

НЕОН АЛЕКСАНДРОВИЧ АРМАНД



**Организация
проектов
дистанционного
зондирования
Земли**

Неон Александрович Арманд активно работал в области развития средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на протяжении более чем 40 лет. Следует отметить его несомненные заслуги в развитии радиофизических – радиолокационных и СВЧ радиометрических – средств дистанционного зондирования. Наряду с этим он постоянно прилагал усилия по развитию комплексных научно-исследовательских работ, в которых, наряду с радиофизическими, проводятся и синхронные наблюдения в видимом и ИК-диапазонах.

Разработка эффективных СВЧ радиометрических методов определения влажности почвогрунтов и подповерхностное зондирование, постановка экспериментальных и теоретических исследований по рассеянию радиоволн растительными покровами составили основу его работ в 1970-е годы. В этот же период он вместе со своими учениками провел цикл работ по исследованию спектров рассеянного излучения и его мешающей роли в системах селекции движущихся целей.

Основополагающие работы Неона Александровича в области развития средств ДЗЗ дали значимые научные результаты, получившие широкую известность в нашей стране и за рубежом. Так, им вместе с сотрудниками ИРЭ и учениками разработаны СВЧ радиометрические методы дистанционного определения влажности почв. На их основе в период 1970-х – 1980-х годов проведены широкие комплексные экспедиционные работы по исследованию собственного СВЧ излучения земных покровов радиофизическими средствами ДЗЗ с самолетов. Основные результаты этой работы опубликованы в отечественных и зарубежных научных изданиях, а сама работа отмечена Государственной премией СССР 1983 г. «За разработку научных основ дистанционного СВЧ радиометрического

метода и его использование для оперативного определения влажности почв и уровня грунтовых вод».

В 1980-е годы при непосредственном участии Н.А. Арманда и под его руководством осуществлялись формирование и реализация целого ряда программ научно-прикладных исследований на КА серии «Космос», «Интеркосмос», «Ресурс», «Океан». При реализации указанных проектов был получен целый ряд приоритетных результатов. Так, по данным трассовых микроволновых измерений с КА «Космос-1500» (длины волн 0,8 и 1,35 см) и «Космос-1602» (длина волны 1,35 см), запущенных в сентябре 1983 г. и в октябре 1984 г., соответственно, в ИРЭ впервые в СССР были построены карты интегрального влагосодержания атмосферы над северной частью Атлантического океана.

Полученный Неоном Александровичем опыт руководства и личного участия в развитии средств ДЗЗ, включающий постановку и проведение космических проектов, наиболее ярко и полно реализовался в его научном руководстве Международным целевым комплексным проектом (МЦКП) «Природа». Этот проект был реализован на модуле «Природа», выведенном на орбиту 23 апреля и пристыкованном к орбитальной пилотируемой станции «Мир» 26 апреля 1996 г. (см. рис.1, 2).

Научное оборудование модуля «Природа» включает следующие системы: 1. Радиометр «Икар-1» (1.1 - Икар-Д (Р-400); 1.2 - Икар-П (РП-600); 1.3 - Икар-Н (Р-30, Р-80, Р-135, Р-225П); 1.4 - Икар-П (РП-600); 1.5 - Икар-П (РП-225)); 2. Спектрометр «МОЗ-Обзор»; 3. Спектрометр МСУ-СК; 4. Спектрометр МСУ-Э(2); 5. Стереосканер МОМС-2П; 6. Дельта-2Д.

МЦКП «Природа» был и остается по сей день крупнейшим в мире проектом по комплексному исследованию природных ресурсов Земли из космоса. Прежде всего, он выделяется составом

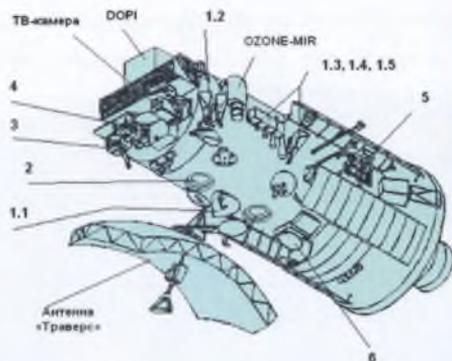


Рис. 1 - Модуль «Природа»

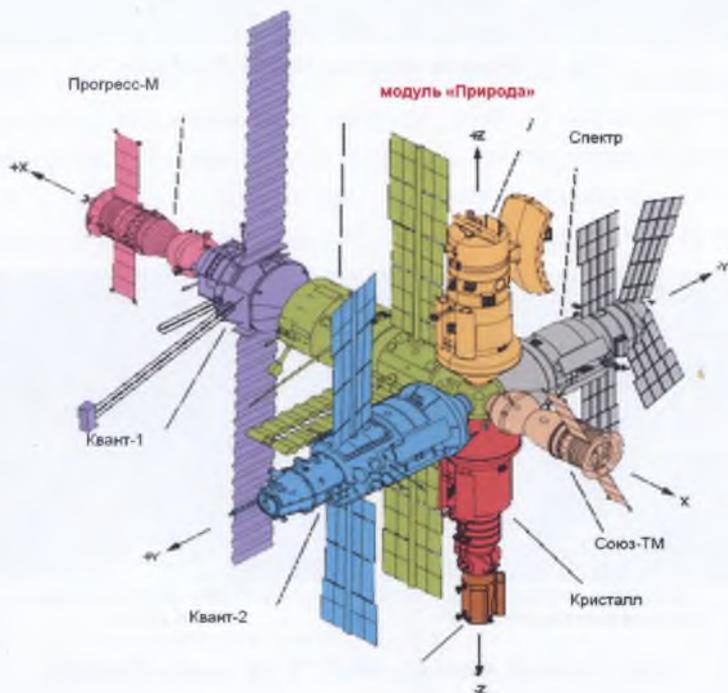


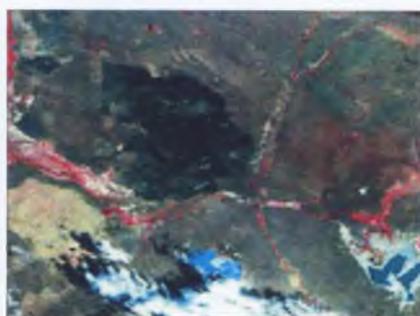
Рис. 2 - Орбитальная станция "Мир"



Рис. 3 - Тестовые полигоны МЦКП «Природа»



10.06.98г. - площадь гари (темный цвет) около 60 км²



02.07.98г. - площадь гари около 150 км²

Рис. 4 - Степной пожар. Съемка МСУ-СК модуля «Природа»

научной аппаратуры и полнотой охвата диапазонов наблюдения. В состав аппаратуры проекта включены как сканеры и спектрометры УФ, видимого и ИК диапазонов (спектрометр «МОЗ-Обзор», спектрометр МСУ-СК, спектрометр МСУ-Э(2), стереосканер МОМС-2П, спектрометр Озон-Мир, спектрометр «Исток»), так и радиофизическая аппаратура РСА «Траверс», СВЧ радиометрическая система «Икар», СВЧ-сканер «Дельта-2П». Важно, что как при проектировании приборного комплекса, так и при подготовке программ включения научной аппаратуры были предусмотрены режимы проведения совместных синхронных наблюдений одних и тех же участков поверхности Земли в разных диапазонах спектра, видимом, ИК и СВЧ.

Неон Александрович, как научный руководитель, участвовал в формировании приборного облика проекта, являясь идеологом комплексного подхода к развитию средств ДЗЗ. Важно, что при этом он постоянно требовал исходить из необходимости доведения результатов наблюдений до величин, реально характеризующих исследуемые объекты. Иными словами, по постановке основных целей МЦКП «Природа», сформированных Неоном Александровичем, необходимо было не просто провести наблюдения собственного или отраженного электромагнитного излучения Земли в разных диапазонах спектра, но, используя существующие или разрабатывая в рамках проекта новые модели, восстановить значения геофизических параметров, описывающих состав или состояние исследуемых объектов.

Для формирования единого подхода к проведению космических экспериментов под руководством Неона Александровича была подготовлена Научная программа экспериментов, включившая следующие направления исследований:

- исследование поверхности суши;
- исследование океана;

- атмосферные исследования;
- экологические исследования;
- подспутниковое обеспечение научных программ.

В каждом из этих направлений было запланировано несколько десятков экспериментов. Их описания включали место проведения, время (сезонность), число наблюдений, объект наблюдений. Многие из экспериментов базировались на полигонных измерениях, которые обеспечивали валидацию получаемых по данным контактных измерений результатов. Полигоны были детально описаны и формировали сеть, позволяющую получать наземные контактные данные по объектам в широком диапазоне природно-климатических особенностей (см. рис.3).

Важной особенностью МЦКП «Природа» был его международный характер. Изначально проект планировался с привлечением стран-участниц «Интеркосмоса». Несмотря на роспуск «Интеркосмоса» в 1990 году, кооперация стран-участниц в проекте сохранилась. Более того, к проекту были привлечены новые участники, а именно научно-исследовательские коллективы из США (NASA) и ФРГ (DLR). В реализации проекта приняли участие научно-исследовательские организации из Белоруссии, Болгарии, Германии, Италии, Польши, России, Румынии, США, Украины, Франции, Чехии, Швейцарии. Следует подчеркнуть, что при обсуждении всех научных и технических вопросов в рамках кооперации МЦКП «Природа» Неон Александрович проявлял неизменную компетентность в обсуждаемых, иногда весьма сложных, вопросах, что определило успешное продолжение проекта в 1990-е годы.

Успеху научной кооперации в определяющей степени способствовал научный авторитет Неона Александровича, как Научного руководителя проекта, его большой практический опыт руководителя научной организации и его высокий интеллект

ученого. Опыт и авторитет Неона Александровича способствовали установлению хороших научных связей, что было особенно значимо в период неустойчивого финансирования проекта в 1990-1995 гг. Личные качества Неона Александровича способствовали преодолению этих трудностей и успешному проведению проекта в 1996-2000 гг.

На рис.4. в качестве иллюстрации результатов проекта показана динамика степного пожара в западном Казахстане по оптическим данным МСУ-СК модуля «Природа».

Реализация МЦКП «Природа» потребовала создания первого в стране Центра обработки и хранения космической информации (ЦОХКИ) ИРЭ РАН, интегрированного в международную систему активных центров, разработки необходимого программно-математического обеспечения для архивации больших объемов информации и обмена данными, а также для ее тематической обработки и интерпретации.

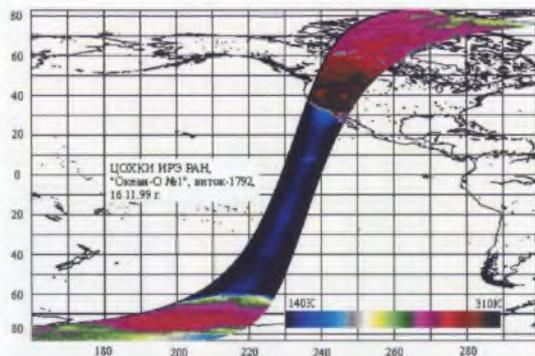
Неон Александрович поддерживал и всячески способствовал развитию ЦОХКИ, поскольку это способствовало основной цели проекта – глубокой обработке и последовательному анализу данных ДЗЗ. Он всячески поддерживал идею развития долговременных архивов данных ДЗЗ, без чего невозможно исследовать многолетнюю изменчивость земных геозкосистем.

ЦОХКИ ИРЭ стал одним из центров планирования и реализации Научных программ и исследований по ДЗЗ в отечественных и международных космических проектах. Инфраструктура ЦОХКИ ИРЭ открыта для дооснащения и развития, включая переход на новые программно-аппаратные платформы. Анализ запросов по каталогам ЦОХКИ идет в рамках общего опроса по системе EOSDIS. Разработка программного обеспечения спутниковой природно-ресурсной информации направлена на решение в автоматическом режиме следующих задач:

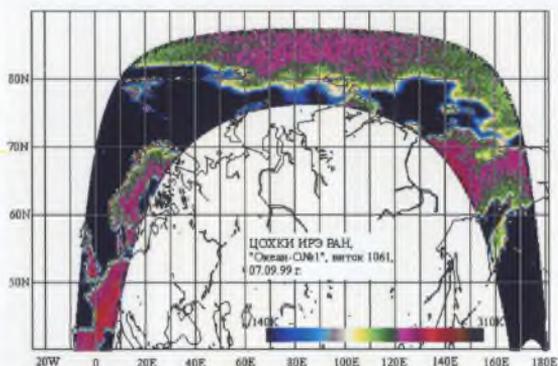
- оперативное наблюдение Земли;
- тематическая обработка ДДЗ и наполнение электронного архива для изучения природных ресурсов Земли;
- геоэкологический мониторинг окружающей среды;
- оценка состояния экосистем космическими методами;
- обеспечение доступа к гидрометеорологической информации по всей поверхности Земли.

Важно особенностью ЦОХКИ ИРЭ РАН является открытость доступа к его информационным ресурсам. А именно, доступ к каталогам ЦОХКИ полностью открыт через Web-интерфейс. С его помощью можно, выбрав данные по поисковому запросу, включающему географический район съемки, интервал времени съемки, название проекта, название прибора, получить список удовлетворяющих этому запросу сцен, просмотреть их и оформить на них заказ. Все данные, хранимые в ЦОХКИ, бесплатны для пользователей и передаются без ограничений через 1,5 года после их генерации. Для участников экспериментов в рамках научной программы МЦКП «Природа» эти данные доступны непосредственно с момента их генерации. Открытость доступа к данным являлась одним из основополагающих принципов, на которых настаивал Неон Александрович и в период подготовки проекта, и при его реализации.

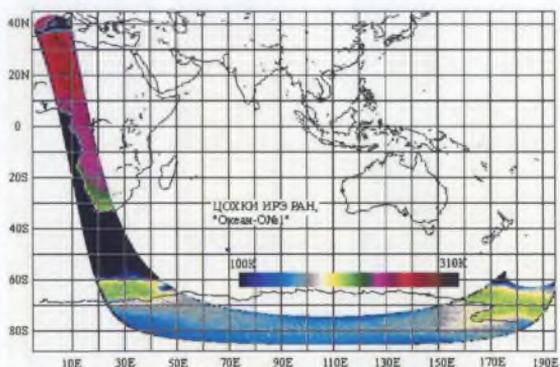
Универсальность подхода к созданию информационных систем ДЗЗ, примененного при разворачивании ЦОХКИ, была подтверждена в 1999 г. при реализации проекта «Океан-О-1». В этом проекте была успешно использована вся инфраструктура, разработанная ранее для работы с данными МЦКП «Природа», для приема, обработки, архивации, каталогизации, представления и распространения данных нового проекта. На рис. 5 показаны обзорные изображения данных СВЧ радиометра Дельта-2Д проекта ОКЕАН-О» №1, хранимые в архиве ЦОХКИ ИРЭ РАН.



16.11.1999, виток 1792



07.09.1999, виток 1061



07.07.2000, виток 5239

Рис. 5 - Поле радиояростных температур, КА «ОКЕАН-О» №1, Дельта-2Д, канал 4,3 см, вертикальная поляризация

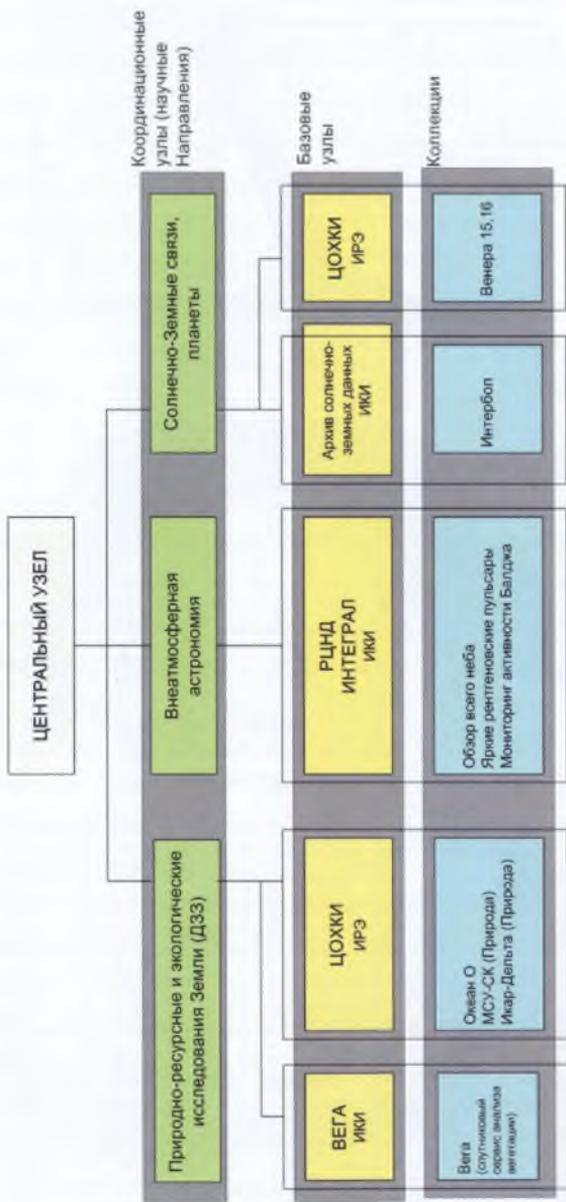


Рис. 6 - Структура макета сегмента ЕИС ФКИ

Важнейшим результатом работ по МЦКП «Природа» было создание в ИРЭ РАН под руководством Неона Александровича коллектива, способного ставить и успешно выполнять крупномасштабные космические проекты. В рамках проекта работала целая группа зрелых ученых. Особенно значимые заслуги в исполнении проекта принадлежат Ю.Г. Тищенко, который взял на себя основную часть научно-организационной работы и стал первым руководителем ЦОХКИ. Немалый вклад в реализацию целей проекта внести также соратники и ученики Неона Александровича: Б.Г. Кутуза, В.М. Поляков, А.Б. Аквилонова, С.П. Гагарин, В.В. Ефременко, А.И. Захаров, Е.М. Петров, Б.З. Петренко, В.П. Саворский, А.И. Сидоренко, М.Т. Смирнов, А.А. Чухланцев, А.С. Шмаленюк. Воспитать учеников и создать такой коллектив единомышленников – это реально значимый результат работы выдающегося руководителя.

Одновременно с разворачиванием ЦОХКИ ИРЭ РАН Неон Александрович в 1996 г. сформулировал задачу создания Единой информационной системы фундаментальных космических исследований. К сожалению, реальную поддержку этих работ не удавалось получить в течение 15 лет – реальные работы по проектированию и созданию рабочего макета удалось осуществить в 2010-2011 гг. В настоящее время реализован макет сегмента ЕИС ФКИ (см. рис.6), на котором проверена реализуемость и эффективность предлагаемых решений по разворачиванию ЕИС ФКИ.

В настоящее время эти работы продолжаются. Развитие этого проекта является одним из лучших памятником Н.А. Арманду.

Результаты научных работ Неона Александровича отражены в многочисленных публикациях в ведущих отечественных и иностранных журналах. Он является автором более 250 научных работ, в том числе 6 монографий и 23 изобретений. По тематике

ДЗЗ им, начиная с 1974 г., опубликовано 50 статей, более 40 докладов. Важным вкладом в развитие научных подходов в ДЗЗ явилась опубликованная Н.А. Армандом в соавторстве с В.М. Поляковым в 2005 г. монография «Radio Propagation and Remote Sensing of the Environment» (CRC Press), в которой описаны особенности распространения радиоволн и анализируются проблемы, решение которых позволяет оценить характеристики сред распространения. В монографии на высоком уровне строгости изложения сформулированы базовые принципы ДЗЗ радиофизическими средствами, рассмотрены особенности применения радиофизических средств ДЗЗ к исследованию различных типов физических объектов и сред, описаны основные типы радиофизической аппаратуры, используемой при проведении дистанционных наблюдений с аэрокосмических носителей.

Материал подготовили сотрудники
Фрязинского филиала
Института радиотехники и электроники
им. В.А.Котельникова РАН
Саворский В.П., Каевецер В.И., Панова О.Ю.