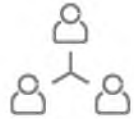


ОРКК



Филиал АО «ОБЪЕДИНЕННАЯ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ»-
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»



Филиал АО «ОРКК» - «НИИ КП»

*Основные направления и
результаты работ филиала
АО «ОРКК» – «НИИ КП»
по контролю и обеспечению
стойкости ЭКБ к ИИ КП*

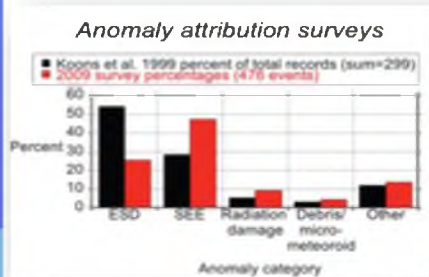
Направления деятельности

Аналитическая оценка стойкости ЭКБ и РЭА

Расчёт требований по стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.К, 7.И и 7.С

Проведение расчётов и анализов стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.К

Разработка специализированного ПО



Подготовка и проведение испытаний ЭКБ на стойкость к воздействию СВВФ

Ионизирующее излучение космического пространства

Ионизирующее излучение ядерного взрыва и ядерных установок

Электростатический разряд

Одиночный импульс напряжения

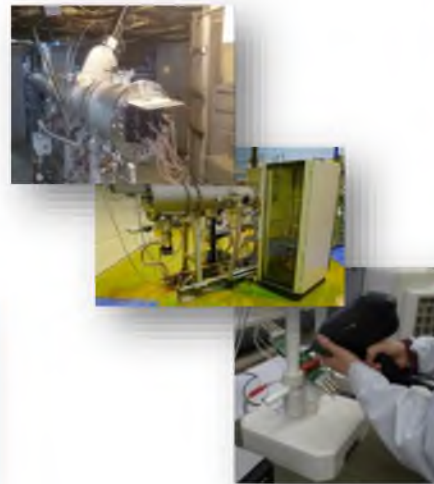


Эксплуатация и создание испытательных средств

Стенды ионизирующего излучения космического пространства

Стенды электростатического разряда

Стенды одиночного импульса напряжения



Разработка и изготовления датчиков ионизирующего излучения (наземные и бортовые)

Датчик ионизирующего излучения бортовой

Онлайн детектор ионизирующего излучения для испытательных стендов

Твердотельные детекторы ионизирующего излучения с методикой измерения



Медицинское направление

Разработка и создание медицинской техники

Создание аппаратуры для медицинских и биологических экспериментов

Исследования влияния тяжелых заряженных частиц космического пространства на космонавтов во время длительных миссий



Роль филиала АО «ОРКК» - «НИИ КП» в области контроля и обеспечения стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию ИИ КП

Ведущая научно-исследовательская организация ГК «Роскосмос» по контролю и обеспечению стойкости ЭКБ к воздействию ионизирующего излучения;

(3 монографии, более 500 публикаций (183 статьи) в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, сборниках трудов и тезисах конференций и др., 11 патентов и свидетельств на программы для ЭВМ, а также 2 диплома, 5 медалей, 3 специальных призов на отечественных и зарубежных выставках)



Испытательный центр контроля стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию ИИ КП, аккредитованный в:

- СДС «Военный Регистр»;
- Системе добровольной сертификации (СДС) «Электронсерт»;
- Федеральной системе сертификации космической техники (ФСС КТ).



Филиал АО «ОРКК - НИИ КП»

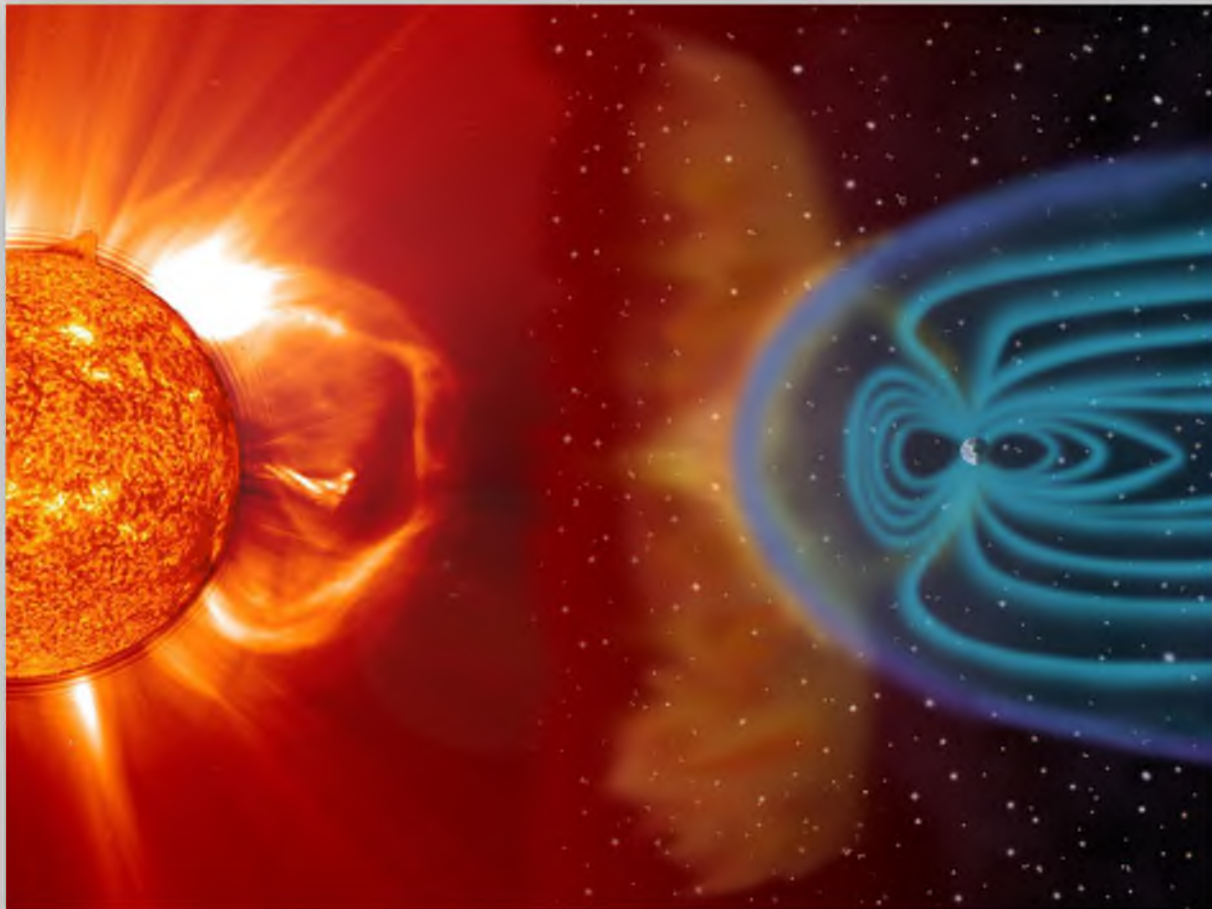
Разработчик и владелец единственных в России
испытательных средств по контролю стойкости ЭКБ и
РЭА к ТЗЧ

Головная организация Межведомственного центра
радиационных испытаний электронной компонентной
базы (МЦИ ЭКБ) по номенклатуре Роскосмоса и
создающегося Федерального сертификационного
центра радиационных испытаний (ФСЦРИ)



Космический климат и космическая погода

Комплекс переменных (погода) и стационарных (климат) внешних космических факторов, оказывающих влияние на технические и биологические системы.

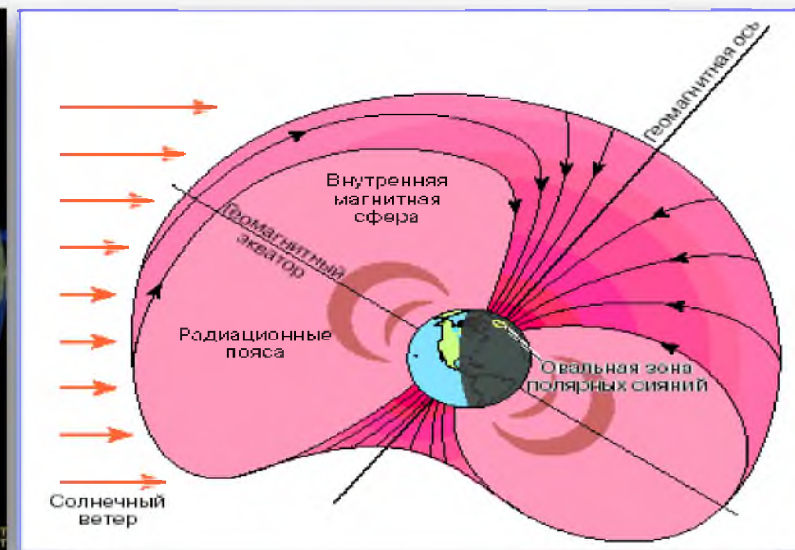
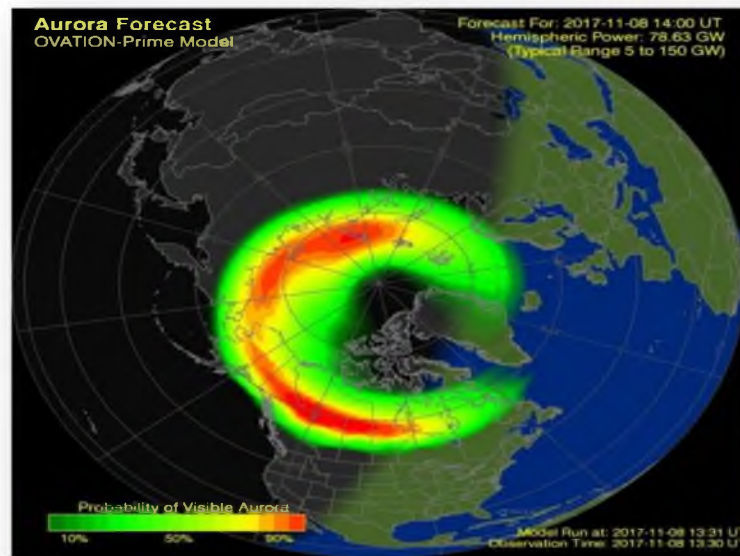


Особенности воздействия космической погоды на физические объекты и оборудование в приполярных широтах

В приполярных областях магнитные линии направлены перпендикулярно поверхности Земли, что благоприятствует перезамыканию межпланетного и геомагнитного полей, вследствие чего частицы ИИ КП ускоряются и могут легко достигать Земли, что приводит к более частым возмущениям физических характеристик и их повышенному уровню по сравнению с другими областями околоземного космического пространства и поверхности Земли.

Смещение магнитных полюсов приводит к тому, что данные эффекты могут возникать на более низких широтах России.

Эквивалентные уровни воздействий в приполярных широтах располагаются значительно ниже, чем для низких широт.



Возникновение нейтронов в атмосфере

Поток первичных протонов на околоземной орбите ~ 1 частиц/см²с при нормальной солнечной активности:

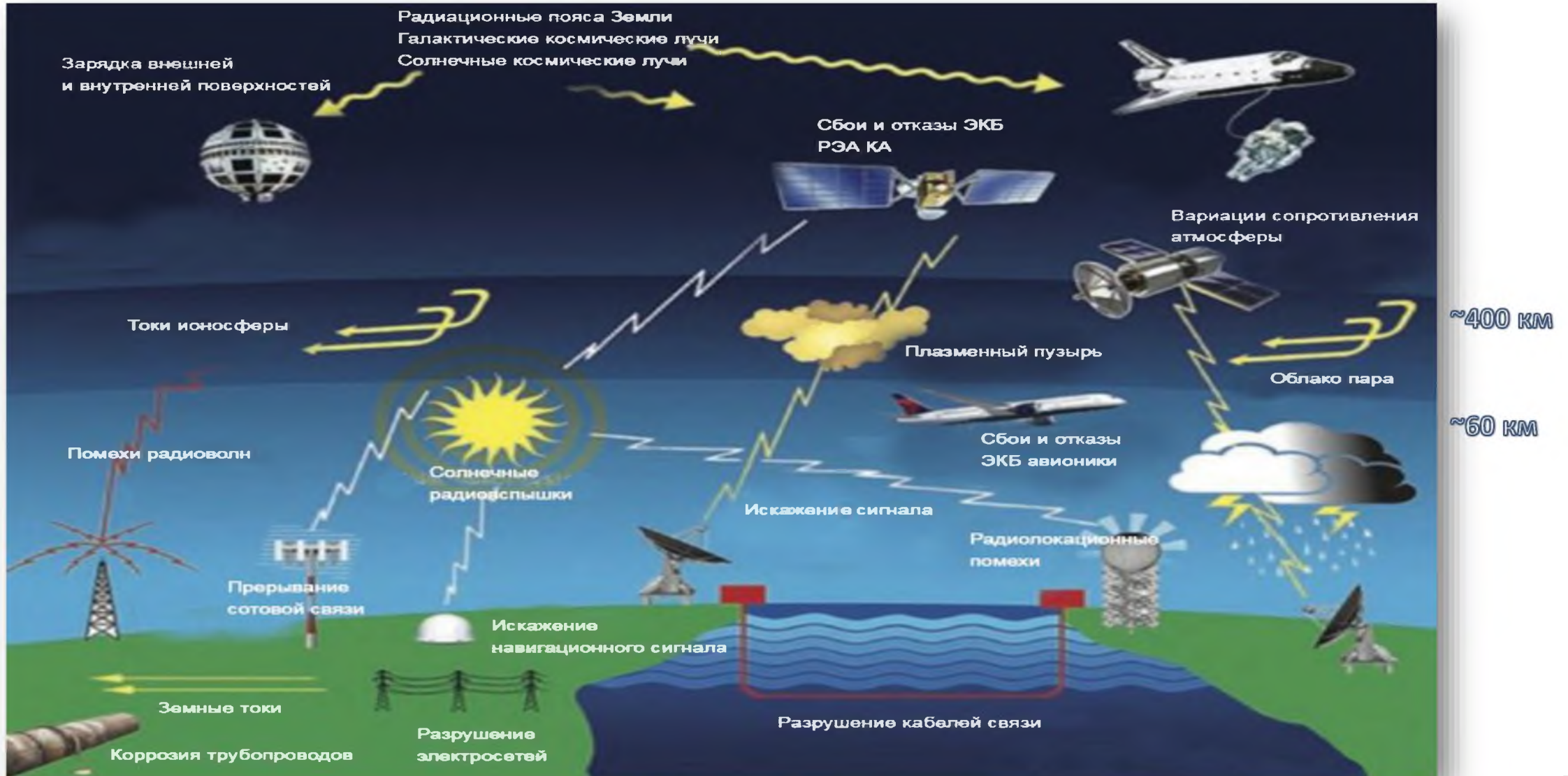
- Во время вспышек $\sim 10^6$ частиц/см²с;
- Максимальные потоки нейтронов от 10 до 20 км;
- Макс. плотность потока на высоте ~ 18 км - ~ 4 нейтрон /см²с;
- 9 км - ~ 1.3 нейтрон /см²с;
- Уровень моря - 0.01 нейтрон/см²с.

Атмосферные нейтроны могут вызвать одиночные сбои и отказы в ЭКБ из состава аппаратуры специального назначения и наземных приборов

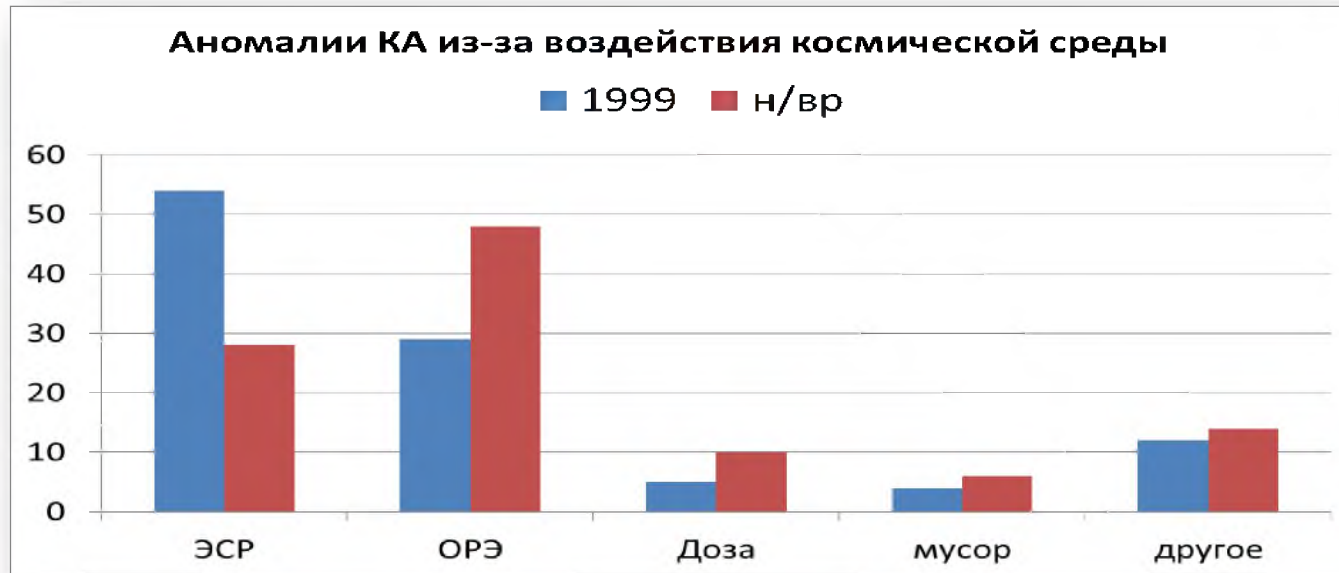


В октябре 2008 года произошло отключение автопилота пассажирского самолета Airbus A330-303 (рейс Сингапур-Перт) в результате сбоя, вызванного воздействием атмосферных нейтронов (аварийная посадка, 13 серьезно травмированных пассажиров).

Воздействие космической погоды на физические объекты и оборудование



ИИ КП – главенствующий дестабилизирующий фактор, ограничивающий САС КА



Возможны сбои (потеря информации, ложные команды) и отказы (выход из строя прибора, аппаратуры, потеря КА).

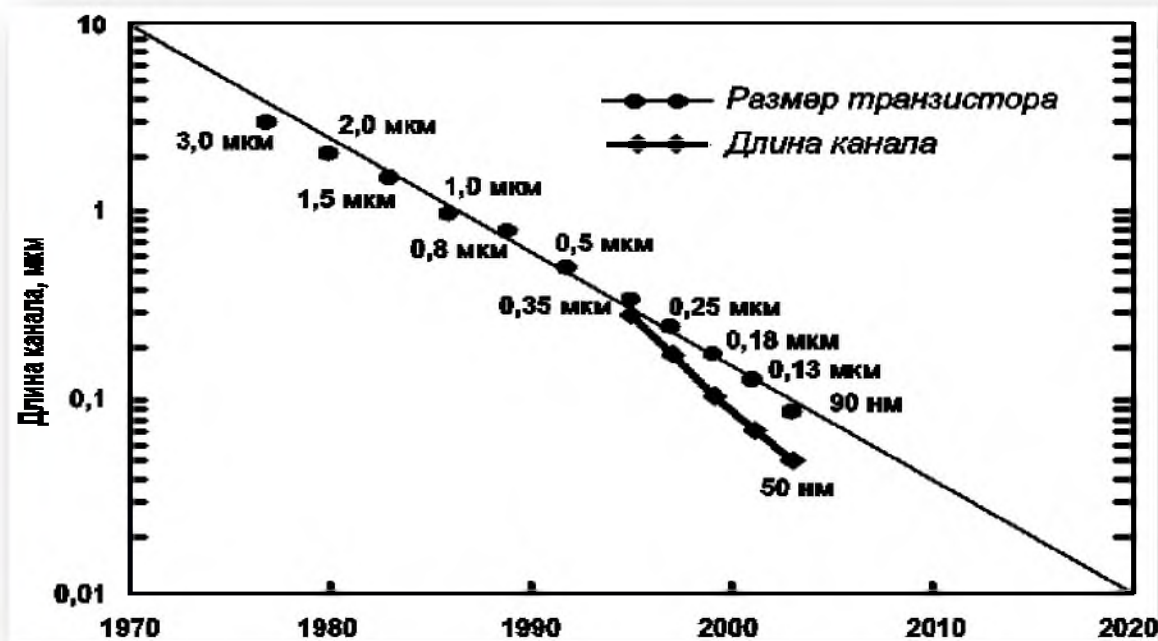
Для различной аппаратуры сбои и отказы проявляются по-разному:

- для аппаратуры системы ориентации может привести к потере ориентации всего КА;
- для вычислительных комплексов может привести к искажению и потере информации;
- для аппаратуры управления может приводить к выдаче ложных команд или невыдаче команды;
- и т.д.

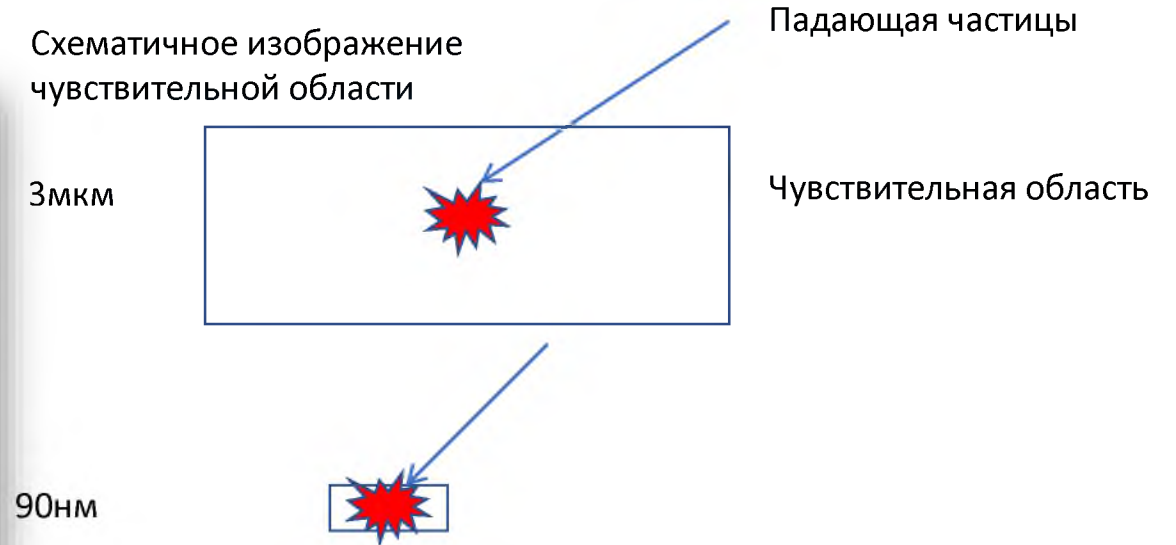
Подобные эффекты могут происходить в аналогичной аппаратуре ВВСТ.

Изменение уровня стойкости ЭКБ с ростом степени интеграции

Изменение размера транзисторов со временем



Схематичное изображение чувствительной области



В большой чувствительной области выделенного заряда недостаточно для возникновения эффекта

С ростом степени интеграции уровень стойкости изделий ЭКБ к одиночным эффектам отказов и сбоев уменьшается.

Аномалии работы наземной инфраструктуры из-за влияния космической погоды (1/2)

Дата и тип происшествия	Последствия
Ионосферный шторм 10-11 апреля 1997	Понижения в ионосферной плотности вызвали проблемы коммуникаций, т.к. радиочастоты, которые ранее отражались от ионосферы, пробивали ее
Гидроквебекское замыкание 13 марта 1989, в 2:44 UT	Поломка трансформатора на одной из главных линий электропередачи в Гидроквебекской системе привела к краху всей электросети. 6 миллионов человек не имели электроснабжения в период от 9 или более часов
Большие магнитные бури: февраль 1986, март 1989, март 1991, ноябрь 1991 и май 1992	Увеличение нагрузки на чувствительные цепи. Поломки в электросетях
Геоманнитная буря в ноябре 2001	Выход из строя одного из трансформаторов в электросети Новой Зеландии

Аномалии работы наземной инфраструктуры из-за влияния космической погоды (2/2)

Дата и тип происшествия	Последствия
Геомагнитная буря в августе 1975	Ложная деактивация морских мин во время войны США с Вьетнамом
Ионосферный шторм в марте 2002	Проблемы со спутниковой связью, во время военной операции США в Афганистане (не поступила информация о наличии противовоздушных сил на пути следования ВС США, в результате чего произошел 17 часовой бой, 7 убитых, несколько раненых, уничтожено 2 вертолета)
Сильнейшая магнитная буря цикла 29-30 октября 2003	Блэк-аут в Мальме (Швеция) из-за перегрева трансформатора, аварийные события в США и Южной Африке
Магнитная буря в сентябре 2005 года	Отключение связи во многих районах Северной Америки и резкое снижение точности спутниковой навигации GPS

Аналитическая оценка стойкости ЭКБ и РЭА

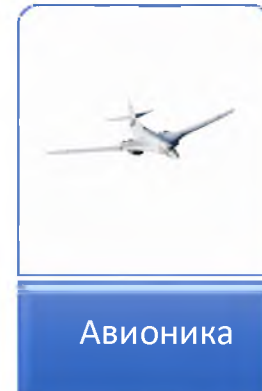
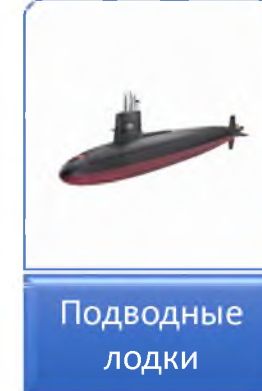
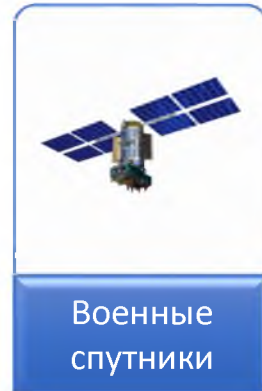
- Расчёт требований по стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.К, 7.И и 7.С;
- Проведение расчётов и анализов стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.К;
- Проведение расчётов и анализов стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.И и 7.С;
- Разработка и эксплуатация ПО для обеспечения расчёта стойкости РЭА к ИИ;
- Участие в разработке стандартов в части задания требований и методик подтверждения стойкости ЭКБ и РЭА к воздействию факторов 7.К, 7.И и 7.С

Испытания ЭКБ и РЭА

Соотношение изделий, испытанных филиалом АО "ОРКК" - "НИИ КП" на стойкость к определенному виду воздействия



Образцы ВВСТ в отношении которой проводятся испытания ЭКБ



Виды проводимых испытаний ЭКБ и РЭА:

- на стойкость к воздействию ионизирующих излучений (факторы 7.И, 7.С и 7.К)
- на стойкость к воздействию одиночного импульса напряжений, электростатического разряда
- на стойкость к воздействию атмосферных нейтронов на базе ускорителя ПИЯФ

Виды проводимых испытаний только ЭКБ:

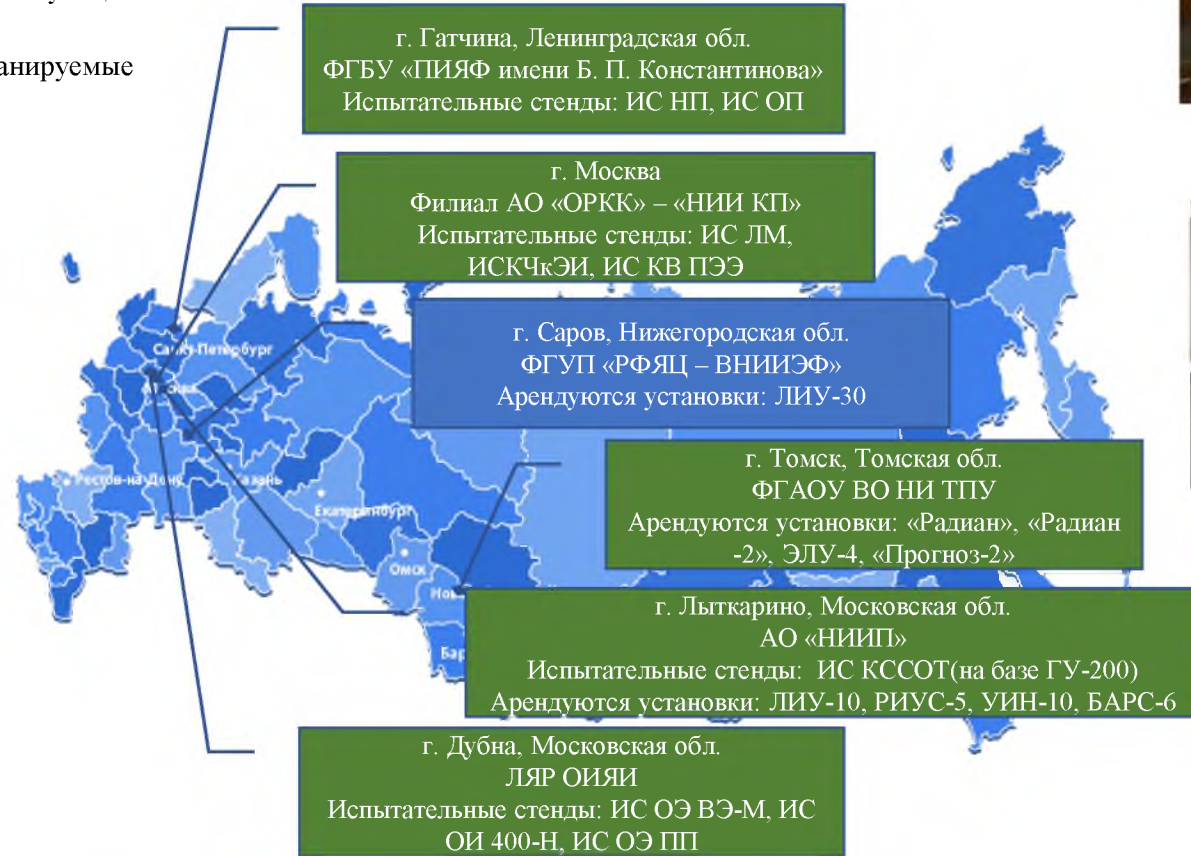
- на стойкость к воздействию ионизирующего излучения ядерного взрыва и ядерных установок

Количество типоминималов ЭКБ, испытанных в 2019-2020 гг. ~ 800 шт.

Испытательные стенды

■ Действующие

■ Планируемые



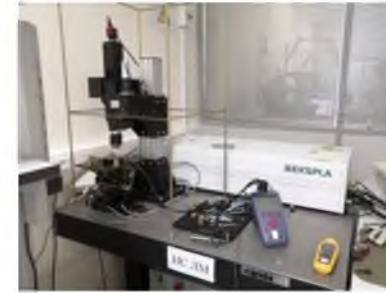
ИС НП
(естественные нейтроны)



ИС ОП
(протоны до 1000 МэВ)



ИС ЛМ
(лазерный стенд)



ЛИУ-10
(импульс, фотоны до 10 МэВ)



ИС КВ ПЭЭ
(ЭСР)



ГУ-200
(изотоп ^{60}Co , фотонов 1,3 МэВ)



ИС ОЭ ВЭ-М (ТЗЧ)



ИС ОИ 400-Н (ТЗЧ)



ИС ОЭ ПП (ТЗЧ)



УИН-10
(импульс, фотоны до 10 МэВ)



Предложения по обеспечению устойчивости физических объектов и оборудования к воздействию факторов космической погоды

Для обеспечения устойчивости физических объектов и оборудования к воздействию факторов космической погоды крайне целесообразно проведение:

1. Аналитических оценок стойкости, аналогичных проводимым для аппаратуры КА:

- априорная оценка стойкости ЭКБ и прибора в целом;
- фиксация «слабых» мест в части стойкости;
- определение перечня элементов на испытания;
- предложения по замене нестойкой ЭКБ.

2. Испытаний изделий, в т.ч. на стойкость к воздействию атмосферных нейтронов (в соответствии с мировой практикой), ЭКБ из состава изделий ВВСТ (в первую очередь) и наземных приборов, особо критичных с точки зрения реализации сложных процессов:

- определение фактических параметров стойкости;
- определение конкретного характера проявления эффектов в ЭКБ.

3. Анализа результатов испытаний и применение различных методов парирования (при необходимости):

- оценка стойкости на уровне прибора на основе достоверных данных по стойкости;
- повышение стойкости прибора при недостаточной стойкости ЭКБ.

Проведение мероприятий позволит повысить надежность изделий и снизить риски невыполнения изделиями требуемых функций и задач

Спасибо за внимание!