

Van Allen Radiation Belt

Радиационный пояс Ван Аллена

Timecodes(in seconds)

00:00:00,000 --> 00:00:15,800

A Van Allen radiation belt is a zone of energetic charged particles, most of which originate from the solar wind that is captured by and held around a planet by that planet's magnetic field.

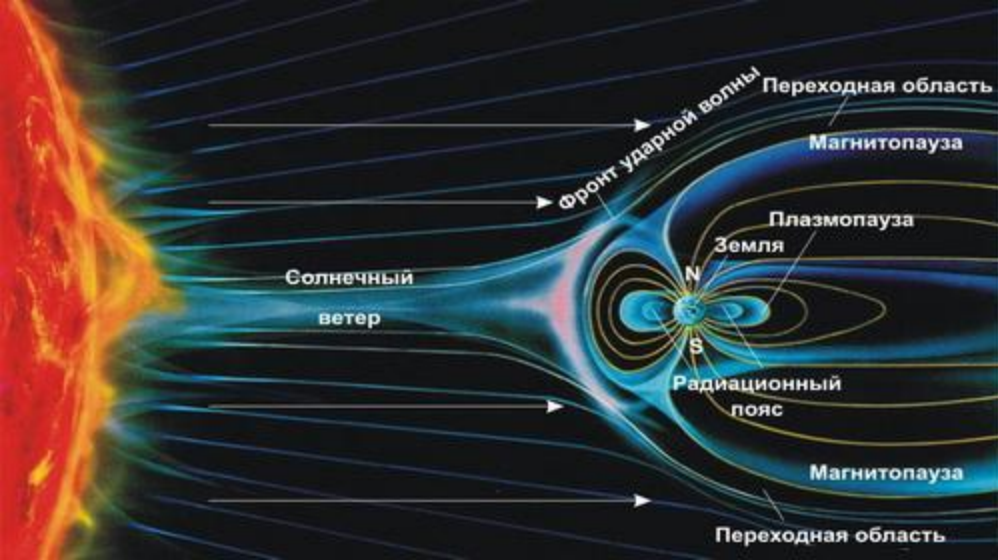
The Earth has two such belts and sometimes others may be temporarily created.

00:00:16,600 --> 00:00:26,800

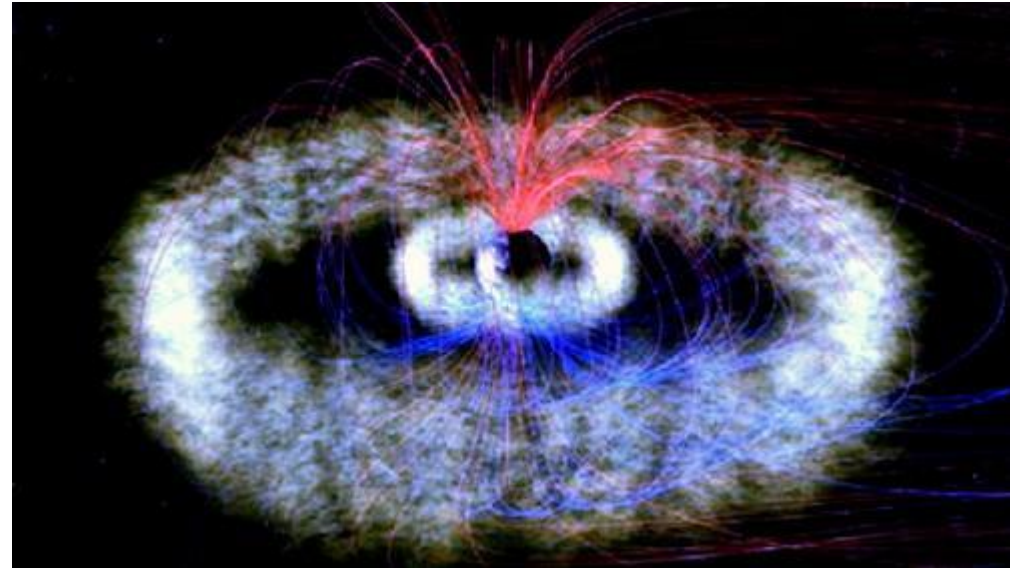
The belts of trapped radiation above the Earth's atmosphere, but within the magnetosphere, were first detected by James Van Allen in 1958. Therefore these belts are also known as Van Allen Belts.

00:00:27,900 -->00:00:41,999

The Van Allen radiation belts are a torus (doughnut shape) of energetic charged particles circling Earth around its magnetic equator and held in place by Earth's magnetic field. The main belts extend from an altitude of about 1,000 to 60,000 kilometers above the surface in which region radiation levels vary.



В магнитосфере Земли располагаются два радиационных пояса, которые содержат заряженные частицы солнечного ветра, захваченные магнитным полем Земли. Называются они радиационными поясами Ван-Аллена (Van Allen Belt).



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

Внутренний пояс находится на высоте от 3 до 12 тыс.км над поверхностью Земли, а внешний - на высоте от 18 до 57 тысяч км. Внутренний состоит главным образом из протонов, а внешний - из электронов.

Хотя разделение на внутренний и внешний пояса достаточно условно, поскольку все околоземное пространство заполнено заряженными частицами, которые движутся в магнитном поле Земли.

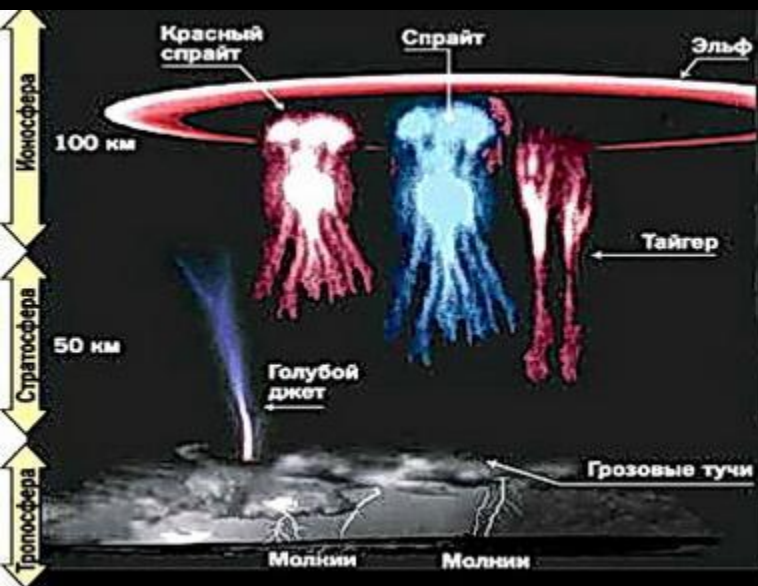
Наличие радиационных поясов и их характеристики учитываются при проектировании спутников, поскольку длительное пребывание электронной техники в таких условиях чревато поломками.

Опасны радиационные пояса и для экипажей космических кораблей (правда, до сих пор сквозь радиационные пояса Земли проходили только американские корабли "Аполлон", направлявшиеся к Луне). Между радиационными поясами находится так называемая безопасная зона.

Вот уже почти 40 лет среди ученых ведутся дебаты на тему того, как именно сформировалась эта безопасная зона и как происходит процесс ее "очистки" от заряженных частиц. Ранее считалось, что энергия солнечной радиации рассеивается радиоволнами идущими непосредственно от области электромагнитного всплеска, возникающего вследствие солнечной бури.

Недавние исследования, в финансировании которых принимало участие космическое агентство NASA, дали довольно неожиданные результаты. Как оказалось, **за "расчистку" безопасной зоны высотой в несколько тысяч километров отвечают обычные молнии в атмосфере**, которые во время гроз сверкают на высоте всего лишь 3-5 километров над поверхностью Земли. А в верхних слоях их называют голубой джет, тайгерт, спрайт и эльфы.





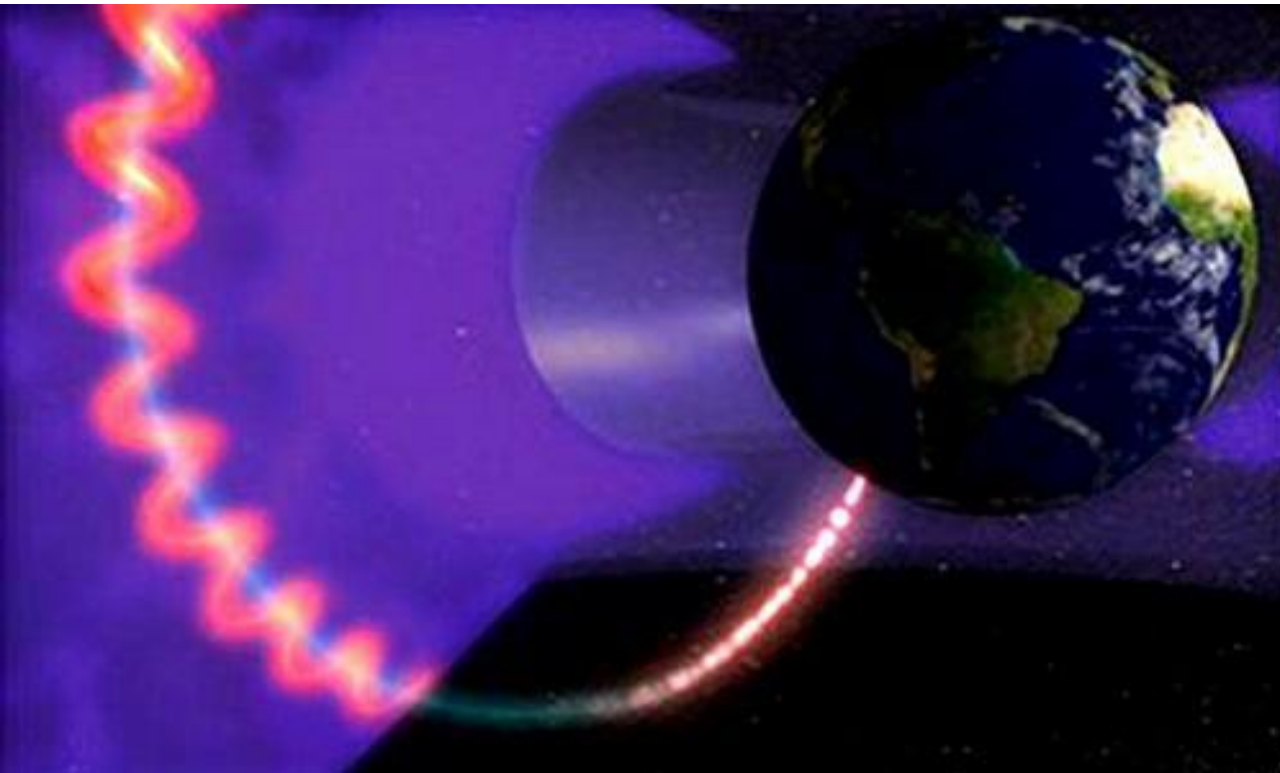
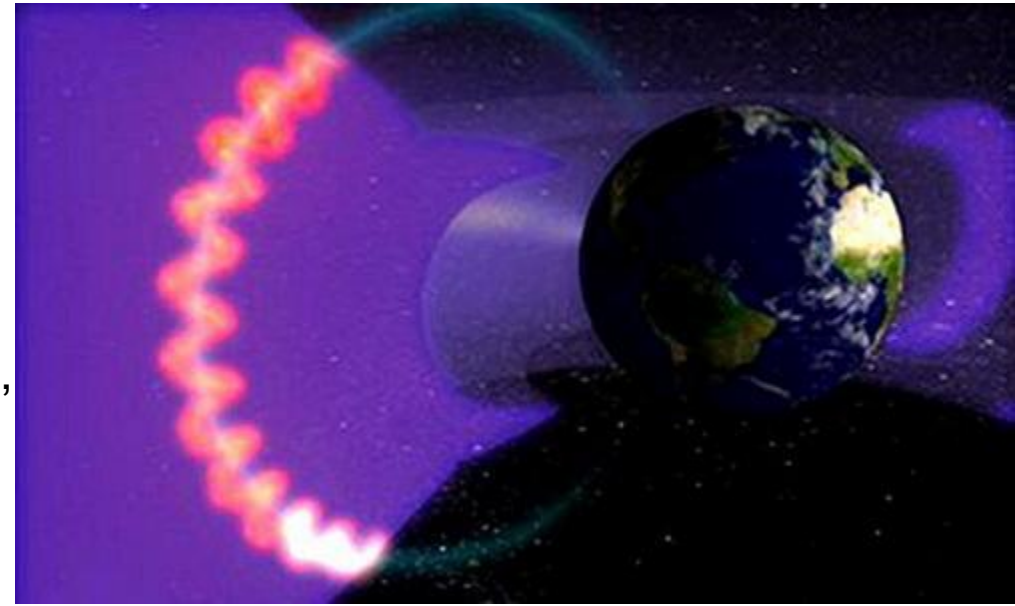
University of Alaska Fairbanks

Молния - это не только яркая вспышка света. Во время молнии генерируются также и радиоволны. Траектория распространения этих радиоволн искривляется под действием электрически заряженного газа, захваченного магнитным полем Земли, в результате чего радиоволны направляются в окружающее нашу планету космическое пространство. Во внутреннем радиационном поясе они взаимодействуют с заряженными частицами, отнимают у них часть их энергии и изменяют направление их движения.

В результате этого взаимодействия зеркальная точка, от которой "отражаются" заряженные частицы при их движении в магнитном поле Земли от северного полюса к южному и обратно, спускается вниз и оказывается в атмосфере Земли.

А в атмосфере заряженные частицы из радиационных поясов сталкиваются с атмосферными частицами и теряют свою энергию.

Так по мнению ученых и происходит "очистка" радиационного пояса, пусть и кратковременная, но постоянная (так как молнии сверкают каждый день).



Для подтверждения данной теории, ученые использовали глобальную карту активности молний, сделанную с помощью научного спутника Micro Lab 1.

Использовались данные с радио-камеры Radio Plasma Imager, установленной на спутнике IMAGE (Imager for Magnetopause Aurora Global Exploration), а также архивные данные с космического аппарата Dynamics Explorer.

В результате обработки этих данных не было обнаружено корреляции радио-магнитных возмущений в моменты наиболее высокой солнечной активности. Оказалось, что заряженные частицы распределяются и накапливаются в магнитосфере Земли.

В течение нескольких дней после магнитной бури, этот избыток частиц постепенно нейтрализуется мощными разрядами молний.

В 1994 году ЮЕО сообщила об открытии двух новых неожиданных популяций космических частиц, непредвиденных для радиационных поясов Ван-Аллена, окружающих Землю:

1. В периоды внезапных солнечных магнитных бурь, известных как Инъекции Корональной Массы или ИКМ, во внутреннюю магнитосферу Земли впрыскивается плотный пучок электронов с энергией больше **50 МэВ**.
2. В радиационных поясах Ван Аллена, окружающих Землю, возникает новый пояс. Он содержит ионы, характерные для состава звезд.

Inner belt

- The inner Van Allen Belt extends typically from an altitude of 0.2 to 2 Earth radii (L values of 1 to 3) or 1,000 km (620 mi) to 6,000 km (3,700 mi) above the Earth. In certain cases when solar activity is stronger or in geographical areas such as the [South Atlantic Anomaly](#), the inner boundary may decline to roughly 200 kilometers^[10] above the Earth's surface. The inner belt contains high concentrations of electrons in the range of hundreds of keV and energetic protons with energies exceeding 100 MeV, trapped by the strong (relative to the outer belts) magnetic fields in the region.
- It is believed that proton energies exceeding 50 MeV in the lower belts at lower altitudes are the result of the [beta decay](#) of [neutrons](#) created by cosmic ray collisions with nuclei of the upper atmosphere. The source of lower energy protons is believed to be proton diffusion due to changes in the magnetic field during geomagnetic storms.^[12]
- Due to the slight offset of the belts from Earth's geometric center, the inner Van Allen belt makes its closest approach to the surface at the [South Atlantic Anomaly](#).^{[13] [14]}
- On March 2014, a pattern resembling 'zebra stripes' was observed in the radiation belts by the Radiation Belt Storm Probes Ion Composition Experiment (RBSPICE) onboard [Van Allen Probes](#). The reason reported was that due to the tilt in Earth's magnetic field axis, the planet's rotation generated an oscillating, weak electric field that permeates through the entire inner radiation belt.^[15] It was later demonstrated that the zebra stripes were in fact an imprint of [ionospheric winds](#) on radiation belts.^[16]
- (Является последним слайдом(типа 12ый(1 пасхалка)) на данный момент(0:12\30.11.18).Жаль что так поскольку очень много информации.)

Как влияют на космонавтов поля Ван Аллена?

Пояса Ван Аллена в геомагнитном поле, не влияют на космонавтов. Опасность для космонавтов представляют протоны, захваченные этими полями.

В радиационные пояса накапливаются и удерживаются, проникшие в магнитосферу, высокоэнергичные заряженные частицы(протоны) галактических и солнечных космических лучей.

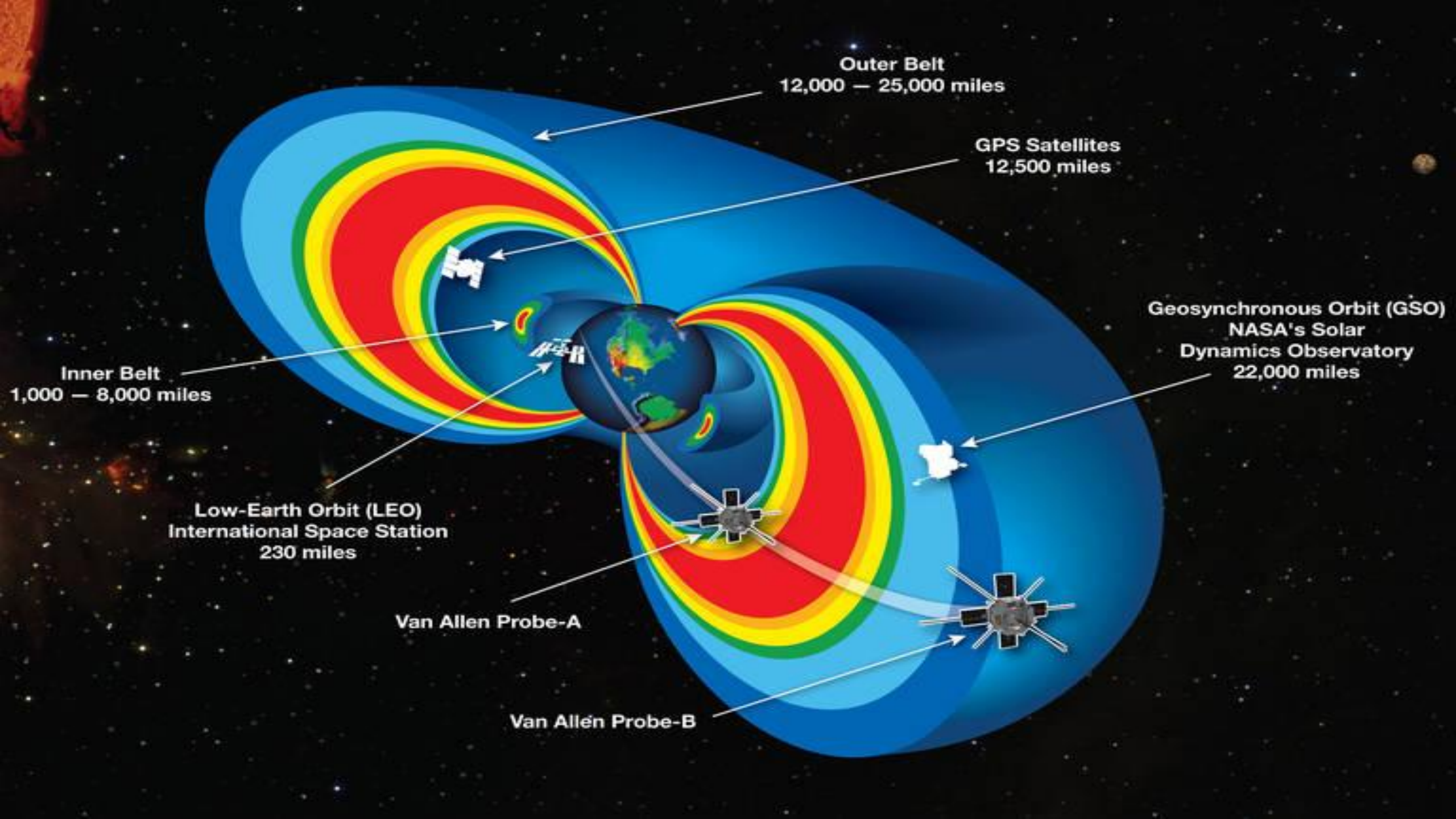
Поля расположены на высотах (расстояние от поверхности Земли) приблизительно в **4000 км — внутренний пояс** и **17000 км— внешний пояс**.

Внешний пояс заполняется электронами кэВ-ых кинетических энергии, тогда как внутренней пояс заполнен протонами со средними кинетическими энергиями около 10 МэВ.

Вот один из красивых рисунков(который находится ниже) тороидальных радиационных поясов магнитосферы Земли, где показаны расположение МКС (International Space Station) на низкой околоземной орбите (LEO) и пояса Ван Аллена синим цветом: внутренний (Probe-A) и

внешний (Probe-B). Высоты орбит некоторых из известных спутников Земли приведены в этой таблице:

- 215 км** — Первый искусственный спутник Земли;
- 340 км** — **Международная Космическая Станция (МКС)**;
- 390 км** — Бывшая Российская станция МИР;
- 595 км** — Хаббл космический телескоп;
- 20000 км** — GPS спутники связи;
- 36000 км** — Геостационарная орбита Земли.



Outer Belt
12,000 – 25,000 miles

GPS Satellites
12,500 miles

Geosynchronous Orbit (GSO)
NASA's Solar
Dynamics Observatory
22,000 miles

Inner Belt
1,000 – 8,000 miles

Low-Earth Orbit (LEO)
International Space Station
230 miles

Van Allen Probe-A

Van Allen Probe-B

Видно, что все космические аппараты стараются избегать встречи с радиационными поясами. Большое удаление орбиты МКС от них делает влияние космических лучей и солнечного ветра, захваченных магнитными полями радиационных полюсов, достаточно малым, а работу космонавтов на МКС относительно безопасным.

Однако, при сильных Солнечных вспышках класса X в направлении Земли, высокоэнергичная часть солнечного ветра (протоны с энергией значительно больше 100 МэВ) становится значимой и может представлять радиационную опасность для космонавтов. Для этого, на МКС есть специальное помещение, где космонавты могут "отсидеться" на время прохождения корабля сквозь солнечную плазму.

Но вспоминая Мерфи — "если все ОК, значит Вы чего-то не заметили", на самом деле все не так радужно. Магнитосфера Земли — это динамический объект с большим спектром флуктуаций и аномалий. Одна из аномалий — Южно-Атлантическая Аномалия (или Бразильская Аномалия), где высота внутреннего радиационного пояса может уменьшаться вплоть до 200 км, пересекая орбиту МКС. Это существенно увеличивает радиационную опасность для космонавтов, из-за вклада вторичных нейтронов, рожденных в материале корпуса корабля.

Даже телескоп Хаббл, пролетая через эту зону, прерывает свои наблюдения. За радиационным фоном на корабле и поглощенной дозой космонавтов проводятся постоянные наблюдения.

Результаты этой теме и соответствующие публикации NASA можно найти пройдя по ссылке [ПЕРЕЙТИ](#)