

Л.Я. ЕМЕЛЬЯНОВ, канд. физ.-мат. наук, зав. отделом, Институт ионосферы, Харьков

Т.Г. ЖИВОЛУП, канд. физ.-мат. наук, н.с., Институт ионосферы, Харьков

ИНСТИТУТ ИОНОСФЕРЫ НАН И МОН УКРАИНЫ. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Розглянуто етапи становлення та розвитку Інституту іоносфери Національної академії наук України і Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, який в 2011 р. відмічає свій 20-річний ювілей. Показано основні напрями науково-технічної діяльності Інституту, його зв'язки з вітчизняними та зарубіжними науковими організаціями, основні наукові досягнення.

Рассмотрены этапы становления и развития Института ионосферы Национальной академии наук Украины и Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, который в 2011 г. отмечает свой 20-летний юбилей. Показаны основные направления научно-технической деятельности Института, его связи с отечественными и зарубежными научными организациями, основные научные достижения.

The stages of formation and development of the Institute of Ionosphere of the National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Education, Youth and Sports of Ukraine, which celebrates its 20 anniversary in 2011 are considered. The main directions of scientific and technical activities of the Institute, its relations with domestic and foreign scientific institutions, major scientific achievements are demonstrated.

Інституту іоносфери исполнилось 20 лет. Но история Института началась задолго до его создания.

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. стремительно начали развиваться радиолокация, радионавигация и другие отрасли науки, связанные с радиофизикой, радиотехникой и радиоэлектроникой, что было вызвано необходимостью укрепления обороны страны, развитием радиоэлектронной промышленности и началом космических исследований. Этим было обусловлено открытие в 1946 г. в Харьковском электротехническом институте (ХЭТИ) (с 1949 г. – Харьковский политехнический институт, ХПИ) радиотехнического факультета (РТФ).

С 1950 г. развернулись работы, связанные с исследованиями ионосферы: разработка ионосферной станции (под руководством С. Я. Брауде). С 1954 г. сотрудниками РТФ ХПИ начались работы по изучению среднеширотной ионосферы.

В 1963 г. на РТФ ХПИ была создана научно-исследовательская лаборатория ионосферы (НИЛИ), которую возглавил В. И. Таран, в будущем д.ф.-м.н., профессор. Эта лаборатория начала заниматься работами, направленными на проведение исследований новым многообещающим



Профессор В. И. Таран

методом – методом некогерентного рассеяния (НР) радиоволн.

Вблизи г. Змиёва (около 50 км от г. Харькова) начала создаваться уникальная, единственная в Советском Союзе обсерватория с эталонными научными инструментами – специализированными радаров НР. В первую очередь были возведены здания, в которых устанавливалась аппаратура, водонапорная башня, проведены гидротехнические сооружения и мощные коммуникации электроснабжения. К этим работам привлекалось множество организаций.

Министерством обороны было передано радиотехническое оборудование, которое стало основой радаров НР. В демонтаже оборудования, перевозке и монтаже на экспериментальной базе в г. Змиеве принимали участие десятки сотрудников. Специфические для метода НР узлы радаров разрабатывались и изготавливались нашими сотрудниками.

На протяжении многих лет десятками учёных, инженеров, техников, обслуживающим персоналом была проделана огромная работа по созданию высокопотенциальных радаров НР, специализированных систем обработки информации, эффективных методик зондирования ионосферы, приёма НР сигнала и его обработки.

В 1968 г. была введена в эксплуатацию автоматическая ионосферная станция (АИС), которая в дальнейшем была модернизирована и эксплуатировалась до 1980-х годов. Большой вклад в интерпретацию данных об ионосфере, полученных методом вертикального зондирования, внесли Е. И. Григоренко и Т. Г. Живолуп.

В 1971 г. в ХПИ была создана общетехническая кафедра «Радиоэлектроника», которую возглавил В. И. Таран. В 1989 г. кафедра приступила к подготовке и выпуску инженеров-радиофизиков.

С 1971 г. НИЛИ преобразовывалась в научно-исследовательскую лабораторию кафедры «Радиоэлектроника» (НИЛ РЭ), Отдельное, а затем и Особое конструкторское бюро радиофизических исследований ионосферы (ОКБ РФИИ).

Первые результаты методом НР были получены в 1972 г. с помощью радара с неподвижной параболической антенной диаметром 30 м.



Радар НР с параболической антенной диаметром 100 м

В дальнейшем был значительно повышен потенциал радара. Опытным заводом ХПИ была создана уникальная наибольшая в Европе зенитная двухзеркальная параболическая антенна диаметром 100 м. Внедрено новое более надёжное и чувствительное радиоприёмное устройство. На их базе создан радар НР метрового диапазона

волн, который позволил исследовать ионосферу на высотах 100–1500 км методом НР и проводить систематические измерения основных параметров ионосферы (электронной концентрации, температур электронов и ионов, скорости движения ионосферной плазмы, относительной концентрации молекулярных и атомарных ионов). Такого набора данных невозможно получить другими методами исследования ионосферы.

В 1975 г. начали проводиться регулярные исследования ионосферы с помощью коррелометра, разработанного под руководством Е. В. Рогожкина.

В 1983 г. под руководством к.т.н. Н. П. Маглеванного были проведены первые эксперименты с кодированными сигналами и получены новые научные результаты.

В 1985 г. была введена в эксплуатацию автоматическая ионосферная станция «Базис», которая и в настоящее время используется для калибровки радара НР и исследования ионосферы методом вертикального зондирования.

В 1985 г. были проведены первые эксперименты с возмущениями ионосферной плазмы мощным ВЧ излучением с помощью введенного к этому времени декаметрового нагревного стенда. В этих работах принимали участие А. Н. Смирнов, В. К. Боговский, Л. Я. Емельянов, А. П. Богдан, В. В. Дивавин. Впоследствии к выполнению этих работ были привлечены Л. П. Гончаренко и В. Н. Лысенко.



Ионозонд «БАЗИС»

В 1986–1989 гг. под руководством Е. В. Рогожкина был введен в эксплуатацию многофункциональный коррелометр «СКИФ». Под руководством Л. Я. Емельянова была разработана и внедрена многофункциональная многоканальная приёмно-задающая система. Эти структурные элементы радара НР значительно расширили его возможности.

В 1989 г. под руководством Я. Н. Чепурного была введена в эксплуатацию полноповоротная антенна диаметром 25 м. С её помощью были получены первые уникальные результаты по пространственному исследованию ионосферы методом НР.

Кроме этого, проводились исследования тонкой структуры нижней части ионосферы с помощью радара НР дециметрового диапазона волн (С. В. Черняев, В. Н. Лысенко, В. Н. Авдеев).

Под руководством В. Н. Лысенко были разработаны и внедрены системы обработки нового поколения.

17 апреля 1991 г. постановлением Совета Министров СССР № 139-р на базе ОКБ РФИИ был создан Институт ионосферы НАН и МОН Украины. Директором Института ионосферы стал проф. В. И. Таран.



Обсерватория Института ионосферы

С момента создания Института ионосферы продолжалось развитие экспериментальной базы, в частности, радиопередающих, радиоприёмных и обрабатывающих систем, совершенствовались методы обработки информации.



Профессор И. Ф. Домнин

В целом, получен большой объём экспериментальных данных в течение трёх циклов солнечной активности.

В 2001 г. научный центр, именуемый «Ионосферный зонд», был признан объектом Национального достояния Украины.

С 2009 г. Институт ионосферы НАН и МОН Украины возглавил д.т.н, проф. И. Ф. Домнин. Он провёл комплекс работ по совершенствованию научно-экспериментальной базы Института, развитию сотрудничества с отечественными и зарубежными учёными и научными организациями. Большое внимание проф. И. Ф. Домнин уделяет молодым учёным, аспирантам и, в частности, подготовке магистров и специалистов по специальности «Радиофизика и электроника», возглавляя с 2008 г. кафедру «Радиоэлектроника» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» (НТУ «ХПИ»). Институт ионосферы пополняют наиболее перспективные выпускники этой кафедры, а

также радиофизического факультета Харьковского национального университета (ХНУ) имени В. Н. Каразина. Успешно защищаются диссертации.

Ниже приведен краткий перечень ряда основных работ, отражающих достижения института. Общее руководство осуществляли д.ф.-м.н., проф. В. И. Таран (до марта 2009 г.) и д.т.н., проф. И. Ф. Домнин (с апреля 2009 г.).

- Разработка радиотехнических систем радаров НР метрового диапазона волн, их модернизация и экспериментальные исследования.

- Внедрение аппаратуры и экспериментальные работы на радаре НР дециметрового диапазона.

- Строительство фазированной антенной решётки размерами $300 \times 300 \text{ м}^2$ и внедрение аппаратуры нагревного стенда ВЧ диапазона.

- Ввод и эксплуатация вычислительных средств.

- Разработка, внедрение и модернизация специализированных устройств обработки.

- Разработка алгоритмов и программ обработки НР сигнала.

- Обработка данных и интерпретация измеренных параметров ионосферы.

- Разработка и развитие ионосферных моделей.

- Исследование быстропротекающих процессов в ионосфере (реакция ионосферы на запуски космических аппаратов, мощные взрывы, волновые процессы в ионосфере).

- Исследование влияния геокосмических бурь и солнечных затмений.

- Техническое обеспечение работ на экспериментальной базе в г. Змиёве.



Элементы антенны нагревного стенда

Значительный вклад в эти работы внесли: Е. В. Рогожкин, В. И. Головин, В. И. Лиокумович, Е. И. Григоренко, И. Н. Пресняков, О. А. Соляник, С. Д. Андренко, А. С. Ефременко, Ю. Г. Гукасов, Ф. А. Маенко, В. Н. Лысенко, Л. Я. Емельянов, В. П. Курисько, М. Н. Паун, А. Н. Смирнов, И. Б. Скларов, Е. И. Стаховская, Я. Н. Чепурной, Г. М. Тиняков, Н. А. Смагло, А. Д. Коваль, В. А. Лазарев, В. И. Волошин, С. В. Черняев, В. И. Евченко, А. А. Закорин, В. Н. Авдеев, В. М. Белоус, В. К. Боговский, А. П. Богдан, В. В. Дивавин, А. И. Поливаный, А. Н. Хлебников, В. А. Пуляев, М. Н. Забирко, Н. Ф. Шаталова, Н. П. Маглеванный, А. Е. Андреев, Л. А. Петров, А. Ф. Кононенко, Н. И. Палий, С. Я. Тимонин, В. А. Филоненко, В. Г. Замковой, В. П. Лукьяненко, В. И. Ващенко, Е. Г. Жилияков, А. В. Болибок, Е. В. Попкова, Г. П. Роменская, С. Р. Третьяков, Д. А. Дзюбанов, Л. Ф. Черногор, Ю. И. Подъячий, Т. Г. Живолуп, Л. П. Гончаренко, Ф. Б. Чёрный, С. В. Гринченко, Т. В. Толстова, М. В. Ляшенко, В. П. Бурмака, С. А. Пазюра, Д. В. Котов, А. В. Богомаз, В. В. Барабаш, Е. И. Замула, Н. Ф. Гринько, В. В. Краснокутский, Н. Н. Шевченко.

Большой вклад в планирование научно-технических работ Института, установление связей с заказчиками, заключение договоров и координацию взаимодействия с внешними организациями внёс А. Н. Гридин.

В настоящее время в состав Ионосферной обсерватории в г. Змиёве входят:

- радар НР метрового диапазона с неподвижной антенной вертикального излучения диаметром 100 м;

- радар НР метрового диапазона с полноповоротной антенной диаметром 25 м;

- нагревной стенд декаметрового диапазона;

- ионозонд вертикального зондирования.

С 1991 г. началось регулярное сотрудничество с учёными США из лаборатории Хейстек Массачусетского технологического института (МТИ). В 1992 г. делегация американских учёных посетила Институт ионосферы и его обсерваторию, был проведен научный семинар. Сотрудники Института ионосферы были приглашены в США для совместных исследований. В 1993 г. лабораторию Хейстек посетил В. Н. Лысенко. С октября 1994 по январь 1995 г. проф. В. И. Таран, проф. Е. В. Рогожкин и Л. П. Гончаренко работали в лаборатории Хейстек МТИ и на радиотелескопе Корнельского университета в Аресибо (Пуэрто-Рико, США). В январе 1995 г. состоялась презентация Института ионосферы в Национальном научном фонде США в Вашингтоне.

В связи с высоким международным авторитетом Института ионосферы 14–18 августа 1995 г. в Институте была проведена рабочая группа Международного радиосоюза URSI по некогерентному рассеянию, в работе которой принимали участие ведущие российские ученые: д.ф.-м.н. А. В. Михайлов, к.ф.-м.н. А. В. Тащилин, ведущие ученые США по исследованию ионосферы методом НР д-р Д. Фостер, д-р Д. Келли, д-р С. Гонзалес и учёные Института ионосферы.

В 1998 и 1999 гг. Институт ионосферы проводил исследования вариаций легких ионов гелия и водорода в рамках Гранта, выделенного Национальным научным фондом США. Результаты этих исследований получили высокую оценку учёных зарубежных стран.

Совместные исследования ионосферы с обсерваториями Хейстек и Аресибо, проводимые с 1996 г. согласно Международному геофизическому календарю, позволили обнаружить долготные и широтные вариации концентрации ионов водорода.

В 1999 г. зав. отделом Института ионосферы к.т.н. В. А. Пуляев посетил лабораторию Хейстек МТИ и международный центр атмосферных данных NCAR в Национальном центре атмосферных исследований (Боулдер, США).



Радар НР
с полноповоротной
антенной

В течение последнего десятилетия сотрудничество с зарубежными учёными успешно продолжается и развивается. В частности, Институт



Директор EISCAT Е. Турунен и
д-р К. Кауристи с учёными
Института ионосферы

ионосферы и его экспериментальную обсерваторию посетили учёные из Европейской научной ассоциации по некогерентному рассеянию (EISCAT) (в 2003 г. профессор Университета Уэльса (Великобритания) Ф. Уильямс, председатель научного консультативного комитета ассоциации EISCAT, член Национальной ассамблеи Уэльса, в 2010 г. – директор EISCAT Е. Турунен, проф. А. Брекке и д-р К. Кауристи). Учёные высоко оценили экспериментальные средства и результаты научных исследований, представленные сотрудниками Института ионосферы. В 2009 г. Ю. В. Черняк участвовал в работе 14-й

Международной рабочей группы EISCAT (Норвегия). В сентябре 2010 г. зам. директора Института д.ф.-м.н., проф. В. А. Пуляев участвовал в заседании Научного наблюдательного совета ассоциации EISCAT (С.-Петербург), в которой Украину представляет Национальная академия наук.

Институт ионосферы участвует в международной кооперации COST (Европейское сотрудничество в области научных и технических исследований) по программе COST Action ES0803 – Развитие европейской службы прогнозирования космической погоды.

Институт активно сотрудничает с научными организациями и университетами Украины, в первую очередь с НТУ «ХПИ», Радиоастрономическим институтом НАН Украины, ХНУ имени В. Н. Каразина, Институтом радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова, Институтом геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины (Киев), Институтом космических исследований НАНУ и НКАУ (Киев и Львов), Харьковским университетом воздушных сил имени Ивана Кожедуба Министерства обороны Украины. Развиваются научные связи Института ионосферы с Институтом солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск), Научно-исследовательским радиофизическим институтом (НИРФИ) (Н. Новгород), Институтом ионосферы Республики Казахстан (Алма-Ата) и др., проводятся совместные эксперименты.

На базе Института ионосферы и кафедры космической радиофизики радиофизического факультета ХНУ имени В. Н. Каразина с целью повышения эффективности совместных исследований атмосферы и геокосмоса создана Межведомственная научно-исследовательская лаборатория радиофизических исследований атмосферы и геокосмоса.

Совместно с НТУ «ХПИ» создан Научно-учебный центр дистанционного радиозондирования ионосферы «ИОН», осуществляющий теоретические и экспериментальные исследования, направленные на совершенствование существующих радиофизических методов исследования геокосмоса.

Результаты научных исследований Института ионосферы апробируются практически на всех тематических конференциях, симпозиумах и семинарах, проводимых в СНГ (до 1991 г. – в СССР), а также на многих международных форумах.

Множество печатных трудов сотрудников Института представлено в отечественных и зарубежных научных изданиях. Ежегодно издаётся сборник «Радиофизика и ионосфера» Вестника НТУ «ХПИ» с результатами научных достижений Института. В Вестнике публикуются учёные, специалисты, а также аспиранты, магистры и студенты.

Благодаря ведущей роли Института ионосферы в исследовании геокосмоса на базе Института с 2010 г. совместно с НТУ «ХПИ» проводится конференция молодых учёных «Дистанционное радиозондирование ионосферы» («ИОН»), в которой принимают участие представители молодого поколения учёных Украины и других стран.

Деятельность Института ионосферы тесно связана с учебным процессом и подготовкой специалистов на кафедре «Радиоэлектроника» НТУ «ХПИ». Участие в учебном процессе ведущих учёных Института ионосферы, использование уникального научно-исследовательского комплекса в г. Змиёве для студенческих практикумов и выполнение дипломных проектов по научной тематике Института позволили существенно повысить уровень подготовки выпускников кафедры.

Научная деятельность Института неоднократно поощрялась. Наиболее весомые поощрения: премия Совета Министров СССР (1989 г., 5 сотрудников), премия Президента Украины для молодых учёных (2006 и 2010 гг., 5 сотрудников), а также стипендии Кабинета министров Украины, знак отличия „За наукові досягнення” МОН Украины, почётные грамоты НАНУ и МОНУ, грамоты Президиума НАНУ и Харьковского областного Совета. Молодые учёные неоднократно являлись победителями ежегодного областного конкурса „Найкращий молодий науковець Харківщини”.

В настоящее время Институт ионосферы успешно проводит исследования геокосмоса в спокойных гелиогеофизических условиях, а также во время уникальных событий в околоземной среде – геокосмических бурь, солнечных затмений и др. Проводятся работы по исследованию волновых процессов в плазме от источников естественного и искусственного происхождения, развитию региональной модели ионосферы по данным харьковского радара НР. Свои работы Институт ионосферы координирует с зарубежными научными организациями, которые активно ведут ионосферные исследования.

Поступила в редколлегию 29.06.2011