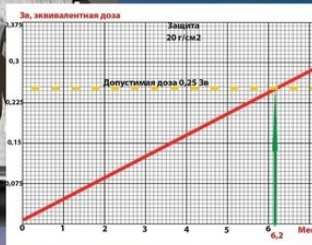
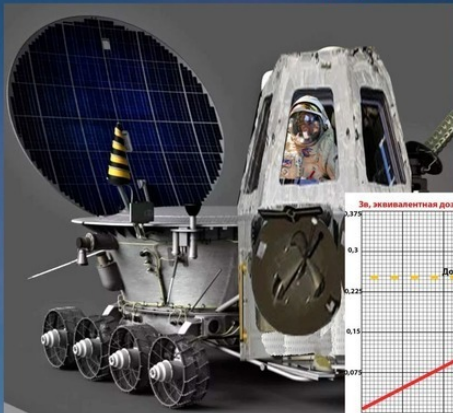


Александр Матанцев



Защита astronauts от радиации при полетах на Луну и Марс



Александр Матанцев

Защита астронавтов

от радиации при

полетах на Луну и Марс

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=69188329

ISBN 9785005996398

Аннотация

Проводится анализ защиты при полетах на Луну и Марс, с учетом работ ИКИ, ВНИИЭМ, даются свои расчеты по дозам в слоях Ван Аллена, за участком магнитосферы Земли, у поверхности планет. Даны расчеты защиты с учетом солнечных вспышек классов X, M и C, новые решения по защите. Безопасный полет на Луну возможен при толщине корпуса 10 г/см², а на Марс при толщине 50 г/см² или 25 г/см² для слоистых материалов. Выход в скафандре возможен за время не более получаса, и дальше в защитной кабине марсохода.

Содержание

Надписи на обложке и сокращения	6
Введение	8
Радиационные зоны Ван Аллена	18
Часть 1. Размеры поясов Ван Аллена и параметры основных ионизирующих излучений в них	32
Часть 2. Расчеты делает автор, Александр Матанцев. Время пролета зон Ван Аллена	44
Часть 3. Единицы доз облучения	51
Часть 4. Вычисление автором, Александром Матанцевым, длины эффективной магнитосферы, включающей и зоны Ван Аллена	61
Часть 5. Приоритет отечественных ученых в вопросе изучения радиационных зон	65
Часть 6. Сравнение доз облучения в зонах Ван Аллена, полученных отечественными учеными из ИКИ и ВНИИЭМ и американскими из НАСА	74
Случай 1. Автор, Александр Матанцев, делает расчеты по дозам облучения на основании графиков, полученных учеными ИКИ для зон Ван Аллена	76

Случай 2. Рассматриваются труды ИКИ и ВНИИЭМ по дозе облучения на разных орбитах с радиусами 510 и 828 км [77]	79
Случай 3. Космический аппарат (КА) на орбите ГЛОНАСС с большой высотой орбиты до 19000 км.	86
Случай 4. Дозы, которые могут получить астронавты при пролете зон Ван Аллена	92
Случай 5. Американские данные НАСА	96
Конец ознакомительного фрагмента.	97

Защита астронавтов от радиации при полетах на Луну и Марс

Александр Матанцев

© Александр Матанцев, 2023

ISBN 978-5-0059-9639-8

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Надписи на обложке и сокращения

Верхний рисунок. Новое предложение автора, Александра Матанцева. Защита от космической радиации в виде радиационного убежища РУ, содержащего слоистую защиту и коаксиальный слой атмосферного воздуха под давлением.

Нижний рисунок. Предложение автора, Александра Матанцева. Радиационное убежище РУ на луноходе, или марсоходе, содержащее слоистую защитную кабинку со специальными запатентованными стеклами, защищающими от космической радиации.

График. Зависимость эквивалентной дозы облучения на Марсе от времени полета в одну сторону. Показано, что при толщине защиты космического аппарата КА в 20 г/см^2 , время безопасного полета составит в одну сторону 6,2 месяца. При толщине защиты в 50 г/см^2 возможен безопасный полет к Марсу туда и обратно. В случае применения запатентованной слоистой защиты, чередующей слои с тяжелым и легким наполнением в специальном материале, возможно уменьшить общую толщину защиты КА вдвое, до 25 г/см^2 , или, примерно, до 12,5 см.

По тексту будут использованы следующие сокращения.

КА – космический аппарат.

РУ – радиационное убежище.

РПЗ – радиационный пояс Земли, включающий три составляющие – внешний и внутренний пояса Ван Аллена и еще третий промежуточный пояс.

СКЛ – солнечные космические лучи.

ГКЛ – галактические космические лучи. Это космическое излучение, которое есть всегда, это естественный радиационный фон в космосе. Порождаются они взрывами сверхновых звёзд и состоят на 90% из протонов или ядер гелия с очень высокими энергиями. Если вокруг не начнут резко взрываться сверхновые звёзды, то можно считать, интенсивность такого излучения постоянна и не меняется.

КМ – космический модуль.

ПКА – пилотируемый космический аппарат.

АМС – автоматическая межпланетная станция;

МКС – Международная космическая станция, или пилотируемая орбитальная станция, используемая как многоцелевой космический исследовательский комплекс.

ПДД – предельно допустимая доза.

Введение

Одни из самых обсуждаемых тем в мире: можно ли добраться живыми до Марса и летали ли астронавты на Луну.

Автор в своей книге «Как пытаются поссорить Россию и Китай фальшивыми пророчествами» [3] показал, что американцы – мастера фейков и они оплачивают работу специальных организаций, которые придумывают предсказаниям мнимых прорицателей о том, что Китай нападет на Россию. Американские власти всячески пытаются ограничить и остановить рост России и поссорить с Китаем.

Огромное количество фейков американцы придумали по поводу полетов на Луну. Автор в другой своей книге «Разоблачение фейков о полетах американцев на Луну» [1] развеял мифы о посадке на Луну астронавтов и дал исчерпывающие выводы.

По всем показателям: отсутствию проработанного мощного двигателя, по высказыванию именитых ученых и космонавтов, по признакам съемок в павильонах, по отсутствию звезд и наличию только серого фона на Луне, по кувырканию в невесомости, которой не было постоянно; по неправильным прыжкам и походке на поверхности Луны, где вес уменьшается в 6 раз, по отсутствию надлежащего скафандра, по отсутствию надлежащей защиты корпуса КА от излучений; по отсутствию учета влияния солнечных вспышек в зо-

не, где нет магнитного поля и нет защиты от ионизирующего излучения, по фэйкам лунного грунта, по отсутствию расчетов воздействия смертельных излучений от солнечных вспышек в зоне отсутствия защитного магнитного поля, по отсутствию в американских лунных образцах неокисляемого железа, по исследованиям советскими «Зондами» солнечных вспышек, по исследованиям и расчетам, сделанными автором, Александром Матанцевым, с учетом влияния смертельных доз от солнечных вспышек классов М и С, которых много

– по всему этому однозначно следует, что американцы никогда не высаживались и не ходили на поверхности Луны!! Единственно, что можно допустить, это облет Земли по постоянной орбите.

Автор в своей книге «Приоритет отечественной науки по влиянию солнечных вспышек в полетах на Луну и Марс» [2] показал **наш, отечественный приоритет по исследованиям солнечных вспышек и радиационных зон** космическими аппаратами (КА) типа «Космос», «Зонд», «Прогресс», «Протон» и др. Показаны способы выявления солнечных вспышек разных классов Х, М и С и влияние в полетах к Луне и Марсу. Сделаны расчеты при разной толщине защиты. Вычислена доза облучений на разных участках полета к Луне и Марсу, показано, что она смертельна при наличии солнечных вспышек. Можно выжить, создавая радиационные убежища на КА или магнитный кокон.

Сейчас в СМИ обсуждается вопрос о полетах американцев на Марс, которые спонсирует миллиардер Илон Маск. В январе 2021 года Маск заявил о намерении демонстрации серьезности своих намерений по строительству автономного города на Марсе.

Однако исследователи космоса и космической радиации не столь оптимистичны в описаниях полетов на Марс. Большинство ученых сходится во мнении, **что такие полеты в современных условиях смертельны даже в одну сторону.**

Автор, Александр Матанцев, поставил перед собой цель анализа многочисленных источников информации, и проведение собственного моделирования и расчетов для определения всех составляющих, влияющих при полетах на Луну и Марс:

- влияние радиационных зон Ван Аллена;
- влияние угла влета в радиационные зоны;
- выбор траектории движения к Луне и Марсу;
- влияние толщины скафандра;
- влияние толщины корпуса космического аппарата КА;
- создание радиационных убежищ РУ;
- влияние времени полета, возможности уменьшения времени полета и перехода на ядерные двигатели;
- возможная защита магнитным полем;
- возможная защита электростатическим полем;
- преимущества создания слоистых материалов;

- возможности специальных материалов и пленок для защиты от космического излучения;

- создание передвижных РУ на луноходе и марсоходе.

При этом проведено изучение влияния радиационных зон Ван Аллена (РПЗ). Радиационный пояс в первом приближении представляет собой тор, в котором **выделяются две основные области:**

- внутренний радиационный пояс на высоте ≈ 4000 км, состоящий преимущественно из протонов с энергией в десятки МэВ;

- внешний радиационный пояс на высоте $\approx 17\,000$ км, состоящий преимущественно из электронов с энергией в десятки кэВ. Таким образом, КА может пролетать внутренний РПЗ за 803 сек, т.е. приблизительно за 13 минут и внешний РПЗ за 3571 сек, т.е. приблизительно за 1 час.

Автору пришлось провести самостоятельное моделирование. В результате показано, что время пролета зон Ван Аллена можно сократить в зависимости от угла подлета.

После преодоления зон Ван Аллена при полете к Луне и Марсу проявляются другие зоны, совершенно свободные для проникновения солнечного ветра и для влияния всех видов космических излучений. Эти зоны очень опасны. Поэтому необходимо было найти готовые решения наших передовых институтов: ИКИ РАН, Корпорация ВНИИЭМ, НИИЯФ МГУ; СО РАН; ИЯИ РАН, Москва. Кроме того, опираясь на опубликованные данные, автор делал расчет по возмож-

ности полетов к Луне и Марсу при разных толщинах защиты корпусом КА, стенками РУ и скафандром.

Многие материалы по данной тематике закрыты и начинают рассекречиваться только в последнее время. И тогда мы узнаем, что советской науке принадлежал приоритет в изучении солнечных вспышек и космической радиации. Мы узнаем потрясающие новости о том, что еще **в начале 60-х годов наше космическое руководство предупреждало американскую НАСА о невозможности полетов на Луну из-за сильного влияния солнечных вспышек.**

Автору пришлось обратить особое внимание на влияние солнечных вспышек. Дело в том, что в литературе описывается влияние отдельных сильных солнечных вспышек класса X, и совершенно не рассматриваются вспышки классов M и C. Как будто образовалась черная дыра по поводу влияния солнечных вспышек классов M и C. Изучить это влияние необходимо потому, что сильнейшие вспышки класса X происходят редко, примерно, один раз в 11 лет, а вспышки классов M и C происходят ежедневно. Изучив этот вопрос, автор пришел к выводу о том, что вспышки классов M и C, могут быть смертельными при отсутствии необходимой сильной защиты.

А какой должна быть эта защита?

По тексту будет доказано, что полеты на Луну возможны при толщине защиты в радиационном убежище РУ внутри корпуса космического аппарата КА тол-

щиной не менее 10 г/см^2 . Выход на поверхность Луны в скафандре ограничен возможностями скафандра и временем, при усиленной толщине скафандра типа российского «Кречета», допустимое время составляет полчаса. **Большее время на поверхности Луны возможно только в защищенной кабине лунохода толщиной защиты не менее $7,5 \text{ г/см}^2$.** Опасность остается, и она связана со вспышками класса X, но эти вспышки имеют частоту повторения один раз в 11 лет, и этот период можно предсказать современными методами исследований, тогда полеты на Луну должны быть проведены в промежутках между солнечными вспышками класса X.

Забегая вперед, констатируем, что автор провел расчеты и показал, **при защите $0,324 \text{ г/см}^2$ в скафандре «Кречет»** поглощенная доза составит от 10^4 до $5 \times 10^4 \text{ Р}$ за год, или $27,4 \text{ Р}$ до 137 Р за сутки; в таком скафандре можно работать на поверхности Луны в отсутствии сильных солнечных вспышек за суммарное время не более 3-х часов; **если же учесть солнечные вспышки классов M и C, то время нахождения в таком скафандре уменьшается до полчаса.** Это то самое время, за которое астронавт должен успеть переместиться из космического аппарата в защитную кабину на луноходе.

Существуют три основные особенности полетов на Марс по сравнению с полетами на Луну:

- главное, это огромное время полета, примерно 6 месяцев в одну сторону;

- газовая оболочка Марса состоит, преимущественно, из углекислого газа, она в 200 раз меньше земной, а давление ниже (примерно, как на высоте 35 км);

- на поверхности Марса имеется слабое магнитное поле, в 43 раза меньше, чем на Земле и разряженная атмосфера; хотя они много меньше, чем на Земле, но оказывают свое защитное действие и доза радиации на поверхности Марса меньше, чем на поверхности Луны.

Существуют предвестники сильных солнечных вспышек класса X, которые в большинстве случаев являются смертельными. **Автор, Александр Матанцев попробует сформулировать эти предшествующие событию признаки:**

- излучения волн в определенном диапазоне частот;
- увеличение накануне в течение, как минимум 10 дней частоты возникновения солнечных вспышек класса M и C;
- усиление накануне в период нескольких дней магнитного поля.

По тексту будет показано, что самым перспективным новым решением является создание новых слоистых материалов с разными добавками по молекулярному весу в слоях, в результате чего общая толщина всей защиты при полете на Луну или Марс может уменьшиться вдвое. По подсчетам автора, Александра Матанцева, если

сейчас на существующем уровне развития для безопасного полета на Марс **требуется защита корпуса космического аппарата КА или кабинки радиационной защиты РУ толщиной в 50 г/см^2** , то с применением таких **новых слоистых запатентованных материалов, толщина защиты может быть снижена вдвое – до 25 г/см^2** , или, примерно, до 12,5 см толщиной, что очень существенно для выбора ракетных двигателей и общего технического решения при полетах на Луну и Марс. На поверхности Луны и Марса астронавт может находиться в скафандре не более получаса, а остальное время он должен находиться в подвижном радиационном убежище в виде, защищенное кабинки на луноходе или марсоходе со специальными стеклами, защищающими от космической радиации.

В книге описываются патенты и новые решения на новые материалы, защищающие от космической радиации. **Подробно будет рассмотрен раздел о новых материалах и новых технических решениях защиты. Самым перспективным новым решением является создание новых слоистых материалов с разными добавками** по молекулярному весу в слоях, в результате чего общая толщина всей защиты при полете на Луну или Марс может уменьшиться вдвое.

Первый слой, где происходит замедление быстрых нейтронов, состоит из элементов **с малой атомной массой**: воды, парафина, полиэтилена, бетона, гидридов металлов.

Второй слой предназначен для поглощения медленных нейтронов. Он включает в себя такие элементы, как бор, кадмий, гафний, европий. Процесс поглощения сопровождается гамма-излучением. И для его ослабления предусматривается **третий слой**, состоящий из тяжелых металлов или эквивалентных им материалов. Ученые предложили использовать изотоп бор-10 в качестве составной части защитных материалов на основе высокомолекулярного полиэтилена. **Изотоп бор-10 позволяет обеспечить высокоэффективную нейтронную защиту, в сотни раз превосходящую бетон.**

В России ведутся и другие перспективные разработки. Так, создается радиационно-защитное покрытие, которое представляет собой **многослойную структуру, состоящую из чередующихся слоев с разным эффективным атомным номером.** Такая структура не только останавливает налетающие частицы, но и эффективно поглощает образовавшееся в результате их рассеивания тормозное излучение. В составе разработанного в РКС покрытия использовали неорганическую матрицу – связующие слои неорганических веществ, устойчивые к воздействию атомарного кислорода. Применение защитного покрытия расширит номенклатуру компонентной базы для малых космических аппаратов. Обработка составом позволит для повышения радиационной стойкости использовать даже обычные промышленные микросхемы, стоимость которых иногда в разы меньше

специальной «космической» электроники. Сейчас радиационно-защитное покрытие проходит испытания. В ходе тестирования, которое специалисты РКС проводили вместе с коллегами из Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), покрытие, задействованное в качестве дополнительной защиты алюминиевого корпуса, **повысило показатель ослабления потока частиц в 4—7 раз.** После завершения испытаний радиационно-защитное покрытие планируется использовать в бортовой аппаратуре космического назначения, производящейся в РКС.

Радиационные зоны Ван Аллена

Земля имеет атмосферу – многослойную эфирную оболочку со сложной структурой. Ближе всего к поверхности Земли расположена тропосфера, за нею – тропопауза и стратосфера. Начиная с 30 км до 600 км находится ионосфера со своими слоями, часть из которых активизируется ночью, а часть – днем. А после 600 км идет магнитосфера (или экзосфера).

Одной из примечательных особенностей магнитосферы Земли является наличие в ней **двух радиационных поясов Ван Аллена** (большого и малого), которые простираются от 644 до 64400 км над ее поверхностью. Эти пояса представляют собой щиты из плотного структурного эфира, **защищающие Землю от влияния жесткой радиации и солнечного ветра**. Пояса захватывают частицы с высокой энергией, приходящие с солнечным ветром, в дальнейшем частицы циркулируют внутри поясов и вдоль силовых линий магнитного поля Земли.

Фактически **пояса Ван Аллена** были открыты советским учёным **Н. Д. Булатовым** ещё в 1930-е годы, а их существование было подтверждено учёными ИЗМИРАН по результатам полёта Первого спутника. Однако он не заявил об этом всему миру и поэтому официально внутренний радиационный пояс Земли был открыт американским

учёным Джеймсом Ван Алленом после полета Эксплорер-1, который заявил об этом сразу в нескольких мировых журналах. Поэтому Ван Аллен, в сущности, присвоил себе то, что было открыто задолго и независимо от него. Но, в настоящее время общепринятым считается название по его имени, поэтому не будем пока от этого отступать [22].

Внешний радиационный пояс Земли был открыт советскими учёными С. Н. Верновым и А. Е. Чудаковым после полёта Спутник-3 в 1958 году. Радиационный пояс в первом приближении представляет собой тор, в котором **выделяются две основные области** – рис. 1, рис. 2 [27]:

- внутренний радиационный пояс на высоте ≈ 4000 км, состоящий преимущественно из протонов с энергией в десятки МэВ;

- внешний радиационный пояс на высоте $\approx 17\,000$ км, состоящий преимущественно из электронов с энергией в десятки кэВ.

Кроме того, имеется дополнительная средняя зона. Земля находится внутри магнитосферы, граница которой находится на расстоянии около 70000 км от поверхности Земли.

Граница магнитосферы, внешний и внутренний пояса Ван Аллена, а также ионосфера надёжно защищают Землю от космической радиации. Поэтому в околоземном космическом пространстве очень мягкие радиационные условия.

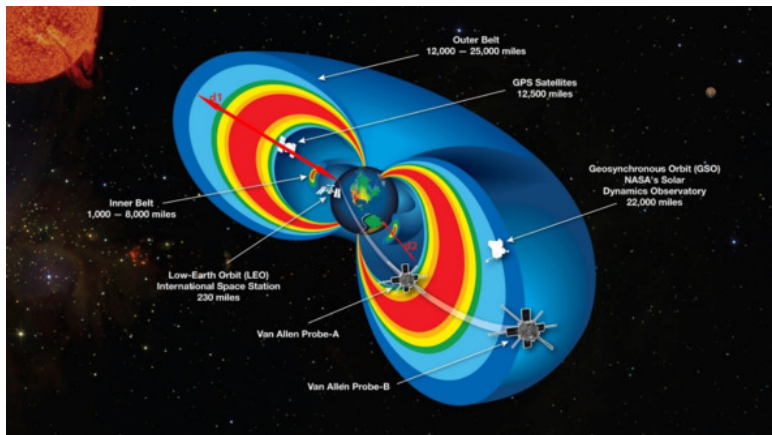


Рис. 1

Рис. 1. Автор, Александр Матанцев, обозначил красными стрелками расстояние от Земли до внешнего и внутреннего слоев Ван Аллена

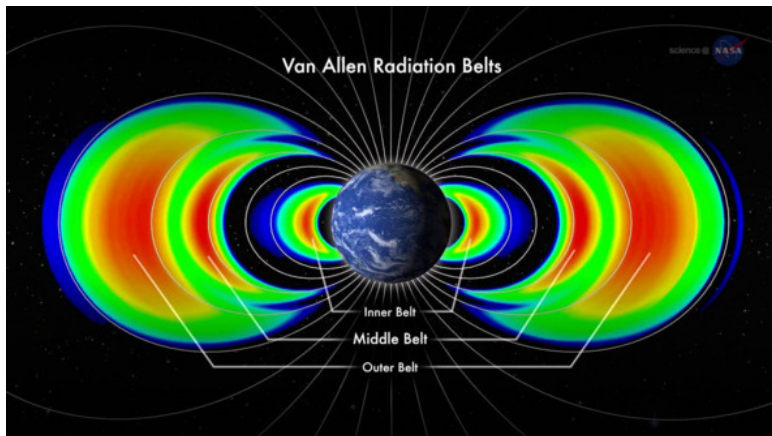


Рис. 2

Рис. 2. Внутренний и внешний радиационные пояса Ван Аллена вокруг Земли [50]

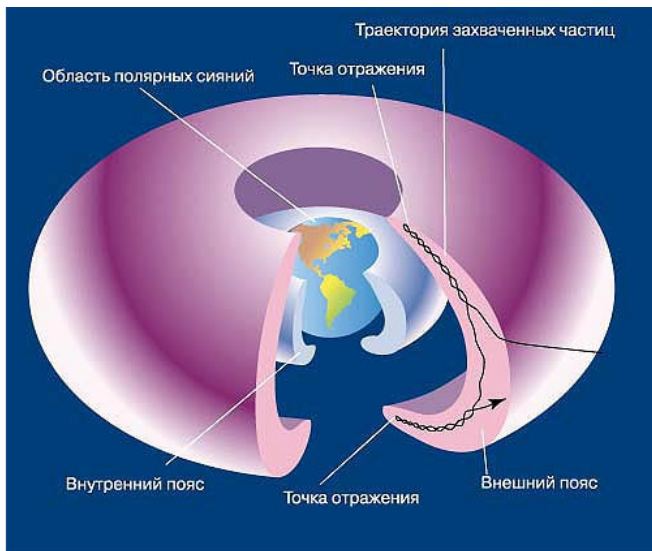


Рис. 3

Рис. 3. Зоны Ван Аллена вокруг Земли [14]

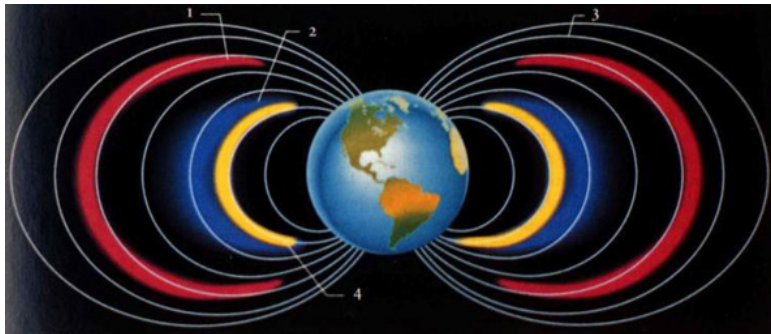


Рис. 4

Рис. 4. Радиационные пояса вокруг Земли [13]

Радиационные пояса:

1 – внешний радиационный пояс Земли (Ван Аллена);

2 – внутренний радиационный пояс (Ван Аллена);

3 – магнитные силовые линии;

4 – третий радиационный пояс обнаружен со спутника и образован межгалактическим космическим лучом (МГКЛ).

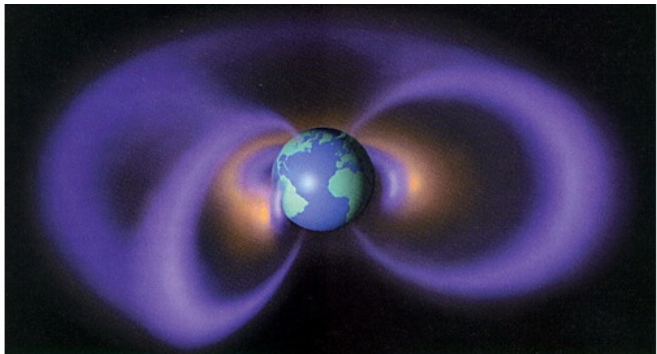


Рис. 5

Рис. 5. Радиационные пояса вокруг Земли [67]

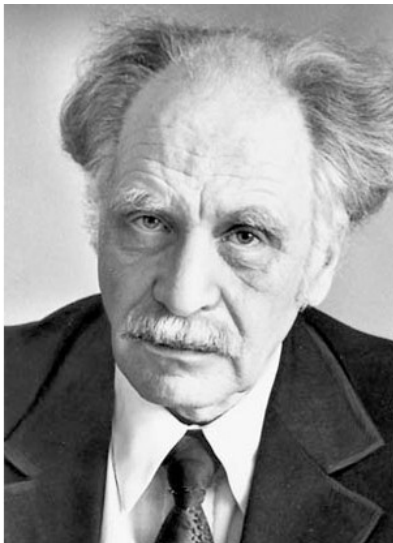


Рис. 6

Рис. 6. Русский ученый С. Н. Вернов (1910—1982), открывший внешний радиационный пояс [69]

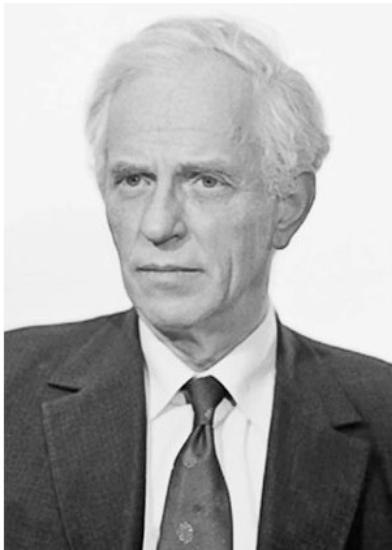


Рис. 7

Рис. 7. Отечественный ученый А. Е. Чудаков (1921—2001), открывший внешний радиационный пояс [69]

Магнитное поле – это самая эффективная зона защиты человека от ионизирующих излучений от Солнца и галактики. Именно благодаря магнитному полю, существующему вокруг Земли, человек не облучается под воздействием солнечного излучения и других ионизирующих излучений из космоса. Однако это поле не распространяется до Луны, а **вокруг Луны вообще нет магнитного поля.** Поэтому следует изучить дальность распространения

магнитного поля от Земли. На рис. 4 показаны четыре зоны формирования магнитного поля.

Магнитосфера Земли – это самая внешняя из магнитных защитных оболочек Земли. Она представляет собой деформированное солнечным ветром геомагнитное поле и является препятствием для плазмы солнечного ветра, увлекающей за собой солнечное магнитное поле. Хвост магнитосферы образован силовыми линиями магнитного поля Земли, вытянутыми на много земных радиусов в ночную сторону. Эффективная зона хвоста магнитосферы тянется до 15 земных радиусов.

Магнитосфера имеет сложную непостоянную по конфигурации форму и магнитный шлейф. Внешняя граница магнитосферы устанавливается **на расстоянии около 100 – 200 тыс. км от Земли**, где магнитное поле ослабевает и становится соизмеримым с космическим магнитным полем.

Рис. 8. Схема строения радиационных поясов, предложенная Дж. Ван Алленом [66]: верхний рисунок: к началу 1959 г.; единый пояс содержит максимум интенсивности на расстоянии двух радиусов Земли от ее центра плоскости экватора;

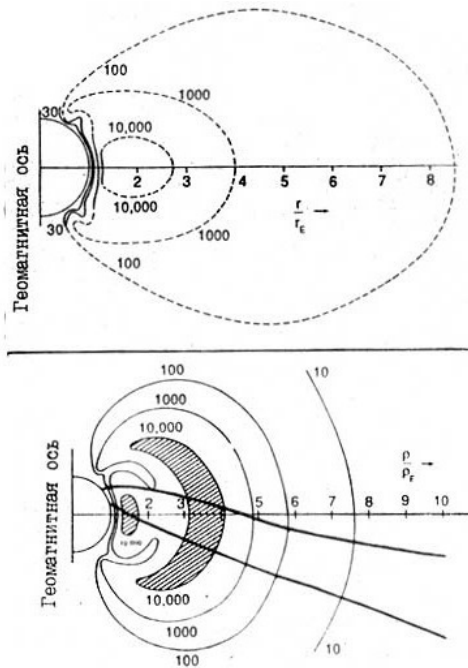


Рис. 8

Нижний рисунок: к середине 1959 г. (после анализа результатов с КА «Пионер-1, -2, -3, -4» и с III советского ИСЗ); в двух радиационных поясах максимумы находятся на удалении радиуса 1,5 земных (внутренний протонный) и 3,5 (внешний электронный).

Радиационный пояс Ван Аллена представляет собой зо-

ну энергии заряженные частицы, большинство из которых происходит из солнечного ветра, которые захватываются и удерживаются вокруг планеты магнитным полем этой планеты. Земля имеет два таких пояса, и иногда могут быть временно созданы другие. Два основных пояса Земли простираются от высоты примерно от 640 до 58000 км (от 400 до 36040 миль) над поверхностью, в этой области уровни излучения меняются. Считается, что большинство частиц, образующих пояса, происходит от солнечного ветра и других частиц космических лучей. Улавливая солнечный ветер, магнитное поле отклоняет эти энергичные частицы и защищает атмосферу от разрушения [62].

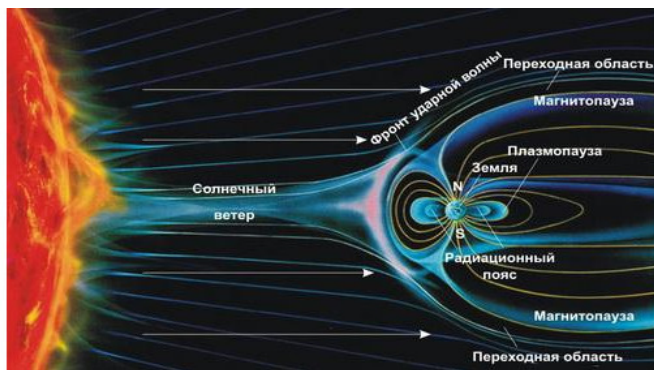


Рис. 9

Рис. 9. Солнечные вспышки, солнечный ветер и радиаци-

онные пояса вокруг Земли [67]

Американец Ван-Аллен открыл только внутренний пояс, а открывателями внешнего радиационного пояса **являются советские ученые Вернов и Чудаков**.

Значительная разница в экспериментах Вернова и Ван Аллена состояла в обследованных областях пространства. Спутник-2, имел наклон орбиты к земному экватору около 65° , американские Explorer-1, -3 – около 33° . Информация с советского спутника передавалась каждый день с трех витков, проходящих над территорией СССР, и принималась станциями, расположенными на территории СССР, а информация с остальной, большей части витков, была нам недоступна. Как потом стало ясно, это несовершенство эксперимента лишило нас очень важной информации в районе апогея орбиты (1760 км), где потоки частиц были значительно больше, т.е. фактически приоритета обнаружения повышенной радиации на больших высотах над поверхностью Земли. С американских спутников информация поступала практически со всех континентов, они на первых же витках получили данные о потоках частиц на всех высотах полета.

Такая интерпретация авторами первых измерений энергичных заряженных частиц на спутниках говорит о том, что обе группы, советская и американская, были не готовы к восприятию обнаруженного нового явления. Однако, результаты, доложенные Ван Алленом 1 мая 1958 года всколыхну-

ли научную общественность, начались бурные обсуждения в различных научных группах, в основном на Западе. В Советский Союз в те времена информация, даже чисто научная, просачивалась с трудом. Результаты же полета Спутника-2 стали известны научной общественности только в июне 1958 года (дата выхода в свет журнала), да и то, в основном, русскоязычным читателям. Такое катастрофическое различие в популяризации своих достижений было характерно для советского периода, оно объясняется рядом причин, среди которых секретность стояла не на последнем месте.

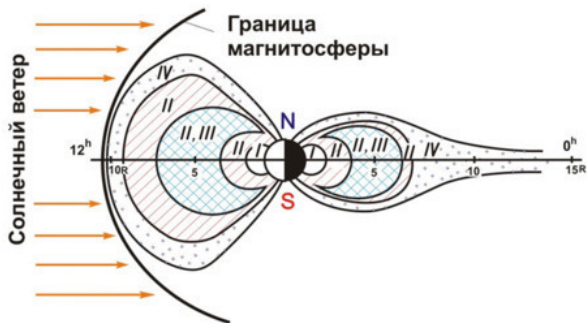
Важный этап понимания нового явления приходится на май 1958 года, когда был запущен Спутник-3 (15 мая 1958 г).

Таким образом, к концу лета 1958 года научное сообщество узнало о существовании вокруг Земли областей повышенной радиации, о том, что эта радиация разделена на две зоны, внутреннюю -экваториальную и внешнюю – приполярную. Внутренняя зона заполнена, в основном, протонами 100 МэВ, внешняя – электронами 100 кэВ. Было установлено, что эти частицы захвачены магнитным полем Земли, и найден возможный источник наполнения поясов частицами.

Часть 1. Размеры поясов Ван Аллена и параметры основных ионизирующих излучений в них

Пояса Ван Аллена – области в магнитосфере Земли, в которых накапливаются и хранятся заряженные частицы, которые создают зоны повышенной радиации. Области в форме бубликов или овалов, состоят из внутреннего пояса (область с максимально высокой радиацией всего пояса, находится на расстоянии 600 км, заканчивается на 6000 км) и внешнего (в нем интенсивность много ниже, но он более обширный; начинается на высоте 10 000 км, заканчивается 60 000 км). Внутренний пояс очень стабилен по сравнению со внешним – тот изменяет свою концентрацию и размер в зависимости от геомагнитных бурь, вызываемых волной солнечных частиц.

Структура магнитных линий магнитного поля Земли



© ООО «Картинки и Медиа»

Рис. 10

Рис. 10. Зоны магнитных полей от Земли [15]

I – внутренний, протонный пояс Земли с максимальной плотностью высокоэнергетических протонов на высоте от 3 тыс. км до 4 тыс. км;

II – пояс протонов малой энергии;

III – внешний электронный радиационный пояс, около 22 тыс. км;

IV – зона квазизахвата частиц «солнечного ветра».

Магнитосфера Земли – это самая внешняя из магнитных защитных оболочек Земли. Она представляет собой деформированное солнечным ветром геомагнитное поле и является препятствием для плазмы солнечного ветра, увлекающей за собой солнечное магнитное поле. Хвост магнитосферы образован силовыми линиями магнитного поля Земли, вытянутыми на много земных радиусов в ночную сторону.

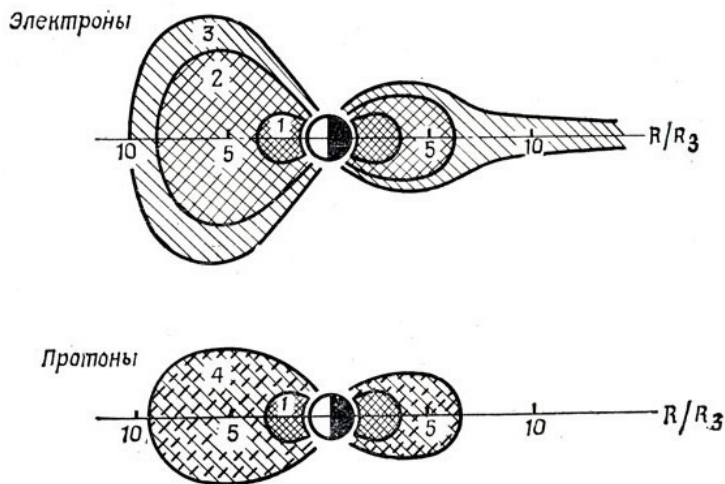


Рис. 11

Рис. 11. Радиационные зоны для электронов и протонов [17]

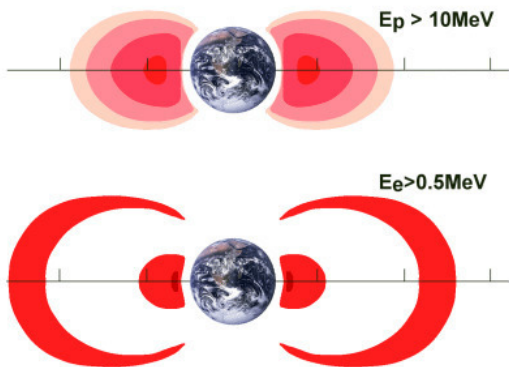


Рис. 12

Рис. 12. Радиационные зоны для электронов с энергией более 0,5 МэВ и протонов с энергией более 10 МэВ [17]

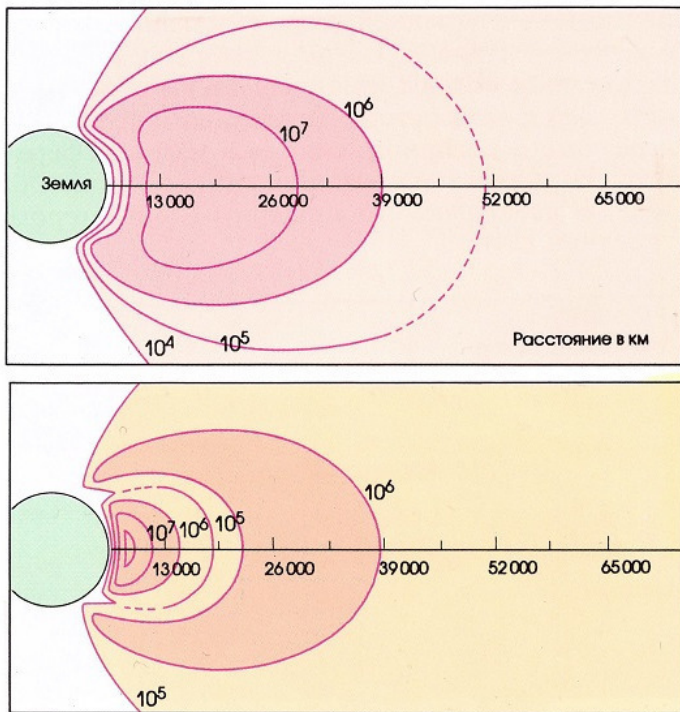


Рис. 13

Рис. 13. Пояса Ван Аллена, на верхнем рисунке показаны зоны высокоэнергетичных протонов, а на нижнем рисунке – зоны высокоэнергетичных электронов [51]

Пояса Ван Аллена состоят из заряженных частиц космических лучей и солнечного ветра, притягиваемых магнит-

ным полем Земли. Каждый из поясов образует вокруг Земли тор. Соотношение и энергетический уровень заряженных частиц различаются во внутреннем и внешних поясах. Как показано на верхней диаграмме, пояса Ван Аллена насыщены высоко заряженными протонами. Нижняя диаграмма иллюстрирует содержание высоко заряженных электронов (области наиболее высокой концентрации выделены темным цветом).

Зоны Ван Аллена характерны расположены вокруг Земли. У Луны нет поясов Ван Аллена. У нее также нет защитной атмосферы и отсутствует защитное магнитное поле. **Она открыта всем солнечным ветрам.** Если бы во время лунной экспедиции произошла сильная солнечная вспышка, то колоссальный поток радиации испепелил бы и капсулы, и астронавтов на той части поверхности Луны, где они проводили свой день. Эта радиация не просто опасна – она смертельна [52].

Сведения по внутренней зоне Ван Аллена в разных источниках информации:

- внутренний радиационный пояс на высоте ≈ 4000 км, состоящий преимущественно из протонов с энергией в десятки МэВ [11];

- внутренний пояс Ван Аллена (внутренний ЕРПЗ), который находится на высоте 3000—12000 км и состоит, в основном, из протонов с энергией 10—500 МэВ, а также небольшого количества нейтронов [22, 49];

– внутренний пояс находится на высоте от 3 до 12 тыс. км над поверхностью Земли [67, 70];

– БСЭ [61]: внутренний радиационный пояс характеризуется наличием протонов высоких энергий (от 20 до 800 МэВ) с максимумом плотности потока протонов с энергией $E_p > 20$ МэВ до 10^4 протон/ (см² . сек . стер) на расстоянии L; во внутреннем поясе присутствуют также электроны с энергиями от 20—40 кэВ до 1 МэВ; плотность потока электронов с $E_e \geq 40$ кэВ составляет в максимуме 10^6 — 10^7 электрон/ (см² . сек . стер);

– внутренний пояс Ван Аллена обычно простирается от высоты от 0,2 до 2 радиусов Земли (значения L от 1 до 3) или от 1000 км (620 миль) до 12000 км (7500 миль) над Землей; в некоторых случаях, когда солнечная активность сильнее или в географических областях, таких как Южно-Атлантическая аномалия, внутренняя граница может снизиться примерно до 200 километров над поверхностью Земли;

– внутренний пояс содержит высокие концентрации электронов в диапазоне сотен кэВ и энергичные протоны с энергией, превышающей 100 МэВ, захваченные сильными (относительно внешних поясов) магнитными полями в этом регионе [62];

– он расположен на высоте 1 000 – 24 000 километров от поверхности планеты; бывают исключения, когда во время высокой солнечной активности, а также в некоторых

географических областях (например, Бразильская магнитная аномалия) нижняя граница может опускаться до 200 км от Земли. Состоит внутренний пояс из электронов и протонов, энергия которых превышает 100 МэВ; дополнительно, во время геомагнитных бурь образуются протоны более низких энергий [63].

Сведения по внешней зоне Ван Аллена из разных источников информации:

- внешний радиационный пояс на высоте $\approx 17\,000$ км, состоящий преимущественно из электронов с энергией в десятки кэВ [11];

- внешний пояс Ван Аллена (внешний естественный радиационный пояс Земли, сокращённо – ЕРПЗ), который находится на высоте 17000—57000 км и состоит, в основном, из электронов с энергией от 100 кэВ до 10 ГэВ, а также небольшое количество протонов и нейтронов с энергией от 1 до 100 МэВ и античастиц [22, 49];

- внешний – на высоте от 18 до 57 тысяч км [67, 70];

- внешний пояс радиации открыт советскими учеными, расположен на высотах от 9000 до 45000 км, он намного шире внутреннего (распространяется на 50° к северу и на 50° к югу от экватора) [59];

- БСЭ [61]: Внешний РПЗ заключён между магнитными оболочками с L , радиационные пояса Земли 3 и L ; радиационные пояса Земли 6 с максимальной плотностью потока частиц на L ; Радиационные пояса Земли 4,5; Для внеш-

него пояса характерны электроны с энергиями 40—100 кэВ, поток которых в максимуме достигает 10^6 — 10^7 электрон/ $(\text{см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{стер})$; среднее время «жизни» частиц внешнего РПЗ составляет 10^5 — 10^7 сек; в периоды повышенной солнечной активности во внешнем поясе присутствуют также электроны больших энергий (до 1 МэВ и выше);

– внешний пояс состоит из в основном из электронов высоких энергий (0,1—10 МэВ), захваченных магнитосферой Земли; он более изменчив, чем внутренний пояс, так как на него легче влияет солнечная активность; он имеет почти тороидальную форму, начинается на высоте трех и простирается до десяти земных радиусов (R_E) на высоте от 13000 до 60000 километров (от 8100 до 37300 миль) над поверхностью Земли; его максимальная интенсивность обычно составляет около 4—5 R_E ; Внешний пояс излучения электронов в основном создается радиальной диффузией внутрь и локальным ускорением из-за передачи энергии от плазменных волн к электронам радиационного пояса; электроны радиационного пояса также постоянно удаляются из-за столкновений с атмосферой Земли, потерь на магнит паузу и их радиальной диффузии наружу; радиус энергичных протонов будет достаточно большим, чтобы привести их в контакт с атмосферой Земли; внутри этого пояса электроны имеют высокий поток и на внешнем крае (близко к магнитопаузе), где линии геомагнитного поля открыва-

ются в геомагнитный «хвост», поток энергичных электронов может упасть до низких межпланетных уровней в пределах примерно 100 км (62 мили), то есть в 1000 раз [62];

– внешний пояс располагается на высоте 13 000 – 60 000 километров и обладает почти тороидальной формой (похож на бублик); эта часть пояса состоит преимущественно из электронов, значение энергий которых колеблется в пределах от 0,1 до 10 МэВ; количество частиц в нём колеблется в зависимости от активности Солнца; в 2011 году было обнаружено, что в составе этой части пояса находятся также античастицы [63].

Чем выше весовой множитель, тем опаснее действие определенного вида радиации для тканей живого организма.

Таблица 1. Сравнение по значимости влияния на человека различных видов ионизирующих излучений [34]

Вид излучения и диапазон энергий	Весовой множитель
Фотоны всех энергий (гамма излучение)	1
Электроны и мюоны всех энергий (бета излучение)	1
Нейтроны с энергией < 10 КэВ (нейтронное излучение)	5
Нейтроны от 10 до 100 КэВ (нейтронное излучение)	10
Нейтроны от 100 КэВ до 2 МэВ (нейтронное излучение)	20
Нейтроны от 2 МэВ до 20 МэВ (нейтронное излучение)	10
Нейтроны > 20 МэВ (нейтронное излучение)	5
Протоны с энергий > 2 МэВ (кроме протонов отдачи)	5
Альфа-частицы, осколки деления и другие тяжелые ядра (альфа излучение)	20

Для электронов и рентгеновского излучения коэффициент качества равен единице, для протонов с энергией 10—400 МэВ принимается 2—14 (определен на тонких пленках биологической ткани). Такой коэффициент связан с тем, что протон передает разную часть энергии электронам вещества, чем меньше энергия протона, тем выше передача энергии и выше коэффициент качества. Обычно берут среднее значение $w=5$, так как человек полностью поглощает излучение, и основная передача энергии происходит в пике Брэгга, за исключением высокоэнергичной части протонов.

Значительные дозы излучений действуют не только на человека, **но и на аппаратуру** на КА и спутниках. Космический аппарат при полете на Луну пересекает два пояса Ван Аллена, где возможны большие дозы излучения в зависимости от обстановки на Солнце. Имеются данные, что в поясах Ван Аллена доза достигает 10 тысяч рентген/час [121]. Это

выше смертельной дозы в 500 рентген. Однако время пролета космическим аппаратом этой зоны может быть небольшим в десятки секунд, при правильном выборе траектории полета, поэтому полученная доза может быть меньше смертельной. При этом должна быть обеспечена необходимая защита стенок КА.

Часть 2. Расчеты делает автор, Александр Матанцев. Время пролета зон Ван Аллена

По официальной версии НАСА трасса Кондратюка была использована КА «Аполлон» для полётов на Луну и обратно. Наклонение данной трассы – около 30 градусов. Это обусловлено тем, что именно угол наклона между плоскостями орбит Земли и Луны 5 градусов, и плюс наклон параболы. **Однако данная трасса целиком и полностью проходит через внутренний и внешний пояса Ван Аллена, при том через их максимумы. Таким образом, КА «Аполлон» мог бы пролетать внутренний РПЗ за 803 сек, т.е. приблизительно за 13 минут и внешний РПЗ за 3571 сек, т.е. приблизительно за 1 час [38].**

Случай 1. Трасса Кондратюка, наклонение трассы – 30 градусов, а прохождение через зоны Ван Аллена - перпендикулярно.

В предыдущем разделе были указаны размеры зон Ван Аллена. Автор, Александр Матанцев, учитывая указанное время пролета космическим аппаратом КА внутренней зоны Ван Аллена за 803 секунды и внешней за 3571 секунду, делает расчет длины траектории в этих зонах. Расчет очень

простой, берем вторую космическую скорость в 11,2 км/сек и умножаем на указанное время. Тогда длина траектории во внутренней зоне составит $11,2 \times 803 = 9000$ км

Для внешней зоны: $11,2 \times 3571 = 40000$ км.

Итак, в литературе была выбрана толщина внутреннего слоя Ван Аллена в 9 тыс. км, а внешнего слоя Ван Аллена, в 40 тыс. км.

Из предыдущего раздела находим, что точно такая же толщина внутренней зоны – от 3 до 12 тыс. км ($12 - 3 = 9$ тыс. км), указана в литературе [22, 49].

Кроме того, **находим, что при определении времени пролета взята траектория, перпендикулярная входной поверхности зон Ван Аллена.**

Случай 2. Прохождение через зоны Ван Аллена под углом в 10 и 15 градусов.

Автор, Александр Матанцев, составил модели прохождения космического аппарата (КА) под углом в 10 и 15 градусов – рис. 14 и рис. 15.

В результате показано, что длина полета КА под углом в 10 градусов через пояса Ван Аллена приводит к уменьшению времени пролета этой зоны до 94 – 94,9%.

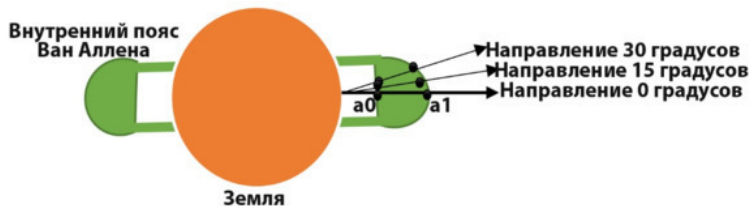


Рис. 14

Рис. 14. Составил автор, Александр Матанцев. Движение космического аппарата (КА) через внутренний пояс Ван Аллена по разным направлениям

На рис. 14 рассмотрены три направления движения КА через внутренний пояс Ван Аллена:

- по направлению 0 градусов;
- по направлению 10 и 15 градусов,

По направлению 30 градусов.

Если взять расстояние ($a_0 - a_1$), пролетаемое КА через внутренний пояс Ван Аллена за 100%, то:

- расстояние по направлению 15 градусов составит, примерно, 94%,
- расстояние по направлению 30 градусов составит, примерно, 80%

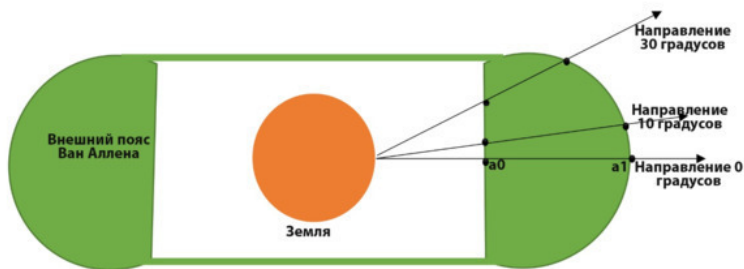


Рис. 15

Рис. 15. Составил автор, Александр Матанцев. Движение космического аппарата (КА) через внешний пояс Ван Аллена по разным направлениям

На рис. 15 рассмотрены три направления движения КА через внешний пояс Ван Аллена:

- по направлению 0 градусов;
- по направлению 10 градусов,
- По направлению 30 градусов.

Если взять расстояние ($a_0 - a_1$), пролетаемое КА через внешний пояс Ван Аллена за 100%, то:

- расстояние по направлению 10 градусов составит, примерно, 94,9%,
- расстояние по направлению 30 градусов составит, примерно, 62,7%

Следует отметить, что КА «Аполлон», чтобы долететь до Луны, должен был обязательно лететь **по трассе Кондратюка**, которая является оптимальной для полёта к Луне и обратно. Сущность данной трассы заключается в том, что при отклонении от неё гравитационное поле Земли не позволит вывести КА на параболическую траекторию, в связи с чем необходимо будет снижать массу полезной нагрузки. Некоторые пользователи различных чатов, не имея понятия о карте земной гравитации, говорят о том, что РН «Сатурн-5» с грузом **44 тонны** якобы летел через полюса Земли, чтобы не пролетать через пояса Ван Аллена. Таким пользователям следует понимать, что для выведения 44 тонн через северный или южный полюс Земли необходимо было **увеличить массу РН от официальной в 3 раза** и во столько же раз увеличить тягу двигателей 1 и 2 ступеней данной РН! Дело в том, что **Земля имеет максимум гравитации в районе полюсов и минимум – в плоскости экватора**. Соответственно, чем ближе ракета космического назначения летит к плоскости экватора, тем большую полезную нагрузку РН может вывести на околоземную орбиту и тем меньше объем необходимого для этого КРТ [44].

Distance from Apollo relative to the geomagnetic equator and axis

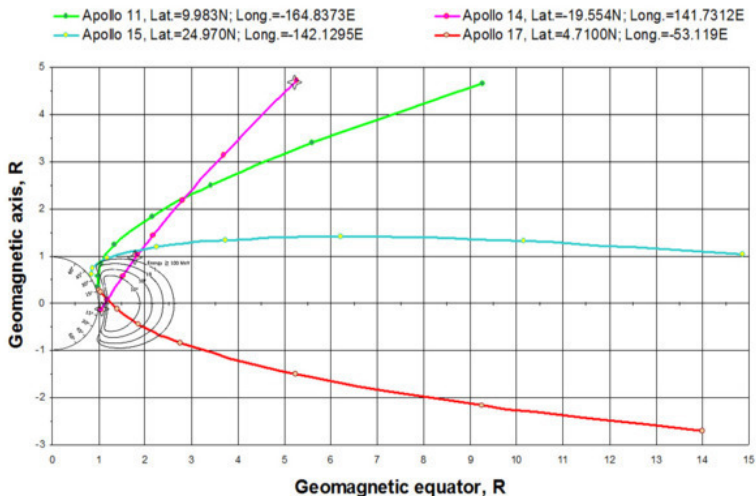


Рис. 16

Рис. 16. Траектории движения Аполлон 11, Аполлон 14, Аполлон 15 и Аполлон 17 относительно геомагнитного экватора, так же указана внутренняя зона Ван Аллена [58].

Рис. 16 показывает, что на заявленной транслунной траектории Аполлон 14 и Аполлон 17 (также миссии Аполлон 10 и Аполлон 16 из-за близких параметров TLI к А-14) проходят через опасный для человека радиационный протонный пояс.

Аполлон 8, Аполлон 12, Аполлон 15 и Аполлон 17 прохо-

дят через сердцевину электронного радиационного пояса.

Случай 3. Прохождение через зоны Ван Аллена под углом в 30 градусов.

Автор, Александр Матанцев, показал в своих моделях (рис. 14 и рис. 15, что при движении КА под углом в 30 градусов относительно входной поверхности тора зон Ван Аллена время пролета в этих зонах уменьшается до 62,7 – 80% относительно длины пролета в направлении, перпендикулярном этим поверхностям.

Казалось бы, какое замечательное решение, **увеличил угол влета КА в зоны Ван Аллена, и получай меньшее время полета в сильно радиационных зонах, и меньшую дозу облучения.** На самом деле, необходимо учитывать два фактора:

- время пролета через зоны Ван Аллена;
- расстояние и общее время полета, например, до Луны или Марса.

Сущность этого положения состоит в увеличении количества топлива при удлинении всей траектории движения при большем угле.

Часть 3. Единицы доз облучения

Дальше мы подходим к самому важному этапу расчетов – определению дозы облучения в зонах Ван Аллена. Исследователи утверждают, **что пролететь сквозь них и не получить серьезных доз радиации – невозможно.** По этой причине полет к Луне без надежной радиационной защиты астронавтов и электронного оборудования – невозможен [13]. Однако следует эти умозаключения подтвердить реальными цифрами. Для этого проведем ряд расчетов. Но начинать следует с определения единиц ионизирующих излучений, которых немало в зонах Ван Аллена.

Единицы ионизирующих излучений

- ♦ **Экспозиционная доза** – это величина количественно характеризующая ионизацию воздушного объема рентгеновским или гамма-излучением. **Рентген (Р)**.
- ♦ **Поглощенная доза** – фундаментальная дозиметрическая величина – это количество энергии ИИ, поглощенное единицей массы облучаемого объекта. В системе СИ поглощенная доза измеряется в **Грэях (Гр)**.
- ♦ **Эквивалентная доза** – предназначена для сравнительной оценки биологического действия различных видов излучений – это поглощенная доза в органе или ткани человека. (Внесистемная единица **бэр** (биологический эквивалент рентгена). В системе СИ измеряется в **Зивертах (Зв)**.

Рис. 17

Рис. 17. Дозы облучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная [4]

Единица измерения ионизирующих излучений

Величина	Единица в СИ	Внесистемная Единица	Примечания
	Мощность в СИ	Внесистемная мощность	
Активность	1Бк	1 Ки	1Бк=1расп/сек
	—	-	
Доза излучения (поглощенная доза)	1Гр-грей	1рад	$1Гр = 100 \text{ рад}$
	1Гр=1Дж/кг	1 рад/сек.	$1 \text{ рад} = 10^{-2} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 10^{-2} \text{ Гр}$
	Гр/сек	рад/час	
Эквивалентная доза	1Зв-зиверт	1 бэр	1Зв=1Гр
	Зв/сек	бэр/год	1Зв=100бэр=100Р
Экспозиционная доза	кЛ=кулон	1Р-ренген	Р=2,58*10⁻⁴ Кл/кг Кл/кг=3,88*10³р
	кг=килограмм	Р/сек,	
	А/кг	Р/час	

$$1 \text{ Зв} = \frac{1 \text{ Гр}}{0} = \frac{1 \text{ Дж}}{0} = \frac{100 \text{ рад}}{0}$$

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \approx 100 \text{ рад} \approx 100 \text{ бэр} \approx 100 \text{ Р}$$

Рис. 18

Рис. 18. Единицы ионизирующего излучения и перевод одних единиц в другие [6]

Предельно допустимые дозы облучения людей	
Население	1 мЗв (0,1 бэр) в год в среднем за любые 5 лет, но не более 5 мЗв (0,5 бэр) в год
Персонал радиационно-опасных объектов	20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые 5 лет, но не более 50 мЗв (5 бэр) в год
Лица, привлекаемые к ликвидации последствий аварии	200 мЗв (20 бэр) за время работы

Рис. 19

Рис. 19. Предельно допустимые дозы облучения для людей [7]

Доза облучения, рентген	Эффект
700 и более	Смертность — 100%
600	Смертность — 90% за 14 суток
350	Смертность — 50% за 30 суток
150	Смертность — 5%; «лучевое похмелье»* — 50%
100	Тошнота, рвота, вялость во всем теле, значительное снижение количества лимфоцитов
50	Временное снижение количества лимфоцитов
25 и менее	Не обнаруживаются клинических симптомов
* Отравление организма продуктами взаимодействия с организмом. Похоже на алкогольное похмелье	

Биофарм
Рязань

Рис. 20

Рис. 20. Величины экспозиционной дозы в Рентгенах (Р) [9]

Доза радиации и последствия для человека

Эквивалентная доза, Зиверт	Последствия
0,7 – 2 мкЗв	Нормальная доза от естественных источников в год
0,05 Зв	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0,1 Зв	Уровень удвоения вероятности возникновения генетических мутаций
0,25 Зв	Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных случаях
1,0 Зв	Доза возникновения острой лучевой болезни
3 – 5 Зв	50% облученных умрет в течение 1-2 месяцев из-за поражений костного мозга
10 – 50 Зв	Смерть через 1-2 недели из-за поражений желудочно-кишечного тракта
100 Зв	Смерть наступит через несколько часов или дней из-за повреждения центральной нервной системы

Рис. 21

Рис. 21. Дозы радиации и последствия для человека [8]

ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

○ **1 Гр (грэй)** – поглощённая доза облучения на 1 кг массы человека

○ **1 Зв (зиверт)** – эквивалентная доза

0,0003-0,0005 Зв в час –

безопасная доза для человека

0,01 Зв в час – предельно допустимая доза

100 Зв - моментальная смерть

10 - 50 Зв – смертельный исход через несколько недель

4 - 5 Зв – смертельный исход в 50% случаев через несколько месяцев

1 Зв – лучевая болезнь

0,5 Зв – онкологические заболевания



Рис. 22

Рис. 22. Дозы облучения в Зивертах (Зв) и Грехах (Гр)

Допустимые дозы облучения (НРБУ - 2000)

■ а) военное время:

- при однократном облучении (до 4 суток) – 50 Р;
- при многократном облучении за 30 суток – 100 Р;
- – за 3 месяца – 200 Р;
- – за 1 год – в 300 Р.

■ б) в мирное время

- **для населения в нормальных условиях за 1 год – 0,2 бэр**
- для населения вблизи АЭС за 1 год – 0,5 бэр
- для персонала АЭС в нормальных условиях за 1 год – 5 бэр
- для населения аварийное облучение за 1 год – 10 бэр
- для персонала АЭС аварийное облучение за 1 год – 25 бэр

(И.М. Миценко "Гражданская оборона" стор.185)

Рис. 23

Рис. 23. Действующие нормы по дозам облучения НРБУ-2000 [10]

Перевод и пересчет одних единиц в другие показан на рис. 18. Теперь рассмотрим допустимые дозы облучения для человека. На рис. 19 показаны предельно допустимые дозы облучения для людей. При этом рассмотрены три основные категории: население в целом, персонал, к которому относятся и космонавты, и астронавты, и лица, привлекаемые к ликви-

дации последствий аварий.

Для персонала, для космонавтов и астронавтов ПДД (предельно-допустимая доза) в системе СИ составляет, в среднем, **20 мЗв** (2 бэр) в год или же по максимуму не более **50 мЗв** (5 бэр) в течение года.

В литературе часто встречается экспозиционная доза, измеряемая в рентгенах (Р). Диапазон излучения в 80 – 100Р или 0,8 – 1 Зв – это начало развития лучевой болезни.

На рис. 20 указано воздействие различных экспозиционных доз в Рентгенах (Р). Доза облучения в 350 Р приводит в 50% случаев к смерти, а 600 Р – 90% смертности.

Из данных на рис. 23, допустимая доза облучения (ПДД) по нормам НРБУ-2000, **для персонала, для космонавтов и астронавтов**, составляет 5 бэр за год, по рис. 18 переводим в систему СИ, и получаем **50 мЗв в год**.

В литературе указывается допустимая доза облучения и за час:

- безопасная для человека доза – 0,0003 – 0,0005 Зв в час;
- предельно допустимая доза за час – 0,01 Зв

Летальные дозы указаны на рис. 20, рис. 21 и рис. 22:

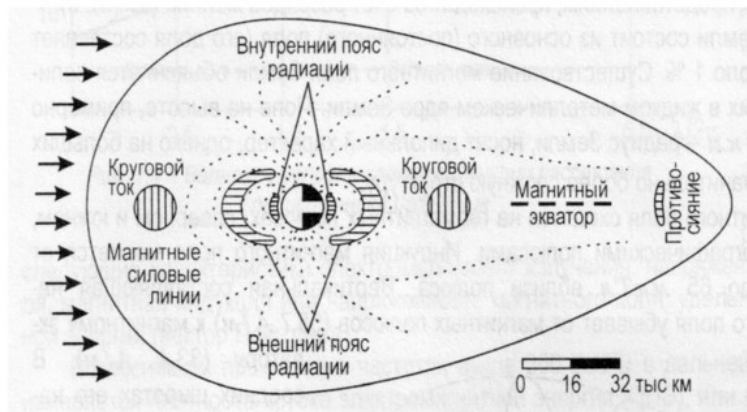
- (5,5 – 7) Зв – летальный исход;
- 350 – 700 Р- летальный исхо;
- от 700 Р и выше – смерть в 100%;
- — 350 Р – смерть 50% за 30 суток;
- (3—5) Зв – 50% умрет за 1 – 2 месяца;
- (10—50) Зв – смерть через 1 – 2 недели;

– 100 Зв – моментальная смерть.

Часть 4. Вычисление автором, Александром Матанцевым, длины эффективной магнитосферы, включающей и зоны Ван Аллена

На рис. 10 и рис. 11 показано, что эффективная зона хвоста магнитосферы тянется до 15 земных радиусов.

Магнитосфера имеет сложную непостоянную по конфигурации форму и магнитный шлейф. Внешняя граница магнитосферы устанавливается **на расстоянии около 100 – 200 тыс. км от Земли**, где магнитное поле ослабевает и становится соизмеримым с космическим магнитным полем.



Траектория заряженных частиц
в магнитном поле Земли

Рис. 24

Рис. 24. Внешняя магнитосфера [19]

Автор, Александр Матанцев, вычислил длину эффективной магнитосферы. На рис. 24 показаны траектории заряженных частиц в магнитном поле Земли. Для нас в данном случае интересна **форма и размер магнитосферы**. Форма магнитосферы эллипсообразная с утолщением слева и сужением справа. Эта внешняя сплошная линия эллипса является той самой границей, слева от которой магнитное поле еще можно считать эффективным, а справа маг-

нитное поле так ослабевает, что становится соизмеримым с космическим магнитным полем. Такое **мизерное магнитное поле справа эллипса не может оказать влияние на защиту человека на КА от ионизирующих излучений.**

На этом рис. 24 дан масштаб в 32 тыс. км на одно деление. Поэтому легко вычислить, что длина магнитосферы от центра Земли составляет 4,5 деления или **134,6 тыс. км. Найденное значение длины магнитосферы находится в пределах, указанных выше: от 100 до 200 тыс. км. Расстояние от Земли до Луны меняется от 367 до 404 тыс. км – рис. 25. Поэтому произведенное** вычисление очень важно, так как показывает, что на пути от Земли до Луны могут быть участки, где, по существу, нет магнитосферы, нет эффективного магнитного поля, и нет защиты человека магнитным полем от ионизирующего излучения.

На рис. 25 показан перигей и апогей Луны, и максимальное и минимальное расстояние между Землей и Луной.



Рис. 25

Рис. 25. Перигей и апогей Луны [20]

Для электронов и рентгеновского излучения коэффициент качества равен единице, для протонов с энергией 10—400 МэВ принимается 2—14 (определен на тонких пленках биологической ткани). Такой коэффициент связан с тем, что протон передает разную часть энергии электронам вещества, чем меньше энергия протона, тем выше передача энергии и выше коэффициент качества. Мы берем среднее $w=5$, так как человек полностью поглощает излучение, и основная передача энергии происходит в пике Брэгга, за исключением высокоэнергичной части протонов.

Часть 5. Приоритет отечественных ученых в вопросе изучения радиационных зон

Автор, Александр Матанцев, в своей книге [2] показал, что приоритет по влиянию солнечных вспышек при полетах на Луну и Марс, принадлежит советским ученым. Аналогичное заявление можно сделать и по изучению радиационным зонам вокруг Земли – приоритет также советский и российский.

Фактически пояса Ван Аллена были открыты советским учёным Н. Д. Булатовым ещё в 1930-е годы, а их существование было подтверждено учёными ИЗМИРАН по результатам полёта Первого спутника. Однако он не заявил об этом всему миру и поэтому официально внутренний радиационный пояс Земли был открыт американским учёным Джеймсом Ван Алленом после полета Эксплорер-1, который заявил об этом сразу в нескольких мировых журналах. Поэтому Ван Аллен, в сущности, присвоил себе то, что было открыто задолго и независимо от него. Но, в настоящее время общепринятым считается название по его имени, поэтому не будем пока от этого отступать [22].

Внешний радиационный пояс Земли был открыт советскими учёными С. Н. Верновым и А. Е. Чудаковым после

полёта Спутник-3 в 1958 году. Радиационный пояс в первом приближении представляет собой тор, в котором **выделяются две основные области** – рис. 56а, рис. 56б [27]:

- внутренний радиационный пояс на высоте ≈ 4000 км, состоящий преимущественно из протонов с энергией в десятки МэВ;

- внешний радиационный пояс на высоте $\approx 17\,000$ км, состоящий преимущественно из электронов с энергией в десятки кэВ.

Про первый спутник написано немало, но гораздо менее известны **следующие пять, результаты которых принесли важное открытие: были обнаружены радиационные пояса Земли**. Неожиданно оказалось, что за пределами своей атмосферы Земля, находящаяся, как ожидалось, в совершенно пустом космическом пространстве, окружена интенсивными потоками заряженных частиц, которые захвачены магнитным полем планеты. Эти пояса радиации имеют сложную пространственную структуру и испытывают сильные вариации, связанные с активностью Солнца. К настоящему времени радиационные пояса хорошо изучены, понята физика явления, найдены источники частиц (это космические лучи; частицы, ускоренные во время вспышек на Солнце; частицы из ионосферы и атмосферы Земли), определена их важность и связанные с ними **опасности для человечества**.

На борту следующего, «Спутника-2», вышедшего на орбиту через месяц после «Спутника-1» (3 ноября 1957 г.), кроме научной аппаратуры находилась собака по имени Лайка. Она была гвоздем проекта, весь полет задумывался для ответа на вопрос: смогут ли летать в космос люди? Но была и научная программа, которая включала изучение ультрафиолетового излучения Солнца (под руководством С. Л. Мандельштама) и **космических лучей (экспериментом руководил С. Н. Вернов)**. Хотя запуск «Спутника-2» был приурочен к 40-летию Великой Октябрьской революции, его работа освещалась менее шумно, а результаты были опубликованы только в научных журналах, причем значительно позднее.

Позже запустили американцы аппараты *Explorer-1* и *-3*, запущенные 31 января и 26 марта 1958 г. с приборами для изучения космических лучей (научный руководитель эксперимента Дж. Ван Аллен). 15 мая наконец стартовал наш «Спутник-3» с большим набором измерительной аппаратуры. Полеты перечисленных спутников не только положили начало научным исследованиям космоса, но и помогли сделать важное геофизическое открытие – обнаружить радиационные пояса Земли.

В период с мая по август 1958 г. новое явление бурно обсуждалось, чему способствовала проводившаяся в Москве 29 июля – 9 августа V Генеральная ассамблея Международного геофизического союза, посвященная итогам МГГ.

Доклады и обсуждения результатов полетов «Спутника-3» и Explorer-1, -3 помогли выяснить в общих чертах картину захваченных магнитным полем Земли энергичных заряженных частиц, обсудить их источники. Эксперименты «Спутника-3» показали, что повышенная радиация характерна для двух четко разделенных областей: экваториальной и приполярной, названных впоследствии внутренним и внешним радиационными поясами. Радиация в экваториальной области, по данным «Спутника-3», состоит главным образом из протонов с энергией 100 МэВ (приборы американских спутников Explorer-1, -3 не могли идентифицировать природу частиц), приполярные районы заполнены в основном электронами с энергией 100 кэВ (спутники Explorer-1, -3 на эти широты не залетали, наклон их орбит был не очень большим).

Прибор Вернова был установлен на «Спутнике-2» с наклоном орбиты к земному экватору около 65° , тогда как американские Explorer-1, -3 имели около 33° . Информация с советского аппарата передавалась каждый день с трех витков, проходящих над территорией СССР. «Спутник-2» совершал каждый день 14 оборотов вокруг Земли, период обращения составлял 103 мин, на каждом витке аппарат смещался по долготе на 26° , так что витки покрывали всю поверхность Земли.

Важный этап в понимании нового явления приходится на май 1958 г., когда был запущен наш «Спутник-3». На нем установили более информативный по сравнению с предыду-

щим прибор для изучения радиации в космосе. Необходимость такой модификации осознал А. Е. Чудаков. Он усомнился, что зарегистрированное на «Спутнике-2» возрастание обусловлено протонами. Счетчик там находился под алюминиевым кожухом и оболочкой аппарата общей толщиной $\approx 2\text{—}3 \text{ г/см}^2$, и до него, по идее, могли добраться лишь протоны с энергией $> 30\text{—}50 \text{ МэВ}$.

Американец Ван-Аллен описал только внутренний пояс, о котором, другими словами, еще раньше в 30-е годы писал советский ученый Н. Д. Булатов, а открывателями внешнего радиационного пояса являются советские ученые Вернов и Чудаков.

Теперь вернемся к нашему времени. Автор, Александр Матанцев в своих книгах [1, 2] предметно показал о фейках американского центра по космонавтике НАСА, касающихся полетов на Луну.

В этих книгах автора [1,2] сформулированы итоги. По всем показателям: отсутствию проработанного мощного двигателя, по высказыванию именитых ученых и космонавтов, по признакам съемок в павильонах, по отсутствию звезд и наличию только серого фона на Луне, по кувырканию в невесомости, которой не было постоянно; по неправильным прыжкам и походке на поверхности Луны, где вес уменьшается в 6 раз, по отсутствию надлежащего скафандра, по отсутствию надлежащей защиты корпуса КА от излучений; по отсутствию учета влияния солнечных вспышек в зо-

не, где нет магнитного поля и нет защиты от ионизирующего излучения, по фэйкам лунного грунта, по отсутствию расчетов воздействия смертельных излучений от солнечных вспышек в зоне отсутствия защитного магнитного поля, по отсутствию в американских лунных образцах неокисляемого железа, по исследованиям советскими «Зондами» солнечных вспышек, по исследованиям и расчетам, сделанными автором, Александром Матанцевым, с учетом влияния смертельных доз от солнечных вспышек классов М и С, которых много

– по всему этому однозначно следует, **что американцы никогда не высаживались и не ходили на поверхности Луны!! Единственно, что можно допустить, это облет Земли по постоянной орбите.**

Теперь послушайте, что было на самом деле, какую информацию дают наши официальные структуры в последние годы, после рассекречивания информации о космонавтике»: «В связи с большим количеством вспышек на Солнце в СССР облёт Луны с людьми в корабле 7К-Л1 с 08.12.1968 и последующие отменены». Запускать корабль 7К-Л1 на ракете Протон к Луне продолжили в беспилотном режиме с биообъектами на борту. Эта информация опубликована в работе [128] 1 марта 2019 года. Советские КА «Зонд 7» и «Зонд 8» успешно облетели вокруг Луны с биологическими объектами, **полётов с людьми не было, так как они могли просто погибнуть из-за вспышек**

на Солнце. Нужен был корабль с усиленной защитой от радиации, который не смог бы отправить «Протон». Для выявления воздействия солнечных вспышек, в советском автоматическом КА был размещен фантом человека. **Наш фантом облетел Луну на аппарате «Зонд-7»**, в результате были получены данные о распределении доз в теле космонавта и их физические характеристики при полете на трассе Земля – Луна – Земля. Специалисты пришли к выводу: **«При отсутствии солнечных вспышек радиация на трассе не страшна».**

Российские ученые реально подошли к вопросам изучения радиационных зон, которые теперь называют, зонами Ван Аллена.

Автор хотел бы отметить **работы пяти ведущих институтов по вопросам изучения зон Ван Аллена и зон вокруг Луны.** Причем эти работы во многом являются ведущим и первыми в мире. **Приоритет, по-прежнему принадлежит России в этих вопросах.**

Итак, назовем пять ведущих институтов, работы которых будут использованы в дальнейших главах.

1. ИКИ РАН

В дальнейших главах будут использованы труды Иннокентия Петровича Безродных из ИКИ РАН под названием:

- «Факторы космического пространства, влияющие на исследования и освоение Луны» [71];
- «Космическая радиация – основная угроза при косми-

ческих полетах» [72].

Кроме того, будут использованы труды члена-корреспондента РАН, директора Института космических исследований (ИКИ) Анатолия Алексеевича Петруковича. В ходе экспериментальных исследований он получил ряд важных результатов:

- определена динамика структуры бесстолкновительной плазмы;
- разработана модель зондовых измерений переменных электрических токов в околоземной плазме;
- открыт и изучен ряд новых **глобальных эффектов и структур в магнитосфере Земли**;
- разработан ряд оригинальных методов прогноза геомагнитной активности.

Особый интерес представляет труд под редакцией А. А. Петруковича «Солнечно-земные связи и космическая погода» [74]. Авторами являются: А. А. Петрукович, А. В. Белов, Т. К. Бреус, М. Г. Дёминов, А. В. Дмитриев, А. Н. Зайцев, А. А. Криволицкий, В. Н. Обридо, В. М. Петров, С. А. Пулинец, О. М. Распопов, А. Б. Струминский, Ю. А. Наговицын, Л. Д. Трищенко, О. А. Трошичев.

2.Корпорация ВНИИЭМ

В дальнейших главах будут использованы труды авторов: И. П. Безродных, А. П. Тютнева, В. Т. Семенова «Радиационные эффекты в космосе. Часть 1. Радиация в околоземном космическом пространстве» [73].

3. НИИЯФ имени Д. В. Скобельцына, МГУ

Заслуживает внимания работа И. В. Гецелева, М. В. Подзолко (НИИЯФ МГУ), И. П. Безродных, В. Т. Семенов, В. М. Фадеев, В. П. Ходненко (ФГУП «НПП ВНИИЭМ») «Влияние ионизирующих излучений в околоземном пространстве на КА „Метеор-М“ №1» [76].

4. СО РАН

Интересна работа авторов А. В. Боровика, А. А. Жданова (Институт солнечно-земной физики СО РАН). «Статистические исследования солнечных вспышек малой мощности». «Солнечно-земная физика». 2017. Т. 3, №1 [75].

5. ИЯИ РАН, Москва

Заслуживает внимания работа Н. В. Кузнецов, Р. А. Нымик, М. И. Панасюк (НИИЯФ имени Д. В. Скобельцына, МГУ), А. Н. Денисов, Н. М. Соболевский (ИЯИ РАН, Москва). Оценка радиационного риска для космонавтов на Луне. Космические исследования, 2012, том 50, №3, с. 224—228 [79].

Часть 6. Сравнение доз облучения в зонах Ван Аллена, полученных отечественными учеными из ИКИ и ВНИИЭМ и американскими из НАСА

Автор, Александр Матанцев, провел сравнение данных по дозам облучения в радиационных зонах Ван Аллена по российским лучшим данным из ИКИ и ВНИИЭМ и американским из НАСА.

НАСА по завершении программы «Аполлон» опубликовало данные о поглощённых дозах радиации, полученных астронавтами в ходе полётов ПКА «Аполлон» [22]:

Аполлон-11 – 0,18 рад;

Аполлон-12 – 0,58 рад;

Аполлон-13 – 0,24 рад;

Аполлон-14 – 1,14 рад;

Аполлон-15 – 0,3 рад;

Аполлон-16 – 0,51 рад;

Аполлон-17 – 0,55 рад.

Мнение автора. Эти данные занижены в сотни раз!
Не учтены зоны радиации Ван Аллена, не учтены зоны пролета к Луне, где нет защиты магнитным полем, не учтены

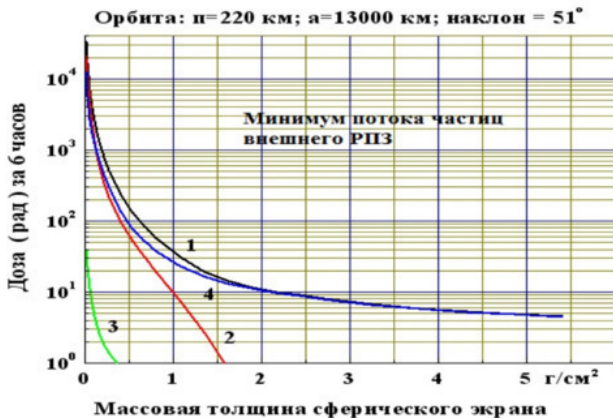
циклы солнечной активности, и с известными данными по солнечным вспышкам!

Среднее значение поглощённых доз радиации, полученных астронавтами в ходе миссий «Аполлон» согласно официальной версии НАСА – 0,5 рад. По современным данным на борту МКС космонавты получают поглощённую дозу, равную 0,06 рад/сутки. При этом стенка МКС значительно толще, нежели ПКА «Аполлон». Согласно официальной версии ПКА «Аполлон» имел алюминиевую стенку толщиной 2,83 см (возьмём максимум несмотря на то, что правильное значение, согласно техническим отчётам по миссиям «Аполлон» из архивов NTRS – 1,6 мм). Однако мы даже примем, будто влияние этих стенок одинаковое. Итак, 0,5 рад – это поглощённая доза радиации, которую космонавт получает на МКС за 8 дней орбитального полёта! Таким образом, НАСА уверяет, что астронавты в ходе полётов ПКА «Аполлон» на Луну и обратно получили такую же дозу радиации, которую получают за такой же период орбитального полёта в мягких условиях околоземного пространства космонавты на МКС!! Это нонсенс, или просто фэйк!

Мы не станем слепо доверять НАСА. Теперь обратимся к реальным, проверенным данным из российских институтов ИКИ и ВНИИЭМ.

Случай 1. Автор, Александр Матанцев, делает расчеты по дозам облучения на основании графиков, полученных учеными ИКИ для зон Ван Аллена

Примечание. Обозначение. РПЗ – радиационный поток зоны Ван Аллена.



Поглощенная доза радиации при выводе КА за пределы магнитосферы Земли, в период низких потоков релятивистских электронов с $E > 2$ МэВ внешнего РПЗ: 1 – суммарная доза радиации от всех частиц РПЗ; 2 – от электронов (в основном) внешнего РПЗ; 3 – от тормозного излучения электронов; 4 – от протонов внутреннего РПЗ.

Рис. 26. Дозы облучения в поясах Ван Аллена. И. П. Безродных, ИКИ РАН [71, 56].

На рис. 26 показаны дозы облучения в зонах Ван Аллена.

Прежде всего, обращаем внимание на то, что суммарная радиация в зонах Ван Аллена, обозначенная цифрой 1 на рис. 26, складывается из нескольких составляющих:

- от электронов внешней зоны Ван Аллена, обозначенная цифрой 2,
- от протонов внутренней зоны Ван Аллена, обозначенная цифрой 4.

Кроме того, важно соотношение дозы, полученной от воздействия электронов и протонов, обозначенные цифрами 2 и 4, это соотношение, назовем через K примерно, равно отношению дозы облучения внешнего пояса H_2 и внутреннего пояса H_4 . $K = H_2/H_4$

Это соотношение равно:

- для нулевой защиты $K = 1$;
- для защиты в $0,1 \text{ г/см}^2$, как в американских скафандрах, $K = 1$;
- для защиты в $0,34 \text{ г/см}^2$, как в отечественном скафандре «Кречет» с алюминиевой защитой, соотношение равно, примерно, $K = 0,8$;

– для защиты в 1 г/см^2 , $K = 0,4$;

– для защиты корпусом КА толщиной $1,5 \text{ г/см}^2$, $K = 0,1$.

Таким образом, чем толще защита, тем меньше проходит электронов от внешнего пояса Ван Аллена.

Случай 1—2, по рис. 26. Суммарная доза излучения за 6 часов в зонах Ван Аллена. При защите в скафандре $0,1 \text{ г/см}^2 - 2 \times 10^4 \text{ Рад} = 20000 \text{ Р}$ (рентген) – смертельная доза, если же выходить в космос **на 1 час – то доза 3333 Р – также смертельная доза.**

Случай 1—3. Доза излучения за 6 часов в зонах Ван Аллена. При защите в скафандре типа «Кречет» $0,34 \text{ г/см}^2 - 300 \text{ Рад} = 300 \text{ Р}$ (рентген) за 6 часов, это смертельная доза, если же выходить в космос на 1 час – то доза 50 Р, а на полчаса – доза 25Р, не смертельна, но опасна.

Случай 1—4. Доза излучения за 6 часов в зоне Ван Аллена. При защите в 5 г/см^2 внутри космического аппарата с защитой – $5 \text{ Рад} = 5 \text{ Р}$ (рентген) – не опасная доза.

НАСА, а также верующие в полёты астронавтов на Луну уверяют, что радиация в поясах Ван Аллена и в космическом пространстве за пределами магнитосферы Земли **вообще отсутствует** как таковая!! Как видим из результатов, это совершенно ни так!

Случай 2. Рассматриваются труды ИКИ и ВНИИЭМ по дозе облучения на разных орбитах с радиусами 510 и 828 км [77]

Это означает, что орбиты захватывают начальную область внутреннего пояса Ван Аллена, но не дотягивают до внешнего пояса. Авторы работы [77]: Безродных (ИКИ РАН), С. Г. Казанцев, В. Т. Семенов (ФГУП «НПП ВНИИЭМ»). «Радиационные условия на солнечно-синхронных орбитах в период максимума солнечной активности».

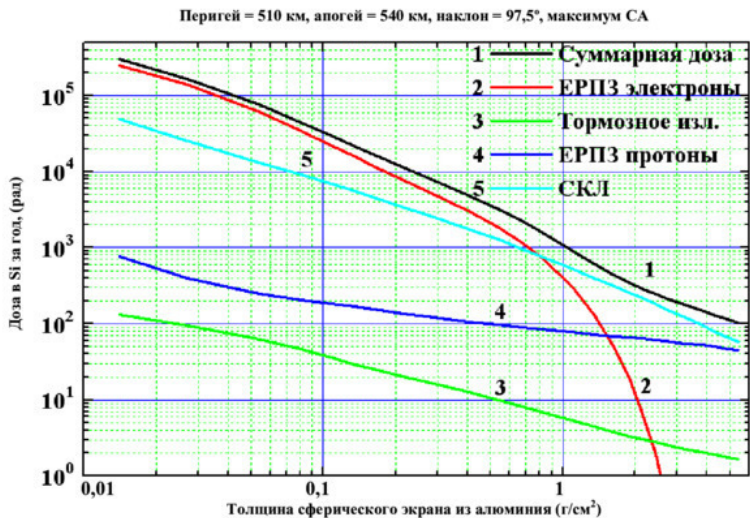


Рис. 27

Рис. 27. Поглощенная доза радиации на круговой орбите космического аппарата (КА) с перигеем в 510 км для КА «Канопус-В» [77]

Эти результаты, показанные на рис. 27, получены на спутниках Канопус. Канопус-В – серия российских спутников дистанционного зондирования Земли. Эта серия изготовлена в АО «Корпорация ВНИИЭМ», совместно с британской компанией «Surrey Satellite Technology Limited». Спутники работают в интересах Роскосмоса, МЧС, Минприроды, Росгидромета, РАН; служат для карто-

графирования, мониторинга ЧС, в том числе пожаров, оперативного наблюдения заданных районов.

Первый спутник серии запущен 22 июля 2012 года с космодрома Байконур.

Очень низкие поглощенные дозы радиации на солнечно-синхронных орбитах объясняются тем, что орбиты, в основном, проходят через начальную часть внутренней зоны Ван Аллена, и хорошо защищены от СКЛ магнитным полем Земли. На солнечно-синхронных орбитах можно полностью пренебречь тормозным излучением релятивистских электронов.

Для космических аппаратов (КА), находящихся на таких орбитах, важную роль играют не только потоки ионизирующих излучений в зонах Ван Аллена (ЕРПЗ) и потоки солнечных космических лучей (СКЛ), но и потоки частиц, высыпавшиеся из ЕРПЗ. Интенсивность высыпания частиц из ЕРПЗ увеличивается с возрастанием геомагнитного возмущения. Геомагнитные возмущения связаны с изменением состояния межпланетной среды, в частности, с увеличением скорости солнечного ветра. В период геомагнитных бурь (мощных геомагнитных возмущений) наиболее интенсивные высыпания частиц из ЕРПЗ наблюдаются в районах северного и южного аврорального овала.

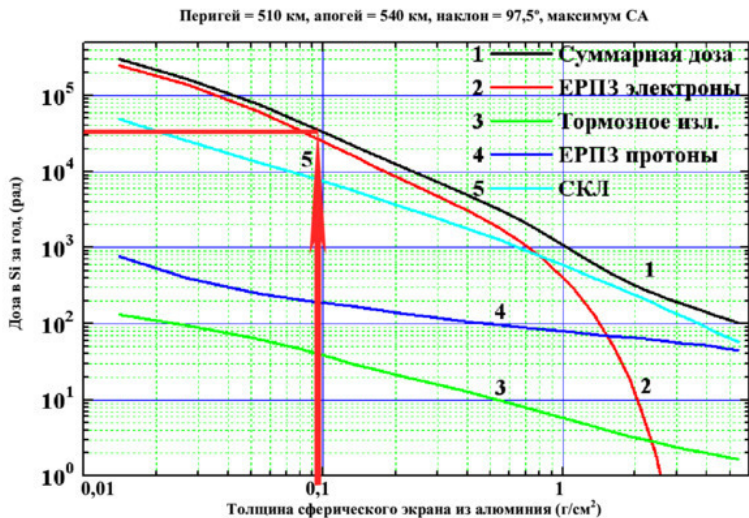


Рис. 28

Рис. 28. Поглощенная доза радиации на круговой орбите КА с перигеем в 510 км для КА «Канопус-В». Автор, Александр Матанцев, отметил значение дозы для толщины экрана в $0,1 \text{ г/см}^2$ [77]

На рис. 27 и рис. 28 показаны результаты оценки ожидаемых в 2012 году поглощенных доз радиации на круговой орбите с высотой 510 км и наклоном 98° . Ожидаемая мощность поглощенной дозы радиации внутри сферы толщиной в 1 г/см^2 алюминия будет около 1000 рад в год. Основной

вклад в суммарную поглощенную дозу радиации будут вносить (в высоких широтах) частицы СКЛ и релятивистские электроны внешнего ЕРПЗ, а поглощенной дозой радиации от тормозного излучения электронов и от потока протонов ЕРПЗ можно пренебречь.

Теперь рассмотрим дозы облучения для космического аппарата (КА) Конопус-СТ, который летает по орбите **высотой большей – 828,8 км** – рис. 29 и рис. 30.

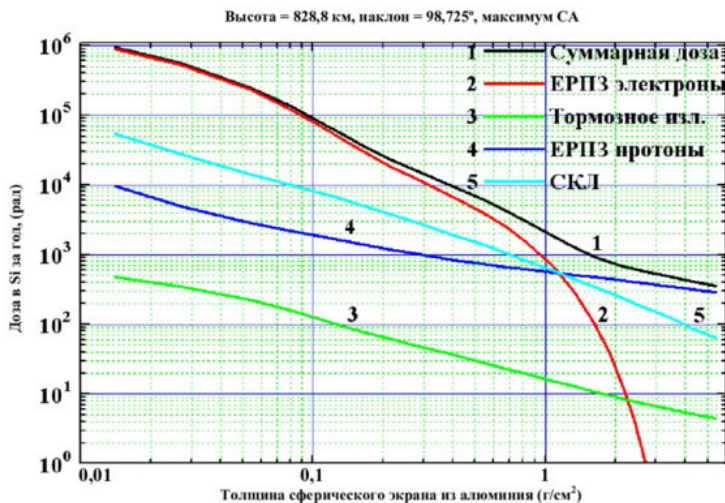


Рис. 29

Рис. 29. Поглощенная доза радиации на круговой орбите

космического аппарата (КА) с перигеем в 828,8 км для КА «Канопус-СТ» [77]

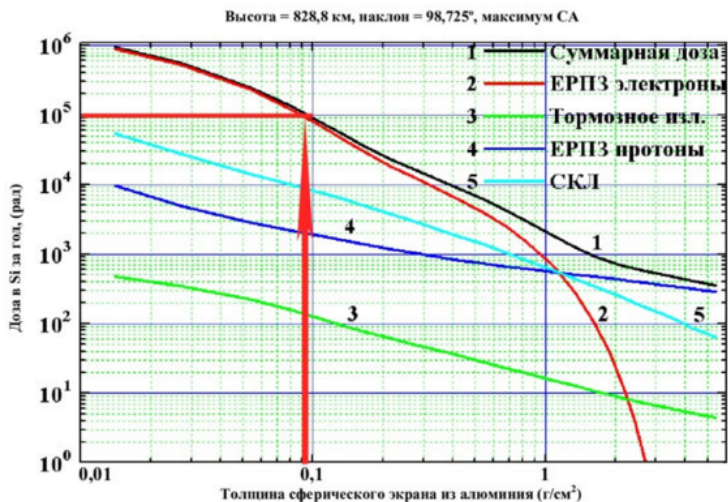


Рис. 30

Рис. 30. Поглощенная доза радиации на круговой орбите КА с перигеем в 828,8 км для КА «Канопус-СТ». Автор, Александр Матанцев, отметил значение дозы для толщины экрана в $0,1 \text{ г/см}^2$

На рис. 29 и рис. 30 показаны результаты оценки ожидаемых в 2012 году поглощенных доз радиации на орбите КА «Канопус-СТ». Ожидаемая мощность поглощенной до-

зы радиации внутри сферы толщиной в 1 г/см^2 алюминия будет около 2 тыс. рад в год. Основной вклад в суммарную поглощенную дозу радиации будут вносить (в высоких широтах) частицы СКЛ, релятивистские электроны внешнего ЕРПЗ и протоны внутреннего ЕРПЗ. На данной орбите поглощенной дозой радиации от тормозного излучения релятивистских электронов можно пренебречь.

Получен следующий результат. На орбите высотой 510 км, немного большей, чем орбита МКС, доза за год при толщине алюминиевого экрана $0,1 \text{ г/см}^2$ составляет 3×10^4 рад, а для орбиты в 828,8 км, заходящей в пояс Ван Аллена, доза увеличивается до 10^5 рад, или почти в 3 раза. Этот факт хорошо характеризует высокую активность внутренней зоны Ван Аллена.

Случай 3. Космический аппарат (КА) на орбите ГЛОНАСС с большой высотой орбиты до 19000 км.

Спутники ГЛОНАСС находятся на средневисотной круговой орбите на высоте 19400 км с наклонением $64,8^\circ$ и периодом 11 часов 15 минут. Такая орбита оптимальна для использования в высоких широтах (северных и южных полярных регионах), где сигнал GPS ловится плохо.

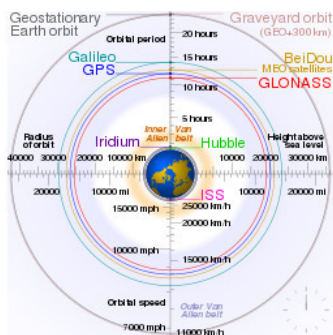


Рис. 31

Рис. 31. Орбита ГЛОНАСС и другие [117]

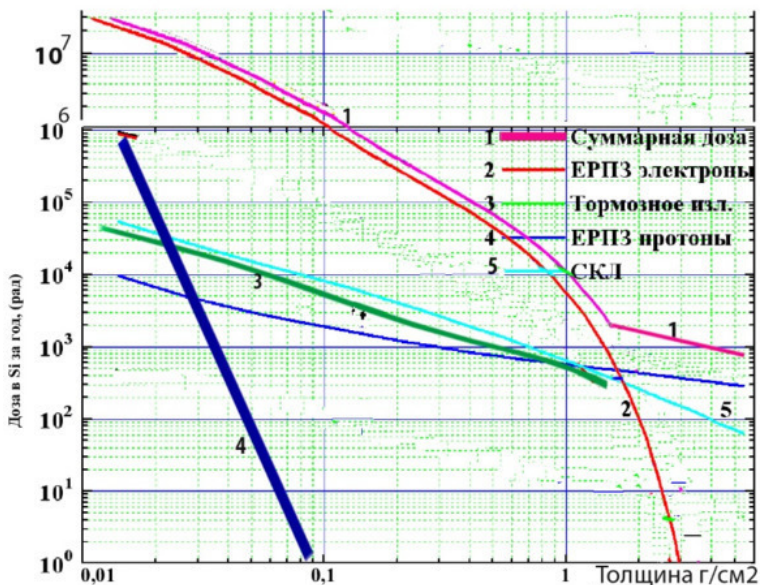


Рис. 32

Рис. 32. Дозы облучения в КА ГЛОНАСС с перигеем около 19000 км [78]

Результаты оценки ожидаемых в 2012 году поглощенных доз радиации на орбите КА ГЛОНАСС приведены на рис. 32. Ожидаемая мощность поглощенной дозы радиации внутри сферы толщиной в 1 г/см^2 алюминия будет около 130 тыс. рад в год. Заметим, что величина ожидаемой поглощенной

дозы радиации на орбите КА «Канопус-СТ» в этот же период не более 2 тыс. рад в год.

На орбите КА ГЛОНАСС основной вклад в суммарную поглощенную дозу радиации дают релятивистские электроны внешнего ЕРПЗ. При данной толщине радиационной защиты всеми другими источниками радиации можно пренебречь. В отличие от протонов релятивистские электроны при взаимодействии с веществом эффективно генерируют тормозное электромагнитное излучение. При толщине радиационной защиты более 4 г/см^2 алюминия на орбите КА ГЛОНАСС основной вклад в суммарную поглощенную дозу радиации даст тормозное излучение релятивистских электронов внешнего ЕРПЗ.

Расчеты по рис. 32 делает автор, Александр Матанцев.

Спутник ГЛОНАСС летает на такой огромной орбите на высоте 19400 км, что охватывает обе радиационные зоны Ван Аллена. Поэтому следует вспомнить состав поясов.

Внутренний пояс Ван Аллена (внутренний ЕРПЗ), который находится на высоте 3000—12000 км и состоит, в основном, **из протонов** с энергией 10—500 МэВ, а также небольшого количества нейтронов [22, 49].

Внешний пояс Ван Аллена (внешний естественный радиационный пояс Земли, сокращённо – ЕРПЗ), который находится на высоте 17000—57000 км и состоит, в основном,

из электронов с энергией от 100 кэВ до 10 ГэВ, а также небольшое количество протонов и нейтронов с энергией от 1 до 100 МэВ и античастиц [22, 49];

Случай 3—1. На рис. 32 показаны дозы облучения в зонах Ван Аллена.

Прежде всего, обращаем внимание на то, что суммарная радиация в зонах Ван Аллена, обозначенная цифрой 1 на рис. 32, складывается из нескольких составляющих:

- от электронов внешней зоны Ван Аллена, обозначенная цифрой 2,

- от протонов внутренней зоны Ван Аллена, обозначенная цифрой 4.

Кроме того, важно соотношение дозы, полученной от воздействия электронов и протонов, обозначенные цифрами 2 и 4, это соотношение, назовем через K примерно, равно отношению дозы облучения внешнего пояса H_2 и внутреннего пояса H_4 . $K = H_2/H_4$

Это соотношение равно:

- для защиты в $0,1 \text{ г/см}^2$, как в американских скафандрах, $K = 10^{-6}$; как видно, имеется огромная разница по сравнению с предыдущим случаем для КА Канопус-СТ, который летал по орбите внутри внутренней зоны Ван Аллена и влияние внешней зоны было минимально, здесь же, наоборот, **влияние внешней зоны с её электронами огромно;**

- для защиты в $0,324 \text{ г/см}^2$, как в отечественном ска-

фандре «Кречет» с алюминиевой защитой, соотношение еще меньше, чем 10^{-6} ; опять же огромно влияние электронов от внешней зоны.

Случай 3—2, по графику на рис. 32, с минимальной защитой $0,1\text{г/см}^2$, как в первых американских скафандрах. Суммарная доза составляет 1200000 рад за год, или 1200000 Р (рентген) за год, или 100000 Р за месяц, или 3333Р за сутки, что мгновенно смертельно!

Случай 3—3 – с улучшенной защитой американского скафандра в $0,2\text{г/см}^2$, как в первых американских скафандрах. Суммарная доза составляет 4×10^5 рад за год или 400000 Р (рентген) за год, или 33333 Р за месяц, или 1111Р за сутки, что смертельно!

Случай 3—4 – с улучшенной защитой советского скафандра «Кречет» в $0,324\text{г/см}^2$. Суммарная доза составляет $1,2 \times 10^5$ рад за год или 120000 Р (рентген) за год, или 10000 Р за месяц, или 333Р за сутки, что также смертельно! Можно подсчитать допустимое время работы в скафандре «Кречет» в зонах Ван Алена. Если задаться допустимой одноразовой дозой в 25 Р, то время возможной работы составит **1,8 часа.**

Случай 3—5 – внутри КА с минимальной толщиной стенок в 1 г/см^2 . Это, примерно, $0,5$ см толщины защиты. Суммарная доза составляет 10^4 рад за год или 10000 Р (рентген)

за год, или 833 Р за месяц, или 28Р за сутки, что допустимо за сутки, но недопустимо при полете более недели.

Случай 3—6— внутри КА с толщиной стенок в 2 г/см^2 . Это, примерно, 1 см толщины защиты. Суммарная доза составляет 2×10^3 рад за год или 2000 Р (рентген) за год, или 167 Р за месяц, или 5,6Р за сутки и до трех недель полета.

Случай 3—7 – внутри КА с убежищем с толщиной стенок в 5 г/см^2 . Это, примерно, 2,5 см толщины защиты. Суммарная доза составляет 900 рад за год или 900 Р (рентген) за год, или 75 Р за месяц, или 2,5 Р за сутки и возможно до 100 дней полета.

Случай 4. Дозы, которые могут получить астронавты при пролете зон Ван Аллена

Астронавты при полетах на Луну и Марс дважды пролетают зоны Ван Аллена – при полете туда и обратно.

В главе «Часть 2. Расчеты делает автор, Александр Матанцев. Время пролета зон Ван Аллена» было указано, что среднее время пролета внутренней зоны Ван Аллена при второй космической скорости КА в 11,2 км, составляет, в среднем 803 сек, а время пролета внешней зоны Ван Аллена, в среднем – за 3571 секунду.

Графики на рис. 32 по дозам облучения при полете на спутнике ГЛОНАСС на высоте около 19 тысяч километров как нельзя лучше подходят для подсчета дозы облучения, получаемой астронавтами. Во-первых, эти графики учитывают как внутреннюю, так и внешнюю зоны Ван Аллена. Во-вторых, они получены при реальной активности Солнца. Из этого графика видно, что электроны внешней зоны оказывают в несколько сотен и тысяч раз большее воздействие, чем протоны внутренней зоны.

Поэтому, учитываем воздействие внешней зоны и в графиках на рис. 32 можно использовать суммарную дозу, близкую к получаемой дозе от электронов внешней зоны. Время

берем удвоенное, т.е. с учетом пролета туда и обратно, оно равно, **примерно, 2 часам.**

Тогда доза облучения астронавта за 2 часа составит:

– для минимальной защиты $0,1\text{г/см}^2$, как в первых американских скафандрах; суммарная доза составляет 1200000 рад за год, или 1200000 Р (рентген) за год, или 100000 Р за месяц, или 3333Р за сутки, или 278 Р за 2 часа; из таблиц на рис. 21 и рис. 22 видим, что при этом возможна острая лучевая болезнь и смертность составляет 50%;

– для улучшенной защитой американского скафандра в $0,2\text{г/см}^2$ суммарная доза составляет 4×10^5 рад за год или 400000 Р (рентген) за год, или 33333 Р за месяц, или 1111Р за сутки, и 93 Р за 2 часа; из таблиц находим, что при такой дозе происходит начало развития лучевой болезни;

– для улучшенной защитой советского скафандра «Кре-чет» в $0,324\text{г/см}^2$, суммарная доза составляет $1,2 \times 10^5$ рад за год или 120000 Р (рентген) за год, или 10000 Р за месяц, или 333Р за сутки, и 28 Р за 2 часа, при этом возможно незначительное изменение состава крови;

– внутри КА с минимальной толщиной стенок в 1 г/см^2 , это, примерно, 0,5 см толщины защиты; суммарная доза составляет 10^4 рад за год или 10000 Р (рентген) за год, или 833 Р за месяц, или 28Р за сутки, и 2,3 Р за 2 часа, что впол-

не допустимо;

– внутри КА с толщиной стенок в 2 г/см^2 , это, примерно, 1 см толщины защиты; суммарная доза составляет 2×10^3 рад за год или 2000 Р (рентген) за год, или 167 Р за месяц, или 5,6Р за сутки и 0,47 Р за 2 часа, что вполне допустимо.

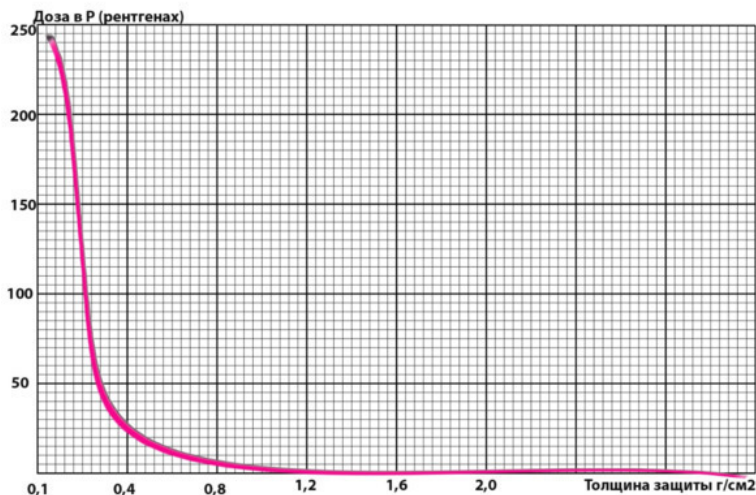


Рис. 33

Рис. 33. Составил автор, Александр Матанцев. Зависимость дозы облучения астронавта при прохождении зон Ван Аллена от толщины защиты

Автор, Александр Матанцев, по результатам исследований построил график зависимости толщины защиты в полете через зоны Ван Аллена – рис. 33. Из этого графика видно, что для допустимой дозы менее 25 Р, толщина защиты должна быть больше 0,4 г/см², или, примерно, 0,2 см защиты.

В случае отклонения траектории вхождения в зоны Ван Аллена от перпендикулярного направления на угол 10 градусов во все значения, вводится коэффициент 0,9 – 0,9.

В случае отклонения траектории вхождения в зоны Ван Аллена от перпендикулярного направления на угол 20 градусов во все значения, вводится коэффициент 0,85 – 0,8.

В случае отклонения траектории вхождения в зоны Ван Аллена от перпендикулярного направления на угол 30 градусов во все значения, вводится коэффициент 0,6 – 0,7.

Следует при этом иметь в виду, что увеличение угла приводит к росту потребления топлива.

Случай 5. Американские данные НАСА

Литература НАСА [58]. Для сравнения, флюенс протонов в РПЗ на порядок выше, чем в мощном протонно-солнечном событии от 4—11 августа 1972 года. Потоки протонов и электронов в РПЗ отличаются от солнечного ветра тем, что каждый протон (электрон) вращается вдоль силовой линии магнитного поля Земли, при энергии 10 МэВ – с радиусом ~100 (10) км и периодом ~10—3 (10—6) с, доходит до зеркала магнитного поля, отражается и движется в противоположном направлении, периоды колебаний между парой зеркальных точек РПЗ составляют десятую долю секунды (секунду). Радиационный пояс Земли – это множество протонных и электронных смерчей с противоположными направлениями, которые дрейфуют, сталкиваются, взаимодействуют с внешними корональными дырами и плотностью протонов в миллион раз больше, чем в солнечном ветре.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.