“ИКАР”- система глобальной защиты Земли от случайных факторов космического пространства ближнего радиуса действия.

А.Р Кузьмин, (тел. 89162175817, e-mail: Kuzmin-A-R@Yandex.ru), В.А Меньшиков, (тел.: 84955156040) В.Д. Денисов, (тел.: 84997495426, e-mail: Zemljanin2005@rambler.ru), А.С.Егоров (тел.: 8168231902)

Дамы и господа, предлагаю вашему вниманию новую концепцию глобальной защиты Земли - СГЗЗ «ИКАР». Работая над научной работой по перспективным космическим программам, я изучил нынешнюю ситуацию по опасным факторам космического пространства.

Действующие опасные факторы космического пространства (ФКП):

- сверхмощные солнечные вспышки (ССВ);

- астероиды (кометы) сближающиеся с Землёй (АСЗ);

- космические пылевые облака (КПО).

являются дестабилизирующим фактором на температурный, электромагнитный и сейсмический облик планеты Земли, что показано на рисунках ниже

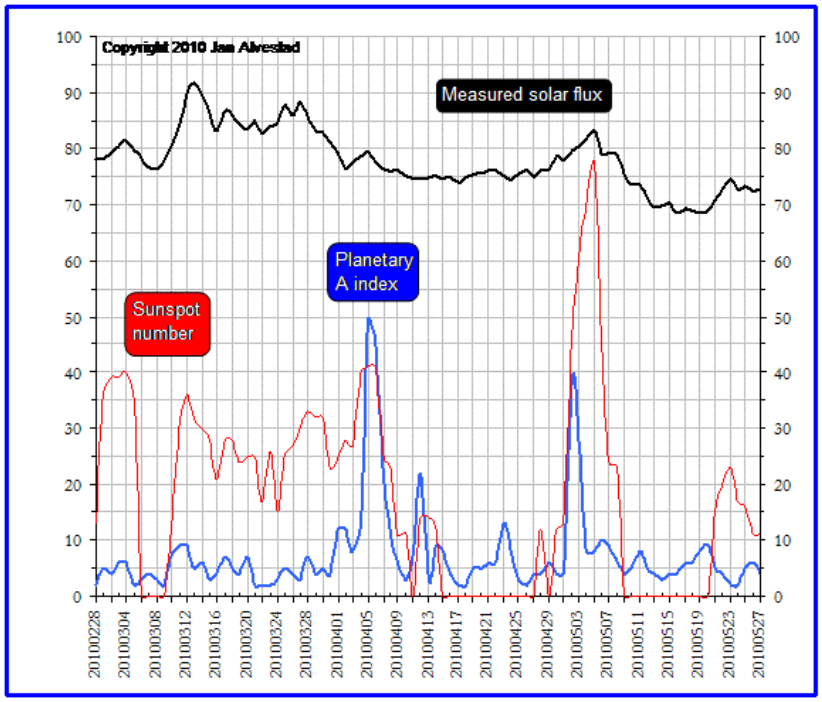

Рисунок 1 Динамика изменений параметров солнечной активности за последние 3-4 месяца (пятна, в числах Вольфа, вспышки и отклик Земли — *Kp*-индекс) на графике, взятого из сайта Solar Terrestrial Activity Report

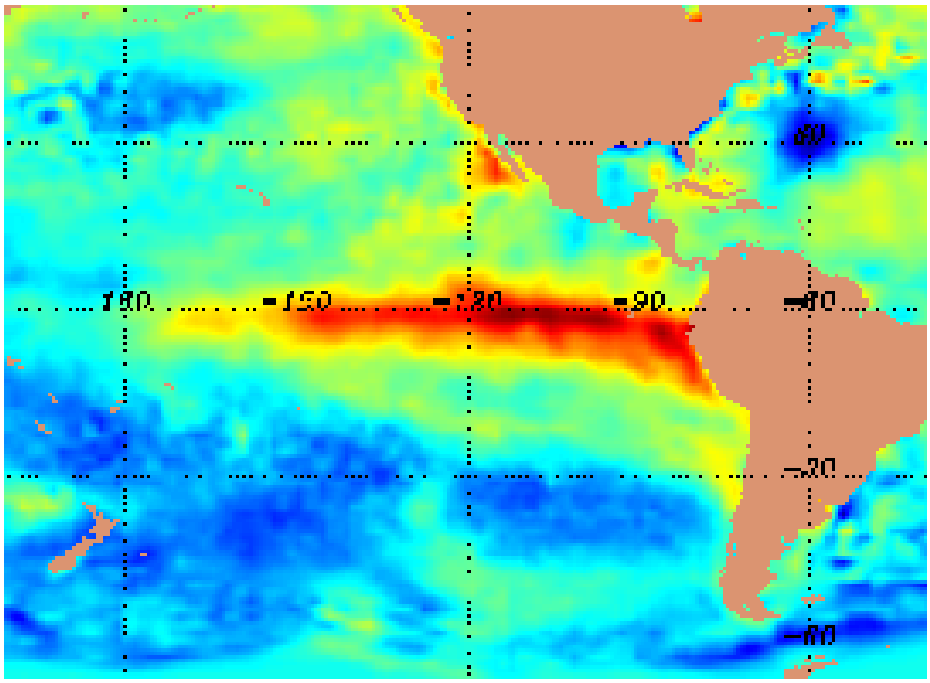

Рисунок 2 Отклонения от средних температур (за 30 лет), характерных для экваториальных районов океанов и морей.

В настоящий момент обращает на себя внимание инверсия температурного знака в районе El Nino, что вызывает дополнительное неравновесие в состоянии атмосферы и поверхности океана.

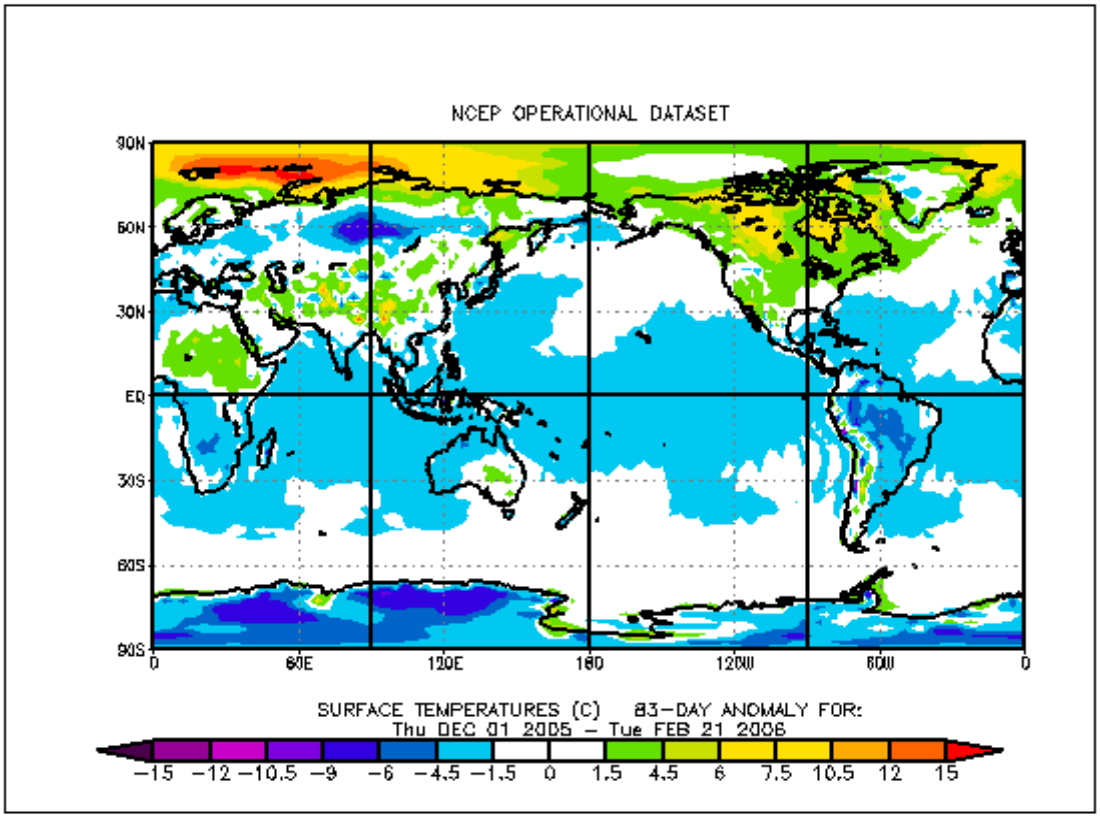

Рисунок 3 Температурные аномалии зимы 2005-2006 гг.

На нижней экспозиции представлен нагрев Северного Ледовитого Океана, как в реальном времени, так и обобщенно за зиму в сравнении к предыдущим годам.

Очень интересными и необычными оказываются наблюдения над северными водами нашей страны, — всё чаще можно видеть здесь сильное потепление.

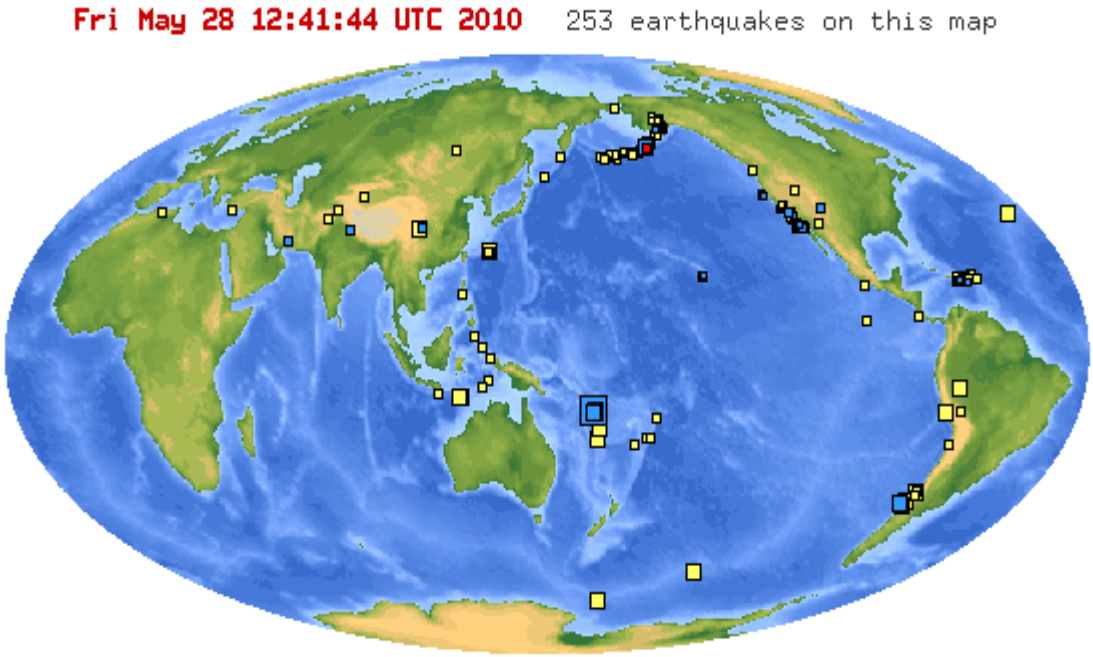

Рисунок 4 последние землетрясения, самые значительные (>M4) за последние 30 дней.

Мы видим аномалии в температурном и сейсмическом облике планеты Земля из-за повышенной активности Солнца. В настоящее время ученые обеспокоены изменением солнечной активности. Используемые ранее модели не могут быть применены, поскольку изменения в цикле солнечной активности выходят за рамки наблюдаемой статистики.

Максимальное количество вспышек в начале текущего цикла и разогрев ядра Солнца сменился полным отсутствием «пятен» на солнечном диске в 2009г. Этот провал активности стал пятым по продолжительности за 160 лет. При этом прервавшая этот период область просуществовала на диске всего два дня, не произведя ни одной вспышки. Во время этого провала было установлено и еще одно антидостижение: по суммарному числу дней без пятен нынешний солнечный цикл стал рекордным за всю историю наблюдений. (см. Рис.5) [2]

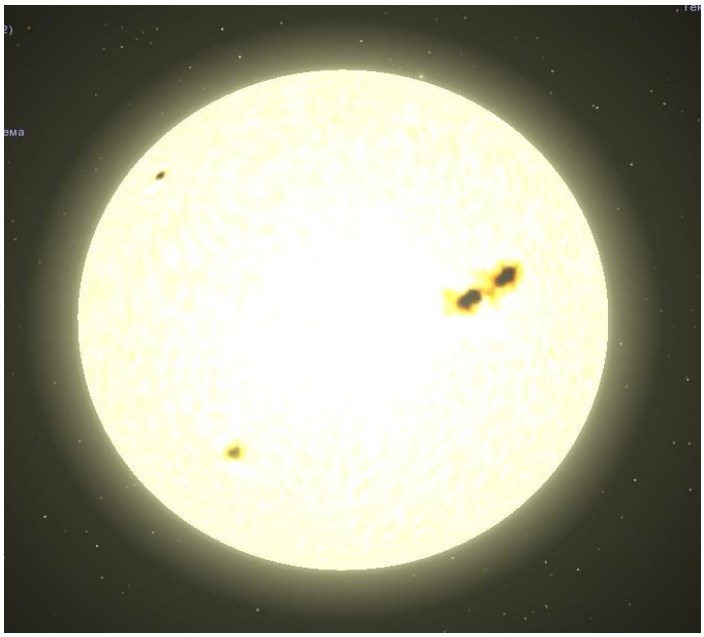

Рисунок 5. Нарушение солнечной активности в 2009 г.

Логически правильно предположить, что накопление внутренней энергии Солнца приведёт к увеличению интенсивности вспышек в очередном максимуме солнечной активности, либо к нарушению периода 11-летнего цикла. Естественно тот и другой сценарий будет сопровождаться максимальными выбросами солнечной плазмы, что частично отражено в прогнозе солнечной активности, сделанным HASA и институтом ГАИШ. Но в этом графике не отражён провал солнечной активности в 2009 г и повышенная активность в 2007г. (см. ниже).

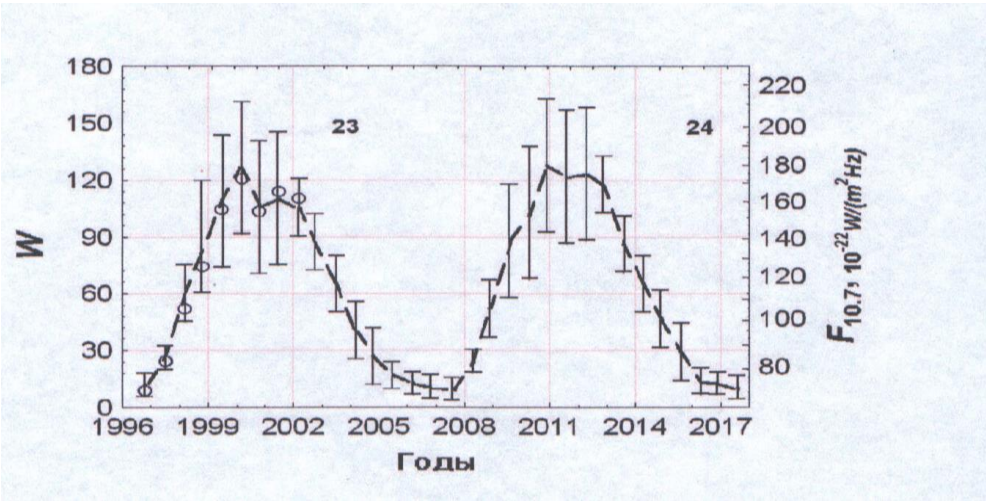

Рисунок 6 График прогноза солнечной активности, сделанным НИИ ГАИШ

«Очередной цикл солнечной активности, пик которого придется на 2011-2012 годы, ознаменуется повышенными выбросами солнечной радиации»- сообщил действительный академический советник Академии инженерных наук РФ Юрий Зайцев.

К опасным факторам космического пространства также относится и астероидная опасность. Опасность этого ФКП можно оценить по интенсивности астероидов, пролетающих в непосредственной близости к Земле, что показано на рис. 7

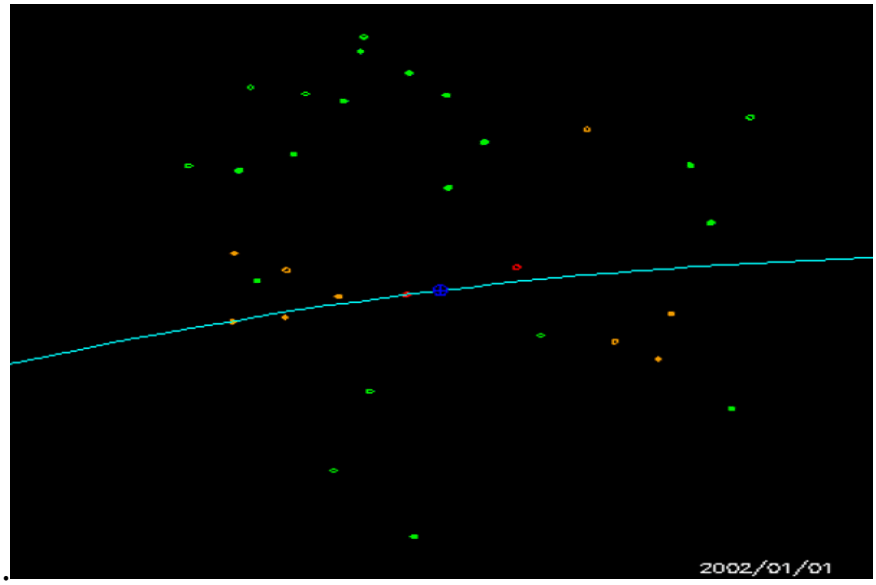

Рисунок 7. Пролёт опасных астероидов, пролетающих в непосредственной близости к Земле, за 2 месяца 2002г. [4]

Согласно имеющимся данным, существует около 400 астероидов, пересекающих орбиту Земли, с диаметром более двух километров, примерно 2100 из них - более километра в диаметре, около 300 000 - более 100 м. Столкновение с Землей каждого из этих астероидов представляет собой реальную опасность для человечества. Минимальная масса астероида, способного вызвать глобальные катастрофические изменения климата, фауны и флоры на Земле, составляет несколько десятков миллиардов тонн, диаметр такого астероида равен 1 - 2 км. Но в настоящее время известны

орбиты лишь 5 - 6% АСЗ диаметром больше 1 км и примерно 0,1% орбит астероидов диаметром больше 100 м. (см. рис. 8)

Диаметр, км (больше чем)	Доля АПЗ (%)
6 - 12	100
3 - 6	35
2 - 4	15
1 - 2	7
0,1 - 0,2	0,2

Рисунок 8. Зависимость процентной доли обнаружения от диаметров опасных астероидов.

Надо заметить, что орбиты астероидов нестабильны и быстро эволюционируют под действием гравитационных полей планет земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс).

Российские и американские космические системы предупреждения о ракетном нападении ежегодно регистрируют около десятка достаточно крупных объектов, которые взрываются на высоте несколько десятков километров над поверхностью Земли. В 1975-92г. в США зарегистрировали 126 подобных взрывов, мощность которых достигала 1 Мт.[4]

Также по астрономическим наблюдениям в плоскости вращения нашей Галактики рождаются пылевые облака, как результат эволюции звёзд. В центре Галактики находится максимальная концентрация звёзд, которые периодически взрываются, сбрасывая внешнюю оболочку. Такие космические пылевые облака, движутся от центра к периферии Галактики.

В 2012г Солнечная система будет проецироваться на центр Галактики, что представляет потенциальную опасность пересечения с

траекторией разлёта пылевых облаков. Скорость таких пылевых облаков составляет 1000-1200 км/с.

Для парирования опасных факторов космического пространства предлагается универсальная система глобальной защиты Земли от случайных факторов космического пространства ближнего радиуса действия – СГЗЗ “ИКАР”.

Описание СГЗЗ “ИКАР”

При фиксировании хромосферной вспышки, космической орбитальной группировкой дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) оценивается степень повреждения атмосферы от прохождения сверхмощной солнечной вспышки. Исходя из результатов этого анализа, принимается решение об активировании космического пояса безопасности при последующей сверхмощной солнечной вспышке [5].

СГЗЗ «ИКАР” основан на формировании космического пояса безопасности, расположенного между внешним и внутренним радиационным поясом Земли. (см. рис.9)

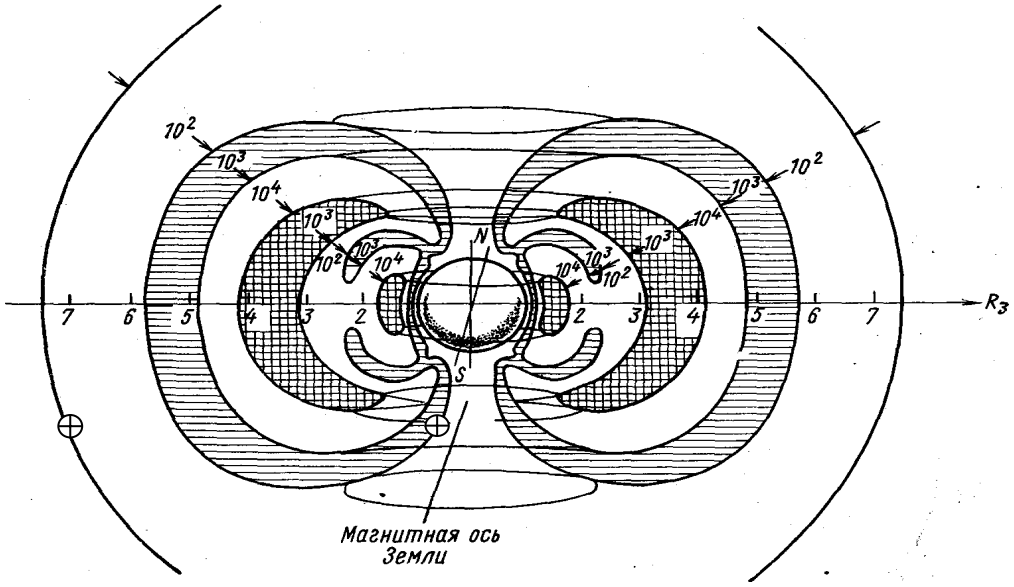

Рисунок 9. Разрез радиационного пояса Земли по меридиану и положение космического пояса безопасности - ⊕

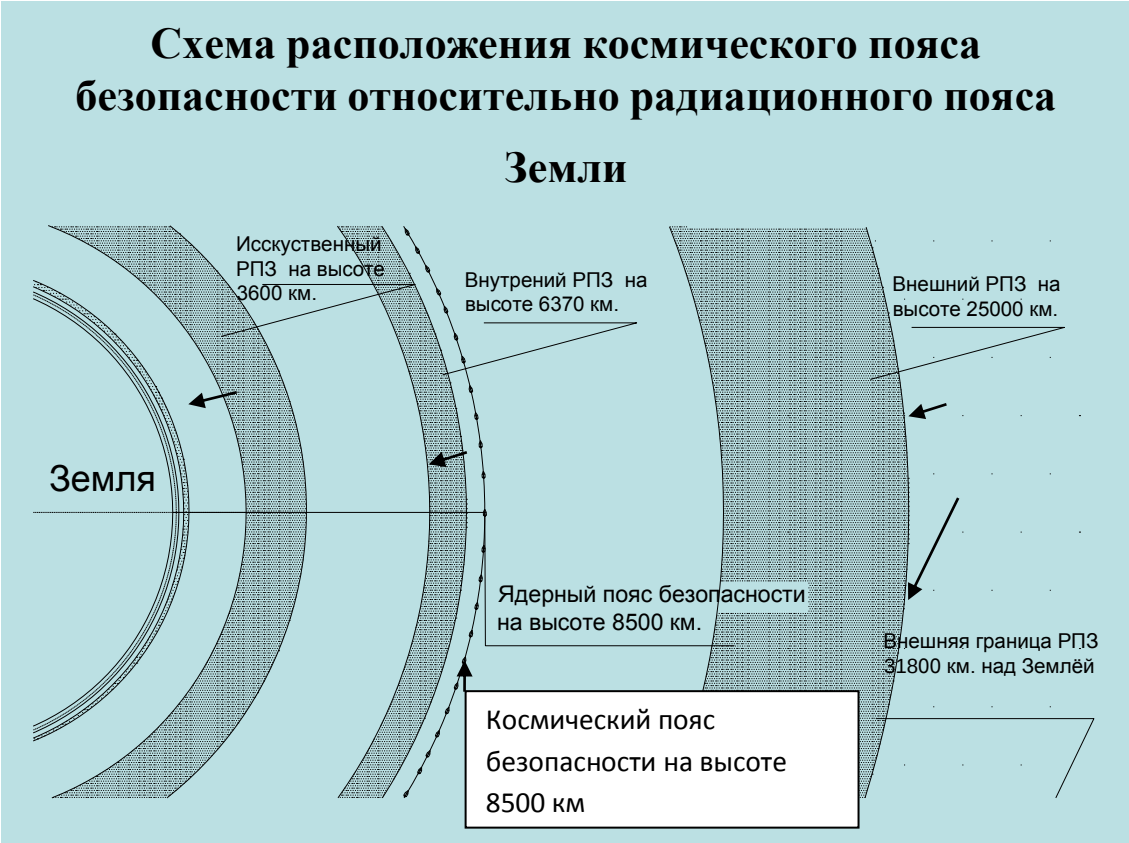

Рисунок 10. Проекция участка околоземного пространства с местоположением космического пояса безопасности

Для равномерного распределения зарядов до момента вхождения сверхмощной СВ в атмосферу Земли, начало разделения зарядов с модулем начинают сразу после обнаружения сверхмощной хромосферной вспышки. Для формирования общего плазменного фронта при взаимодействии с внутренним радиационным поясом, элементы КПБ должны находиться на расстоянии не более 500км друг от друга.

Количество элементов КПБ зависит от радиуса теплового расширения продуктов взрыва, для создания единого электромагнитного фронта до встречи с солнечной вспышкой.

Синхронный взрыв всего пояса в проекте «ИКАР» применяется в случае опасности разрушения озонового слоя земной атмосферы на обширной территории от сверхмощной солнечной вспышки.

Продукты взрыва элементов КПБ представляют собой: элементарные частицы (протоны и электроны), ионизированныё атомы веществ, составляющих взрывчатое вещество и остатки разрушенных конструкций, имеющие электростатический заряд.

На рис.11 представлен разрез элемента космического пояса безопасности.

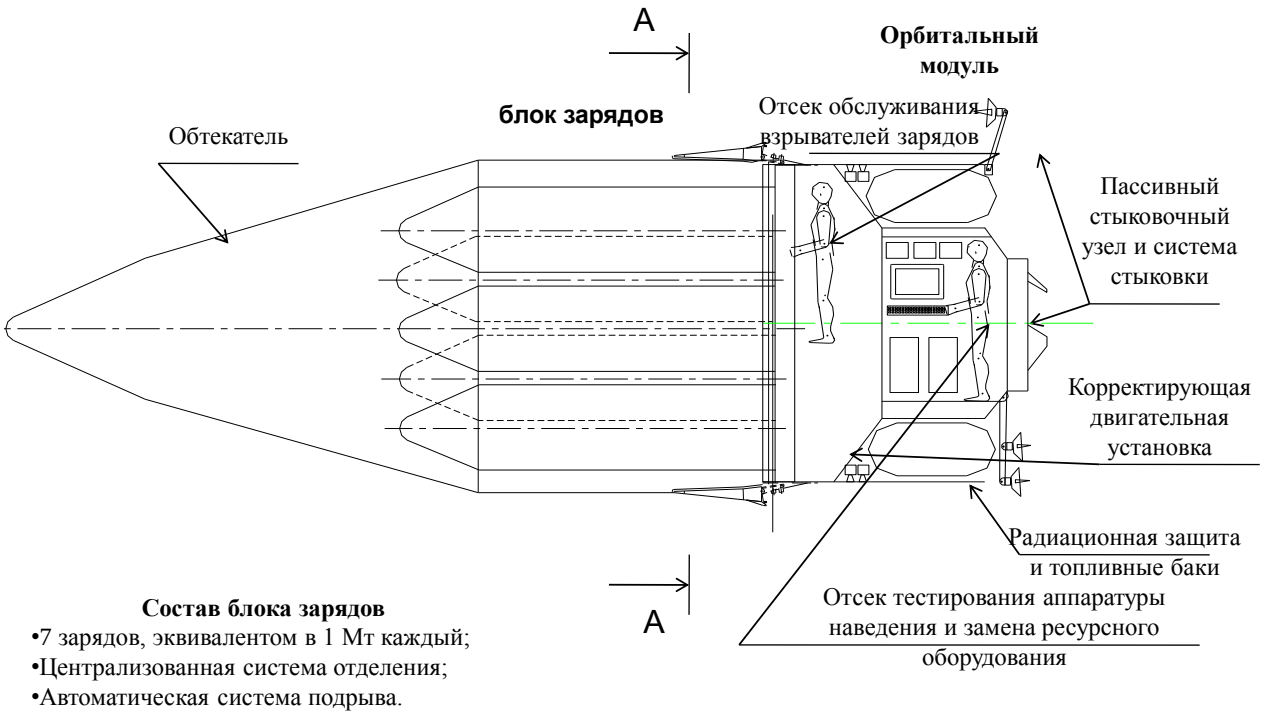

Рисунок 11. Разрез элемента космического пояса безопасности с основными характеристиками орбитального модуля.

Также предусмотрены средства обслуживания, для обеспечения работоспособности элементов КПБ.

Для обслуживания и контроля аппаратуры космического пояса безопасности, необходимо создать межорбитальный пилотируемый корабль

(МПК) - радиационное убежище. С помощью двигательной установки МПК возможна последовательная стыковка с каждым элементом космического пояса безопасности, а с помощью космонавтов, будет произведена замена ресурсного и аварийного оборудования. Таким образом, ресурс оборудования и время безотказной работы будет продлен с 1 до 12 лет. Поскольку, в СГЗЗ “ИКАР” требуется слежение не только за опасными астероидами и кометами, но и за Солнцем, необходимо развить существующие программы слежения до уровня глобального наблюдения. Для своевременного предупреждения опасного ФКП используется наземная аппаратура и орбитальная группировка, предусмотренная в системном проекте международной аэрокосмической системы мониторинга - «МАКСМ». (СГЗЗ) “ИКАР” должна быть интегрирована в общий системный проект повышения безопасности жизни на Земле.

Условия запуска на орбиту элементов КПБ и МПК

Для соблюдения мер безопасности и использование максимальной массы полезной нагрузки, стартовая площадка для запуска элементов КПБ должна располагаться, как можно ближе к экватору, например со стартового комплекса (СК) “Куру”.

При запуске ракетоносителя с элементами КПБ для обеспечения безопасности, т.е. при нештатной ситуации, система аварийного спасения (САС) - уводит блок зарядов от ракетоносителя. Таким образом, защищаются заряды от самопроизвольной детонации, а использование парашютной системы обеспечивает мягкую посадку в воды океана.

Служба спасения обнаруживает аварийную полезную нагрузку и доставляет на космодром для оценки состояния и тестирования бортовой аппаратуры для пригодности к следующему запуску. Запуск МПК осуществляется с помощью РН «Протон-М» с СК «Байконур и с помощью

орбитальных разгонных блоков (ОРБ) переводится на целевую орбиту – орбиту пояса безопасности (ОПБ) (см. рис.12).

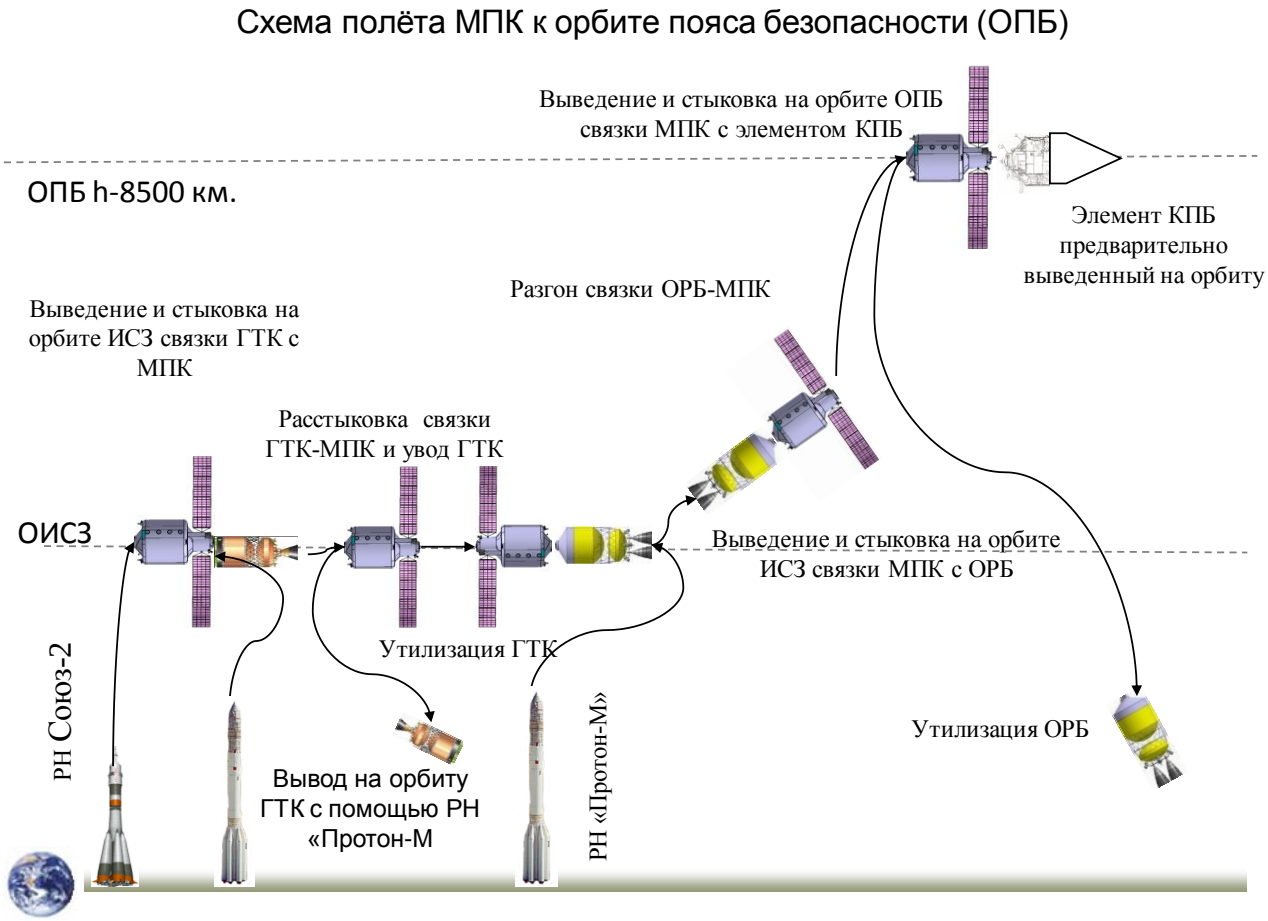

Рисунок 12. Схема запуска МПК к элементам КПБ.

Космонавты могут использовать МКС как площадку для подготовительных операций по обслуживанию КПБ, а также как порт для принятия ресурсного оборудования и сопутствующих грузов. Кроме того, МПК используется космонавтами на МКС, как радиационное убежище во время солнечных вспышек.

Физика процесса взаимодействия продуктов синхронного взрыва КПБ с магнитосферой и РПЗ Земли.

В СГЗЗ “ИКАР” используется физическое явление, открытое в экспериментах с ядерными взрывами “Старфиш-Аргус”, мощностью до 1,4 Мт на высоте 480км, так называемый эффект «Аргуса»: долговременное

существование областей пространства с локальным магнитным полем, образованным заряженными частицами - продуктами этого взрыва [1].

Сверхмощные солнечные вспышки - очень редкое явление, но энергетика частиц достигает уровня тысяч мегаэлектронвольт. Как показано в таблице 2

Таблица 2 **Средняя частота различных групп радиационно-опасных солнечных вспышек**

Тип вспышки	Дата	Средняя частота, 10^{-3} в сутки	Интегральный поток, *протон/см3*	Энергия, *Мэв*
1	23.11 1956	0,7	$5\text{-}10^{9}$	< 15000
2	12.XI 1960	1,4	$5\text{-}10^{8}$	< 1000
3	10.V 1959	1,4	$5\text{-}10^{8}$	< 500
4	31.X 1960	25,0	$5\text{-}10^{6}$	< 500

Земную атмосферу пробивают частицы с энергией более 450 Мэв.

Частицы с энергией более 500 Мэв могут достигать пика в первые 1-4 ч после оптического эффекта. Важно отметить, что развивается сразу группа вспышек: одна вспышка следует за другой в течение нескольких дней. Солнечные космические лучи достигают Земли в среднем приблизительно через 20—30 мин после того, как на Солнце прошла основная стадия хромосферной вспышки. Примерно через 30 мин после основной стадии вспышки излучение СВ обнаруживается в полярной области. Интенсивность излучения СВ достигает максимума через интервал времени от 10—15 мин до нескольких часов в зависимости от локализации вспышки на видимой поверхности солнечного диска [3]. Активация зарядов КПБ через 18-20мин. после хромосферной вспышки позволяет частично скомпенсировать возмущения магнитосферы встречной электромагнитной вспышкой

Если активировать заряды на расстоянии от поверхности Земли - 8500 км, то синхронный взрыв зарядов увеличит концентрацию заряженных частиц РПЗ

Плотность в эпицентре взрыва будет составлять примерно 10^{14}-10^{19} частиц на см^3. В процессе диффузии частиц с обменом энергии, увеличится концентрация частиц радиационного пояса Земли. Также электромагнитная волна от вспышки, образованной взрывом КПБ изменит магнитное поле Земли, характеристики которого приведены на рис.13.

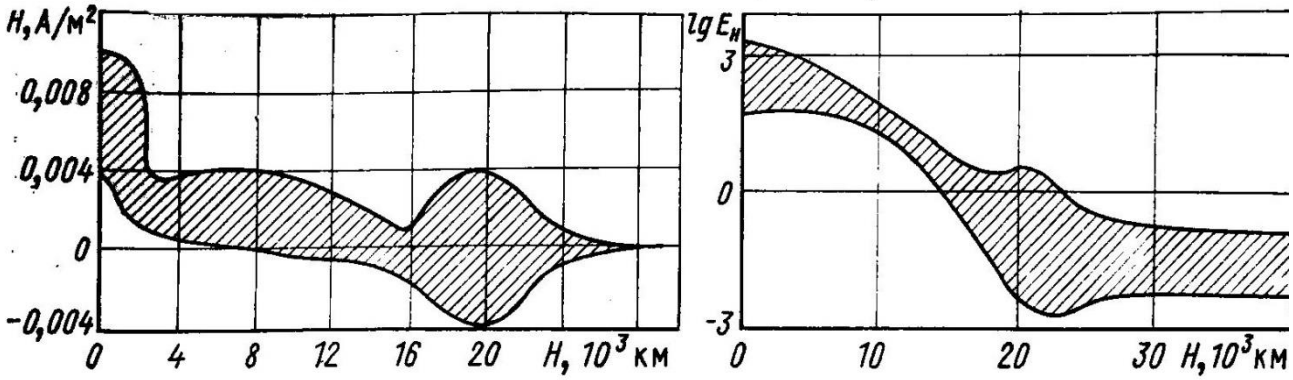

Рисунок 13. Зависимость градиента напряжённости магнитного поля Земли от высоты (слева), зависимость энергии магнитного поля Земли от высоты (справа) [1].

На диаграммах видим, что напряжённость и энергия магнитного поля связана с концентрацией частиц радиационного пояса Земли.

Для синхронизации индуцированного магнитного поля от продуктов взрыва элементов КПБ с магнитным полем Земли требуется совпадение осей вращения КПБ и магнитного поля Земли, а для стабилизации магнитного поля Земли необходимо, чтобы наклонение орбиты элементов КПБ было равно нулю.

Плазма, образованная при взрыве, растянет силовые линии, вытесняя магнитное поле, и образует собственное магнитное поле, синхронное с магнитным полем Земли. Парирование сверхмощной солнечной вспышки достигается за счёт образования электромагнитного волнового фронта, образованного продуктами синхронного взрыва пояса безопасности (см. рис.14)

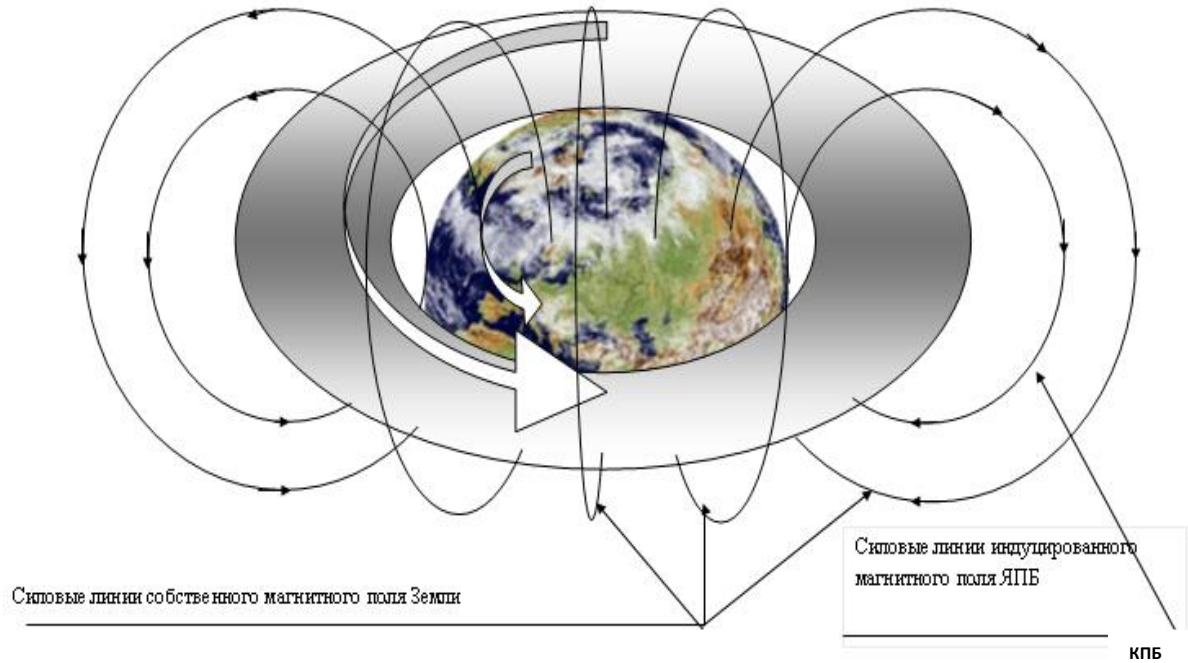

Рисунок 14. Предполагаемое взаимодействие магнитного поля с продуктами взрыва КПБ

Примером служит эксперимент «Аргус», результатом которого явилось образование устойчивой области концентрации заряженных частиц, образованных взрывом на высоте 480 км. Ранее, была произведена серия мощных ядерных взрывов на высотах 60-480 км такие как: «Аргус» и «Хардтэк». Как известно, вследствие этого образовался искусственный радиационный пояс с максимумом на высоте 3600 км. Подсчитано, что при мегатонном взрыве вследствие теплового расширения заряженные частицы распространяются на расстояние от эпицентра взрыва до 1000 км.

Предполагается, что вследствие торможения при взаимодействии заряженных частиц пояса безопасности с радиационным поясом Земли могут возникать побочные излучения из-за комптоновского эффекта. Заряженные частицы - протоны и электроны, будут дрейфовать к магнитным полюсам (см. рис.15)

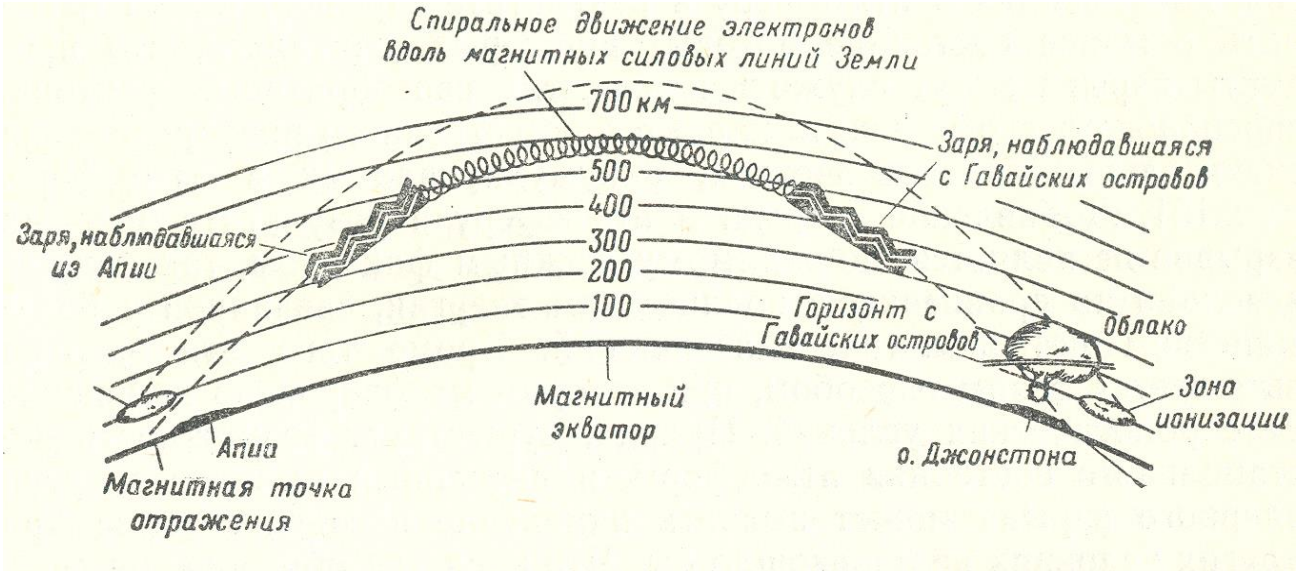

Рисунок 15. Схему дрейфа бета-частиц под действием магнитного поля Земли при взрыве на больших высотах

Доза радиации от взрыва 1Мт не будет превышать дозы радиации от солнечной вспышки средней мощности, поскольку энергетика частиц не превышает вышеуказанного порога при пробое слоя атмосферы. (см. рис.16)

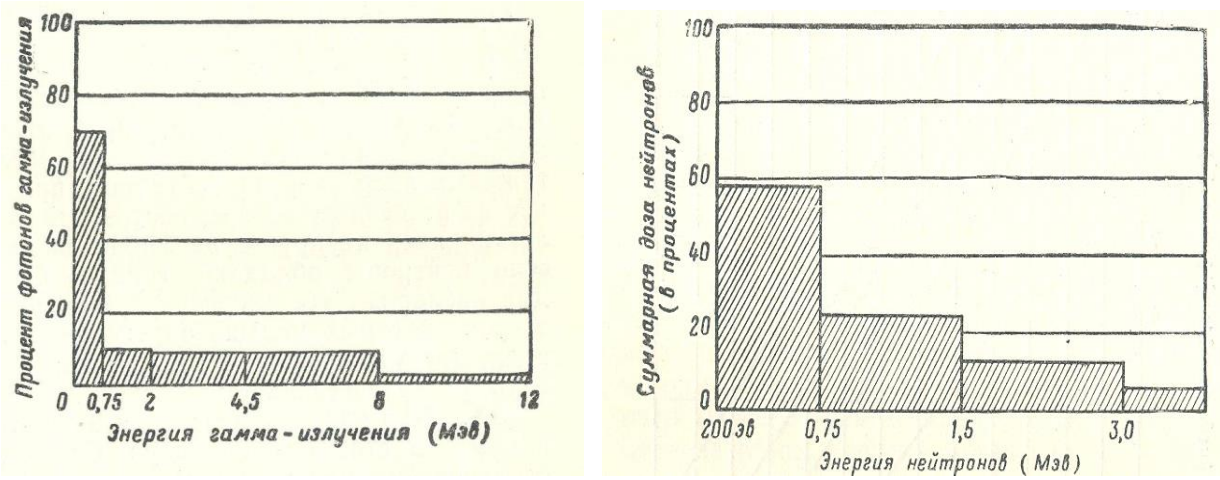

Рисунок 16. Диаграммы по действующим факторам ядерного взрыва.

Проецирование распространения продуктов взрыва на всю поверхность Земли показало, что только 4,8% излучения будет направлено к поверхности Земли. Энергия, проецируемая на поверхность Земли от продуктов взрыва на высоте 8500 км, будет незначительная. Кроме того, воздействие взрыва на поверхность Земли будет ослабленным, поскольку:

1. внутренний радиационный пояс поглотит большую часть заряженных частиц;
2. магнитное поле Земли отклонит заряженные частицы к магнитным полюсам.

Исходя из вышеизложенного, 95,2% излучения взрыва будет направлено в сторону солнечной вспышки. В результате сложения скоростей после взрыва пояса безопасности, заряженные частицы будут иметь результирующую орбитальную скорость синхронную с направлением вращения Земли и равную – 8 км/с**.**

Прогнозируемый вывод: *за счёт наложения синхронного магнитного поля заряженных частиц, образованных после синхронного взрыва пояса безопасности, произойдет стабилизация магнитного поля Земли, излучение продуктов взрыва не превысит допустимых норм.*

- **Использование СГЗЗ “ИКАР” для защиты от опасного астероида**

Для своевременного обнаружения астероида сближающегося с Землёй, необходимо организовать систему наблюдения на основе космической группировки на высокоэллиптических орбитах. После получения сигнала, определяется группа зарядов пояса безопасности с пристыкованными разгонными блоками, которые выводятся на орбиту ОПБ.

Изменение орбиты опасных астероидов происходит на удалении от Земли в 80-300*10^3 км. Для разгона элементов КПБ с 8 км/с (скорость на целевой орбите), до 11,2 км/с (скорость на отлётной траектории)

применяются орбитальные разгонные блоки (ОРБ) с топливом на основе АТ+НДМГ, которое применяется на орбитальных станциях и имеет неограниченный срок хранения. Благодаря состыкованному ОРБ, сокращается время реагирования на астероид, сближающийся с Землёй (АСЗ), тем самым, увеличивая радиус поражения астероида. (см. рис.17).

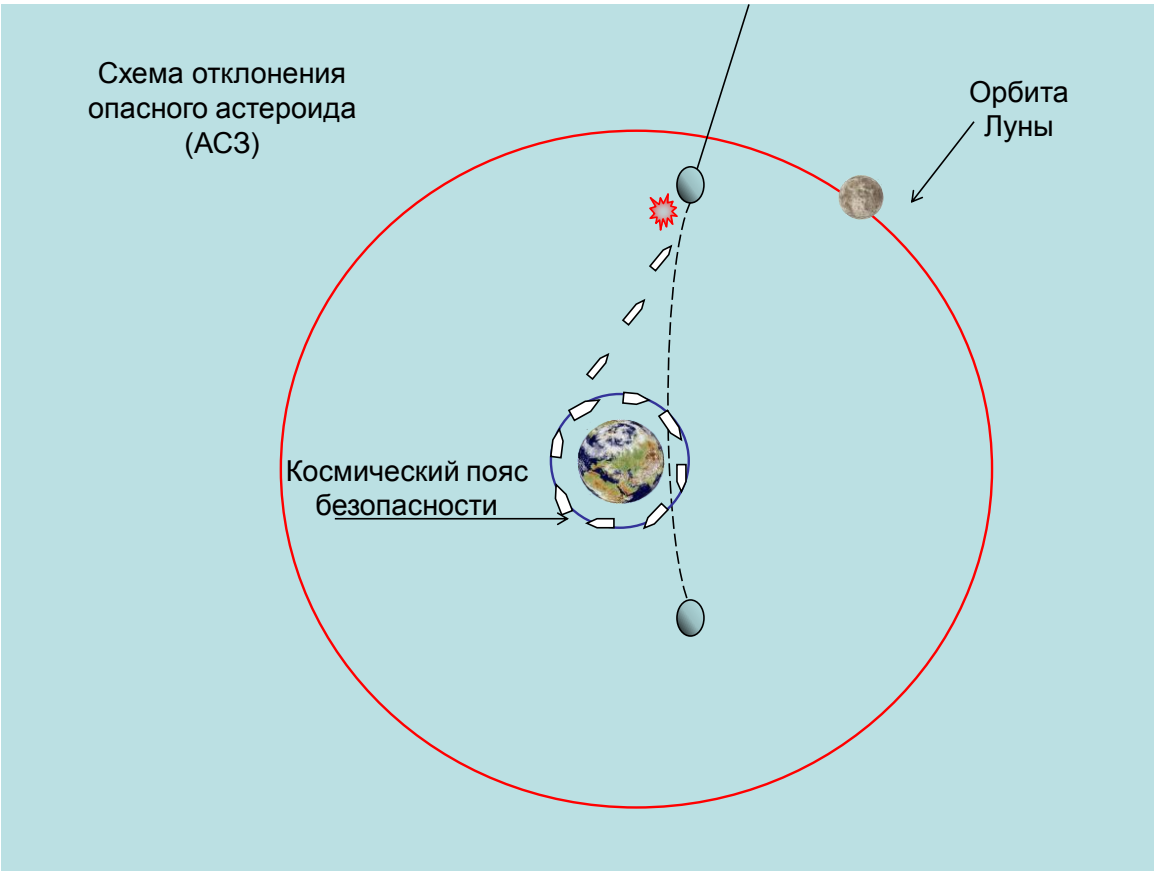

Рисунок17. Схема встречи элементов КПБ с астероидом

При максимальной скорости сближения астероида с Землей ограничение в энерговооружённости РН, ухудшает точность прицеливания. Чтобы компенсировать эти негативные факторы, в проекте «ИКАР» в одном элементе КПБ присутствует несколько зарядов. Предположим, что угрожающий астероид обнаружен на расстоянии 2,5 миллионов километров, то есть за 10 часов до встречи с Землёй при скорости сближения 72 км/с. Для предотвращения прямого столкновения АСЗ с Землёй необходимо отклонить его траекторию на 6400 километров в сторону. Тогда при наиболее благоприятном взаимном расположении орбиты астероида диаметром 800м

потребуется придать импульс до 1км/с. Если орбита астероида имеет большой угол наклонения, целесообразно использовать вариант с наземным базированием ракет, что используется в схеме реагирования проекта «Цитадель». При невозможности отклонения крупного астероида в этой схеме планируется раздробление на более мелкие осколки. В этом случае, СГЗЗ “ИКАР” может быть применён как последний эшелон защиты Земли, образуя из нескольких элементов КПБ объёмный конус с радиусом воздействия 4000км на удалении от Земли от 55000км до 150000 км. Синхронный взрыв такого расположения зарядов, образует область с повышенным содержанием заряженных частиц, при встрече с которыми осколки астероида претерпят неравномерный разогрев поверхности, а также импульс разлетающихся частей конструкций элементов КПБ, тормозящих движение осколков астероида. Кроме того, из-за выделения энергии в ограниченном пространстве, продукты взрыва, расширяясь, изменят угол вхождения осколков АСЗ в атмосферу Земли. Следовательно, существенно уменьшится ущерб от падения оставшихся более крупных осколков после взрыва АСЗ и увеличится степень безопасности для нашей цивилизации. Предварительный расчёт показывает, что серия элементов КПБ справится с такой задачей.

Следовательно, *если расположить заряды на расстоянии от 100 до 500 км друг от друга и активировать на подрыв, можно существенно повысить эффективность воздействия продуктов взрыва на астероид, сближающийся с Землёй и на его осколки.*

Использование СГЗЗ “ИКАР” для защиты от космических пылевых облаков

Для парирования пылевых облаков направляется несколько элементов космического пояса безопасности в нужную точку пространства. (см. рис. 18)

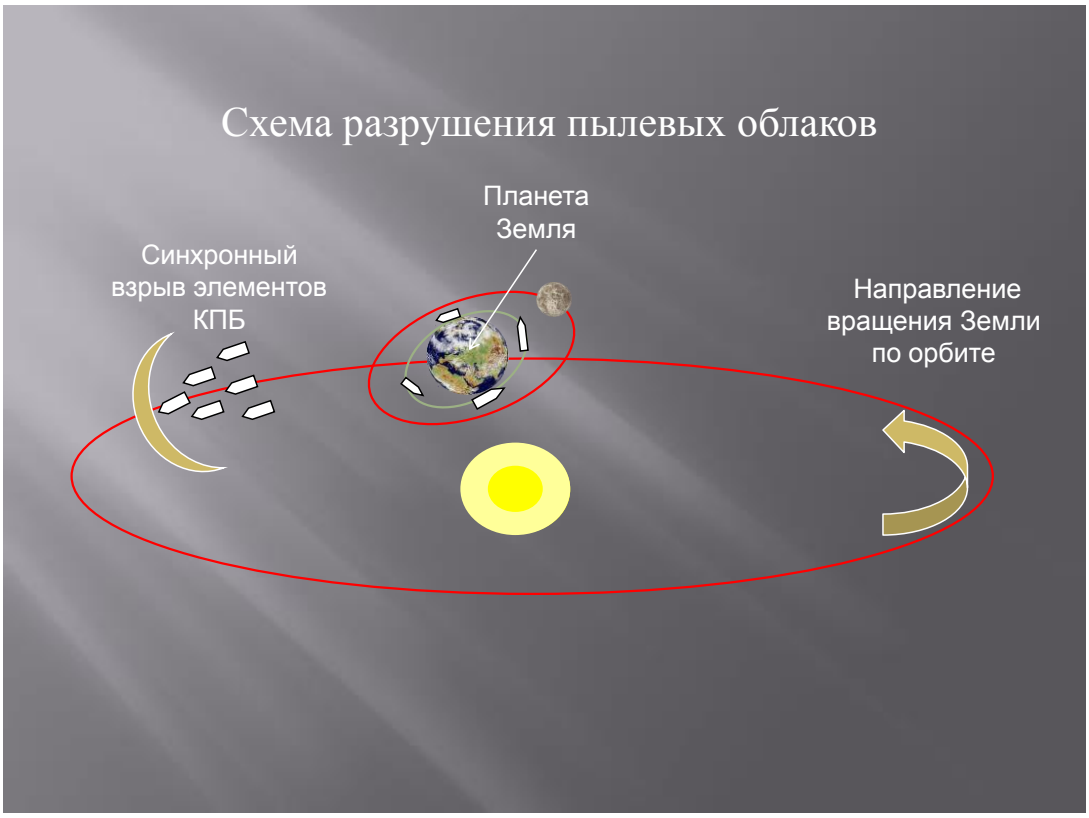

Рисунок 18. Схема разрушения космических пылевых облаков

По достижению цели, заряды выстраиваются в объёмную фигуру (конус) и синхронно взрываются, образуя область пространства с повышенным содержанием заряженных частиц, создавая расширяющийся электромагнитный фронт. Предполагается, что за счёт светового и электронного давления мы сможем очистить от пыли орбитальный коридор пространства Земли.

Сравнительный анализ

Критерий эффективности систем реагирования является: достаточный эквивалент взрывчатого вещества для компенсации опасной ситуации.

Критерии эффективности системы СГЗЗ «ИКАР»

1. *Энергетика электромагнитного излучения;*
2. *Концентрация заряженных частиц,* *приведены на рис.19.*

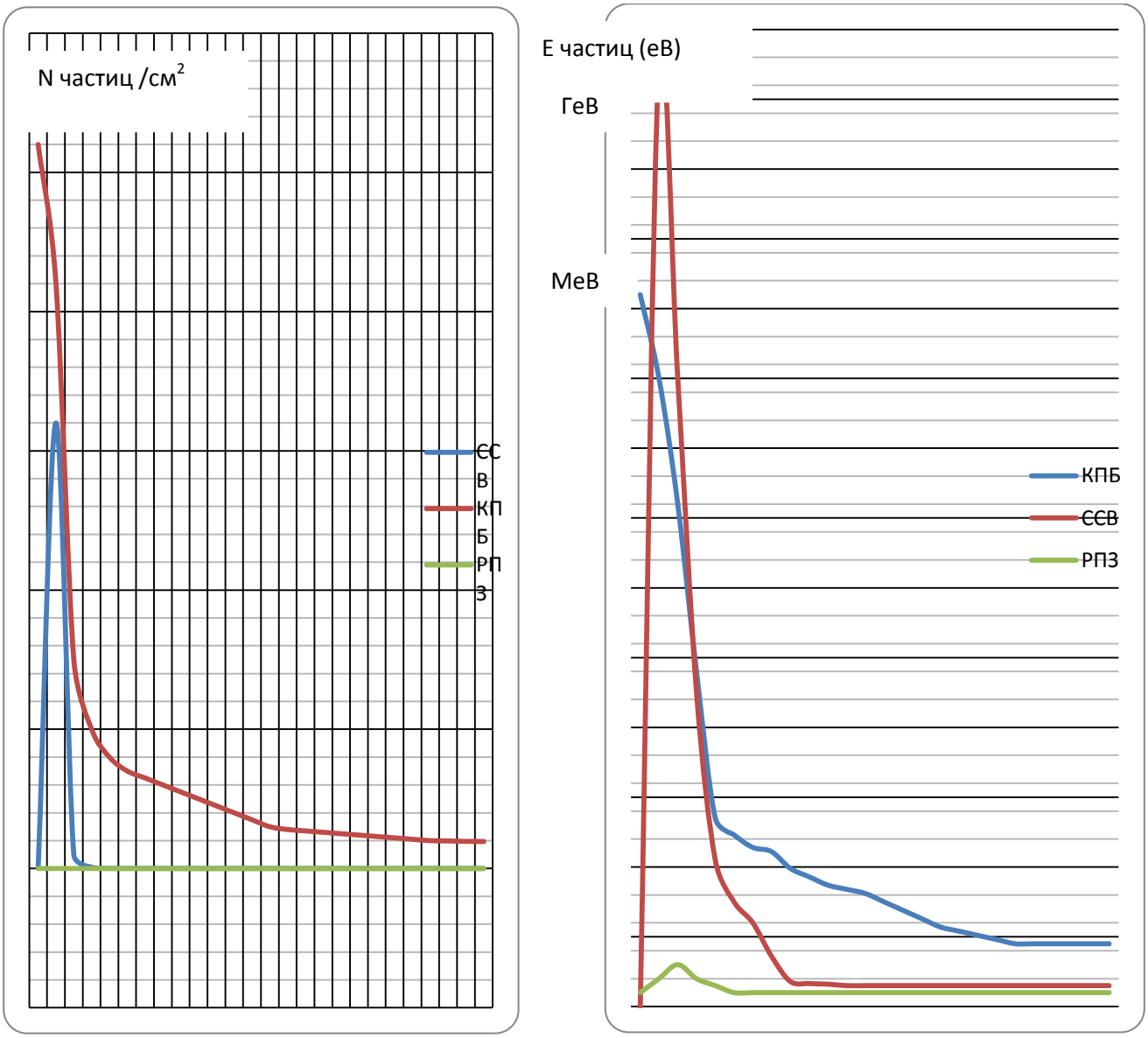

Рисунок 19. На диаграммах показаны изменения в концентрации (слева) и энергетики (справа) заряженных частиц КПБ и РПЗ при прохождении солнечной вспышки (ССВ) за сутки.

Кроме того, при взаимодействии с опасным астероидом и космическим облаком, критерий эффективности зависит от структуры системы реагирования. Важную роль системы СГЗЗ «ИКАР» играет не только суммарный эквивалент взрывчатого вещества, но количество и расположение зарядов в пространстве. В СГЗЗ «ИКАР» один элемент КПБ имеет в своём арсенале 7 зарядов, которые при отстреле по программе создают целый эшелон поражения протяжённостью в 4000км. Также, существует возможность коррекции расстояния до астероида с помощью

бортовой аппаратуры орбитальной платформы элемента КПБ при уточнении изменения траектории в результате воздействия продуктов взрыва предыдущих зарядов. Таким образом, достигается максимальная эффективность воздействия на АСЗ и КПО.

Реализация

Если заряды основаны на химической реакции, например: водород + кислород, то требуемое количество элементов КПБ должно быть более 2 млн. с эквивалентом взрывчатого вещества каждого элемента по 100Т. Для этого потребуются ракетоносители сверхтяжелого класса с массой полезного груза более 100 т. Задачу вывода на опорную орбиту такой массы полезного груза мог выполнить только один ракета-носитель - РН «Энергия», который сейчас не производится. Кроме того, химическая реакция окисления не имеет требуемой энергетики для парирования опасных факторов космического пространства.

Если подтвердится прогноз изменения солнечной активности в катастрофическом масштабе при очередном максимуме в 2012г, следует форсировать создание космического пояса безопасности, где заряды КПБ должны быть ядерные, а также следует разделить проект «ИКАР» на:

1. формирование пояса безопасности;
2. создание и запуск на орбиту КПБ для обслуживания КПБ межорбитального пилотируемого корабля.

Использование ядерных зарядов для элементов космического пояса безопасности из числа сокращённых боеголовок по договору ОСНВ сократит сроки изготовления.

Предварительный теоретический анализ показал, что для развёртывания космического пояса безопасности без учёта стадии проектирования силами трёх космических держав: Россия, США и Европа необходим один год.

Мероприятия по реализации (СГЗЗ) «ИКАР»

Если, заряды будут иметь ядерную природу, то необходимо осуществить ряд мероприятий, касающихся общей безопасности на законодательном уровне. А именно: для реализации (СГЗЗ) “ИКАР” требуется глубокая интеграция с ведущими мировыми космическими агентствами, такими как: NASA, ESA. Только при координации запусков ракетоносителей типа: «Протон-М», «Союз-СТ», «Ариан-5» и «Атлас-5» возможна реализация программы построения КПБ. Кроме того, каждое космическое агентство должно доставить на целевую орбиту не менее 9 элементов КПБ. Необходимо международное соглашение сторон о разрешении запуска зарядов в космос и перекрёстном контроле.

Источники информации

1. Ю.Г.Григорьев «Радиационная безопасность космических полётов», стр.14;
2. Интернет-сайт:www.lomonosov.org/admin-web/ www.infox.ru/science/universe/2009/09/24/Solncye.phtml;
3. Ю.Г.Григорьев «Радиационная безопасность космических полётов», стр.11-12;
4. «Астронет»-интернет официальный сайт ГАИШ;
5. А.Н.Перминов, В.А.Меньшиков «Космос и глобальная безопасность человечества»;
6. Интернет сайт http://mi.mathnet.ru/mm883 П. В. Плотников, Л. В. Шуршалов, “Локальные и глобальные взаимодействия космического пылевого облака с атмосферой”, *Матем. моделирование*, **12**:6 (2000), 3–8 ;
7. Интернет сайт А.Зайцева, проект «Цитадель»;
8. В. П. Бурдаков, Ю. И. Данилов «Внешние ресурсы и космонавтика», стр. 91.