



# Генеральная Ассамблея

Distr.: General  
7 December 2006

Russian  
Original: English

## Комитет по использованию космического пространства в мирных целях

### Доклад о работе Практикума Организации Объединенных Наций/Европейского космического агентства/Национального управления по авиации и исследованию космического пространства Соединенных Штатов Америки по проведению в 2007 году Международного гелиофизического года

(Абу-Даби и Эль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты,  
20–23 ноября 2005 года)

## Содержание

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Введение .....	1–11	3
A. Предыстория и цели .....	1–6	3
B. Программа .....	7–8	4
C. Участники .....	9–11	4
II. Замечания и рекомендации .....	12–26	5
III. Краткое описание проектов .....	27–67	8
A. Система наблюдения и моделирования атмосферной погоды в образовательных целях .....	27–32	8
B. Магнитометрические сети .....	33–42	10
1. Деятельность магнитометрических обсерваторий Международного гелиофизического года .....	33–38	10
2. Проект "Система сбора магнитометрических данных" .....	39–42	12



---

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
C. Сети радиотелескопов Международного гелиофизического года . . . . .	43–47	13
1. Недорогостоящий низкочастотный астрономический прибор для спектроскопической переносной обсерватории . . . . .	43–45	13
2. Низкочастотные радиоантенные решетки . . . . .	46–47	16
D. Система глобального позиционирования в Африке . . . . .	48	16
E. Станция для экваториальных ночных ионосферных наблюдений . . . . .	49–52	16
F. Группа очень низкочастотных приемников в Южноатлантической магнитной аномалии . . . . .	53–56	17
G. Система поддержки принятия решений на основе сцинтилляционной сети . . . . .	57–60	18
H. Детекторы частиц нового типа для сети прогнозирования космической погоды . . . . .	61–64	20
I. Мюонная сеть . . . . .	65–67	23
Приложение. Контактная информация для ответственных исполнителей . . . . .		27

## I. Введение

### A. Предыстория и цели

1. Третья Конференция Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (ЮНИСПЕЙС–III), в частности в своей резолюции, озаглавленной "Космос на рубеже тысячелетий: Венская декларация о космической деятельности и развитии человеческого общества"<sup>1</sup>, рекомендовала Программе Организации Объединенных Наций по применению космической техники поощрять совместное участие государств–членов в космической деятельности как на региональном, так и на международном уровне, делая упор на развитие знаний и навыков в развивающихся странах.

2. На своей сорок седьмой сессии в 2004 году Комитет по использованию космического пространства в мирных целях одобрил запланированную на 2005 год программу практикумов, учебных курсов, симпозиумов и конференций<sup>2</sup>. Впоследствии Генеральная Ассамблея в своей резолюции 59/116 от 10 декабря 2004 года одобрила Программу Организации Объединенных Наций по применению космической техники на 2005 год.

3. Во исполнение резолюции 59/116 Генеральной Ассамблеи и в соответствии с рекомендацией ЮНИСПЕЙС–III в Абу–Даби и Эль–Айне, Объединенные Арабские Эмираты, 20–23 ноября 2005 года был проведен Практикум Организации Объединенных Наций/Европейского космического агентства/Национального управления по авионавигации и исследованию космического пространства Соединенных Штатов Америки по проведению в 2007 году Международного гелиофизического года. Принимающей стороной практикума от имени правительства Объединенных Арабских Эмиратов выступил Университет Объединенных Арабских Эмиратов.

4. Практикум был организован Организацией Объединенных Наций, Европейским космическим агентством (ЕКА) и Национальным управлением по авионавигации и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов; он стал первым в серии практикумов, посвященных проведению в 2007 году Международного гелиофизического года, которые предложил организовать Комитет по использованию космического пространства в мирных целях с учетом обсуждений, состоявшихся в его Научно–техническом подкомитете и отраженных в докладе Подкомитета (A/AC.105/848, пункты 181–192). Практикум был организован при участии Национальной астрономической обсерватории Японии, Международного астрономического союза (МАС) и Комитета по исследованию космического пространства.

5. Основная задача практикума состояла в обеспечении форума для освещения последних достижений в области науки и техники в целях а) развития фундаментальной гелиофизики (взаимодействие Земли, Солнца и межпланетного пространства) на основе междисциплинарных исследований процессов во вселенной; б) определения реакции магнитосфер и атмосфер Земли и планет на внешние факторы; в) содействия расширению исследований, касающихся системы Солнце–гелиосфера, и охвату ими местной межзвездной среды; г) содействия расширению международного научного сотрудничества в

изучении гелиофизических явлений сейчас и в будущем; е) сохранения истории и наследия Международного геофизического года в его пятидесятилетнюю годовщину; и f) доведения уникальных результатов Международного гелиофизического года до сведения научного сообщества и широкой общественности.

6. Настоящий доклад подготовлен для представления Комитету по использованию космического пространства в мирных целях на его сорок девятой сессии и Научно–техническому подкомитету на его сорок третьей сессии в 2006 году.

## **В. Программа**

7. На открытии практикума с заявлениями выступили министр образования и ректор Университета Объединенных Арабских Эмиратов от имени правительства Объединенных Арабских Эмиратов, а также представители ЕКА, НАСА и Управления по вопросам космического пространства Секретариата. Практикум проводился в форме отдельных научных заседаний, каждое из которых было посвящено конкретному вопросу. После представления приглашенными ораторами докладов о результатах их исследовательской и учебно–просветительской деятельности проводилось их краткое обсуждение. Приглашенные ораторы из развивающихся и развитых стран представили в общей сложности 70 докладов. Стендовые доклады и рабочие группы дали возможность сосредоточиться на конкретных проблемах и проектах в области фундаментальной космической науки и в связи с подготовкой к проведению в 2007 году Международного гелиофизического года.

8. В ходе практикума основное внимание было уделено следующим темам: а) солнечные и гелиосферные процессы; б) учебно–образовательные программы в области космической науки и техники; в) инициативы по созданию недорогостоящей наземной сети контрольно–измерительных приборов для проведения всемирных исследований в области космической науки: потенциальные поставщики и места размещения приборов; г) астрофизические исследования в арабских странах; д) астрономические телескопы в развивающихся странах; е) проведение в Объединенных Арабских Эмиратах в 2005 году Международного года физики и неэкстенсивная статистическая механика и астрофизика; з) виртуальные обсерватории; и h) системы астрофизических данных.

## **С. Участники**

9. Для участия в работе практикума Организация Объединенных Наций, ЕКА, НАСА и Университет Объединенных Арабских Эмиратов пригласили ученых и преподавателей из развивающихся и промышленно развитых стран всех экономических регионов. Они представляли университеты, научно–исследовательские институты, обсерватории, национальные космические агентства и международные организации, в которых они занимаются всеми аспектами фундаментальной космической науки, которые были охвачены практикумом. Состав участников подбирался на основе их научной

специализации и опыта работы в программах и проектах, в которых ведущее место отводится тематике Международного гелиофизического года (2007 год) и фундаментальной космической науке. Подготовкой практикума занимались международный научный организационный комитет, национальный консультативный комитет и местный технический организационный комитет.

10. Средства, предоставленные Организацией Объединенных Наций, ЕКА, НАСА и Университетом Объединенных Арабских Эмиратов, были использованы для покрытия расходов на авиабилеты и проживание, а также других расходов участников из развивающихся стран. Средства на проведение практикума предоставили также Орган по регулированию телекоммуникаций Объединенных Арабских Эмиратов, компании Dubai Silicon Oasis и Thuraya Satellite Telecommunications, Постоянный комитет по научно-техническому сотрудничеству Организации "Исламская конференция" и гостиницы "Эмират Херитадж Клуб" и "Эль-Айн Ротана". В работе практикума приняли участие в общей сложности 150 специалистов по тематике Международного гелиофизического года (2007 год) и фундаментальной космической науке.

11. На практикуме были представлены следующие 39 государств-членов: Алжир, Армения, Бахрейн, Бразилия, Германия, Грузия, Египет, Индия, Индонезия, Иордания, Ирак, Иран (Исламская Республика), Испания, Йемен, Кабо-Верде, Камерун, Канада, Кот-д'Ивуар, Кувейт, Ливан, Ливийская Арабская Джамахирия, Малайзия, Нигерия, Нидерланды, Объединенные Арабские Эмираты, Оман, Пакистан, Республика Корея, Российская Федерация, Саудовская Аравия, Сирийская Арабская Республика, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки, Украина, Франция, Шри-Ланка, Эритрея, Южная Африка и Япония.

## II. Замечания и рекомендации

12. Участники практикума с удовлетворением отметили работу, проводимую региональными учебными центрами космической науки и техники, связанными с Организацией Объединенных Наций, которые были созданы в Бразилии, Индии, Марокко, Мексике и Нигерии. Было указано на полезность создания такого регионального центра в Западной Азии.

13. Участники практикума с удовлетворением отметили продолжение работы по установлению телескопов и созданию планетариев в развивающихся странах в рамках осуществляемой правительством Японии официальной программы помощи в целях развития, в частности дальнейшее оказание поддержки астрономическим телескопам в Боливии, Пакистане и Эфиопии и планетариям на Кубе, в Румынии и Сальвадоре.

14. Участники практикума с удовлетворением отметили широкое распространение доклада "Развитие фундаментальной космической науки в мире: десятилетие практикумов Организации Объединенных Наций/ЕКА"<sup>1</sup>, который служит руководством для проведения мероприятий в области космической науки в развивающихся странах.

---

<sup>1</sup> W. Wamsteker, R. Albrecht and H. Haubold, eds., *Developing Basic Space Science World-Wide: a Decade of UN/ESA Workshops* (Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2004).

15. На практикуме с удовлетворением была воспринята информация Управления по вопросам космического пространства о том, что Индия, Республика Корея и Япония выразили заинтересованность в проведении у себя будущих практикумов.

16. Участники практикума настоятельно рекомендовали поддержать научные мероприятия, связанные с проведением в 2007 году Международного гелиофизического года. В ходе практикума были обсуждены и поддержаны следующие концепции и проекты:

а) применительно к Международному гелиофизическому году следует использовать "триединую" концепцию, которая была разработана и реализована предыдущими практикумами Организации Объединенных Наций/ЕКА по фундаментальной космической науке; во всех мероприятиях, связанных с использованием приборов для научных исследований, одинаково важное значение должно придаваться установке и эксплуатации таких приборов, получению с их помощью данных и использованию научных приборов и данных в университетском образовании;

б) были определены группы стран для размещения научной аппаратуры, которые предоставят площадки в тех местах, где желательно проводить измерения. Группы, выразившие заинтересованность в возможном размещении у себя научной аппаратуры, относятся к различным регионам Африки, Западной Азии, Латинской Америки, а также Индии, Малайзии и Индонезии;

в) в ходе практикума потенциальные поставщики научных приборов обсудили порядок взаимодействия со сторонами, которые могут разместить у себя научную аппаратуру, и в целом выразили удовлетворение уровнем заинтересованности, проявленной участниками практикума;

г) все поставщики научной аппаратуры обсудили положение дел с разработкой приборов для исследований и степень готовности к развертыванию этой аппаратуры. Было отмечено, что на протяжении всего периода мероприятий, связанных с проведением в 2007 году Международного гелиофизического года, установки будут оставаться квазистационарными, и поэтому у поставщиков научной аппаратуры нет дефицита времени;

д) участники практикума готовы оказывать добровольную помощь в подготовке и координации вышеупомянутых мероприятий с использованием научной аппаратуры в рамках общих мероприятий в ходе Международного гелиофизического года.

17. На практикуме прозвучала активная поддержка планируемому взаимодействию ученых Грузии и Украины в рамках Международного гелиофизического года с целью создания сложного электромагнитного полигона на базе Абастуманской астрофизической обсерватории, а также запланированному на 2007 год запуску микроспутника, созданного студентами.

18. В ходе практикума было отмечено, что для сотрудничества в рамках Международного гелиофизического года потребуются обмен сотрудниками и научными приборами между участвующими научными организациями из разных стран. Следует рекомендовать правительствам оказывать максимальное содействие такому обмену.

19. Участники практикума отметили, что почти во всех странах уже имеется доступ к Интернету, и рекомендовали содействовать более широкому использованию Интернета в обучении и научных исследованиях, учитывая множество онлайн-образовательных ресурсов и возможность недорогого доступа к ним. В этой связи была отмечена деятельность дискуссионной группы по теме "Цифровой разрыв", которая была создана МАС. Развивающимся странам было рекомендовано принять участие в работе этой дискуссионной группы.
20. В ходе практикума было отмечено, что создание зеркальных сайтов финансируемой НАСА системы астрофизических данных (ADS) в Бразилии, Германии, Индии, Китае, Республике Корея, Российской Федерации, Соединенном Королевстве, Франции, Чили и Японии было с энтузиазмом воспринято научным сообществом и что для развивающихся стран они стали важным ресурсом, улучшающим доступ к астрономической литературе. Практикум дал высокую оценку этой работе ADS.
21. Участники практикума положительно оценили проводимую крупными научными организациями работу по созданию виртуальных обсерваторий и настоятельно рекомендовали приложить все усилия для обеспечения доступа ученым из развивающихся стран к этим инструментам исследований, а также к данным и аналитическому программному обеспечению.
22. На практикуме было отмечено, что благодаря проведенному ADS сканированию изданных в прошлом публикаций, касающихся наблюдений, теперь стала легкодоступной та часть астрономической литературы, которую прежде было трудно достать в развивающихся странах.
23. Участники практикума рекомендовали установить тесное сотрудничество между сообществом пользователей виртуальных обсерваторий и ADS, с тем чтобы ученые из развивающихся стран могли на самом высоком уровне конкурировать в области научных исследований.
24. Участники практикума приветствовали неуклонный рост числа веб-сайтов, посвященных практическому обучению, которые создаются крупными исследовательскими организациями и во многом содействуют научному образованию в развивающихся странах. Следует рекомендовать специалистам в области космонавтики во всех странах оказывать поддержку таким усилиям.
25. В ознаменование столетней годовщины великих научных открытий Альберта Эйнштейна Организация Объединенных Наций в резолюции 58/293 Генеральной Ассамблеи провозгласила 2005 год Международным годом физики. Участники практикума положительно оценили организацию Университетом Объединенных Арабских Эмиратов национальных мероприятий на всех уровнях образования в течение всего 2005 года, которые были приурочены к Международному году физики и ориентированы на следующее поколение учащихся и преподавателей.
26. На практикуме было сообщено о кончине Виллема Вамстекера, который в качестве основного представителя Европейского космического агентства участвовал в организации практикумов по фундаментальной космической науке с 1991 года по 2004 год. В этой связи участники практикума высоко оценили внесенный им конструктивный вклад в организацию этой серии практикумов в

духе истинного международного сотрудничества, особенно в интересах развивающихся стран.

### **III. Краткое описание проектов**

#### **A. Система наблюдения и моделирования атмосферной погоды в образовательных целях**

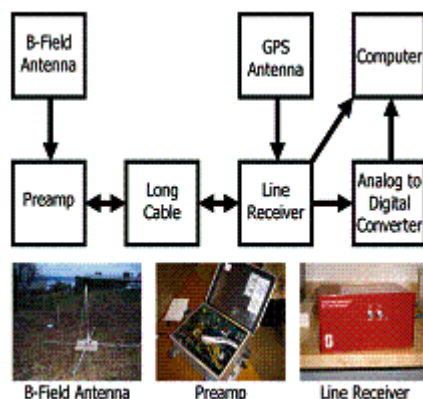
27. Система наблюдения и моделирования атмосферной погоды в образовательных целях (AWESOME) представляет собой прибор контроля ионосферы, с которым могут работать учащиеся во всех странах мира. Эти приборы позволяют регистрировать солнечные вспышки и ионосферные возмущения.

28. В атмосфере Земли на высоте около 60 километров (км) начинается область ионосферы, в которой непрерывные потоки солнечных частиц и энергии с такой силой сталкиваются с атмосферой Земли, что вызывают отрыв электронов от их ядер. Наличие таких свободных электронов в ионосфере существенно влияет на распространение радиосигналов. Радиоизлучение с очень большой длиной волны (очень низкой частотой) (ОНЧ) отражается от ионосферы, что обеспечивает распространение радиосигналов за горизонт и вокруг земного шара. Ионосфера чутко реагирует на интенсивное рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, исходящее от Солнца во время солнечных вспышек, бурь и выбросов корональной массы. Эти возмущения можно наблюдать и отслеживать посредством контроля силы сигнала от удаленных ОНЧ–передатчиков и регистрации необычных изменений при отражении волн от ионосферы. Для контроля ОНЧ–сигнала необходимо иметь настраиваемый на ОНЧ–станции радиоприемник, ОНЧ–антенну и компьютер для регистрации данных. Поскольку большинство бытовых радиоприемников не способны принимать ОНЧ–сигналы, необходимо создать радиоприемник с антенной, которые вместе называются ОНЧ–приемником.

29. Основными элементами системы контроля AWESOME являются компьютер, стэнфордский монитор и антенна. Важное значение имеет Интернет–связь; в иных случаях может использоваться качественное устройство для записи универсальных цифровых дисков (DVD). Структурная схема показана на рисунке I. Линейный приемник получает ОНЧ–сигналы с двух антенн. Одна из них обычно ориентирована по линии север–юг, а другая – восток–запад. Эти сигналы передаются на карту 200–килогерцового (кГц) аналого–цифрового преобразователя (АЦП), подключенного к интерфейсу периферийных устройств (шине PCI) компьютера. АЦП фиксирует данные из поступающих с двух антенн сигналов частотой 100 кГц каждый. На карту АЦП подается также синхронизирующий сигнал Глобальной системы позиционирования (GPS), что обеспечивает высокоточный прием данных. В настоящее время на смену карте АЦП разрабатывается универсальная последовательная шина (USB интерфейс), которая более удобна в пользовании и позволит существенно снизить расходы.



Рисунок I  
Очень низкочастотная система сбора данных



*Примечание:* Система сбора данных функционирует в сочетании с работающим в реальном времени приемником Глобальной системы позиционирования, линейным приемником и горизонтальными приемниками север–юг и восток–запад.

*Источник:* R. Moore and E. Kim, Very Low Frequency Data Acquisition Software User Manual.

30. Приемник сохраняет два типа данных. Данные узкополосного канала – это отслеживаемые амплитуда и фаза одной частоты, соответствующей ОНЧ–передатчику. Данные широкополосного канала связаны с сохранением полной формы сигнала с антенны и поэтому позволяют исследовать намного больше явлений в ионосфере. С помощью программных средств регистрации ОНЧ–данных обеспечивается точное управление тем, когда система должна осуществлять регистрацию широкополосных и узкополосных данных. После регистрации данных применительно к ним могут использоваться определяемые пользователем различные виды обработки сигнала. Эти данные через Интернет можно направить на другой компьютер в Стэнфордском университете, и к ним будет предоставлен открытый доступ через интерфейс для веб–приложений, с тем чтобы заинтересованные стороны в различных точках имели возможность обмениваться данными и сотрудничать. По своему качеству данные, получаемые с помощью системы AWESOME, соответствуют данным, используемым исследователями в Стэнфордском университете; чувствительность приемника превосходит уровень, на котором регистрируется любой обнаруженный сигнал, превышающий минимальный фоновый шум.

31. Помимо прибора AWESOME существует также недорогостоящая версия – прибор контроля внезапных ионосферных возмущений (SID). Стэнфордский солнечный центр вместе с Группой по очень низким частотам Факультета электротехники Стэнфордского университета и местными преподавателями разработал недорогостоящие приборы контроля SID, которые могут быть установлены в местных высших учебных заведениях и использоваться их учащимися. Для того чтобы присоединиться к проекту, учащимся достаточно собрать собственную антенну простой конструкции, которая стоит меньше 10 долл. США и работа над которой займет не более двух часов. Сбор и анализ данных проводится локальным персональным компьютером, который не обязательно должен быть быстродействующим или усовершенствованным.

Стэнфордский университет будет вести централизованный архив данных и блог-сайт, на котором учащиеся могут обмениваться данными и обсуждать их.

32. Недавно завершилась работа по вводу в строй приборов контроля AWESOME в Тунисе. Сотрудник Стэнфордского университета Умран С. Инан и сотрудница Тунисского университета Зохра Бен Лакхдар установили сотрудничество в рамках программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке". Благодаря этому проекту будет создана основа для количественного сопоставления вызываемых молниями возмущений в ионосфере и радиационных поясах в американском и европейском секторах. Большая часть существующих данных о таких явлениях была собрана в Западном полушарии, при этом совокупность научной информации указывает на то, что вызываемые молниями эффекты на больших высотах и в радиационных поясах могут влиять на другие процессы в масштабах планеты. Предлагаемая программа будет содействовать организации и проведению ОНЧ-наблюдений в европейском секторе и тем самым созданию основы для сопоставления с последующим экстраполированием в глобальном масштабе и выведением заключений. В рамках этого сотрудничества представитель Тунисского университета Хассен Галила побывал в Стэнфордском университете и изучил особенности работы с ОНЧ-приемником и всеми его исследовательскими прикладными системами.

## **В. Магнитометрические сети**

### **1. Деятельность магнитометрических обсерваторий Международного гелиофизического года**

33. Относительно недорогостоящим методом исследования солнечно-земных взаимодействий является использование магнитометрических сетей. С помощью магнитометрических станций ведется наблюдение систем токов в местах расположения станций мониторинга, а также местных популяций волн. Создание межконтинентальных сетей в Международный гелиофизический год станет отличной основой для проведения среднemasштабных и глобальных наблюдений магнитосферно-ионосферных возмущений, позволит поставить научные задачи для исследований в средних и низких широтах и предоставит развивающимся странам возможность разместить у себя инструменты и принять участие в научных исследованиях.

34. Деятельность по созданию магнитометрических обсерваторий может быть организована в рамках программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке" на основе достижений Канадской сети для исследований магнитной активности в реальном масштабе времени (CARISMA). CARISMA представляет собой магнитометрический элемент проекта "Канадский геокосмический мониторинг" (CGSM), который является продолжением существовавшей в 1986–2005 годах сети магнитометров в рамках Канадской авроральной сети для программы объединенных исследований OPEN (CANOPUS) и который характеризуется более высоким разрешением по времени и более полным временным охватом. В сети используются те же

13 феррозондовых магнитометров, но при этом была улучшена инфраструктура площадок и система передачи данных.

35. Каждая из планируемых магнитометрических обсерваторий Международного гелиофизического года будет состоять из пар магнитометрических станций, меридионально разнесенных приблизительно на 200 км. Потребуется также два трехкомпонентных феррозондовых магнитометра, устройство регистрации данных, GPS-хронирование и источник энергии. Для удаленных мест могут использоваться панели солнечных батарей или ветровые турбины. Метод вывода данных зависит от имеющейся инфраструктуры: модем с питанием от телефонной линии или, если имеется, локальная сеть Интернет.

36. Стоимость каждой обсерватории составляет примерно 22 000 долл. США, включая трехкомпонентный феррозондовый магнитометр с интерфейсом RS232 (около 6 000 долл. США за каждый компонент), регистратор данных промышленного стандарта/персональный компьютер с GPS (около 2 000 долл. США) и энергосистема на основе панели солнечных батарей (около 2 000 долл. США). Серийные феррозондовые магнитометры можно приобрести в промышленно развитых странах. Вместе с тем поставщик отличной аппаратуры с низким уровнем шумов имеется также во львовском центре Института космических исследований Украины. У Украины существуют соглашения по экспортной торговле и налогам с некоторыми промышленно развитыми странами, включая Канаду. Создание магнитометрической сети Международного гелиофизического года может способствовать развитию в странах, подобных Украине, у которых имеются соответствующие специальные знания и навыки.

37. Университет Альберты в Канаде в настоящее время создает для сети CANOPUS автономный источник электропитания на основе панели солнечных батарей/ветрогенератора, который можно модифицировать в целях использования в Международный гелиофизический год в развивающихся странах с ограниченной инфраструктурой (кроме того, такой источник питания позволяет оборудовать площадку в магнитоспокойной местности и избежать проблем, связанных со стабильностью местной энергосистемы). В рамках программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке" Университет Альберты вместе с другими партнерами может разработать для магнитометра GPS-хронизируемый интерфейс регистратора данных на базе персонального компьютера, разработать источники питания на основе солнечных батарей/турбин для магнитометрических обсерваторий Международного гелиофизического года, интегрировать системы до их поставки ученым в страны-участницы, а также организовать для конкретных регионов или континентов ряд "школ развертывания оборудования", в которых ученые из развивающихся стран могут присутствовать при вводе в действие оборудования, что поможет им самостоятельно создать обсерватории в своих странах.

38. Сетевые данные Международного гелиофизического года являются более ценными, чем данные любой отдельно взятой обсерватории, хотя данные такой обсерватории и могут использоваться, особенно в сочетании с наборами данных партнерских наблюдений в рамках Международного гелиофизического года. Участие в проекте должно предусматривать передачу информации в общую базу

данных Международного гелиофизического года (возможно в сочетании с решением задач Электронного геофизического года (e-GY)). Для сбора, хранения и архивирования данных было бы целесообразно иметь главный центр магнитометрических сетевых данных Международного гелиофизического года. Научное значение массива коллективных сетевых данных Международного гелиофизического года требует того, чтобы ученые из участвующих стран при проведении магнитометрических наблюдений тесно сотрудничали между собой в рамках Международного гелиофизического года. Этот массив данных может также стать основой для проведения в рамках Международного гелиофизического года научных практикумов/конференций при активном содействии участвующих ученых.

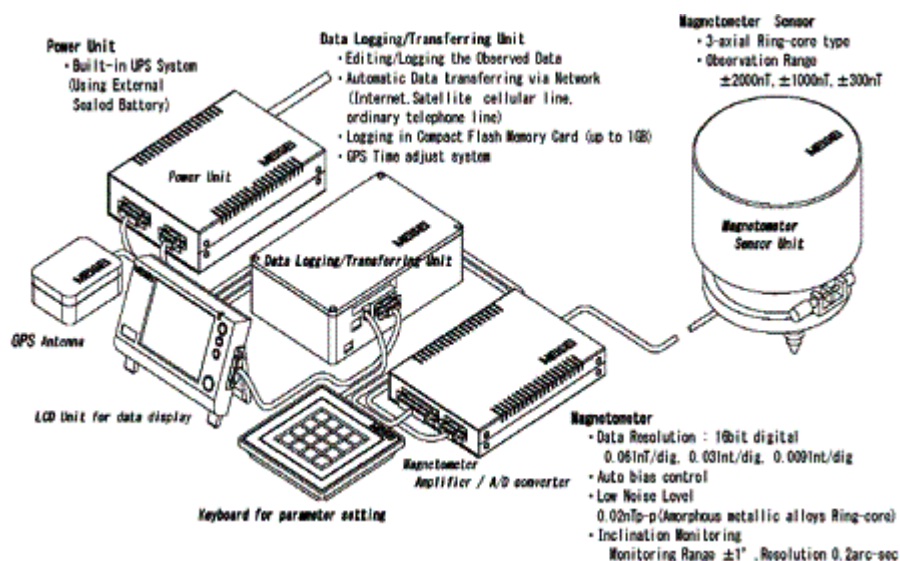
## 2. Проект "Система сбора магнитометрических данных"

39. Проект MAGDAS (Система сбора магнитометрических данных) (см. рисунок II) предусматривает исследование космической погоды в 2005–2008 годах и в значительной мере пересекается с программой "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке". Проект будет содействовать изучению динамических изменений плазмы в магнитном поле Земли во время магнитных бурь и авроральных суббурь, электромагнитной реакции ионосферы–магнитосферы на различные изменения в солнечном ветре, а также механизмов проникновения и распространения сверхнизкочастотных (СНЧ) возмущений типа DP2 из области солнечного ветра в экваториальную ионосферу. С помощью данных MAGDAS можно проводить мониторинг и моделирование в реальном времени а) глобальной трехмерной системы токов; и б) плотности внешней плазмы для понимания изменений электромагнитной и плазменной среды в околоземном пространстве.

40. Для расчета глобальной трехмерной системы токов на ежедневной основе с помощью данных MAGDAS будет составляться ионосферная эквивалентная токовая диаграмма. Токовые слои и электрические поля на всех широтах связаны между собой, однако те, которые существуют в области высоких широт, часто рассматриваются отдельно от тех, которые существуют в средних и низких широтах. Использование полученной с помощью MAGDAS диаграммы ионосферных токов позволит прояснить глобальные процессы индуктивной связи на всех широтах.

41. Для измерения плотности внешней плазмы на основе наблюдения линейных резонансных пульсаций магнитного поля новые магнитометры MAGDAS будут установлены на нескольких парных станциях вдоль магнитного меридиана 210 градусов. Станции в каждой паре будут разнесены по широте приблизительно на 100 км. По линейным резонансным колебаниям можно судить о пространственно–временных вариациях плотности плазмы в магнитосфере. С помощью методов соотношения амплитуд и перекрытия фаз данные MAGDAS будут анализироваться с целью определения линейных резонансных событий и измерения их собственных частот с учетом того, что измерение плотности плазмы меняется со временем. Эти измерения будут иметь большое значение для понимания вариаций плотности внешней плазмы и положения плазмопаузы во время магнитных бурь и авроральных суббурь.

Рисунок II  
**Магнитометрическая система MAGDAS/CPMN для сбора данных  
 в реальном масштабе времени**



42. Проект MAGDAS предусматривает использование Сети магнитометров вокруг Тихого океана (CPMN) (см. рисунок III) и участие ряда стран в различных регионах мира (Австралия, Индонезия, провинция Китая Тайвань, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки и Филиппины). Магнитометры дополнительно могут быть размещены также в Бразилии, Индии, Канаде, Кот-д'Ивуаре, Мексике, Микронезии (Федеративные Штаты), Перу, Тринидаде и Тобаго, Эфиопии и Южной Африке.

## C. Сети радиотелескопов Международного гелиофизического года

### 1. Недорогостоящий низкочастотный астрономический прибор для спектроскопической переносной обсерватории

43. Недорогостоящий низкочастотный астрономический прибор для спектроскопической переносной обсерватории (CALLISTO) представляет собой двухканальный приемник с быстрой перестройкой частоты, который создан на основе серийно выпускаемой бытовой электроники (см. рисунок IV). Учитывая низкую стоимость аппаратных и программных средств и короткое время сборки, этот прибор можно считать идеальным для программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке". Общая ширина полосы частот CALLISTO составляет 825 мегагерц (МГц), а ширина отдельных каналов – 300 кГц;

производительность – 1 000 измерений в секунду. Этот спектрометр хорошо подходит для солнечных низкочастотных радионаблюдений в целях исследования космической погоды и решения прикладных задач. Космическая погода стала темой, интересующей общество, повседневная деятельность которого во все большей степени зависит от спутниковой техники. Ярким примером является сотовая телефонная связь, на которую космическая погода может оказывать серьезное влияние. Космической погодой именуется переменное состояние околоземного космического пространства, определяемое прежде всего изменением условий на Солнце. Радионаблюдения представляют собой простой способ обнаружения солнечных возмущений, когда они еще находятся близко к Солнцу. Для раннего обнаружения солнечных возмущений, включая ударные волны, можно использовать наземные радиоспектрометры, подобные CALLISTO. Солнце является источником различных видов радиоизлучения, и поэтому такие спектрометры, как CALLISTO, необходимы для определения природы когерентного солнечного радиоизлучения, вызываемого солнечными вспышками, в рамках наблюдения космической погоды. Одним из важных типов радиоизлучения, регистрируемых в спектральном диапазоне, являются связанные с ударной волной радиовспышки, известные как радиовспышки типа II. Эти вспышки вызываются ударными волнами, которые создаются выбросами корональной массы. Наличие этих вспышек указывает на формирование ударных волн вблизи Солнца, которые спустя несколько дней могут достигать Земли и приводить к возникновению геомагнитных бурь.

Рисунок III  
Станции Сети магнитометров вокруг Тихого океана

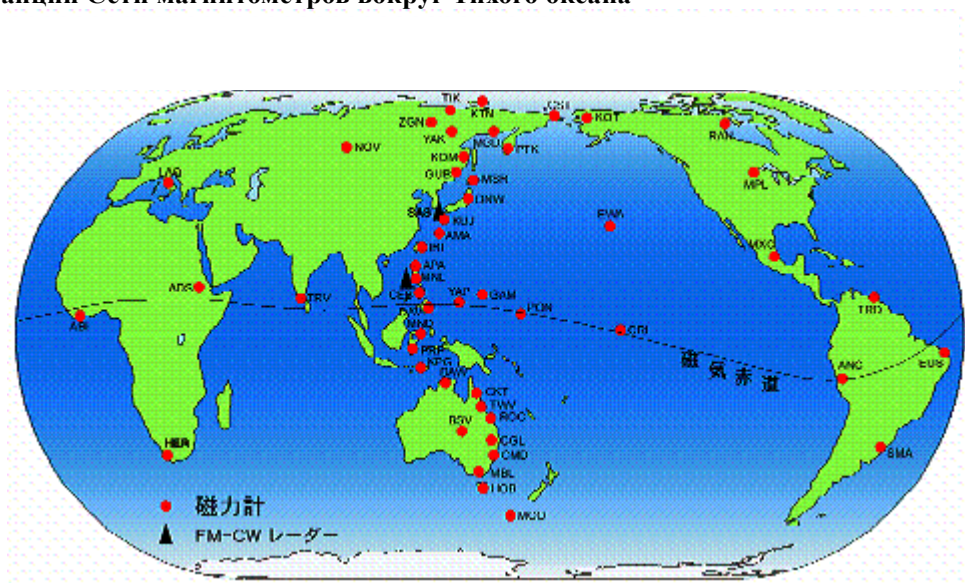
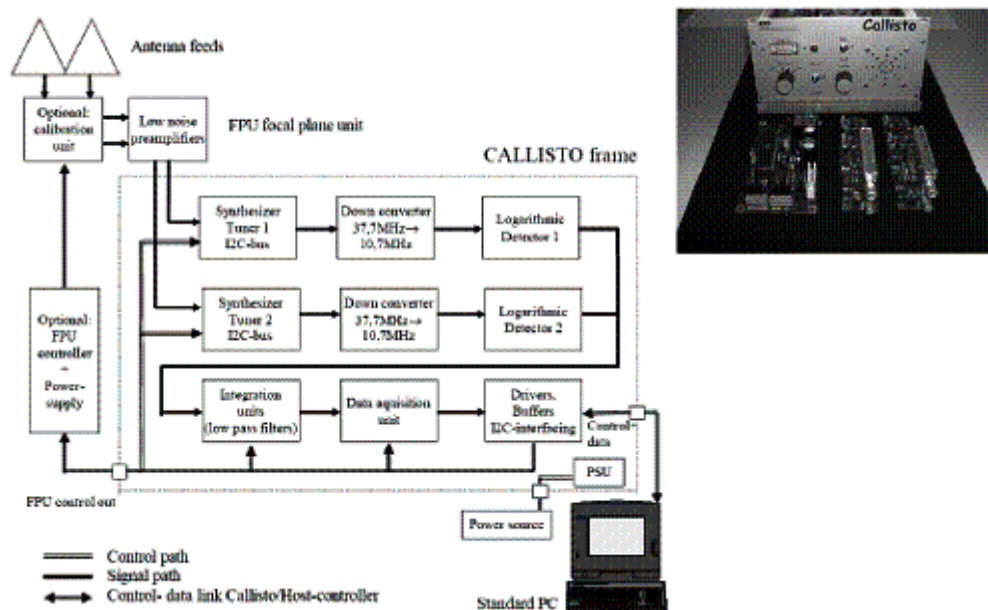


Рисунок IV  
Исходная схема и аппаратные средства недорогого низкочастотного астрономического прибора для спектроскопической переносной обсерватории



*Примечание:* Справа на переднем плане панели показаны основная плата сбора данных и интерфейс с процессором ATmega16 RISC и двумя синхронными приемниками. Полностью спектрометр показан на заднем плане. Ширина прибора – 24 см. Прибор весьма недорогостоящий, и его легко можно копировать и использовать во многих точках.

44. Важно обеспечить постоянное наблюдение Солнца, а для этого требуется сеть спектрометров, расположенных в ряде точек планеты. Уже созданы пять приборов CALLISTO, которые эксплуатируются в нескольких точках, включая Блейен в Цюрихе, Швейцария, и Национальную радиоастрономическую обсерваторию в Соединенных Штатах. В настоящее время организуется размещение такого прибора в Индии в Радиоастрономическом центре в Ути. Эта сеть в сочетании с существующими спектрометрами в Хираисо в Японии, многоканальным радиоспектрографом ARTEMIS в Греции и Солнечной обсерваторией в Кулгуре в Австралии позволит сформировать эффективную радиосеть для решения научных задач Международного гелиофизического года и достижения целей программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке".

45. Программное обеспечение распространяется на процессоре RISC (компьютер с сокращенным набором команд), ATmega16, а также на стандартном или переносном персональном компьютере. В процессоре RISC программное обеспечение драйвера, буфера и интерфейса программируется в C++, используя концепцию автомата, управляемого прерываниями. Главная программа на персональном компьютере также составлена в C++ и работает с Windows 2000 и

Windows XP. Соответствующие параметры заносятся в локальную память в виде текстового файла, который можно легко адаптировать к другим конфигурациям наблюдений. Дополнительные порты RS232 заранее конфигурируются для соединения с расширенной GPS–системой и внешними датчиками температуры и влажности. Управлять CALLISTO можно также через Интернет, используя сетевой адаптер RS232. Управляемый файлом планировщик заданий начинает и прекращает измерения относительно местного времени (Всемирное время). Планировщик заданий, который автоматически обеспечивает ежедневный повтор, может быть изменен в режиме онлайн и дистанционно.

## **2. Низкочастотные радиоантенные решетки**

46. Низкочастотные радиоантенные решетки можно использовать на двух уровнях: во-первых, с помощью единичных диполей, для низкочастотного мониторинга всплесков солнечного радиоизлучения; и, во-вторых, с помощью 8-16 элементных решеток, для панорамного мониторинга звездного неба.

47. В настоящее время изучаются возможности для установки низкочастотного радиотелескопа в радиообсерватории в Гаурибидануре, Индия, для работы в сочетании со спектрометром CALLISTO в Ути.

## **D. Система глобального позиционирования в Африке**

48. Общий план состоит в том, чтобы во всем мире увеличить число работающих в реальном времени двухчастотных GPS–станций для изучения изменчивости ионосферы. Особый интерес представляет характеристика общего содержания электронов в ионосфере во время геомагнитных бурь над африканским сектором. Задачи этой программы особенно согласуются с задачами магнитометрии.

## **E. Станция для экваториальных ночных ионосферных наблюдений**

49. Станция для экваториальных ночных ионосферных наблюдений (RENOIR) представляет собой комплект приборов, предназначенный для изучения экваториальной (низкоширотной ионосферной/термосферной) системы и ее реагирования на бури и нерегулярности, которые могут происходить каждодневно. Плазменная неустойчивость в экваториальной зоне, которую обычно именуют экваториальной диффузностью слоя F ионосферы, плазменные пузырьки или понижение плотности плазмы в экваториальной зоне могут вызывать сцинтилляцию радиосигналов при их прохождении через возмущенную область. Это ведет к затуханию мощности принимаемого сигнала и, в итоге, к его пропаданию. Известно, что на частотах от нескольких гигагерц (ГГц) и ниже могут возникать сцинтилляции, которые являются проблемой для многих секторов. Создание и применение станций RENOIR позволит лучше понять изменчивость ионосферы в ночное время и влияние этой изменчивости на важнейшие спутниковые навигационные и коммуникационные системы.

50. В комплект станции RENOIR обычно входит: а) группа одночастотных сцинтилляционных GPS–мониторов, с помощью которых измеряются размер,



направленность и скорость присутствующих неоднородностей; b) двухчастотный GPS-приемник, с помощью которого измеряется общее содержание электронов в ионосфере (такой приемник не требуется, если на объекте уже имеется двухчастотный GPS-приемник); c) система кругового обзора с формированием изображений, с помощью которой проводится измерение двух различных термосферных/ионосферных эмиссий, по которым можно наблюдать двухмерную структуру/движение неоднородностей (эти данные можно использовать также для расчета плотности и высоты ионосферы); и d) два миниатюрных интерферометра Фабри–Перо (MiniME), с помощью которых проводится измерение термосферных нейтральных ветров и температур (эти два интерферометра разнесены приблизительно на 300 км, что позволяет проводить бистатистические измерения общего пространства).

51. Планы развертывания станций RENOIR составляются с учетом программы "Международный гелиофизический год/Инициатива Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке". В идеальном случае станции RENOIR будут размещены в Африке приблизительно на долготе 7 градусов от магнитного экватора. Вся аппаратура, входящая в комплект станции RENOIR, использовалась в ходе предыдущих полевых экспериментов и является относительно доведенной. Оптические системы могут размещаться в отдельных изолированных помещениях с минимальной инфраструктурой. Если у принимающей организации имеется обсерватория, то оптическое оборудование можно легко модифицировать для сопряжения с имеющимся куполом обсерватории. Обсерватория должна находиться в районе с относительно темным небом (вдали от крупных городов) и в стороне от любых высоких объектов (зданий и деревьев). Если предусматривается размещение двух интерферометров Фабри–Перо, то вторая система должна располагаться на удалении приблизительно 300 км от основного места.

52. Для двухчастотного GPS-приемника, который является довольно компактным, просто требуется место для установки антенны и размещения управляющего компьютера. Для группы одночастотных сцинтилляционных GPS-мониторов требуется площадь размером приблизительно 100 x 100 метров (м) для установки пяти антенн в крестообразном порядке. Требуется также минимальное пространство для размещения управляющих компьютеров к каждому приемнику. Объект должен находиться вдали от любых высоких объектов (зданий и деревьев).

## **F. Группа очень низкочастотных приемников в Южноатлантической магнитной аномалии**

53. Программа использования ОНЧ-приемников в Южноатлантической магнитной аномалии (ЮАМА) преследует три основные цели: наблюдение солнечной активности в длительном и коротком временном масштабе; наблюдение ионосферных возмущений над ЮАМА; и атмосферные исследования.

54. Сеть ОНЧ-приемников будет размещена в районе, в котором в настоящее время наблюдение на подобных частотах не проводится. Эта программа позволит исследовать район ЮАМА в низких областях ионосферы, а также его

структуру и динамику во время геомагнитных возмущений. Мониторинг эпизодических солнечных явлений позволит расширить научные знания о нижнем слое ионосферы и о химических процессах, происходящих в нем. Что касается более длительных временных рамок, то можно будет определить ионосферный индекс солнечной активности, характерный для ионизатора нижнего слоя ионосферы (крайний ультрафиолет и Лайман-альфа). В настоящее время их мониторинг практически не ведется и данные о них получают лишь с помощью моделей. Предлагаемый инструмент позволит также исследовать ОНЧ-дополняющую недавно открытых атмосферных явлений, связанных с молниями и кучево-дождевыми облаками. Предлагаемые научные исследования имеют отношение к следующим темам Международного гелиофизического года: влияние факторов космической погоды на климат Земли; и ионосфера/магнитосфера.

55. ОНЧ-приемники в идеале должны быть способны измерять амплитудные возмущения в 1 децибел (дБ) (относительно невозмущенного состояния) и фазовые переходы до 0,5 микросекунды, что соответствует переходам, наблюдаемым, например, при очень малых солнечных вспышках. Основу выходных данных составляют эти фазовые и амплитудные измерения. К местам расположения приемников не предъявляется никаких строгих требований, за исключением минимального уровня искусственных помех. Возможными местами размещения с имеющейся инфраструктурой являются, в частности, Пиура на севере Перу (05°12' ю.ш.; 80°38' з.д.); Пунта-Лобос недалеко от Лимы, Перу (12°30' ю.ш.; 76°48' з.д.); Палмас на реке Токантинс, Бразилия (10°10' ю.ш.; 49°20' з.д.); Санта-Мария на реке Рио-Гранде-ду-Сул, Бразилия (29°43' ю.ш.; 53°43' з.д.); и астрономический комплекс "Эль-Леонсито" (CASLEO), Сан-Хуан, Аргентина (31°32' ю.ш.; 68°31' з.д.).

56. Эти новые объекты дополняют уже существующие ОНЧ-объекты в Атибайя, Сан-Паулу, Бразилия (23°11' ю.ш.; 46°36' з.д.); и на бразильской научной станции "Команданте Феррас" в Антарктике (62°05' ю.ш.; 58°24' з.д.). Можно будет провести сопоставление характеристик распространения ОНЧ-волн от трасс, которые полностью пересекают ЮАМА, трасс, на которых приемники расположены на границе или вне ЮАМА, и трасс, которые заканчиваются в центре ЮАМА (см. рисунок V). Сметная стоимость приборов составляет 5 000 долл. США за комплект (имеется пять комплектов), а дополнительные расходы на проезд между станциями для монтажа, испытания и технического обслуживания составляют 10 000 долларов США.

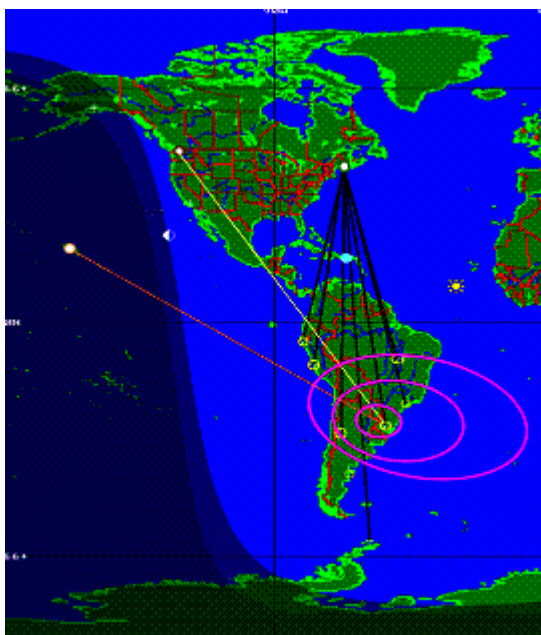
## **G. Система поддержки принятия решений на основе сцинтилляционной сети**

57. Ионосферные возмущения могут вызывать быстрые фазовые и амплитудные флуктуации спутниковых сигналов, наблюдаемые на поверхности или вблизи поверхности Земли; такие флуктуации называются сцинтилляцией. Сцинтилляция оказывает влияние на радиосигналы частотой до нескольких ГГц и серьезно снижает эффективность и нарушает работу спутниковых навигационных и коммуникационных систем. Система поддержки принятия решений на основе сцинтилляционной сети (SCINDA) состоит из набора наземных измерительных приборов и квазиэмпирических моделей, которые

были разработаны для оповещения в реальном времени и составления краткосрочных (менее 1 часа) прогнозов относительно сцинтилляционных воздействий на сверхвысокочастотную (СВЧ) спутниковую связь и GPS-сигналы диапазона L в экваториальном районе Земли.

Рисунок V

**Места размещения аппаратуры в Южноатлантической магнитной аномалии и трассы от передатчика NAA в Соединенных Штатах**



*Примечание:* Благодаря размещению аппаратуры в различных точках ЮАМА и направленности трасс от передатчика NAA в Соединенных Штатах ( $44^{\circ}39'$  с.ш.;  $67^{\circ}17'$  з.д.) почти по линии север–юг можно будет сопоставлять примеры одновременных измерений с полностью освещенной Солнцем трассой NLK ( $48^{\circ}12'$  с.ш.;  $121^{\circ}55'$  з.д.) и частично освещенной Солнцем трассой NPM ( $38^{\circ}59'$  с.ш.;  $76^{\circ}27'$  з.д.), которые также показаны на рисунке. Это позволит ученым получить двухмерную картину района ЮАМА. Что касается работы передатчика NAA, то следует отметить также трассу над Пуэрто-Рико, где радиоастрономическая обсерватория в Аресибо ( $18^{\circ}30'$  с.ш.;  $68^{\circ}31'$  з.д.) проводит ионосферные радиоизмерения в сочетании с изучением спрайтовых явлений.

58. SCINDA – это управляемая данными система прогнозирования и оповещения в реальном времени о нарушении связи. Задача этой системы – содействовать охарактеризованию и прогнозированию ухудшения связи вследствие ионосферной сцинтилляции в экваториальном районе Земли. Для составления региональных характеристик сцинтилляционной среды в рамках усилий по ослаблению отрицательных последствий для пользователей спутниковой связи проводится измерение, моделирование и развитие во времени параметров сцинтилляции сигналов СВЧ и диапазона L.

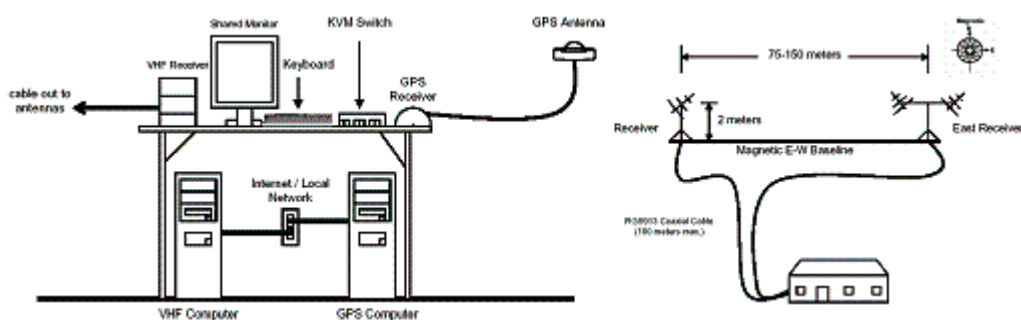
59. На основе данных составляется полуэмпирическая модель, которая формирует простые трехцветные графические изображения крупномасштабных

экваториальных сцинтилляционных структур и районов, в которых они влияют на связь.

60. Принцип функционирования системы SCINDA (см. рисунок VI) в настоящее время демонстрируется на примере использования восьми экваториальных станций в Южной Америке, Юго-Западной Азии и Юго-Восточной Азии (рисунок VII). Через защищенную сеть пользователям предоставлен доступ к сцинтилляционным картам в целях получения оперативной поддержки на опытной основе. Анализ данных, которые были собраны в период недавнего максимума солнечной активности (2000–2002 годы), указывает на то, что как одночастотные, так и двухчастотные GPS-приемники допускают значительные ошибки во время интенсивных сцинтилляционных событий. В настоящее время все объекты системы SCINDA оснащены GPS-контролерами сцинтилляции и разрабатывается соответствующая модель. В соответствии с солнечным циклом сцинтилляционная активность в диапазоне L в течение нескольких следующих лет будет уменьшаться и продержится на относительно низком уровне примерно до 2008 года. До наступления следующего максимума солнечной активности для поддержки функционирования системы SCINDA необходимо разработать программные продукты, позволяющие точно учитывать навигационную ошибку GPS.

Рисунок VI

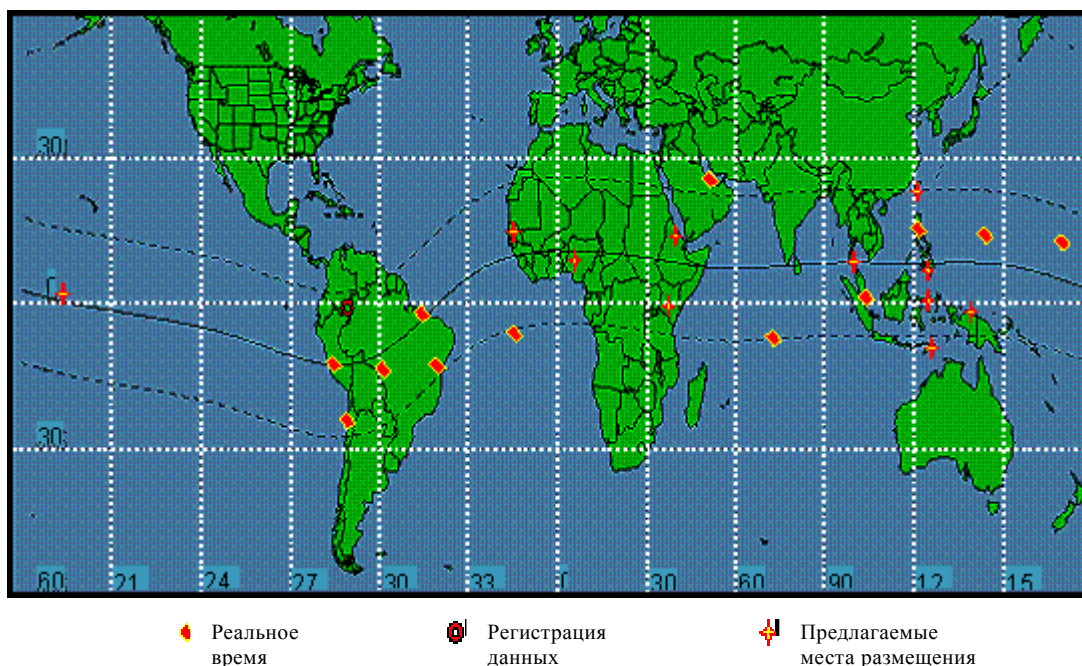
Схема ОВЧ-антенны (слева) и цепь ОВЧ-приемника и система сбора данных (справа)



## Н. Детекторы частиц нового типа для сети прогнозирования космической погоды

61. Пучки частиц, ускоряющиеся вблизи от Солнца, накладываются на однородный изотропный фон из космических лучей, исходящих от галактических и внегалактических источников. С помощью спутниковых спектрометров с высоким энергетическим и зарядовым разрешением измеряются временные последовательности изменений потоков. С помощью наземных детекторов измеряются временные последовательности вторичных частиц, которые возникают в каскадах, вызываемых в атмосфере первичными ионами. Исследования этих частиц проливают свет на вспышечные механизмы ускорения высокоэнергетических частиц и на ударные волны, порождаемые выбросами коронарной массы.

Рисунок VII  
**Существующие и планируемые станции Системы поддержки принятия решений на основе сцинтилляционной сети**



*Примечание:* Пунктирными линиями обозначены магнитный экватор и северная и южная магнитные широты 20°. Наиболее интенсивные природные сцинтилляционные события происходят в ночные часы в полосе широт 20° по обе стороны магнитного экватора Земли. Именно в этой полосе предполагается вести наблюдения с помощью системы SCINDA. Существующие планы предусматривают распространение сети на новые географические регионы.

62. Данные об изменении во времени интенсивности высокоэнергетических частиц могут являться недорогим источником информации об основных характеристиках межпланетных возмущений. Поскольку у космических лучей высокая скорость и большие расстояния свободного пробега между столкновениями в солнечном ветре, эта информация быстро распространяется и может быть полезной для прогнозирования космической погоды. Амплитуда и частота появлений компоненты магнитного поля, направленной на юг, в межпланетных выбросах корональной массы (МВКМ) коррелируются с модулирующими эффектами, которые МВКМ накладывают на фоновую популяцию галактических космических лучей (ГКЛ) во время ее распространения на расстояние до 1 астрономической единицы (а.е.). На пути к Земле (15–20 часов) магнитное облако и ударная волна модулируют поток ГКЛ, придавая ему анизотропные свойства. Наземные мониторы размещены в Арагацком центре по изучению космической среды (АСЕС) на горе Арагац в Армении на высотах 2 000 и 3 200 м (40°30'с.ш., 44°10'в.д.). При предельной жесткости 7,6 гигаэлектронвольт (ГэВ) можно обнаруживать заряженные и нейтральные компоненты вторичных космических лучей с разными энергетическими

порогами и различными углами падения (схематическую диаграмму нового детектора в ASEC см. на рисунке VIII). Эту насыщенную информацию (см. таблицу ниже и рисунок VIII) в сочетании с моделированием физических явлений можно использовать для оценки амплитуды ударной волны и магнитного поля, замороженного в МВКМ. Следовательно можно предсказать приближение геомагнитных бурь за несколько часов до того, как МВКМ достигнет магнитометров, установленных на космических аппаратах ACE (усовершенствованный аппарат для изучения состава космической среды) и SOHO (солнечно–гелиосферная обсерватория). Использование мониторов L1 дает полчаса для реагирования, что несколько недостаточно для принятия эффективных мер по защите наземных промышленных предприятий от губительного воздействия крупных геомагнитных бурь. Для определения основных источников ошибки в прогнозах необходимо проводить измерение, моделирование и сопоставление а) временных профилей нейтронов, слабоэнергетической заряженной компоненты (в основном электронов и мюонов) и высокоэнергетических мюонов; б) корреляции между изменениями потоков различных вторичных частиц; и с) данных о направленности.

Таблица

**Характеристики мониторов Арагацкого центра по изучению космической среды**

Детектор	Высота (метры)	Площадь поверхности (кв.м)	Порог(и) МэВ	Работа (год)	Скорость счета (мин <sup>-1</sup> )
NANM (18NM64)	2 000	18		1996	2 x 10 <sup>4</sup>
ANM (18NM64)	3 200	18		2000	4,5 x 10 <sup>4</sup>
SNT-4 пороги+	3 200	4 (толщина 60 см)	120, 200, 300, 500	1998	5,2 x 10 <sup>4a</sup>
Veto		4 (толщина 5 см)	10		1,3 x 10 <sup>5</sup>
NAMMM	2 000	5 + 5	10 + 350 <sup>b</sup>	2002	2,5 x 10 <sup>4</sup>
AMMM	3 200	45	5 000	2002	1,2 x 10 <sup>5c</sup>
МАКЕТ-ANI	3 200	6 x 16 групп	10	1996	1,5 x 10 <sup>5</sup>

<sup>a</sup> Скорость счета для первого порога; почти вертикальные заряженные частицы исключаются.

<sup>b</sup> Первое число – энергетический порог для верхнего детектора; второе число – нижний детектор.

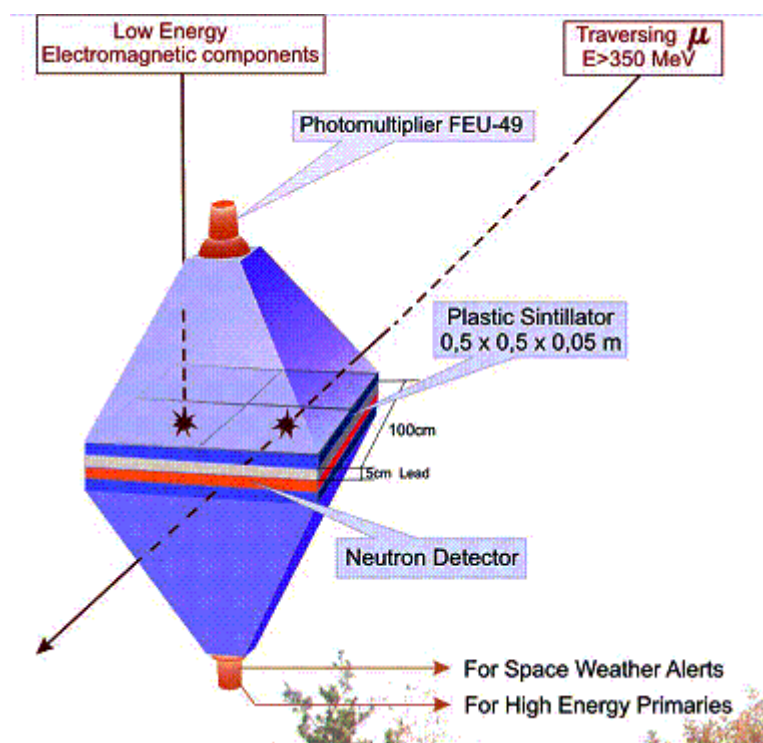
<sup>c</sup> Общая скорость счета для 45 мюонных детекторов от 100.

63. На основе опыта корреляционного анализа многомерных последовательностей, полученных с помощью мониторов ASEC, в настоящее время разрабатываются и создаются несколько детекторов частиц нового типа. Чтобы стоимость инструмента оставалась небольшой, предусматриваются гибкие варианты на основе модульного исполнения. Стоимость полностью автономной установки, способной пересылать данные в Интернет, не будет превышать 20 000 долл. США, что позволит значительно расширить сеть стран, проводящих космические исследования, и даст им возможность участвовать в мероприятиях Международного гелиофизического года. В любое время установки можно каскадировать для обеспечения дополнительных функциональных возможностей, например добавления нескольких новых направлений наблюдения. Польза от создания всемирной сети нейтронных

мониторов будет заключаться в исследовании дополнительных популяций первичных ионов.

Рисунок VIII

**Принципиальная схема нового детектора мюонов и нейтронов в Арагацком центре по изучению космической среды**



64. Такие детекторы предполагается разместить в Азербайджане, Грузии, Израиле, Иране (Исламская Республика), Кувейте, Объединенных Арабских Эмиратах и Турции. Возможно, что они дополнительно будут размещены также в Болгарии и Хорватии.

## I. Мюонная сеть

65. Участниками сети мюонных детекторов являются девять институтов из семи стран (Австралия, Армения, Бразилия, Германия, Кувейт, Соединенные Штаты и Япония). Во многих странах мюонные детекторы уже эксплуатируются, а в некоторых они были недавно установлены.

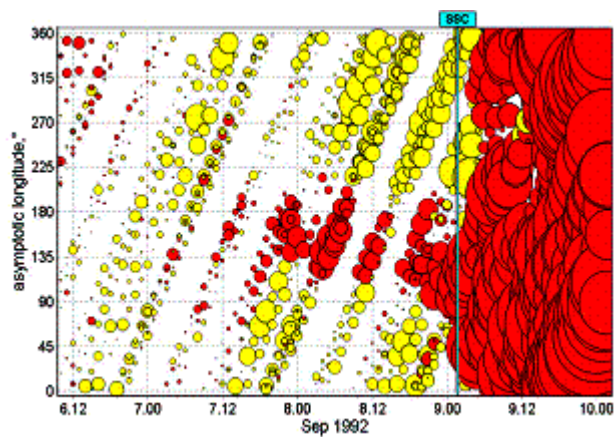
66. На рисунке IX показана эффективность применения мюонного детектора для обнаружения МВКМ. Каждый круг обозначает часовое измерение единичным телескопом как функцию времени (день года по оси абсцисс) и асимптотической долготы направления наблюдения (в градусах по оси ординат). Светлые и темные круги обозначают, соответственно, избыток и дефицит



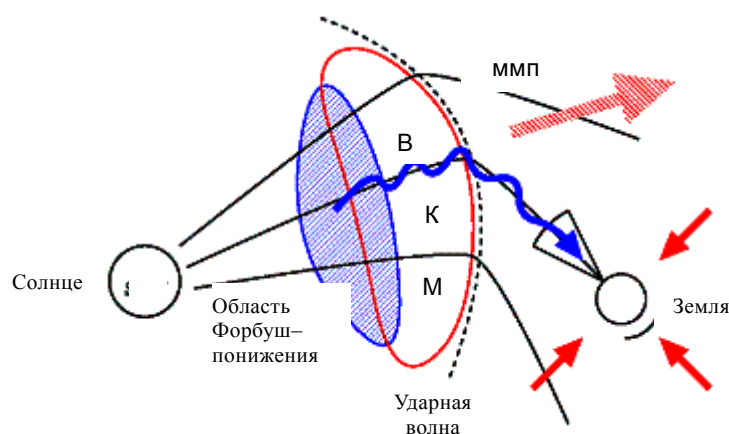
интенсивности космических лучей относительно средней величины, а размер каждого круга пропорционален magnitude избытка или дефицита. Предвестник, выражающийся в снижении интенсивности космических лучей (темные круги) от  $\sim 135$  градусов долготы (в направлении Солнца вдоль номинального межпланетного магнитного поля), ясно виден более чем за один день до внезапного начала бури (ударная волна, созданная выбросом корональной массы, достигает Земли). Физический механизм предвестника, выражающегося в снижении интенсивности, проиллюстрирован на рисунке IX (внизу). Выброс корональной массы, распространяясь от Солнца с опережающей ударной волной, воздействует на предсуществовавшую популяцию ГКЛ различными путями. Наиболее известным является Форбуш–понижение интенсивности – область пониженной плотности космических лучей, расположенная за фронтом ударной волны, вызванной выбросом корональной массы. Некоторые частицы из этой области пониженной плотности просачиваются в область перед ударной волной и, двигаясь со скоростью, близкой к скорости света, опережают приближающуюся к Земле ударную волну; они наблюдаются как предвестниковая анизотропия в конусе потерь далеко впереди перед ударной волной по направлению к Земле. Конусы потерь обычно наблюдаются за четыре–восемь часов до подхода ударных волн применительно к тем из них, которые ассоциируются с крупными геомагнитными бурями.

Рисунок IX

#### Обнаружение межпланетных выбросов корональной массы



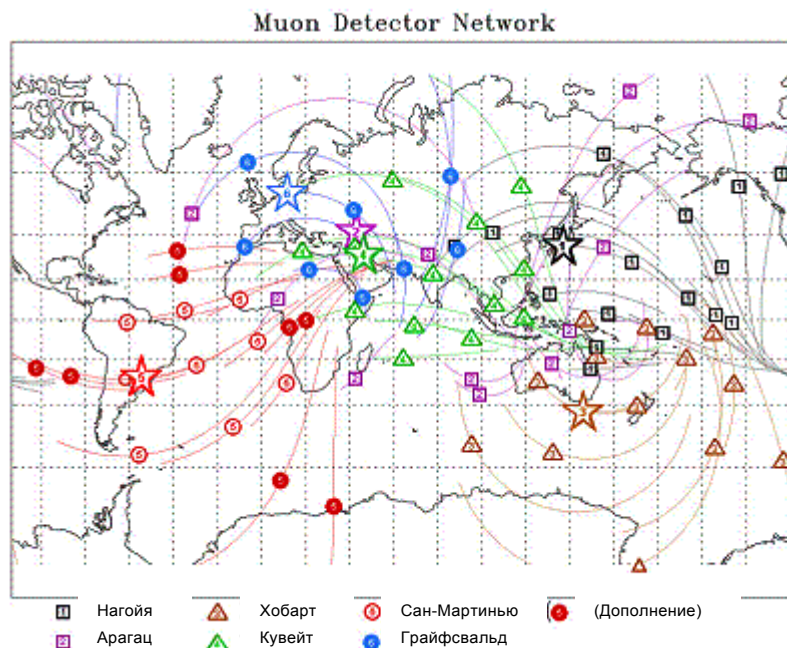




*Примечание:* На диаграмме, расположенной вверху рисунка IX, отображен предвестник в виде "конуса потерь", который наблюдался перед тем, как выброс корональной массы достиг Земли 9 сентября 1992 года. На диаграмме, расположенной внизу, показан физический механизм образования предвестника в виде конуса потерь. Показаны также выброс корональной массы из Солнца (область ВКМ) и область пониженной плотности космических лучей (область Форбуш-понижения). Выброс корональной массы создает ударную волну, которая обозначена пунктирной кривой. Частицы, регистрируемые детектором, обозначены спиралевидной стрелкой. Показаны также три линии межпланетного магнитного поля.

67. В настоящее время сеть мюонных детекторов является почти полной за исключением точек в Соединенных Штатах (Гавайские острова или западное побережье) и Южной Африке, где желательна разместить по детектору.

Рисунок X  
Сеть мюонных детекторов



*Примечание:* Географическое положение каждого детектора обозначено большой звездой с номером. Каждый из символов (квадраты, треугольники и круги) показывает асимптотическое наблюдение падения частицы на каждый из телескопов с медианной первичной жесткостью. Незакрашенные символы показывают существующие направления наблюдения, а закрашенные символы – направления, которые будут добавлены после планируемой установки и усовершенствования детекторов. Проходящая через каждый символ линия обозначает угловой диапазон направлений наблюдения, соответствующий центральному 80 процентам энергетической характеристики каждого телескопа.

#### Примечания

- <sup>1</sup> Доклад третьей Конференции Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, Вена, 19–30 июля 1999 года (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.00.1.3), глава I, резолюция 1.
- <sup>2</sup> Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, пятьдесят девятая сессия, Дополнение № 20 и исправление (A/59/20), пункт 71.

## Приложение

### Контактная информация для ответственных исполнителей

Название проекта: GPS in Africa  
 Исполнитель: Christine Amory-Mazaudier  
 Организация: CMNET/CRPE  
 Адрес: 4, Avenue de Neptune  
 St. Maur des Fosses, 94107  
 France  
 Телефон: (+ 33-1) 4886-1263  
 Факс: (+ 33-1) 4889-4433  
 Эл. почта: mazaudier@crpeis.decnet.cnet-pab.fr

Название проекта: CALLISTO Frequency Agile Solar Spectrometers  
 Исполнитель: Arnold Benz  
 Организация: Institute of Astronomy  
 Адрес: ETH-Zentrum  
 CH-8092 Zurich  
 Switzerland  
 Телефон: (+ 41-1) 632-4223  
 Факс: (+ 41-1) 632-1205  
 Эл. почта: benz@astro.phys.ethz.ch  
 Веб-сайт: <http://www.astro.phys.ethz.ch/staff/benz/benz.html>

Название проекта: New type of Particle Detectors for Space Weather Forecasting Network  
 Исполнитель: Ashot Chilingarian  
 Организация: Alikhanian Physics Institute  
 Адрес: Aragats Space Environmental Center (ASEC), Cosmic Ray Division (CRD)  
 Alikhanian Physics Institute  
 Burakan, Aragazotn District  
 Armenia  
 Телефон: (+ 374-1) 34-4377  
 Факс: (+ 374-1) 34-4377  
 Эл. почта: chili@crdlx15.yerphi.am

Название проекта: SCINDA  
 Исполнитель: Keith Groves  
 Организация: AFRL/VSBXI  
 Адрес: 29 Randolph Road  
 Hanscom Air Force Base  
 MA 01731  
 United States of America  
 Телефон: (+ 1-781) 377-3137  
 Факс: (+ 1-781) 377-3550  
 Эл. почта: Keith.Groves@hanscom.af.mil

Название проекта: AWESOME  
Исполнитель: Umran S. Inan  
Организация: Stanford University  
Адрес: Professor of Electrical Engineering  
Director, Space, Telecommunications and Radioscience  
(STAR) Laboratory  
Packard Bldg Rm. 355, 350 Serra Mall  
Stanford University  
Stanford, CA 94305-9515  
United States of America  
Телефон: (+ 1-650) 723-4994  
Факс: (+ 1-650) 723-9251  
Эл. почта: inan@stanford.edu  
Веб-сайт: <http://nova.stanford.edu/~vlf/>

Название проекта: Low-Frequency Radio Antenna Arrays  
Исполнитель: Justin C. Kasper  
Организация: Massachusetts Institute of Technology  
Kavli Institute for Astrophysics and Space Research  
Адрес: 37-673, 77 Massachusetts Avenue  
Cambridge, MA 02139  
United States of America  
Телефон: (+ 1-617) 253-7611  
Факс: (+ 1-617) 253-0861  
Эл. почта: jck@mit.edu

Название проекта: Low-Frequency Radio Spectrometer  
Исполнитель: Robert J. MacDowall  
Организация: NASA Goddard Space Flight Center  
Адрес: Code 695, Bldg 21, Rm 262  
NASA/GSFC  
Greenbelt, MD 20771  
United States of America  
Телефон: (+ 1-301) 286-2608  
Факс: (+ 1-301) 286-1433  
Эл. почта: Robert.MacDowall@nasa.gov

Название проекта: RENOIR (Remote Equatorial Nighttime Observatory for  
Ionospheric Regions)  
Исполнитель: Jonathan J. Makela  
Организация: University of Illinois at Urbana-Champaign  
Адрес: 1308 W. Main Street, 316 CSL  
Champaign, IL 61801  
United States of America  
Телефон: (+ 1-217) 265-9470  
Факс: (+ 1-217) 333-4303  
Эл. почта: jmakela@uiuc.edu

- 
- Название проекта: Muon Network  
Исполнитель: Kazuoki Munakata  
Организация: Shinshu University  
Адрес: Physics Department, Faculty of Science  
Shinshu University  
3-1-1 Asahi, Matsumoto 390-8621  
Japan  
Телефон: (+ 81-263) 372-463  
Факс: (+ 81-263) 372-562  
Эл. почта: kmuna00@gipac.shinshu-u.ac.jp
- Название проекта: Monitoring of the Solar Activity and of the South Atlantic  
Magnetic Anomaly Using a Very Low Frequency Receiver  
Network  
Исполнитель: Jean-Pierre Raulin  
Адрес: CRAAM-Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Rua da Consolação 896  
São Paulo 01302-907, SP  
Brazil  
Телефон: (+ 55 11) 323-68697  
Факс: (+ 55 11) 3214-2300  
Эл. почта: raulin@craam.mackenzie.br  
Веб-сайт: www.craam.mackenzie.br
- Название проекта: MAGDAS project  
Исполнитель: Prof. Dr. Kiyohumi Yumoto  
Организация: Space Environment Research Center, Kyushu University 53  
Адрес: 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku  
Fukuoka 812-8581  
Japan  
Телефон: (+ 81-92) 642-4403  
Факс: (+ 81-92) 642-4403  
Эл. почта: yumoto@serc.kyushu-u.ac.jp
-