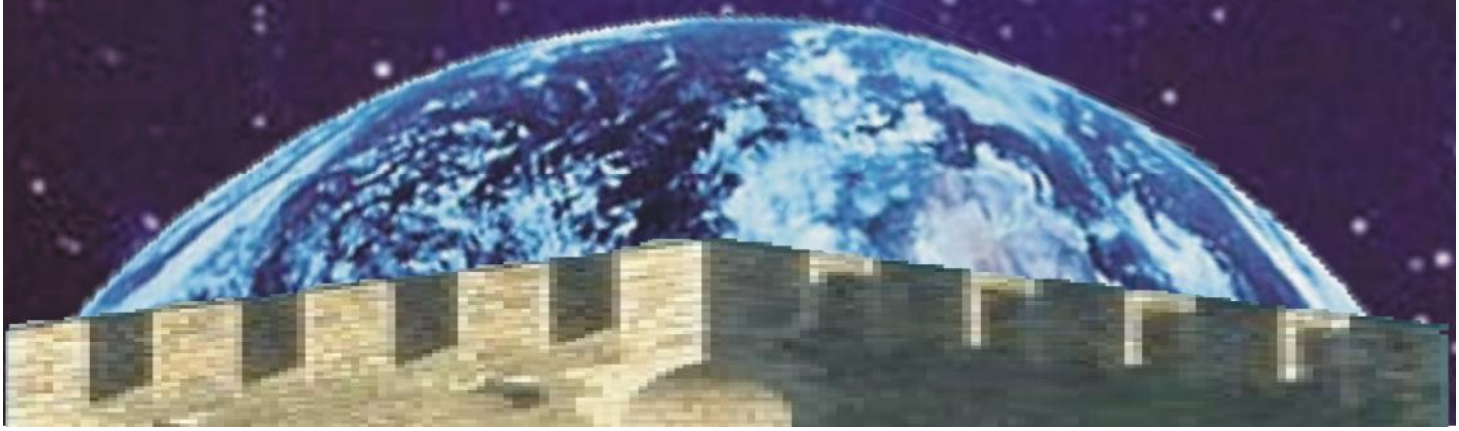
Некоммерческое партнерство
«Центр планетарной защиты»

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ «ЦИТАДЕЛЬ»

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ

2002-2019



МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ «ЦИТАДЕЛЬ»

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ

От международных организаций

А. Дзикики	Президент Всемирной Федерации Ученых Профессор, Д-р	Швейцария
А. И. Агеев	Генеральный директор Международного научно-исследовательского института проблем управления, Академик РАЕН и ЕАЕН, Д.э.н., проф.	РФ
А. В. Дегтярев	Руководитель Украинского отделения Международной Академии Астронавтики Академик МАА	Украина
В. Ф. Хюбнер	Руководитель Постоянной Наблюдательной Комиссии «Космические объекты» Всемирной Федерации Ученых, Д-р	США

От ведомств и академий

И. В. Бармин	Президент Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского Член-корреспондент РАН	РФ
Н. А. Махутов	Председатель РГ РАН «Риск и безопасность» Член-корреспондент РАН	РФ

Т. А. Мусабаев	Председатель Национального космического агентства Республики Казахстан, Генерал-лейтенант авиации Герой России, Народный Герой РК Академик МАА, РАКЦ и Национальной инженерной академии РК Член-корреспондент НАН РК, Д.т.н.	Казахстан
А. А. Таранов	Зам. начальника управления программно-целевого планирования МЧС России К.т.н.	РФ

От институтов и организаций

А. И. Агеев	Генеральный директор Института экономических стратегий Академик РАЕН и ЕАЕН, Д.э.н. профессор	РФ
В. В. Адушкин	Советник РАН Академик РАН	РФ
В. А. Акимов	Начальник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Д.т.н., профессор	РФ
А.П. Арцебарский	Глава Представительства АО "НК "Казакстан Гарыш Сапары" в г. Москве, лётчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза	Казахстан
О. Д. Бакланов	Министр ракетно-космической отрасли СССР (МОМ) 1983-1988 г.г. Председатель Совета директоров ОАО «РОСОБЩЕМАШ»	РФ
А. С. Башилов	Генеральный директор ОАО «НПО Молния» Академик РИА и РАКЦ	РФ
В. Р. Болов	Начальник Центра «Антистихия» МЧС России Д.г.н.	РФ
И. П. Волк	Президент международной ассоциации «Земля и космонавтика», Летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза	РФ
Э. М. Галимов	Директор института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Академик РАН	РФ
А. В. Зайцев	Генеральный директор НП «Центр планетарной защиты» Академик МАИБ Почетный член РАКЦ	РФ

С. Н. Конюхов	Генеральный конструктор – Генеральный директор ГП «КБ «Южное» им. М. К. Янгеля», Академик НАНУ		Украина
В. И. Ларионов	Зам. Генерального директора Центра исследований экстремальных ситуаций» Д.т.н.		РФ
Д. Ф. Лупишко	Ведущий ученый НИИ астрономии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина д.ф.-м.н., профессор		Украина
Ю. М. Окунев	Директор НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова к,ф.-м.н.		РФ
Д. В. Петров	Главный конструктор ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. акад. Е. И. Забабахина», д.ф.-м.н.		РФ
К.А. Победоносцев	Генеральный директор ОКБ МЭИ Академик РАКЦ		РФ
Г. М. Полищук	Генеральный конструктор и генеральный директор НПО им. С. А. Лавочкина Академик РАКЦ, Д.т.н.		РФ
В. А. Симоненко	Зам. научного руководителя РФЯЦ– ВНИИ технической физики им. Е. И. Забабахина, д.ф.-м.н.		РФ
С. А. Суханов	Генеральный конструктор ОАО МАК «Вымпел» Д.т.н.		РФ
С. П. Сущев	Директор НОЦ ИЭС МГТУ им. Н. Э. Баумана Д.т.н.		РФ

Благодарности

Глубокая благодарность всем, кто своими работами в различных областях науки и технологий сделал возможным появление данной Концепции. Мы надеемся, что она послужит росту взаимопонимания между специалистами и лицами, принимающими решения, что необходимо для организации эффективного международного взаимодействия по созданию средств защиты Земли от астероидно-кометной опасности.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 5

1. Астероидно-кометная угроза 6

1.1. Характеристики астероидов и комет 6

1.2. Последствия столкновений астероидов и ядер комет с Землей 8

2. Международная Система планетарной защиты (СПЗ) «Цитадель» 10

2.1. Эшелон краткосрочного реагирования (ЭКР) «Цитадель-1» 10

2.1.1. Состав и назначение компонентов ЭКР 10

2.1.2. Схема функционирования ЭКР «Цитадель-1» 11

2.1.3. Вспомогательная служба ЭКР 12

2.2. Эшелон долгосрочного реагирования (ЭДР) «Цитадель-2» 13

2.2.1. Состав и назначение компонентов ЭДР 13

2.2.2. Схема функционирования ЭДР «Цитадель-2» 13

2.3. Базовые средства для создания СПЗ «Цитадель» 14

3. Организационное, финансовое и международно-правовое обеспечение ... 15

4. Этапы создания СПЗ «Цитадель» 17

Заключение 18

Сокращения 19

Библиография 20

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая Концепция содержит краткое обоснование существования астероидно-кометной опасности (АКО) и основных подходов к созданию международной Системы планетарной защиты (СПЗ) "Цитадель" для защиты Земли от этой угрозы.

Реальность АКО была научно обоснована в конце 20 столетия. Доказано, что столкновения с Землей многокилометровых небесных тел способны практически в одно мгновение ока уничтожить нашу цивилизацию или отбросить ее на столетия назад в своем развитии. Тела размером в десятки и сотни метров при падении в океанской акватории могут вызвать цунами, способные смыть прибрежные поселения, а при падении на сушу - уничтожить крупный город или государство, дезорганизовать работу телекоммуникационных, энергетических и других систем, разрушить ядерные объекты, химические комбинаты, хранилища токсичных отходов и т.п.

Именно поэтому данной проблеме уделяют все большее внимание научные, общественные и правительственные круги многих государств мира, а также международные организации (ООН, Парламентская Ассамблея Совета Европы, Организация экономического сотрудничества и развития и др.)

В России Рабочая группа «Риск и безопасность» при Президенте РАН также признала, что АКО должна рассматриваться как один из приоритетных вопросов национальной безопасности, а МЧС России включило разработку мер по ее предупреждению в план работ по снижению рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Кроме того, прошедший 12.03.2013 г. в Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации "круглый стол" на тему "О разработке мер по обеспечению планетарной защиты от космических рисков и угроз", в своих рекомендациях отметил необходимость создания комплексной системы противодействия космическим рискам и угрозам.

Поскольку АКО является серьезнейшим фактором риска для нашей цивилизации, то разработка мер по ее предотвращению должна стать одной из важнейших задач, которые необходимо решить человечеству в 21-м веке. Свидетельством возможности ее решения является то, что свое время в ведущих технологически развитых странах были созданы практически все базовые компоненты СПЗ - образцы ракетно-космической техники, ядерного оружия, средства связи, навигации, управления и т.п. И сейчас представляется уникальная возможность применения этих средств, многие из которых разрабатывались в военных целях, не для уничтожения, а для защиты всего человечества.

Очевидно, что СПЗ должна создаваться усилиями всего человечества. Поэтому предлагаемая Концепция создания международной СПЗ "Цитадель", изложенная в тезисной форме, базируется на исследованиях и разработках, выполненных специалистами различных стран. Детальное обоснование различных аспектов создания СПЗ содержится в их работах, список которых приведен в библиографическом разделе.

1. АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ УГРОЗА

1.1. Характеристики астероидов и комет

Астероиды

Название «астероид» («звездоподобный») происходит от греческих слов aster – звезда и eidos – вид. Так назвали малые тела Солнечной системы, которые, из-за своих относительно небольших размеров, даже в телескопы выглядят как звезды.

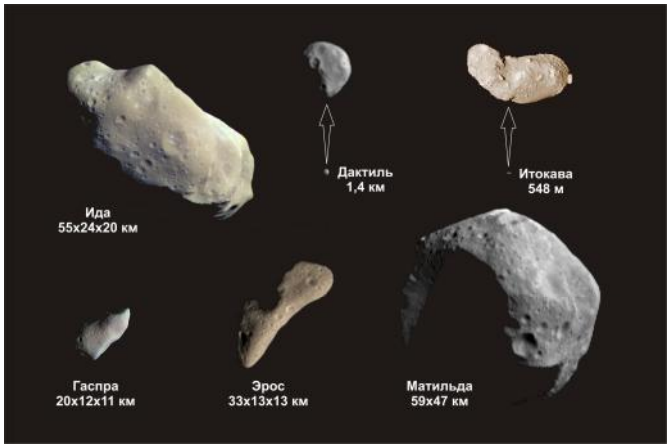


Рис. 1. Снимки астероидов, полученные с помощью космических аппаратов

Астероиды представляют собой тела неправильной формы (рис. 1), размером от нескольких метров до 1000 км. Они бывают каменными, железо-каменными и железными. Плотность их вещества составляет примерно от 1 до 6 г/см^3.

Большинство астероидов сосредоточено в поясе астероидов, находящемся между орбитами Марса и Юпитера (зеленые точки на рис. 2).

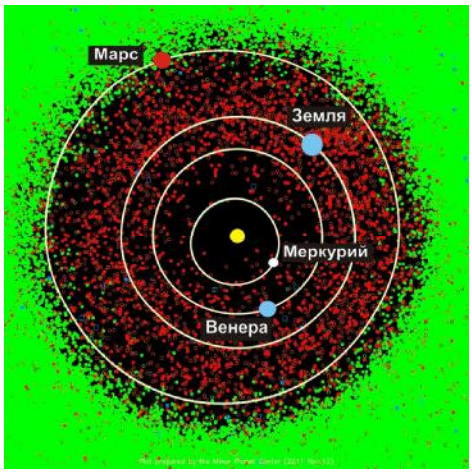


Рис. 2. Положение астероидов на 11.11.2011 г.
(Данные Центра малых планет)

Однако, некоторые из астероидов имеют орбиты, приближающиеся к орбите Земли и даже пересекающие ее. Их называют астероидами, сближающимися с Землей (АСЗ) (красные точки на рис. 2).

Периодически АСЗ сталкиваются с нашей планетой, что приводит к катастрофам различного масштаба. Скорости АСЗ при таких столкновениях могут достигать от 12 до 50 км/с.

Количество АСЗ размером более 50 м, что примерно соответствует размеру Тунгусского метеорита, взорвавшегося над сибирской тайгой в России в 1908 году, составляет около 2-х миллионов. За 15-летний период осуществления программ обнаружения АСЗ к настоящему времени обнаружено всего около 8 500 из них (рис. 3). Большинство из них открыто в США в рамках программы «Spaceguard survey».

Таким образом, мы знаем орбиты только ничтожной доли АСЗ. Следовательно, **в любой момент времени существует угроза столкновения с неизвестными нам астероидами.**

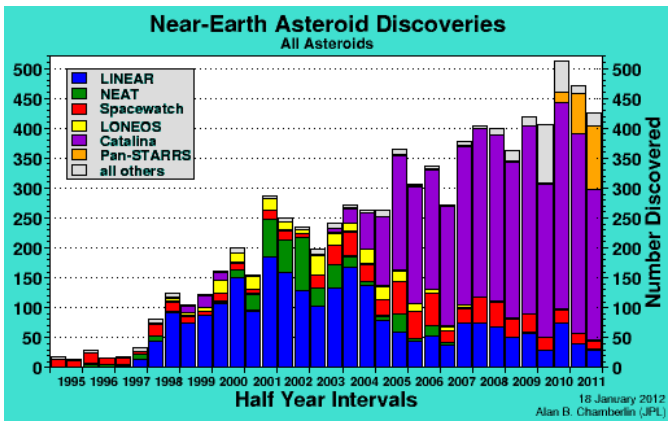


Рис. 3. Динамика открытий АСЗ

Кометы

Название “комета” происходит от греческого слова kometes, что означает “звезда с хвостом”. Так называют малые тела Солнечной системы, состоящие из ядра и газопылевой оболочки ее окружающей. Ядра комет состоят из смеси водяного льда и пыли с вмороженными легколетучими веществами. Когда они приближаются к Солнцу, то начинается испарение этих веществ и вокруг ядра образуется газопылевая оболочка - кома. Ее диаметр может достигать до 2-х миллионов километров.

Рис. 4. Комета Хэйла-Боппа

Ядро вместе с комой составляют голову кометы. Под действием светового давления газопылевая компонента начинает удаляться от ядра кометы в сторону, противоположную направлению на Солнце и вытягивается в длинный шлейф, называемый хвостом кометы (рис. 4). Длина хвоста может достигать 200 миллионов километров.

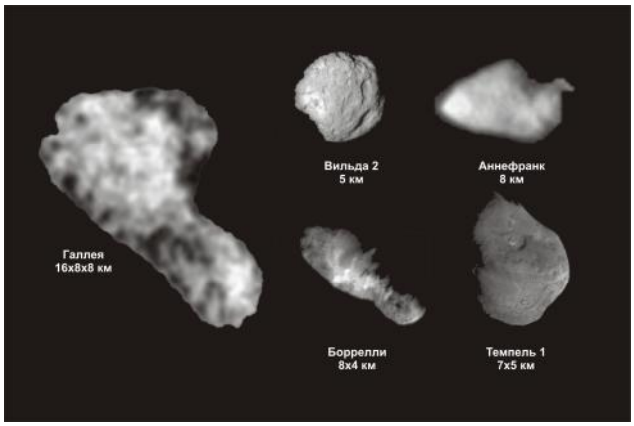


Рис. 5. Изображения ядер комет, полученные с помощью космических аппаратов

(Фото: ИКИ РАН, NASA)

Ядра комет представляют собой тела неправильной формы (рис. 5), размером от сотен метров до 50 км и возможно больше. Их поверхность покрыта пылевой коркой, толщиной до 1 м.

Плотность вещества ядер составляет от 0,1 до 1,5 г/см3, Плотность же газопылевой компоненты головы и хвоста комет ничтожно мала.

Большинство ядер комет сосредоточено за границами Солнечной системы в облаке Оорта, в поясе Койпера, расположенном за орбитой Нептуна. а также между планетами-гигантами (рис. 6). В облаке Оорта и в поясе Койпера находятся более ста миллиардов кометных ядер.

За счет возмущающего воздействия планет и ближайших к нам звезд, а также столкновений друг с другом, ядра комет сходят со своих орбит и приближаются к Солнцу. Среди них имеются кометы, сближающиеся с Землей (КСЗ). Такие кометы могут сталкиваться с Землей со скоростями от 12 до 72 км/с.

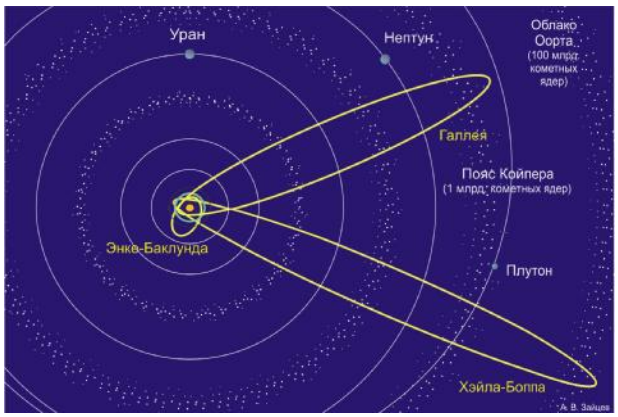


Рис. 6. Области концентрации кометных ядер в Солнечной системе и орбиты некоторых комет

В настоящее время обнаружено более 200 КСЗ. Общее же число КСЗ размером более 100 м может составлять более 20 тысяч.

1.2 Последствия столкновений астероидов и ядер комет с Землей

В зависимости от размеров, скорости и других параметров астероидов и кометных ядер, их столкновения с Землей приводят к катастрофам глобального, регионального или локального масштабов.

Глобальные катастрофы

За последние 600 млн. лет произошло около 60 столкновений с небесными телами диаметром более 5 км, что приводило к глобальным катастрофам. Одна из них произошла 65 млн. лет назад в районе полуострова Юкатан. В результате удара небесного тела размером около 10 км образовал кратер Чиксулуб диаметром 180 км. Этот удар стал причиной вымирания 75% животных и растительных видов, включая динозавров

Предполагается, что Всемирный Потоп мог быть следствием падения небесного тела в океан и образования гигантской волны цунами, прокатившейся по континентам.

Рис. 7. Глобальная катастрофа 65 млн. лет назад
(A. Kring and D. D. Durda, 2003)

Региональные катастрофы

Столкновения с объектами размером от сотен метров до километров, которые происходят с интервалами от десятков до сотен тысяч лет, приводят к региональным катастрофам. Одна из них произошла 12 900 лет назад. Тогда над Северной Америкой взорвалось ядро кометы диаметром в несколько километров. В результате этого взрыва была выжжена биосфера континента, а вместе с ней прекратила свое существование и культура древних индейцев кловис.

Рис. 8. Региональная катастрофа 12 900 лет назад
(Сайт www.boulder.swri.edu)

Локальные катастрофы

Локальные катастрофы, вызванные падением объектов размером от десятков до сотен метров, происходят с интервалами от десятков до тысяч лет. Зона поражения при этом может превышать территории крупнейших мегаполисов мира и даже небольших государств. Примерами этому могут послужить падения Аризонского и Тунгусского метеоритов.

Рис. 9. Кратер Берингера
(Фото: D. Roddy)

В штате Аризона находится кратер Берингера диаметром около 1,3 км и глубиной 170 м.. Он образовался около 50000 лет назад при падении железо-никелевого астероида размером порядка 40-60 м и массой около 300 тысяч тонн.

Взрыв Тунгусского метеорита над сибирской тайгой произошел 30 июня 1908 г. Его мощность составила от 10 до 100 мегатонн. Он произвел вывал леса на площади около 2000 км², что вдвое превышает территорию Москвы, и вызвал пожары в тайге, длившиеся около двух лет.

Столкновения за последние 100 лет

В течение 100 лет на материковой части Земли отмечено падение четырех небесных тел размером до 40-60 м. Это означает, что с учетом акватории Океана, столкновения с Землей подобных объектов происходят примерно через каждые 10 лет. А взрывы в верхних слоях атмосферы мощностью до 1 Мт происходят почти ежемесячно.

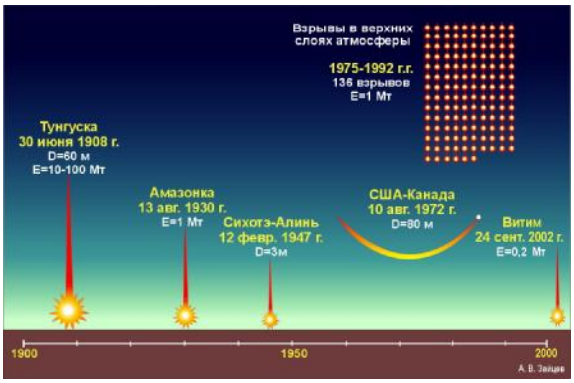


Рис. 10. Наиболее известные события за период 100 лет

Падение таких небесных тел на военные и гражданские атомные объекты, химические комбинаты, хранилища токсичных отходов и т.п., может привести не только к большим человеческим жертвам и материальному ущербу, но и стать “спусковым крючком” для глобального экологического кризиса или военного конфликта.

Столкновения в 21 веке

В начале 21 века уже произошло шесть заметных событий, связанных с падением небесных тел.

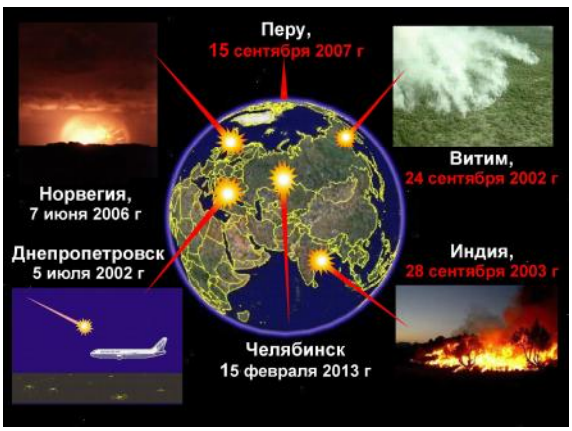


Рис. 11. События в 21-м веке

5 июля 2002 г. Взрыв крупного болида в небе Украины около г. Днепропетровска был ошибочно интерпретирован как обстрел пасажирского самолета зенитной ракетой.

24 сентября 2002 г. В бассейне сибирской реки Витим взрыв мощностью около 0,2 Мт. Повалено около 100 км^2 тайги.

28 сентября 2003 г. Сгорела индийская деревня Судусудия в результате падение фрагментов крупного болида. Погиб один ее житель и 20 ранено.

7 июня 2006 г. Взрыв в горах Норвегии, сравнимый по мощности с атомной бомбой, сброшенной на Хиросиму.

15 сентября 2007 г. Взрыв около деревни Каранкас в Перу, в результате чего образовался кратер диаметром 30 и глубиной 6 метров.

15 февраля 2013 г. При взрыве Челябинского метеорита мощностью около 0,5 Мт ранено 1613 человек и нанесен ущерб около 1 миллиарда рублей.

Астероидно-кометная опасность является серьезнейшим фактором риска для нашей цивилизации, поскольку в любой момент может произойти катастрофа от локального до глобального масштабов.

ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ ДОЛЖНА БЫТЬ СОЗДАНА МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ

2. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ «ЦИТАДЕЛЬ»

Система планетарной защиты "Цитадель" предназначена для предотвращения столкновений астероидов и ядер комет с Землей.

СПЗ «Цитадель» должна включать в себя два эшелона:

- эшелон краткосрочного (оперативного) реагирования (ЭКР) «Цитадель-1»;
- эшелон долгосрочного реагирования .(ЭДР) «Цитадель-2».

Рис. 12. Распределение АСЗ по размерам

Необходимость создания ЭКР обусловлена невозможностью заблаговременного обнаружения всех опасных небесных тел (ОНТ). Подавляющее число ОНТ имеют небольшие размеры, что затрудняет их обнаружение. Например, среди астероидов, сближающихся с Землей, примерно 99,5% имеют размеры от десятков до сотен метров (рис. 12). Обнаружение таких объектов наиболее вероятно на подлетной к Земле траектории за несколько дней – месяцев до столкновения. Поэтому необходим находящийся в постоянной готовности ЭКР для оперативного отражения такой космической угрозы.

На базе ЭКР, в случае необходимости, можно будет достаточно быстро сформировать эшелон долгосрочного реагирования для противодействия более крупным ОНТ.

2.1. Эшелон краткосрочного реагирования «Цитадель-1»

Эшелон краткосрочного реагирования предназначен для защиты от ОНТ, которые могут быть обнаружены за несколько суток/недель/месяцев до столкновения.

2.1.1. Состав и назначение компонентов ЭКР

В состав ЭКР должны входить (рис. 13):

- наземно-космическая служба наблюдения (НКСН), предназначенная для обнаружения и изучения ОНТ;
- два сегмента службы разведки и перехвата – «Восток» и «Запад», предназначенные для уточнения характеристик ОНТ и защиты от них;
- два региональных Центра планетарной защиты (ЦПЗ) «Восток» и «Запад», предназначенные для управления службами ЭКР.

Кроме того, в состав ЭКР должна войти вспомогательная (резервная) служба:

- службы прогнозирования районов и последствий падений ОНТ.

Рис. 13. Состав эшелона краткосрочного реагирования «Цитадель-1»

2.1.2. Схема функционирования ЭКР «Цитадель-1»

Работа ЭКР будет включать следующие основные операции.

Обнаружение ОНТ

Обнаружение ОНТ будет осуществляться средствами НКСН. Основу НКСН составит космический сегмент наблюдения (КСН). В его состав войдут космические аппараты (КА)-наблюдатели, снабженные телескопами, работающими в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Эти КА могут размещаться на околоземных и межпланетных орбитах и, в перспективе, на Луне.

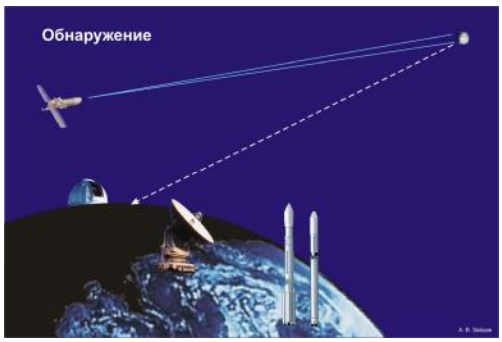


Рис. 14. Обнаружение ОНТ

КСН обеспечит гарантированное обнаружение ОНТ, приближающихся даже со стороны Солнца, как минимум, за несколько суток до столкновения. Наземными телескопами это сделать невозможно.

Изучение и разведка

После обнаружения ОНТ к изучению его характеристик подключатся наземные и космические средства наблюдения, в зоне контроля которых оно находится. Для этого будут использоваться как оптические телескопы, так и планетные радиолокаторы. Для более детального изучения характеристик ОНТ к нему будут запущены КА-разведчики малого класса (массой порядка 100-200 кг).

Рис. 15. Изучение и разведка ОНТ

В результате комплексной обработки полученной информации в ЦПЗ будет построена инженерная модель ОНТ и выбран оптимальный вариант защиты от него.

Перехват

Для воздействия на ОНТ с целью его отклонения с попадающей траектории или, в случае необходимости, разрушения будут запускаться КА-перехватчики со средствами воздействия. При этом будут применяться, главным образом, средства импульсного (сильного) воздействия – кинетические ударники и ядерные взрывные устройства. Это связано с краткостью времен подлета ОНТ к Земле и высокими скоростями встречи с ними КА-перехватчиков,

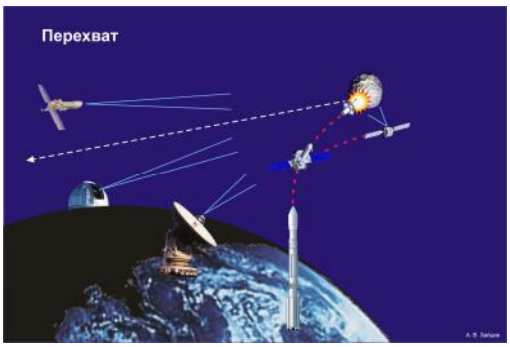


Рис. 16. Перехват ОНТ

Современные ракетно-космические и ядерные технологии позволяют организовать оперативную защиту от ОНТ размером до нескольких сотен метров, то есть, примерно от **99,5%** АСЗ. Защита от остальных **0,5%** более крупных АСЗ и кометных ядер, которые будут обнаруживаться за многие годы до столкновения, будет осуществляться средствами ЭДР.

2.1.3. Вспомогательные службы ЭКР

Вспомогательные (резервные) службы ЭКР предназначены для подстраховки основных средств ЭКР, в случаях:

- угрозы падения на Землю крупных фрагментов (декаметрового масштаба) разрушенного вблизи Земли ОНТ;

- малого резерва времени до столкновения ОНТ с Землей, не позволяющего использовать основные средства ЭКР для его перехвата.

Службы региональной защиты

Для защиты некоторых регионов от ОНТ декаметрового масштаба возможно использование, при соответствующей доработке, систем ракетно-космической обороны (РКО) в районах их дислокации. При этом могут быть использованы средства: системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), системы контроля космического пространства (СККП) и системы противоракетной обороны (ПРО). В частности, сопровождение ОНТ может осуществляться высокопотенциальными радиолокаторами СПРН с фазированными антенными решетками, а их перехват – ракетами-перехватчиками ПРО.

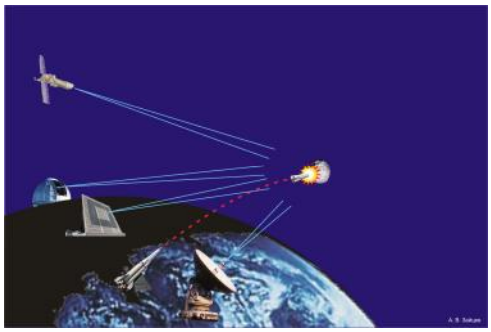


Рис. 17. Перехват средствами ПРО

Роль ЭКР и его наблюдательных средств, в этом случае, будет состоять в передаче обнаруженного ОНТ на сопровождение СККП.

Службы прогнозирования

В случае невозможности предотвратить столкновение с Землей ОНТ, необходимо предпринять комплекс мер по минимизации ущерба от этой космической катастрофы. К ним относятся эвакуация населения, материальных и культурных ценностей, а также опасных материалов и объектов из ожидаемого района падения ОНТ. Для осуществления этих мер необходимо создать Службу прогнозирования районов падений ОНТ и последствий этих падений.

Данная Служба будет осуществлять прогноз районов падений ОНТ на основе информации средств наземно-комической службы наблюдения ЭКР «Цитадель-1» и СККП. После комплексной обработки этой информации будет выдаваться прогноз условий входа ОНТ в атмосферу Земли, проводиться моделирование его движения в атмосфере, определяться район предполагаемого падения, моделироваться процесс взрыва ОНТ и связанных с этим возможных последствий. На основании этих данных будут разрабатываться мероприятия по снижению возможного ущерба и ликвидации чрезвычайных ситуаций силами и средствами национальных и международных служб гражданской обороны.

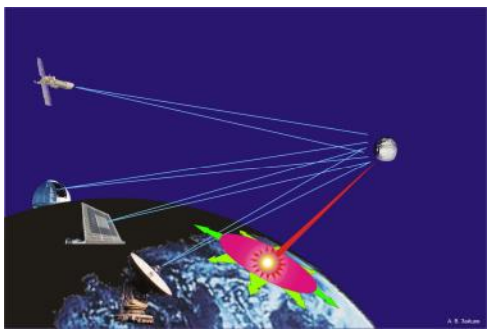


Рис. 18. Прогноз района падения ОНТ и эвакуация

2.2. Эшелон долгосрочного реагирования «Цитадель-2»

Эшелон долгосрочного реагирования предназначен для защиты от ОНТ, обнаруженных за многие годы до столкновения с Землей.

2.2.1. Состав и назначение компонентов ЭДР

Состав и назначение компонентов ЭДР будут такими же, как в ЭКР. Однако, ввиду того, что столкновения с многокилометровыми объектами, для защиты от которых он предназначен, происходят чрезвычайно редко, то ряд компонентов ЭДР могут существовать в "виртуальной" форме. Для них в рамках "Мобилизационного плана защиты Земли" должны быть разработаны соответствующие проекты, которые, при возникновении угрожающей ситуации, могут быть быстро реализованы.

2.2.2. Схема функционирования ЭДР «Цитадель-2»

Работа ЭДР, как и ЭКР, будет включать следующие основные операции.

Обнаружение ОНТ

Обнаружение ОНТ будет осуществляться, в основном, средствами НКСН ЭКР. Для обнаружения комет за много лет до их возможного столкновения с Землей потребуется осуществлять обзор всей небесной сферы с интервалами от нескольких недель до нескольких месяцев. Основу этой службы в ближайшее время будут составлять, главным образом, астрономические обсерватории всего земного шара, обладающие телескопами с высокой проницающей способностью.

Изучение и разведка

Для изучения ОНТ будут использоваться, как и в ЭКР, наземные и космические средства наблюдения, а также КА-разведчики. Для запуска КА-разведчиков в некоторых случаях будут применяться самые мощные средства выведения, которыми располагают космические агентства мира.

Перехват

Схемы перехвата ОНТ будут аналогичны уже многократно осуществлявшимся схемам межпланетных экспедиций к астероидам, кометам и другим телам Солнечной системы. При этом, средства перехвата будут выполнять задачи, как правило, отклонения объектов с попадающей в Землю траектории.

В зависимости от характеристик ОНТ, их орбит и располагаемого запаса времени, для их отклонения могут применяться более широкий спектр средств воздействия, чем в ЭКР. Для ОНТ с большими наклонениями к плоскости эклиптики и/или эксцентриситетами, когда будет невозможна посадка на них или сопровождение из-за больших относительных скоростей встречи – будут применяться как и в ЭКР импульсные (сильные) средства воздействия. В других случаях возможно применение слабых средств воздействия. Они разделяются на средства прямого воздействия (ракетные двигатели различных типов и т.п.) и дистанционного (лазеры, солнечные концентраторы, “гравитационный трактор” и др.).

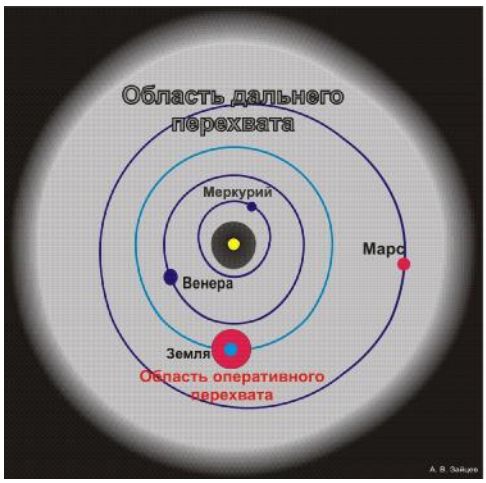


Рис. 19. Области перехвата ОНТ

Доступная для современных средств область перехвата находится примерно между орбитами Меркурия и Марса (рис. 19). Со временем, по мере появления более эффективных средств выведения, она будет увеличиваться.

2.3. Базовые средства для создания СПЗ «Цитадель»

Создание ЭКР будет базироваться, главным образом, на уже существующих в мире технологиях. Для создания ЭДР потребуется разработать некоторые новые технологии. Это относятся, главным образом, к сверхмощным средствам выведения, перехвата и воздействия.

Космические средства наблюдения (обнаружения)

Для создания КА-наблюдателей может быть использован опыт создания множества космических телескопов, созданных и создаваемых космическими агентствами мира, таких, например, как «IRAS» (NASA/SERC/NIVR), «Астрон-1» (ИКИ РАН), «Hipparcos», «ISO», «Herschel» (ESA), «COBE», «Spitzer», «Kepler», «WISE» (NASA). «HST» (NASA/ESA), «AKARI» (JAXA), «COROT» (CNES/ESA) и других.

Наземно-космические средства изучения и разведки

Сопровождение и изучение обнаруженных ОНТ может осуществляться телескопами всемирной сети астрономических обсерваторий. С целью более точного определения их характеристик могут применяться планетные радиолокаторы, расположенные в Евпатории и Уссурийске (Россия), Голдстоуне (США) и Аресибо (Пуэрто Рико) совместно с мировой сетью радиотелескопов. Для этих целей могут быть использованы также оптические и радиолокационные средства СККП, имеющиеся в распоряжении военных ведомств ряда государств.

При создании КА-разведчиков будет использован опыт создания КА и их научной аппаратуры, предназначенных для изучения астероидов, комет и планет Солнечной системы. Такими КА являются: «Вега-1 и 2», «Фобос-2» (ИКИ РАН), «Giotto», «Rosetta» (ESA), «Galileo», «NEAR Shoemaker», «Deep Space-1», «Stardust», «Deep Impact», «Dawn» (NASA), «Clementine» (BMDO/NASA), «Cassini» (NASA/ESA/ASI), «Hayabusa» (ISAS) и ряд других.

КА-разведчики должны быть разработаны с учетом возможности их запуска РН различных стран, обеспечения связи с ними, управления и т. д.

Средства перехвата

При создании КА-перехватчиков будет использован опыт создания тех же КА, что и КА-разведчиков, а также опыт, полученный при создании средств ПРО.

Средства воздействия

Создание кинетических и ядерных средств воздействия на ОНТ будет базироваться на опыте создания подобных устройств для военных целей. Для ЭДР потребуется разработка новых сверхмощных средств воздействия и других технологий.

Средства выведения и наземная инфраструктура)

Для выведения КА на рабочие орбиты может быть использован широкий спектр ракет-носителей, имеющийся в космических агентствах мира, и наземная инфраструктура, обеспечивающая подготовку, запуск и управление этими КА, а также прием и обработку получаемой с них информации.

Для создания сверхмощных средств выведения в ЭДР должен быть использован опыт разработки таких ракет-носителей, как «Сатурн-5», «Энергия», ядерных ракетных двигателей, разрабатываемого в России транспортно-энергетического модуля на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса и т.п.

Человечество имеет все необходимые базовые технологии для создания ЭКР СПЗ и, частично, ЭДР.

3. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ, ФИНАНСОВОЕ И МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Создание СПЗ будет сопряжено с решением не только серьезных научно-технических проблем, но и широкого спектра организационных, правовых, финансовых, этических и других проблем, имеющих международный характер. Для этого необходимо разработать соответствующее международно-правовое обеспечение, которое может быть представлено в формате международного договора «О принципах обеспечения защиты Земли от астероидно-кометной опасности» (далее в тексте - Договор).

При подготовке проекта Договора необходимо будет исходить из следующих общих принципов:

1. Формирование Договора целесообразно вести применительно к предварительно согласованной международным сообществом концепции СПЗ, одним из вариантов которой может послужить концепция СПЗ «Цитадель».

2. Правовой основе создания и эксплуатации СПЗ должен быть придан международный статус.

3. Международной деятельности по созданию СПЗ должен быть придан высший приоритет. и она должна осуществляться на основе специально созданных международных механизмов управления.

4. Правовая основа должна иметь юридически обязывающий характер для государств, участвующих в создании СПЗ.

5. Правовая основа может быть структурирована применительно к областям решаемых задач (научные, технические, организационные, финансовые и др.), этапам создания СПЗ и др.

6. Договор должен предусматривать комплекс мер, гарантирующих защиту любого государства или объекта от ОНТ (исключать “дилемму неприменения”, заключающуюся в возможности отказа от защиты каких-либо государств или оказания на них давления в целях изменения геополитической ситуации или даже их уничтожения). Для этого должна быть исключена возможность создания СПЗ силами государств, объединенных в один военно-политический или иной блок.

7. Договор должен содержать основные принципы создания и использования международного фонда (Страхового фонда человечества) для финансирования разработки, эксплуатации и модернизации СПЗ.

8. В Договор необходимо будет включить положения, регламентирующие работу региональных Центров планетарной защиты.

9. В Договоре должны быть отражены механизмы технической и правовой интеграции действующих и перспективных ракетно-космических и других средств (компонентов СПЗ), находящихся под национальной юрисдикцией государств, в глобальную международную инфраструктуру.

Кроме того, в соответствии с задачами этапов работ, в проект Договора необходимо заложить следующие принципы:

Этап разработки проекта СПЗ

1. СПЗ должна формироваться на основе специально создаваемых международных компонентов и национальных средств, в том числе средств космических отраслей, военных ведомств и гражданской обороны.

2. Должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность разработки новых видов оружия под прикрытием создания средств СПЗ, в частности, использования небольших астероидов для "бомбардировки" объектов на Земле («астероидного оружия»).

3. Необходимо присвоить используемым в СПЗ технологиям статус «Достояние человечества» в целях гарантированного сохранения и обеспечения состояния «постоянной готовности» СПЗ до их замены новыми технологиями (модернизации).

5. Должна предусматривать возможность утилизации средств СПЗ после истечения их гарантийных ресурсов.

4. На случай возникновения угрозы глобальной катастрофы необходимо разработать "Мобилизационный план защиты Земли" в целях привлечения всех необходимых ресурсов человечества, а при невозможности избежать катастрофы - предусмотреть возможность спасения максимально возможного числа жителей Земли.

Этап создания и отработки компонентов СПЗ

1 Необходимо будет пересмотреть некоторые международно-правовые документы в области космической деятельности, чтобы обеспечить проверяемость (контроль) предлагаемых методов защиты и возможных последствий их применения. Это же относится и к этапу эксплуатации СПЗ.

Этап «Боевого дежурства»

1. Должны быть разработаны меры, гарантирующие оперативное информирование соответствующих органов о возникновении космической угрозы (исключающие возникновение «дилеммы извещения», заключающейся в возможности задержки или скрытия информации об обнаружении ОНТ).

2. Необходимо разработать положения, регламентирующие порядок оповещения населения об угрозе из космоса в целях исключения возможности возникновения массовой паники («дилемма оповещения»).

Этап применения средств СПЗ

1. Должны быть разработаны механизмы, гарантирующие своевременное принятие на международном уровне решения о применении средств СПЗ. При этом должно быть исключена возможность возникновения «дилеммы неприменения».

2. Необходимо предусмотреть возможность привлечения для целей планетарной защиты технических средств военных ведомств, например, средств ракетно-космической обороны.

3. При применении средств СПЗ должно гарантированно исключаться применение средств СПЗ в военных целях (исключение “дилеммы применения”).

Этап последствий применения СПЗ

1. Должны быть разработаны меры по компенсации возможного ущерба отдельным странам или регионам в случае возможного выпадения осколков при разрушении ОНТ вблизи Земли

Наряду с разработкой данного Договора должны быть приняты дополнительные согласованные понимания к имеющимся международным договорам и соглашениям, положения которых соприкасаются с проблемой защиты от АКО.

4. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ «ЦИТАДЕЛЬ»

Основные этапы разработки и создания СПЗ представлены в таблице.

Этапы	Годы							
	1	2	3	4	5	6	…	10
1. Организационный								
2. Системный проект								
3. Создание ЭКР СПЗ								
4. Создание ЭДР СПЗ								

Данные этапы будут включать следующие работы:

Этап 1. Организационный

- формирование Страхового Фонда человечества;
- разработка международно-правового обеспечения;
- формирование Центров планетарной защиты «Восток» и «Запад».

Этап 2. Системный проект

- разработка международного Системного проекта СПЗ;
- уточнение стоимости создания СПЗ.

Этап 3. Создание ЭКР СПЗ

- разработка проекта ЭКР;
- создание и отработка компонентов ЭКР;
- постановка ЭКР на «боевое дежурство».

Этап 4. Создание ЭДР СПЗ

- разработка проекта ЭДР;
- создание и отработка компонентов ЭДР;
- постановка ЭДР на «боевое дежурство».

На этапе 3 будут разработаны КА-наблюдатели, -разведчики и -перехватчики с использованием лучших достижений мировой космонавтики, и с учетом возможности их запуска ракетами-носителями различных стран, обеспечения связи с ними, управления и т. д. Также будут осуществляться имитационные эксперименты в целях отработки схем взаимодействия средств обнаружения и сопровождения ОНТ, а также демонстрационные проекты в целях отработки методов и средств изучения и перехвата ОНТ.

На этапе 4 основное внимание будет уделено разработке новых сверхмощных средств выведения и воздействия,

На последующих этапах работ будет осуществляться модернизация компонентов СПЗ при появлении более совершенных технологий.

Затраты на создание ЭКР СПЗ составят около 15-20 млрд. долларов.

Объем затрат на создание ЭДР составит существенно большую величину и будет определен на этапе разработки проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования и разработки, выполненные специалистами различных стран, позволяют сделать следующие выводы:

1. Возможность катастрофических столкновений астероидов и ядер комет с Землей обусловливает необходимость принятия мер по предотвращению или минимизации последствий от этих столкновений.

2. Современные технологии позволяют приступить к практическим шагам по разработке средств защиты от астероидно-кометной опасности.

3. Одним из возможных путей обеспечения планетарной безопасности может стать создание Международной Системы планетарной защиты "Цитадель". Основу этой Системы должен составить Эшелон оперативного реагирования "Цитадель-1".

4. Эшелон оперативного реагирования может быть создан уже в ближайшие 5-7 лет, что позволит обеспечить гарантированную защиту Земли от астероидной и, частично, кометной опасности.

5. Система планетарной защиты должна создаваться усилиями и средствами всего человечества, в том числе финансовыми. Для этого должен быть создан «Страховой фонд человечества».

6. Решение проблемы защиты от астероидно-кометной опасности требует разработки международно-правового обеспечения, которое может быть представлено в формате международного договора «О принципах обеспечения защиты Земли от астероидно-кометной опасности».

7. Координирующие функции по созданию и эксплуатации Системы планетарной защиты могла бы взять на себя ООН в лице специально созданного под ее эгидой международного Центра планетарной защиты и его региональных отделений.

8. Решение проблемы обеспечения безопасности нашей планеты можно рассматривать как своеобразный тест для человечества на способность решения стоящих перед ним глобальных проблем. И предлагаемый проект Системы планетарной защиты "Цитадель" может стать первым глобальным проектом человечества в третьем тысячелетии, который защитит Землю от космической угрозы.

9. Для реализации проекта нужно будет, прежде всего, преодолеть главную, нравственную проблему, заключающуюся в необходимости осознания населением планеты, и в первую очередь, государственными лидерами, общей ответственности за сохранение человечества и биосферы Земли, а также культурных, духовных, материальных и других ценностей, создававшихся усилиями миллиардов жителей Земли.

СОКРАЩЕНИЯ

АКО - астероидно-кометная опасность

АСЗ - астероид, сближающийся с Землей

ИКИ РАН - Институт космических исследований Российской академии наук

КА - космический аппарат

КСЗ - комета, сближающаяся с Землей

КСН - космический сегмент наблюдения

НКСН - наземно-космическая служба наблюдения

НОЦ ИЭС - Научно-образовательный центр исследований экстремальных ситуаций

ОНТ - опасное небесное тело

ПРО - противоракетная оборона

РКО - ракетно-космическая оборона

РАН - Российская академия наук

РН - ракета-носитель

СККП - система контроля космического пространства

СПЗ - Система планетарной защиты

ЦПЗ - Центр планетарной защиты

ЭДР - эшелон долгосрочного реагирования

ЭКР - эшелон краткосрочного (оперативного) реагирования

ASI - Итальянское Космическое Агентство

CNES - Национальный центр космических исследований, Франция

ESA - Европейское Космическое Агентство

ISAS - Институт Космоса и Науки, Япония

JAXA - Японское агентство аэрокосмических исследований

NASA - Национальное Аэрокосмическое Агентство, США

NIVR - Нидерландское Агентство Космических Программ

SERC - Научный и Инженерный Исследовательский Совет, Великобритания

БИБЛИОГРАФИЯ

Введение

1. Зайцев А. В. (1986). Предложения по созданию Системы предотвращения столкновений Земли с астероидами и кометами (переориентация работ проводимых в рамках программы СОИ на мирные цели) // Докладная записка Генеральному секретарю ЦК КПСС № 629203 от 20.10.1986 г. НИЦ им. Г.Н. Бабакина, 1986, 17 л.
2. 1996. Резолюция 1080 «Об обнаружении астероидов и комет, потенциально опасных для человечества». Парламентская Ассамблея Совета Европы, 20 марта 1996 г.
3. 1998. US Congressional Hearings on Near Earth Objects and Planetary Defence.
4. 1999. Review of the implementation of the recommendations of the Third United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space (UNISPACE III). Note by the Secretary-General. Vienna. 1999. 141 pp.
5. 2000. Report of the Task Force on Potentially Hazardous Near Earth Objects. UK: 56 pp.
6. 2001. Report of an AIAA, UN/OOSA, CEAS, IAA Workshop. International Space Cooperation: Addressing Challenges of the New Millennium. AIAA. March 2001. 62 pp.
7. 2003. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Global Science Forum. Workshop on Near Earth Objects: Risk, Policies and Actions. *Final Report. January 20-22, 2003. Frascaty, Italy.* 13 pp.
8. Open Letter of the Association of Space Explorers, *In: 19th Annual Congress, Salt Lake City, 14 October 2005*
9. 2006. Near Earth Object Survey and Deflection Study. *Report to Congress. December. NASA, Office of Program Analysis and Evaluation, Washington, D.C.*
10. Camacho S. (2011). Progress of NEO Activities Within UN COPUOS. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 53.

1. Астероидно-кометная угроза

1. Клумов Б. А, Кондауров В. И, Конюхов А. В, Медведев Ю. Д, Сокольский А. Г, Утюжников С. В, Фортов В Е "Столкновение кометы Шумейкер-Леви 9 с Юпитером: что мы увидим?" УФН 164 617–629 (1994).
2. Медведев Ю. Д., Свешников М. Л., Сокольский А. Г., Тимошкова Е. И., Чернетенко Ю. А., Черных Н. С., Шор В. А.. (1996) Астероидно-кометная опасность. Под ред. А. Г. Сокольского. ИТА, МИПАО, С-Пб, 1996. 244 с.
3. Угроза с неба: рок или случайность? (1999). Под ред. А. А. Боярчука. М. Космоинформ. 1999, - 220 с.
4. Di Martino M., Carbognani A., Cellino A., De Sanctis G. and Zappala V.. (2009). The Asteroid Hazard. Evaluating and Avoiding the Threat of Asteroid Impacts. (Ed. M. Di Martino). ESA SP-1310 March 2009, first English edition. 324 pp.

1.1. Характеристики астероидов и комет

1. Morrison D. (ed.) (1992). The Spaceguard Survey. *Report of the NASA International Near-Earth-Object Detection Workshop, 25 Jan. 1992, Pasadena, JPL/CIT.*
2. Барабанов С. И., Микиша А. М. Смирнов М. А. (2000). Анализ представительства крупных тел в метеорных и болидных потоках по оптическим наблюдениям, проводимым в ИНАСАН с 1995 года. *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы,* с. 91-92
3. Черных Н. С., Румянцев В. В. (2000). Первые результаты Крымской программы наблюдения астероидов, сближающихся с Землей. *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы.* с. 91.
4. Cellino, A., Di Martino, M., Dell'Oro, A., Bertaina, M., Garino, F. (2011). The JEM-EUSO Mission: Applications to the Study of Meteors and Fireballs. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 56.
5. Lupishko D., Di Martino M., Binzel R. (2011). Physical properties and internal structure of near Earth asteroids as principal impactors of the Earth. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 65.
6. Harris, A. (2011). Update of Estimated NEO Population and Current Survey Completion. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 23.

1.2. Последствия столкновений астероидов и ядер комет с Землей

1. Melosh H. J. (1989). Impact Cratering: A Geologic Process. New York: Oxford University Press.
2. Hills J. G., Goda M. P. (1992). Airblast Damage from Small Asteroids. *Proceedings of the Near-Earth Object Interception Workshop (eds. Gr. H. Canavan et al.), Pasadena*: *JPL.*
3. Kring D. A. and Durda D. D. (2003). The Day the World Burned. *Scientific American, 2003, 289(6),* pp. 98-105.
4. Катастрофические воздействия космических тел. (2005). Под ред. В.В. Адушкина, И.В. Немчинова. М.: ИДГ РАН, 2005.
5. Boslough, M., and D. Crawford. (2008). Low-altitude airbursts and the impact threat. *International Journal of Impact Engineering 35,* pp. 1441-1448.

2. Международная Система планетарной защиты «Цитадель»

1. Зайцев А. В. (1988). Некоторые принципы построения системы предотвращения столкновений Земли с астероидами и кометами. *Труды XXIII Чтений К. Э. Циолковского (Калуга, 13-16 сентября 1988 г.). Секция "Проблемы ракетной и космической техники". М., ИИЕТ АН СССР, 1989,* с. 141-147.
2. Ковтуненко В. М., Чесноков А. Г., Зайцев А. В., Божор Ю. А., Горькавый Н. Н., Котин В. А., Маглинов И. Д., Папков О. В., Румянцев В. Н., Соколова Ю. Г., Фешин И. В., Черных Н. С. и др. (1995). Принципы построения Системы защиты Земли от астероидов и комет. Инженерная записка. НПО им. С. А. Лавочкина, НИЦ им. Г. Н. Бабакина. 1995. 69 л.
3. V. M. Kovtunenko, A. V. Zaitsev. (1995). Protecting Earth from Asteroid Hazards is a Real Task for the World Space States. *Space Bulletin, 1995, vol.2, N4,* pp. 25-27.
4. Зайцев А. В. (2000). Система планетарной защиты "Цитадель". Концептуальный проект. НПО им. С. А. Лавочкина. 2000 г. 70 с.
5. Зайцев А. В. (2000). Концептуальный проект Системы планетарной защиты "Цитадель". *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы,* с.28.
6. Батырь Г.С., Башилов А. С., Волк И. П., Зайцев А. В.. Конюхов С. Н., Матросов В. М., Окунев Ю. М., Пичхадзе К. М., Победоносцев К. А. (2000). Концептуальный проект Системы планетарной защиты "Цитадель". Основные положения. НП «Центр планетарной защиты». 2002 г. 25 с.
7. Adushkin V. V., Vityazev A. V., Gorobets D. V., Zaitsev A. V., Klapovsky A. A., Konyukhov S. N., Koroteev A. S., Liaschuk B. A., Makhutov N. A., Menshikov V. A., Petrov D. V., Puchkov V. A., Semyonov B. I., Slyunyayev N. N., Simonenko V. A., Taranov A. A., Shor V. A., Shubin O. N. (2010). Conceptual, technological and legal bases of creation of the International Planetary Defense System. *Abstracts of the 2-nd International Symposium "Space & Global Security of Humanity (SGS 2010)", 5-9 July 2010, Riga, Latvia,* pp.1,2.
8. Zaitsev A. V., Adushkin V. V., Vityazev A. V., Klapovsky A. A., Makhutov N. A., Puchkov V. A., Taranov A. A. (2011). The "Citadel" International Planetary Defense System: from conversations - to realization. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book.* pp. 90,91..

2.1. Эшелон оперативного реагирования «Цитадель-1»

2.1.1. Состав и назначение компонентов ЭКР

1. Зайцев А. В., Пичхадзе К. М., Чесноков А. Г. (2007). Возможные подходы к реализации проекта Международной Системы планетарной защиты «Цитадель-1 *Доклад на 44-й сессии Научно-технического подкомитета Комитета ООН по космосу, 12-23 февраля 2007 г. Вена. Австрия.*
2. Bashilov A. S., Volk I. P., Gofin M. Ja., Zaitsev A. V., Konyukhov S. N., Pobedonostsev K. A., Slyunyaev N. N. (2010). Possible Approaches to Implementation of "Citadel-1" International Planetary Defense System Project. *In "Space for Security and Prosperity on the Peoples. Editors: J.-M. Contant and V. A. Menshikov. M.: A.A. Maksimov Space Systems Research Institute. 2010.* pp. 154-163
3. Zaitsev A., Koroteev A., Liaschuk B., Popov S. (2010). The Level of Rapid Response Reaction of the Planetary Defense System. *In "Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei". Proceedings of the International Conference "Asteroid-Comet Hazard-2009", A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor (Eds). Saint Petersburg, "Nauka", 2010,* pp. 362-368.
4. Koroteev A. S., Liaschuk B. A., Makhutov N. A., Popov S. A., Puchkov V. A., Taranov A. A., Zaitsev A. V. (2010). On the Possible Approach to Formation of Echelon of Short-Term Reaction of the International Planetary Defense System. *Report on 47-th session of Scientific and Technical Subcommittee of Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. February 2010, Vienna.*

2.1.2. Схема функционирования ЭКР «Цитадель-1»

1. Ковтуненко В. М., Божор Ю. А., Зайцев А. В., Котин В. А., Маглинов И. Д., Чесноков А. Г. (1994). Анализ некоторых проблем создания и проектных параметров системы обнаружения опасных космических объектов. *Международная конференция "Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами (SPE -94)". 26-30 сентября 1994 г. Снежинск (Челябинск-70). Тезисы докладов. Часть I,* с.74.
2. Ковтуненко В. М., Алябьев С. П., Зайцев А. В., Котин В. А., Фешин И. В. (1994). Анализ некоторых проблем создания и проектных параметров системы перехвата опасных космических объектов. *Международная конференция "Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами (SPE-94)". 26-30 сентября 1994 г. Снежинск (Челябинск-70). Тезисы докладов. Часть I,* с. 76.
3. Добров А. В., Зайцев А. В., Маглинов И .Д., Соколова Ю. Г., Чесноков А. Г., Свешников М. Л., Сокольский А. Г.. (1996). Возможные подходы к формированию космической службы наблюдения астероидов и комет. *Международная конференция "Астероидная опасность-96", 15-19 июля 1996 г., Санкт-Петербург. Программа и тезисы докладов. СПб.: Изд-во ИТА РАН. 1996.* С. 49,50.
4. Бодин Б. В., Емельянов В. А., Лукьященко В. И. и др. Космическая система обнаружения и заблаговременного предупреждения о ранее неизвестных опасных астероидах размером более 50 м. *Космическая защита Земли. Известия Челябинского научного центра, специальный выпуск. Снежинск, РФЯЦ-ВНИИТФ, 1997, С. 8-17.*

2.1.3. Вспомогательные службы ЭКР

1. Дерюгин В. А., Зайцев А. В., Козлов И. А. (1996). Оценки возможного рассеивания мест падения небесных тел на поверхность Земли. *Международная конференция "Космическая защита Земли (КЗЗ-96)". 23-27 сентября 1996 г. Снежинск (Челябинск-70). Тезисы,* с.99,100.
2. Арсеньев Г.И., Семенов Б.И., Торговкин С.Н., Трекин В.В. Двойное использование систем ракетно-космической обороны в интересах решения проблемы астероидно-кометной опасности. *Информационно-измерительные и управляющие системы, 2006, т.4, № 5.* с. 5–12.
3. Makhutov N. A., Puchkov V. A., Reznikov D. O., Taranov A. A., Zaitsev A. V. (2010). About Measures on Minimization of Damage from Collisions with Asteroids and Nuclei of Comets. *In "Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei". Proceedings of the International Conference "Asteroid-Comet Hazard-2009", A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor (Eds). Saint Petersburg, "Nauka", 2010,* pp. 376-380.
4. Semyonov B. I., Torgovkin S. N., Treckin V. V., Zaitsev A. V. (2010). About the Interaction of the "Citadel" Planetary Defense System with the Missile-Space Defense Systems. *In "Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei". Proceedings of the International Conference "Asteroid-Comet Hazard-2009", A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor (Eds). Saint Petersburg, "Nauka", 2010,* pp. 402-406.

2.2. Эшелон долгосрочного реагирования «Цитадель-2»

1. Конюхов С. Н., Слюняев Н. Н., Шкарупин В. В. . (2000). Концепция проектирования ракетно-космического комплекса в качестве элемента системы защиты Земли от опасных астероидов. *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы,* с. 63-64.
2. Zaitsev A. V., Bashilov A. S., Ilkaev R. I., Konyukhov S. N., Pichkhadze K. M., Pobedonostsev K. A. (2004). International Planetary Defense System "Citadel" – Principles of Construction and Feasibility of Repulsing of the Space Threat. *2004 Planetary Defense Conference: Protecting Earth from Asteroids, 23-26 Feb. 2004.. Orange County, California, Book of Synopses, AIAA 2004-1474.*

2.3. Базовые средства для создания СПЗ «Цитадель»

1. Bushman A.V., Vickery A.M., Fortov V.E., Krukov B.P., Lomonosov I.V., Medin S.A., A.L. NI, Shutov A.V., Vorobiev O.Yu., Computer Simulation of Hypervelocity Impact and Asteroid Explosion, in book:Hazards Due to Comets and Asteroids (ed. Tom Gehrels), University of Arizona Press, 1994, pp 711-719
2. Ковтуненко В. М., Зайцев А. В., Котин В. А. (1994). Научно-технические аспекты и проблемы создания Системы защиты Земли от опасных космических объектов. *Международная конференция "Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами (SPE -94)", 26-30 сентября 1994 г., Снежинск. Тезисы докладов. Часть I.* С. 72.
3. Anisimov A. N., Danov V. M., Pevnitsky B. V. (1995). Means of Neutralizing Threat Cosmic Objects. *Proceeding of the Planetary Defense Workshop Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA, May 22-26, 1995,* pp. 349—354
4. Kovtunenko V. M., Simonenko V. A., Rogovsky G. N., Papkov O. V., Bojor J. A., Zaitsev A. V., Kotin V. A., Feshin I. V., Maglinov I. D. (1995). Opportunity to Create the System For Space Protection of the Earth Against Asteroids and Comets on the Base of Modern Tecnology. *Proceedings of the Planetary Defence Workshop. Lawrence Livermore National Laboratory. Livermore, California, 22-26 May 1995,* pp. 453-463.
5. Shubin O. N., Nechai V. Z., Nogin V. N., Petrov D. V., Simonenko V. A. (1995). Nuclear Explosion Near Surface of Asteroids and Comets. Common Description of the Phenomenon. *Proceeding of the Planetary Defense Workshop. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, 22-26 May 1995,* pp. 383-396
6. Wood L., Hyde R., Ishikava M., Teller E. (1995). Cosmic Bombardment V: Threat Object – Dispersing Approaches to Active Planetary Defence. *Proceeding of the Planetary Defense Workshop. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, 22-26 May 1995,* pp. 231-271.
7. Kovtunenko V., Rogovsky G., Chesnokov A., Sukhanov K., Papkov O., Bojor Ju., Zaitsev A., Kotin V., Maglinov I., Feshin I. (1995). Spase Patrol Project as a First Stage of the Earth Asteroid Protection System Deployment. *IAF-95-Q.5.09.* 10 pp.
8. Зайцев А. Л. (1995). Состояние и перспективы радиотехнических измерений небесных тел, сближающихся с Землей. *Всероссийская конференция с международным участием "Астероидная опасность-95", 23-25 мая 1995 г., Санкт-Петербург. Тезисы докладов. Т.2,* с. 44-45.
9. Григал П. В., Замышляев Б. В., Комаров А. С., Любимов А. Г., Родионов С. Н., Таранов А. А., Чистов В. Г, (1996). Использование кинетической энергии удара для разрушения астероида. *Международная конференция "Космическая защита Земли", 23-27 сентября 1996 г., Снежинск. Тезисы.* с. 79.
10. Кондауров В.И., Ломоносов И.Н., Фортов В.Е.. Влияние высоких энергий взрыва на астероиде. ДАН, 348 (2) (1996) 184-187 (физика)
11. Zaitsev A. V., Dobrov A. V., Kotin V. A., Simonov I. V. (1996). Impact experiment for project Space Patrol. *International Journal of Impact Engineering, Vol. 20. Proceedings of the 1996 Hypervelocity Impact Symposium,* pp. 839-848.
12. Нечай В.З., Ногин В.Н., Петров Д.В., Симоненко В.А., Шубин О.Н. (1997). Ядерный взрыв вблизи поверхности астероидов и комет. *Космическая защита Земли. Известия Челябинского научного центра, спецвыпуск РФЯЦ-ВНИИТФ, Снежинск, 1997,* с. 179-182.

13. Sykes Lynn R., Davis Dan M. (1987). About Power of the Soviet Strategic Weapons. *Scientific American, January 1987, Vol. 256, No. 1.*.
14. Koulikov S. D., Zaitsev A. V. (1997). Possible Appearance of the Planetary Defense System from Asteroids Hazards // Second International Aerospace Congress IAC'97. Proceedings. Vol. I. Aug. 31-Sept. 5, 1997. Moscow. P.97-100. (1997)
15. Добров А. В., Зайцев А. В., Роговский Г. Н., Симонов И. В. (1997). Возможности отработки кинетических средств воздействия на малые небесные тела. *Известия Челябинского Научного Центра - специальный выпуск "Космическая защита Земли". 1997, Снежинск, ВНИИТФ*, с. 120-126.
16. Зайцев А. В. (1997). Роль ракетно-космических средств в создании системы планетарной защиты. *Труды XXXI-XXXII Чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э.Циолковского (Калуга, 1996-1997 гг.). Секция "Проблемы ракетной и космической техники". М., ИИЕТ РАН, 1999*. С. 3-9.
17. Курикша А. А. (1998). Возможности обнаружения и сопровождения астероидов, сближающихся с Землей. *Конверсия в машиностроении. 1998. №1*, с. 76-79.
18. Морозов В. Г. (1998). Технология создания высокопотенциальных радиолокаторов с фазированными антенными решетками. *Конверсия в машиностроении. 1998. №1*, с. 75,76.
19. Зайцев А. В. (1998). Проблемы безопасности при использовании ядерных средств в Системе планетарной защиты. *В сб. Ядерная безопасность: социогуманитарные структуры. -М., 1998.* С. 102-104
20. Семенов Ю. П., Баканов Ю. А., Синявский В. В., Юдицкий В. Д., Масленников А. А. (2000). Результаты исследований возможной роли ядерных энергетических и двигательных установок в решении проблем защиты Земли от астероидной опасности. *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы*, с. 68-69.
21. Румынский А. Н., Сазонов В. С., Финченко В. С. Разрушение опасных космических объектов с помощью взрыва. *Международная конференция "Космическая защита Земли - 2000". 11-15 сентября 2000 г. Евпатория, Крым, Украина. Тезисы*, с. 76-77.
22. Huebner W. F., Boice D. C., Bradley P., Chocron S., Clement R., Ghosh A., Giguere P. T., Goldstein RGuzik., J. A., Johnson L. N., Keady J. J., Mukherjee J., Patrick W., Plesko C., Tapley M., Walker J. D., Weaver R. P., Wohletz K.. (2010). The Engagement Space for Countermeasures Against Potentially Hazardous Objects (PHOs). *In "Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei". Proceedings of the International Conference "Asteroid-Comet Hazard-2009", A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor (Eds). Saint Petersburg, "Nauka", 2010,* pp. 337-346
23. Abell, P. A.; Mink, R. G.; Garvin, J. B.; Barbee, B. W.; Mazanek, D.; Komar, D. R.; Adamo, D.; Cheng, A.5; Rivkin, A. S.; Hibbard, K.; Miller, K. L.; Dissly, R.; Mainzer, A.; Yeomans, D. K.; Johnson, L. N. (2011). A Space-Based Near-Earth Object Survey Telescope in Support of Human Exploration, Solar System Science, and Planetary Defense. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* pp. 26,27.
24. Dearborn, D., Bruck, M. (2011). Limits on the Use of Nuclear Explosives for Asteroid Deflection. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* pp. 46,47.
25. Galvez, A., Carnelli, I. (2011). ESA asteroid mission studies: what have we learnt? // 2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book, pp. 41,42.
26. Kaplinger, B., Wie, B., Dearborn, D. (2011). Nuclear Fragmentation/Dispersion Modeling and Simulation of Hazardous Near-Earth Objects. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 52.
27. Plesko, C; Weaver, R. P.; Huebner, W. F. (2011). Numerical Models of Hazard Mitigation by Nuclear Stand Off Burst. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 46.
28. Weaver, R.P., Plesko, C.S., Dearholt, W.R. (2011). Los Alamos RAGE Hydrocode Simulations of Effective Mitigation of Porous Objects. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* pp. 76,77
29. Wie, B. (2011). Hypervelocity Nuclear Interceptors for Asteroid Deflection and/or Disruption. *2011 IAA Planetary Defense Conference: From Threat to Action. 9-12 May 2011. Bucharest, Romania. Abstract book,* p. 47.

3. Организационное, финансовое и международно-правовое обеспечение

1. Foley T. (1994). "Sagan Backs Inventory". *Space News 10-16 Okt. 1994*: p. 17.
2. Зайцев А. В. (1997). Некоторые проблемы и последствия создания системы планетарной защиты. *Известия Челябинского Научного Центра - специальный выпуск "Космическая защита Земли". 1997, Снежинск, ВНИИТФ*, с. 243-246.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. (1998-2008). Фролов К. В., Махутов Н. А., Воробьев Ю. Л., Пучков В. А. и др. – М.: МГОФ «Знание», 1998-2008, т.т. 1-33.
4. Бабичев Ю. Б., Лудин В. Н., Певницкий Б. В. (2003). Международный неприкосновенный запас ядерных устройств и технологий, предназначенный для защиты цивилизации в безъядерном мире. *Доклад на семинаре «Технические проблемы обеспечения международной стабильности в условиях безъядерного мира», Комо, Италия, 2003 г.*

5. Башилов А. С., Гофин М. Я., Зайцев А. В., Пичхадзе К. М., Победоносцев К. А. (2003). Планетарная защита, как сфера международного сотрудничества. *Международная конференция space'2003, Москва-Калуга, 15-19 сентября 2003 г. Тезисы докладов*. с. 24,25.
6. Зайцев А. В., Клаповский А. А., Кулик С. В. (2005). Об организационно-правовых аспектах создания и применения Системы планетарной защиты. *Всероссийская конференция «Астероидно-кометная опасность-2005» (АКО-2005). Материалы конференции. СПб.: ИПА РАН, 2005,* с. 148-150.
7. Zaitsev A. V., Klapovsky A. A. (2010). About the Approach to Formation of International-Legal Bases of Ensuring Planetary Defense. *"Protecting the Earth against collisions with asteroids and comet nuclei". Proceeding of the International Conference «Asteroid-Comet Hazard-2009». A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor (Eds). St.-Petersburg, Nauka, Russia. 2010.* pp. 396-401.

4. Этапы создания Системы планетарной защиты «Цитадель»

1. Зайцев А. В. (1996). Возможный облик и этапы создания системы планетарной защиты. *Международная конференция "Космическая защита Земли (КЗЗ-96)". 23-27 сентября 1996 г. Снежинск (Челябинск-70). Тезисы*, с. 97.

Контакт

Тел.: +7-916-510-4146
E-mail: zav-y@yandex.ru
Зайцев Анатолий Васильевич