соответствие между вероятностью наступления событий, опасных для окружающей природной среды, и тяжестью их последствий:

$$R = \sum_i P_i \cdot U_i ,$$

где:

R – уровень риска;

$P_i$  – вероятность возникновения  $i$ -го опасного события;

$U_i$  – показатель тяжести последствий  $i$ -го опасного события.

Основными опасными событиями при реализации космических программ могут быть причинение ущерба компонентам окружающей среды, а также нанесение ущерба здоровью людей, не связанных с космической деятельностью. И в том и в другом случае можно дать экономическую оценку тяжести последствий опасного события.

В случае негативного воздействия на природную среду тяжесть последствий (причиненный ущерб) оценивают, исходя из платы за сверхнормативное (сверхлимитное) загрязнение атмосферного воздуха, воды, почвы и размещение отходов.

В случае ухудшения состояния здоровья людей тяжесть последствий оценивают, исходя из стоимости заболевания одного человека, пораженного, к примеру, компонентами ракетного топлива. В стоимость заболевания входят затраты на медикаменты, плата за медицинское обслуживание и лечение, потеря заработка из-за болезни) и т.д.

Вероятность причинения ущерба окружающей среде определяют, исходя из надежности изделий ракетно-космической техники (РКТ) и природно-географических особенностей районов эксплуатации РКТ

Вероятность угрозы здоровью людей определяют на основе пробит-анализа, позволяющего строить для объектов живой природы линейные зависимости типа «доза-эффект» в следующих координатах: на оси абсцисс - логарифм дозы, на оси ординат - вероятностные величины «пробиты» (probability unites-probites, сокращенно Pr, отсюда и название «пробит-анализа»).

Полученная оценка риска позволит конкретизировать источники экологической опасности и принять меры по ее снижению.

### **КОНВЕРСИЯ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ СЛОЖНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

*А.В.Ильичев*

Настоящий доклад подготовлен в рамках разработки конкурсного проекта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований и содержит основные положения по использованию конверси-

онных моделей эффективности космической техники в интересах анализа развития экологических систем.

Модели эффективности использования космической техники предполагает построение соответствующей операции непосредственного применения этой техники. Модель операции связана с заданием параметров действующей системы, цели операции как потребного состояния объекта воздействия, системы действий, условий и реакций на систему и объект. Такие модели разработаны при создании космической техники.

В качестве объекта может рассматриваться определенная экологическая система. Цель операции заключается в переводе экологической системы из исходного состояния в требуемое. Исходное, текущее и требуемое состояния задаются соответствующим вектором параметров.

Развитие объекта определяется множеством решений перевода объекта в требуемое состояние. Эти решения отличаются стоимостными и временными характеристиками.

В докладе рассматривается формализация решений с целью их представления ЛПР (лицу, принимающему решения).

Особое значение придается рискам недостижения показателей эффективности и рискам проявления возможных опасностей для различных вариантов возможных решений.

### **О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА**

*В.А.Грущанский*

Настоящий доклад подготовлен в рамках разработки конкурсного проекта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований и содержит основные результаты по разработке интегральной математической модели воздействия вредных факторов на показатели жизнедеятельности населения зонально-коррелированного региона. Модель разработана на основе анализа обобщенных свойств математических зависимостей воздействия на организм вредных факторов в «особых точках» для каждой экологической зоны.

Предложены методические подходы к определению необходимых констант и параметров моделей, определяющих вид этих зависимостей для каждой экологической зоны.

При разработке модели мониторинга комплексного экологического воздействия на население региона, охватывающего множество зон различного уровня воздействия привлекаются методы математической статистики, теории факторного эксперимента, аналитические методы,

достижения в области аэрокосмических направлений, средств и технологий.

Особое внимание уделено разработке интегральной математической модели на основе взвешенного учета различного уровня воздействия вредных факторов для каждой из экологических зон.

Исследование разработанных моделей ориентировано на принятие и реализацию системы мер, снижающих уровень опасных факторов, позволит формировать комплексные программы регионального, городского, районного, производственного и других уровней для решения задач обеспечения и поддержания здоровья населения и устойчивого развития региона.

#### **КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*В.И.Лукьященко, А.В.Семенкин, В.В.Суворов, Е.М.Тверохлебова,  
М.М.Цимбалюк*

Комплексирование научных исследований, перекрестное использование диагностической аппаратуры и результатов экспериментальных измерений всегда являются актуальными задачами, тем более, когда речь идет о космических экспериментах. Комплексный подход к организации исследований в том или ином научном направлении позволяет:

во-первых, заметно сократить временные и финансовые затраты на разработку научной аппаратуры (НА) за счет исключения ее дублирования и возможности использования одного и того же диагностического оборудования в нескольких экспериментах,

во-вторых, существенно повысить эффективность и научную результативность проводимых экспериментов за счет привлечения более разнообразного оборудования и использования результатов других экспериментов.

В рамках Федеральной космической программы ЦНИИМАШ координирует проведение исследований плазменной и электроразрядной обстановки на Российском сегменте (РС) МКС и ее влияния на устойчивое функционирование и срок службы элементов, служебных систем и аппаратуры его модулей. Работы в этой области проводятся в тесном сотрудничестве с РКК «Энергия». Проведенный анализ программы научных экспериментов на борту РС МКС показывает, что существует

ряд космических экспериментов, заявленных и реализуемых по разным секциям КНТС, которые, тем не менее, могут быть объединены в единую научную группу. Каждый из этих экспериментов имеет свои цели и задачи, однако, в ходе проведения каждого из этих экспериментов происходит воздействие на окружающую МКС среду и на поверхность станции.

С другой стороны, на станции уже имеется или будет размещена в ближайшем будущем научная аппаратура (НА), разнообразные комплекты которой разрабатываются отдельно для каждого эксперимента. Часть оборудования, будучи увязана в единый научно-измерительный контур, может быть использована для диагностики и мониторинга плазменного окружения МКС практически без изменений базовых комплектов.

Для постановки активных плазменных экспериментов в дополнение к уже разрабатываемому и размещаемому на станции диагностическому оборудованию необходимо дооснастить РС МКС блоком с источником плазмы с регулируемыми параметрами. Такая комбинация оборудования дает возможность провести большое количество целевых экспериментов по целому ряду направлений

Комплексирование диагностического оборудования РС МКС и результатов измерений параметров среды вокруг станции логично организовать в рамках секции КНТС №9 «Комплексный анализ и формирование программ. Оценка эффективности».

Таким образом, для организации постоянного мониторинга плазменного окружения РС МКС, электроразрядной обстановки и потенциала станции достаточно организационных мер по взаимодействию и информационному обмену между постановщиками тематически близких экспериментов.

### **ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ПОРОЖДЕННЫХ ИМИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА АВАРИЙНОСТЬ ПРИ ЗАПУСКЕ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ И ПОЛЕТОВ СПУТНИКОВ**

*И.В.Ананьин*

Рассматриваются контрастные вертикальные движения в районах тектонически активных зон, как результат изменения механических напряжений в земной коре и верхней мантии, последние в свою очередь порождают возникновение землетрясения. Эти геофизические поля, чаще в зоне подготовки землетрясения, нарушают работу техногенных объектов (происходят отказы электронных систем воздушных судов, аварии на промышленных объектах и т.п.). Оценивается радиус влияния

этих полей на окружающую среду: на изменение наклонов поверхности земли, гравитационного поля, одновременно возникающие электростатические поля, особенно за день до сильного землетрясения, нарушают нормальную работу электронных приборов.

Показано, какое время могут длиться эти аномалии, и каких величин они достигают. Демонстрируется пространственно-временное представление скоростей современных вертикальных движений земной поверхности. Максимальные значения величин при опускании поверхности земли достигали от - 90 мм до +20 мм за 10-15 дней.

Если стартовая площадка расположена в подобных геотектонических условиях, то это значит, что запуск можно было бы производить только в те интервалы времени, когда нет контрастных движений, а имеется период времени с равномерным поднятием или опусканием той же территории. Таким образом, можно обезопасить и уменьшить возможность аварийности стартов при запусках, введя геофизические наблюдения в районе стартовых площадок.

При контрастных тектонических подвижках в приземном слое атмосферы при нормальных условиях на земном шаре напряженность электростатического поля в среднем колеблется в пределах  $E=120-140$  В/м. За день до сильного землетрясения она достигает  $E=10.000$  В/м. При Карпатском землетрясении 1940 г. с  $M=7,3$  световые явления проявились в виде: частичного свечения неба, почвы, гор, линий электропередачи, световых языков, искр, падающих красных шаров и т.д., что возможно только при  $E=10.000$  В/м. При другом Карпатском землетрясении в 1986 г. за день до землетрясения на расстоянии 250 км от будущего (!) очага землетрясения в г. Бухаресте вышли из строя ЭВМ города. Отказы работы ЭВМ за сутки до землетрясения доказывают, что уже были колоссальные напряженности электростатического поля (порядка  $10^4$  В/м). Поэтому происходит очень много катастроф самолетов за несколько дней до землетрясения, особенно за один день до землетрясения, так как выходит из строя электроника самолета при посадках и взлетах.

Даются конкретные рекомендации для того, чтобы снизить или избежать влияния перечисленных геофизических факторов при запусках ракет и полетов самолетов.

Приводится пример, как при резком увеличении сейсмической активности в крупном регионе Земли изменяется величина гравитационного поля настолько, что это ведет к изменению траектории полетов спутников (например, геостационаров).

**ЛУНА В СВЕТЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА ЗЕМЛИ**

*Ю.М.Еськов, В.И.Флоров*

Космическое хозяйство Земли возникло как сектор производственно-экономической системы Земли, как инструмент человечества в его космической деятельности. Производственно-экономическая система человечества сегодня разделена центробежными силами частной собственности на страны и блоки стран в соответствии с его военно-политическим делением. Однако, всегда были, есть и будут развиваться объединяющие, центростремительные силы. Такой силой во все большей степени проявляет себя космическая деятельность и космическое хозяйство Земли.

Сегодня Земля как среда обитания человечества входит в кризис. Ее регенерационная система не справляется с нагрузкой, которую на нее оказывает производство человечества. Необходима искусственная поддержка со стороны производства этой системы. Но это означает, что само производство ради экологической поддержки Земли должно расширяться со всем "букетом" своих отрицательных воздействий на экологию Земли. Создается порочный замкнутый круг. Разорвать его можно лишь путем выхода за пределы Земли этой системы экологической поддержки. В свою очередь это означает выход космического хозяйства Земли в новый этап своего развития.

Космическое хозяйство Земли сегодня базируется на земной материально-энергетической базе. Оно является частью земного производства. Часть производства экологической поддержки Земли может быть создана как надпланетная производственная система лишь усилиями космического хозяйства Земли. Следовательно само космическое хозяйство должно оторваться от материально-энергетической "пуповины" земного производства и дать новой субординации производства и экологии новую (космическую) материально-энергетическую базу. "Географически" прежде всего Луна является такой базой. Но динамика этого процесса выхода за пределы Земли системы экологической поддержки не "линейна".

Первая ее фаза связана прежде с выходом космического хозяйства Земли в новый этап своего развития. Эта фаза не должна быть обременительна для Земли. Это требование удовлетворяется, если производственное освоение Луны начинается с производства на Луне ракетного топлива, которое в несколько раз удешевляет все космические транспортные операции.

---

**ОРБИТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО  
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**

*В.А.Кошелев, Г.Л.Лиознов, А.А.Расновский,  
В.А.Симоненко*

С самого начала разработки концепции устойчивого развития Римский клуб называл экологически безопасное энергоснабжение Земли из космоса главной задачей человечества в XXI веке.

Рассматривается возможность создания на основе преимущественного использования внеземных материалов в строительстве глобальной космической энергосистемы в виде сети орбитальных платформ с управляемыми зеркалами.

Анализируются возможные позитивные и негативные результаты эксплуатации подобных комплексов, пути преодоления возникающих проблем. Доказывается необходимость и возможность не только теоретического, но и экспериментального обоснования эффективности применения подобных орбитальных систем на базе существующих российских технологий и средств. Предлагается использовать программу создания данной орбитальной системы энергоснабжения Земли для обеспечения долговременного развития российской ракетно-космической отрасли, увеличения доли России на мировом рынке наукоемких технологий, для существенной поддержки перехода человечества к устойчивому развитию в XXI веке.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НАУКОЕМКИХ  
КЛЮЧЕВЫХ И РЕШАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ  
НА СОСТОЯНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

*В.Д.Онопrienко*

При дальнейшем освоении космоса будет иметь принципиальное значение переход от развития освоенных технических образцов РКТ (РН, СК, ДУ, СУ, КА) к развитию новых технологических способов (ключевых и решающих технологий) и переход на их основе к РКТ будущего, основанной на новых физических принципах.

В первом случае развитие ведется с целью повышения эффективности решения сегодняшних и завтрашних научно-технических задач традиционными (освоенными) макрообразцами РКТ. На этом этапе цель достигается преимущественно путем совершенствования важнейших

и/или оптимизации тактико-технических характеристик (ТТХ) определенного элемента комплекса или составной части ракетно-космического комплекса в рамках освоенного ранее технического решения.

Во втором случае осуществляется выработка нового способа решения задачи на основе поиска альтернатив в области новых ключевых и решающих технологий в противовес освоенным традиционным решениям (макротехнологиям). Научно-техническая основа нового способа, определяющая структуру нового технологического процесса решения задачи, представляет собой нетрадиционное сочетание и/или последовательность использования различных технических средств на основе новых ключевых и решающих технологий, включая гипотетические, основанные на новых принципах действий.

Развитие ключевых и решающих новых технологий объективно и стимулирует создание качественно новых (обладающих новыми стратегическими свойствами и тактическими возможностями) технических комплексов РКТ, это коренным образом изменяет характер конкурентной борьбы на внутреннем и внешнем рынках за счет реализации научно-технического прорыва.

При этом традиционные технические средства (освоенной наукоемкой технологии) макро образцов РКТ через определенное время выпадают в разряд морально устаревших и слабо приспособленных к решению новых космических задач.

Идеология, концепция научно-технического развития макро образцов первого направления использует принципы долгосрочного планирования и ориентирована на следование за конкурентом, а этот путь не обещает качественных научно-технических прорывов.

Прорывное технологическое развитие использует стратегическое планирование, ориентированное на реализацию новых ключевых способов решения задачи по принципу «как сделать, чтобы обойти и победить конкурента?» и для этого целенаправленно включает науку в процессе поиска решений на самой ранней – концептуальной стадии.

Научные достижения широкого спектра могут быть объектами синтеза новых физических принципов, составляющих функциональную структуру нового способа решения поставленной задачи. Основой идеологии, концепцией такого способа развития является интеллектуальное опережение конкурента здесь, сейчас и в обозримом будущем.

При прогнозировании, планировании и программировании научно-технического развития на ближнюю и среднюю перспективу методология, в основе которой лежит развитие отдельных образцов РКТ, вероятно, имеет некоторые преимущества только при ограниченном финансировании. Эта методология менее рискованна, более проста и мало затратная при ее реализации, чем методология научно-

технологического развития прорывного характера, в основе которой лежит освоение новых ключевых и решающих технологий с целью преобразования технических способов производства и рождения новых средств стратегии конкурентной борьбы и обеспечения национальной безопасности.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И КОСМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

*Е.И.Алексеева*

*(Вычислительный центр им. А.А.Дородницына РАН)*

XXI век начался. Планета и мировое сообщество вступили в новую стадию развития. Человечество превращается в основную геологообразующую силу. В результате человеческой деятельности нарушилось естественное равновесие природных циклов, восстановить которые известными нам методами невозможно.

Причина этого заключается в том, что антропогенная нагрузка на биосферу возрастает стремительно и, вероятно, близка к критической. При этом глобальная экологическая катастрофа может подкрасться совсем незаметно, совершенно неожиданно и столь внезапно, что никакие действия людей уже ничего не смогут изменить.

В этих условиях как никогда актуальным становится грамотное определение и, главное, внедрение в повседневную жизнь (с последующим их применением) индикаторов устойчивого развития (Indicators of Sustainability). В докладе затрагиваются следующие вопросы, касающиеся индикаторов устойчивого развития:

- что такое индикатор устойчивого развития;
- «традиционные» показатели «против» индикаторов устойчивого развития;
- характеристики эффективных индикаторов устойчивого развития;
- как организовать сбор и какие источники использовать для оценки индикаторов устойчивого развития;
- как много индикаторов устойчивого развития нужно;
- примеры их использования в обществе и т.д.

Дальнейшее развитие космонавтики могло бы оказать неоценимую услугу для глобального мониторинга в определенной разработанной схеме индикаторов устойчивого развития (в том числе и информационное обеспечение из космоса).

Определение «Sustainability» относится к качеству жизни в сообществе – будь то экономика, социальная или окружающая среда, при котором это сообщество обеспечивает здоровую, продуктивную, осознанную жизнь для всех его членов, настоящих и будущих. Перечисленные выше вопросы, являясь лишь малой частью огромной концепции устойчивого развития, свидетельствуют о том, что определение системы индикаторов устойчивого развития должно оказать влияние на качество жизни различных сообществ: на локальном, региональном, межгосударственном и глобальном планетарном уровне.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ XXI ВЕКА – СОЗДАНИЕ НООСФЕРНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ И ЕЁ ДВИЖЕНИЕ В КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО**

*А.П. Федотов*

Критическое состояние само разрушающегося, запредельного мира изучает новейшая наука о современном мире – глобалистика [1]. Согласно этой науке стихийно возрастающая перенапряжённость как во взаимодействии между всем человечеством и всей биосферой, так и во взаимодействиях внутри самого мирового общества приведёт к глобальной катастрофе не позже конца первой четверти XXI века, если не принять превентивных радикальных научно-социальных преобразований в обществе. Сохранение Земной цивилизации и её преобразование в управляемую Земную ноосферную цивилизацию становится высшей, абсолютной целью человечества. Глобалистика предложила и разработала необходимую для этого модель управляемого, научно организованного мира, описываемого системой обобщённых параметров, а также ввела количественные критерии в концепцию устойчивого развития и концепцию ноосферы.

Если проблема сохранения Земной цивилизации должна найти решение уже в первой четверти XXI века, то основным содержанием всего века должны стать создание Земной ноосферной цивилизации и её движение в космическое пространство.

Обе задачи XXI века тесно связаны между собой, составляя единое целое, и каждая из них не может быть решена без одновременного решения другой. Первая задача не может быть решена отдельно из-за образующейся замкнутости Земной цивилизации, а потому утери ею своего будущего. Вторую задачу невозможно решить независимо из-за неспособности само разрушающегося мира. В связи с этими задачами космонавтика в её нынешнем определении как науки и практической деятельности по освоению космического пространства [2] принимает

расширенные функции по исследованию космического пространства, включающие поиск внеземных цивилизаций и установление информационных контактов с ними.

Глобалистика и космонавтика становятся ведущими науками и учебными дисциплинами в первой четверти XXI века. Тематическое единство глобалистики и космонавтики должно сопровождаться единством деятельности по их развитию и совершенствованию.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
ФИЗИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛЕНИЯ  
ВОЗДУШНОГО И КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА  
(ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)**

*А.М.Кирюшкин*

Почти полвека прошло с того выдающегося события, когда наша страна проложила дорогу человечества в космос, но до сих пор нет общепринятого определения космического пространства, нет общепризнанной границы между воздушным и космическим пространством.

Вопросы, касающиеся определения и установления границы космического пространства рассматриваются в Комитете ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях с 1967 года.

В резолюции, принятой на XXIV сессии Генеральной Ассамблеи ООН в 1969 году, указывалось на необходимость изучения этого вопроса. Руководствуясь этой резолюцией Комитет направил просьбу по предоставлению соответствующей информации специализированным учреждениям и международным организациям.

В настоящем докладе рассматриваются материалы, касающиеся физических параметров околоземного пространства, определяющих условные границы между воздушным и космическим пространством.

**НОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА -  
НАЗЕМНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ**

*Ю.А.Хаханов, В.П.Богомолов, В.В.Лебедев*

Создание в XX веке совершенно новых и мощное развитие традиционных наук после выхода Человека в Космос, и особенно первого полета Ю.А.Гагарина, привлечение многих специалистов к разработке, изготовлению, испытаниям различных образцов космической техники и ее натурной эксплуатации на орбитах вокруг Земли, планет Солнечной системы явилось мощным фундаментом, опираясь на который общественное сознание поднялось на новый уровень познания системы: «Общество - Земля - Космос».

При этом, углубление противоречия между наукой и техникой и, в частности, космической (создаваемой человеком) и природой (Землей - как частью Солнечной системы) стимулирует поиск путей всяческого смягчения данного противоречия и это является весьма актуальной сложной комплексной задачей.

Среди многих уже освоенных общеобразовательных технологий в обществе в последние годы формируются новые современные их виды и, в частности, наземный космический туризм.

Авторы, через детально проработанную концепцию с учетом различных аспектов: научных (естественных и общественных наук), методических, психологических, с учетом возраста слушателей и разного уровня их образования, новой материальной базы (огромный ряд экспериментальных и летных образцов техники, стендовой, макетной и т.д.), возможностей электронных средств информации предлагают создать новую образовательную технологию – космический наземный туризм. Именно он позволит резко расширить круг людей, которые могли бы наяву ощутить свою причастность к познанию Космоса.

Ведь достаточно многое уже реализовано. А, например, исторический, архитектурный, культурный, экологический и другие виды туризма и многолетний опыт их использования показывает, что роль туризма не только увеличивается, но это и экономически выгодно. В то же время гигантская научно-экспериментальная база космической индустрии или просто уничтожается или используется мизерная ее часть для решения проблемы по формированию космического мировоззрения в обществе [1]. Рассматриваются идеология наземного космического туризма и пути вписывания его в образовательный процесс общества [2].

В докладе делается весьма обоснованный вывод о значительных перспективах наземного космического туризма в общеобразовательном процессе.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И АТМОСФЕРЫ ПРИ ШТАТНОМ ПАДЕНИИ ОТДЕЛЯЕМЫХ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ**

*О.И.Возженников, Р.В.Тенякова*

Загрязнение почвы происходит в результате выпадений из атмосферы и при прямом разливе остатков компонент ракетного топлива (КРТ) при падении отделяемых частей ракет-носителей. Наиболее опасным из КРТ для здоровья населения является несимметричный диме-

тилгидразин (НДМГ). После попадания на поверхность почвы происходит вторичное загрязнение атмосферы за счет испарения и загрязнения почвы в результате миграции растворенного в почвенной влаге НДМГ и его напорной фильтрации. В работе представлена модель миграции вещества в почву.

Первая модель основана на решении конвективно-дисперсионного уравнения. Причем учитывается, что НДМГ находится одновременно в трех фазах: растворимой  $C_w$ , сорбированной  $C_s$  и газообразной  $C_{as}$ . Эти фазы находятся между собой в равновесии, выраженном в виде линейных соотношений:

$$C_s = K_p \cdot C_w, C_{as} = K_h \cdot C_w,$$

где  $K_p$  - коэффициент распределения между сорбированной и растворенной фазами,  $K_h$  - постоянная Генри.

С учетом равновесия конвективно-диффузионное уравнение запишется в виде:

$$\frac{\partial C_t}{\partial t} = D_e \cdot \frac{\partial^2 C_t}{\partial z^2} - V_e \cdot \frac{\partial C_t}{\partial z} - \mu \cdot C_t$$

где  $C_t$  - объемная концентрация НДМГ в почве,  $D_e$  - эффективный коэффициент диффузии,  $V_e$  - эффективная скорость переноса растворимого вещества,  $\mu$  - интегральная константа разложения химиката в почве, определяемая процессами гидролиза и биологического разложения.

Получено аналитическое решение уравнения с учетом испарения с поверхности почвы.

Во второй модели учитывается только фильтрация столба НДМГ вглубь почвы. Испарение учитывается на заднем фронте столба и зависит от скорости фильтрации и напора.

Была рассчитана скорость движения столба НДМГ и получена зависимость потока газообразного НДМГ в атмосферу от времени его заглубления.

Все предложенные модели реализованы программно в среде Borland Delphi 7.0. Приведены результаты расчетов.

**СОЗДАНИЕ СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА  
ДАнных ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
КОСМОДРОМА «СВОБОДНЫЙ»**

*А.А.Юдаков, Д.А.Кошелев, А.П.Киселев,  
Ю.В.Черкасов*

Ракетно-космическая деятельность (РКД) неразрывно связана с негативным воздействием на окружающую среду на территориях космодромов, их позиционных районов, районов падения отделяющихся частей ракет-носителей и сопредельных с ними территорий. Современная тенденция развития технологии пусков проявляется в увеличении номенклатуры предоставляемых услуг по запуску космических аппаратов путем увеличения количества используемых ракет-носителей и вариативности параметров и режимов вывода полезных нагрузок. Это неизбежно сопровождается необходимостью создания новых стартовых позиций на старых космодромах, а также созданием новых космодромов с их инфраструктурой.

Действующий космодром «Свободный», расположенный на Дальнем Востоке, является относительно новым. Однако, Федеральным космическим агентством и Космическими войсками неоднократно озвучивались решения о поэтапном переводе запусков спутников с оказавшегося за границей космодрома "Байконур" на отечественные космодромы, в том числе, и на «Свободный».

Техногенное воздействие космодрома на окружающую среду и население может быть оценено на основе обобщения и анализа результатов проведенных исследований космодрома, его экологического мониторинга и учета объектов загрязнения. Систематизированная информация о воздействии РКД должна позволять федеральным экологическим службам и природоохранным органам субъектов РФ объективно оценивать загрязнение территорий космодрома, планировать природоохранные мероприятия, контролировать выполнение других договорных обязательств. Формой, упорядочивающей информационный обмен и хранение данных о деятельности космодрома, признан компьютеризированный справочно-информационный фонд (СИФД).

Структура СИФД космодрома «Свободный» имеет гибкую структуру, позволяющую ее дальнейшее расширение и модификацию в ходе развития космодрома. Вместе с тем реализован ряд защитных мер по исключению несанкционированного или случайного изменения структуры или данных.

СИФД ориентирован для работы на компьютере типа Pentium с процессором не ниже Celeron 600 и ОЗУ 64 Мб, жестким диском объе-

мом не менее 2 Гб. СИФД функционирует под управлением ОС Windows 98 (русифицированной версией). На компьютере, используемом для работы с СИФД, должно быть установлено приложение MS Access из состава MS Office 2000. Размер незаполненной базы данных на магнитном носителе составляет 3000 Кб. Размер базы данных зависит от степени ее наполнения данными. На настоящий момент ее объем превышает 10 Мб.

Интерфейс СИФД состоит из иерархически организованных форм данных, отображаемых в отдельных окнах, которые создаются динамически по мере необходимости на стадии выполнения программы.

При анализе и обобщении информации о техногенном воздействии РКД космодрома "Свободный" на ОС для формирования рабочих массивов БД использовались материалы ОВОС космодрома «Свободный», данные по характеристикам ракетных жидкостных и твердотопливных комплексов, размещенных на космодроме, гидрометеорологические и многолетние природно-климатические данные наблюдений в районах контролируемых территорий космодрома "Свободный". В раздел «Документы» включены нормативные акты и методические документы, определяющие правила и методы контроля экологического состояния территорий, используемых в ходе РКД космодрома.

После сверки информации с исходными данными и испытаний программной среды сформирован инсталляционный пакет СИФД космодрома "Свободный" на CD-диске полностью готовый для установки на компьютер, удовлетворяющий указанным выше параметрам.

## **РЕАКТИВНЫЙ СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗЕМЛИ**

*А.К.Литвак*

В настоящее время имеется несколько десятков способов защиты Земли от астероидной опасности. Однако известные способы подвержены тем или иным недостаткам. В частности, для группы методов характерна большая длительность заблаговременного увода опасного астероида на необходимое расстояние от Земли. Для уменьшения времени увода такого астероида интерес представляет подход, основанный на отбрасывании с астероида фрагментов его грунта, вследствие чего возникает реактивное усилие, изменяющее параметры движения астероида.

Суть предложения состоит в том, что на астероид доставляются два мобильных комплекса, каждый из которых содержит источник энергии, метательный механизм и грунтозаборную систему. Мобильные комплексы располагаются в окрестности пересечения оси собственного вращения астероида с его поверхностью. Каждое метательное устройство включает в себя платформу, на которой расположена колонна, в верхней части которой находится электромотор. К ротору электромотора прикреплен стержень, в нижней части которого вмонтирован контейнер с отбрасываемой массой, снабженный открывающейся крышкой. Необходимая масса поступает в контейнер благодаря грунтозаборному устройству, а требуемая скорость метания её достигается за счет вращения стержня с контейнером.

Отмеченное расположение устройств, предназначенных для отбрасывания фрагментов астероида, позволяет не только устранить крутящий момент, но и более «гибко» управлять вектором реактивной силы, поскольку вращающиеся стержни с контейнерами не пересекаются с телом самого астероида. Наличие в метательных механизмах трех вращательных степеней свободы обеспечивает возможность достижения коллинеарности векторов  $V$  и  $V_a$  ( $V$  - вектор скорости отбрасываемой массы,  $V_a$  - вектор скорости центра инерции астероида).

Для дальнейших оценок времени увода опасного астероида от Земли необходимо воспользоваться уравнением движения механической системы с целью определения усредненного значения реактивного усилия  $P$ . Поскольку для замкнутой системы импульс не изменяется с течением времени, то (в случае постоянной скорости  $V$  выброса масс с астероида)

$$m_a \Delta V_a = -VM = \int_0^T P dt,$$

где  $m_a$  - масса астероида,

$M$  - значение выбрасываемой массы по окончании периода  $T$ .

При расстоянии увода в  $10^6$  км и  $m_a = 1,57 \times 10^{12}$  кг необходимое время по предлагаемому способу составит  $\sim 30$  лет вместо 24000 лет, характеризующих один из уже известных способов, основанных на применении веществ, доставляемых с Земли.