**Борис Алексеевич Введенский (1893–1969)**

Обсудим результаты научной деятельности ученика М.В. Шулейкина Бориса Алексеевича Введенского, выполнившего пионерские исследования в области распространения ультракоротких волн (УКВ, рабочие частоты 30–300 МГц). Эти работы имело не только чисто научное, но и практическое значение. Применение УКВ позволяло значительно ослабить радиопомехи, а также направлять волны очень узким пучком (с помощью малогабаритных антенн). Вопросы распространения УКВ приобрели особенно важное значение в связи с развитием радионавигации и радиолокации. «Без точных знаний в области распространения радиоволн, — говорил Б.А. Введенский, — радионавигация и радиолокация вообще были бы невозможны».

Первые работы Б.А. Введенского, выполненные под руководством В.К. Аркадьева, были посвящены дифракции света, различным вопросам из области магнетизма и теории вихревых токов. Как вспоминал Б.А. Введенский, «в 1918–1919 гг. я только что закончил под руководством моего первого учителя Владимира Константиновича Аркадьева работу о токах Фуко при самопроизвольном размагничивании железа; по современным масштабам эта работа была чем-то вроде кандидатской диссертации, хотя ученых степеней в то время не было. Около середины 1919 г. я был направлен в Военную радиолабораторию ГВИУ (Главное военно-инженерное управление), позднее — в 1923 г.— эта лаборатория была преобразована в только что отметивший свое славное 40-летие институт — НИИ связи РККА».

Для того чтобы понять, как Б.А. Введенский пришел к изучению УКВ необходимо привести следующий отрывок из его воспоминаний. «А в конце 1921 г. меня заинтересовал вопрос о наиболее коротких волнах, которые можно было получить с имевшимися у нас лампами. Почему я этим занялся? Тут было влияние лебедевской школы (к которой, правда, уже просто по возрасту я не принадлежал), школы, где культивировалось возможно большее укорочение электрически получаемых (я не подберу лучшего короткого определения) волн; но опережавших течение времени работ Александра Львовича Минца, получавшего незатухающие (а такие только и стоило принимать в расчет) дециметровые волны с электрической дугой, я тогда просто не знал».

В 1922 г. Б.А. Введенский совместно с А.И. Данилевским была впервые в стране осуществлена радиотелефонная передача (на длине волны 3,8 м) на расстояние в несколько десятков метров. Во время этих опытов были обнаружены интерференция радиоволн, их отражение от стен здания, а также дифракция на элементах архитектурных конструкций. В конце 1923 г. Б.А. Введенский был приглашен на работу во Всесоюзный электротехнический институт (тогда еще ГЭЭИ), в котором он проработал до 1932 г., сначала в магнитометрическом отделе (1923–1927 гг.), затем в радиоотделе (1927–1930 гг.), причем последние два года (1931–1932 гг.) заместителем заведующего отделом. В ГЭЭИ Б.А. Введенский организовал лабораторию УКВ (1930 г.). Здесь вместе со своими сотрудниками он изучал вопросы генерирования и приема сверхбыстрых электромагнитных колебаний, процесс распространения УКВ, разрабатывал антенны для этих волн. Под руководством Б.А. Введенского была разработана измерительная радиоаппаратура, необходимая для исследования УКВ. Первые экспериментальные попытки установления количественных законов распространения УКВ в различных условиях были предприняты Б.А. Введенским в 1927–1928 гг. при участии А.Г. Аренберга и А.В. Астафьева. В результате исследований было показано, что характер распространения УКВ в области прямой видимости обусловлен интерференцией прямых и отраженных от земной поверхности лучей.

В 1928 г. Б.А. Введенским была предложена формула (так называемая «квадратичная формула») для расчета напряженности поля УКВ при относительно малых высотах передающей и приемной антенн и такого расстояния между ними, при котором без большой погрешности можно пренебречь кривизной Земли. При этом модуль напряженности поля в случае передачи УКВ убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между передающей и приемной станциями, если антенны подняты на малую высоту по сравнению с дальностью передачи.

Квадратичную формулу используют при расчете дальности связи на УКВ для случая низко расположенных антенн и радиолокационного обнаружения кораблей и низколетящих самолетов. Следует отметить, что в иностранной литературе эта формула появилась лишь в 1933 г., т. е. спустя пять лет после ее опубликования в СССР.

В 1929 г. в Москве под руководством Б.А. Введенского была построена первая ультракоротковолновая радиовещательная станция (РВ-61), работавшая на длине волны 5,8 м. Передачи этой станции принимались на расстоянии 20–30 км от Москвы. Так, в СССР было положено начало регулярному радиовещанию на УКВ.

После вывода квадратичной формулы Б.А. Введенский приступил к работе по разрешению значительно более сложной проблемы — распространения УКВ за пределами прямой видимости. На рубеже 1920–1930-х гг. большинству радиотехников становится ясно, что горизонт не является пределом дальности распространения УКВ. В 1932 г. Г. Маркони во время экспериментов на Средиземном море обнаружил, что дециметровые волны распространяются достаточно далеко за горизонт. В 1933 г. под руководством Б.А. Введенского на Черном море были проведены исследования распространения УКВ. Настраивая магнетронный радиопередатчик (авторы разработки А.А. Слуцкин, М.А. Слиозберг и др.) на волну длиной 60 см, советские радиоспециалисты принимали его сигналы на расстоянии более 100 км, что в 3–4 раза превосходило дальность прямой видимости (расстояние до горизонта). Результаты экспериментальных исследований показали, что дециметровые волны способны распространяться за горизонтом.

Основываясь на материалах наблюдений Черноморской экспедиции, Б.А. Введенский получил дифракционную формулу для расчета силы поля УКВ на большом расстоянии от передатчика (за линией горизонта), учитывающую конечную проводимость Земли, а также дал успешное решение задачи дифракции при поднятых над Землей антеннах Для области тени с учетом конечной проводимости почвы и высот подъема приемной и передающей антенн Б.А. Введенским был разработан удобный графический метод расчета, широко применяемый до настоящего времени. Отметим, что наиболее полное решение задачи огибания радиоволнами криволинейной поверхности Земли дал в 1943–1945 гг. академик АН СССР В.А. Фок.

Исследования 1920-х и первой половины 1930-х гг. были обобщены Б.А. Введенским в двух изданных в 1934 г. монографиях «Основы теории распространения радиоволн» и «Распространение ультракоротких радиоволн» (последняя написана в соавторстве с А.Г. Аренбергом). В 1940-е гг. Б.А. Введенским были разработаны методы расчета дальнего тропосферного распространения. Эти работы легли в основу радиометеорологии.

Любопытно, что в научной деятельности Б.А. Введенский определенную роль сыграл и Л.И. Мандельштам. Он писал «… Первые, пригодные для расчетов на УКВ результаты были мной доложены в 1933 г., на коллоквиуме Леонида Исааковича Мандельштама, о теплом и благосклонном участии которого к этим моим работам, о его ценных замечаниях я вспоминаю с чувством самой глубокой признательности».

Следующий этап научной биографии Б.А. Введенского связан с его работой во Всесоюзном научно-исследовательском институте телевидения (ВНИИТ, в настоящее время — ОАО «НИИТ»). ВНИИТ был организован в 1935 г. на базе лабораторий НИИ телемеханики, Ленинградского электрофизического института (ЛЭФИ) и ЦРЛ. В 1936 г. дирекция НИИ-9 расширяла оборонную тематику института и привлекала к этой работе научно-инженерные кадры. По предложению М.А. Бонч-Бруевича в коллектив института вошел основной состав лаборатории УКВ ВЭИ во главе с Б.А. Введенским. Вместе с ним в НИИ-9 перешли молодые ученые и инженеры — М.Л. Слиозберг, Ю.Н. Шеин, Е.А. Селин, Е.Н. Майзельс и др. В НИИ-9 была усилена вакуумная лаборатория с тем, чтобы не только разрабатывать радиолампы дециметровых и сантиметровых волн, но и совершенствовать технологию мелкосерийного изготовления генераторных и приемных ламп. До 1940 г. Б.А. Введенский возглавлял одну из лабораторий НИИ-9, которая занималась (по его выражению) «спецработой».

В конце 1940 г. он вернулся в Москву, занял должность заместителя председателя Секции электросвязи Отделения технических наук АН СССР и состоял председателем Научно-технического совета НИИ-20 (бывший Остехбюро). С 1944 по 1951 гг. Б.А. Введенский был председателем Секции по научной разработке проблем электросвязи АН СССР, с 1945 — заместителем председателя Совета по радиофизике и радиотехнике АН СССР. С 1941 по 1944 гг. Б.А. Введенский руководил группой радиосвязи в ФИАН. В период работы в этом институте им была выполнена работа о влиянии тропосферной рефракции на дифракционное распространение радиоволн и закончена работа по графикам дифракционного поля. Группой радиосвязи Б.А. Введенского был выполнен ряд важных работ по прогнозам радиосвязи для Генерального штаба Красной Армии, Гидрометеорологического управления Красной Армии, Наркомата связи СССР, а также разработан по заданию ГИВУ КА один из образцов вооружения.

В 1946 г. появилась монография «Радиоволноводы», составленная Б.А. Введенским совместно с А.Г. Аренбергом. В ней приведено теоретическое рассмотрение широкого круга вопросов, связанных с волноводами, и описание соответствующих экспериментальных исследований. Кстати говоря, сам термин «волноводы» на русском языке впервые использовал Б.А. Введенский. В 1953 г. Б.А. Введенский был приглашен в ИРЭ АН СССР, где он возглавил программу исследований по распространению радиоволн в тропосфере. Итогом работы в данном направлении стала написанная при его участии монография «Дальнее тропосферное распространение ультракоротких радиоволн». Кроме того, Б.А. Введенский руководил в институте разработкой программ по радиофизическому исследованию космического пространства, поверхности и атмосферы планет. Последней подготовленной им к изданию книгой стала монография «Распространение радиоволн при космической связи».

Как отмечал А.И. Берг, «Борис Алексеевич обладал замечательным качеством готовить специалистов не только с вузовской кафедры, но главное, в процессе повседневной кропотливой совместной работы» [50]. Многие его ученики (А.Г. Аренберг, А.В. Астафьев, А.И. Данилевский, Ю.П. Симанов, Р.И. Перец, М.И. Пономарев, С.Я. Турлыгин, Н.А. Петров, Ю.Н. Шеин, А.Р. Вольперт, В.А. Кузовкин, Е.Н. Майзельс, М.А. Колосов, А.В. Сколов и др.) стали в дальнейшем видными учеными. С.И. Вавилов и В.Л. Левшин подчеркнули, что «педагогическая и научно-исследовательская деятельность Бориса Алексеевича в различных научных учреждениях способствовала воспитанию квалифицированных научно-исследовательских кадров в столь важной для современной связи области физики и техники УКВ». Один из многолетних сотрудников Б.А. Введенского Н.А. Арманд вспоминал: «На одном из семинаров, руководимых Б.А. Введенским, выступил А.И. Калинин, который излагал свой вариант так называемой теории когерентного рассеяния, привлекаемой для объяснения явления ДТР (дальнего тропосферного распространения). Мне рассуждения А.И. Калинина казались (и представляются сейчас) спорными, и я, естественно, стал горячо опровергать автора доклада. Завязалась стандартная научная перепалка, которую Борис Алексеевич наблюдал с интересом. А в конце тихо сказал мне: “Вы не очень-то нападайте на Анатолия Ивановича. Он хороший человек”. Здесь проявилась терпимость Бориса Алексеевича к другим взглядам, и, одновременно, он предупредил меня от переноса несогласия в научных взглядах на личные отношения. Так и случилось. Хотя мы с Анатолием Ивановичем не раз “сражались” и впоследствии, это никак не повлияло на наши теплые товарищеские отношения».

Резюмируя, отметим, что Б.А. Введенский стал пионером в изучении генерации УКВ, установил основные закономерности их распространения, как в зоне прямой видимости, так и в области тени, изучил дальнее тропосферное распространение УКВ. Результаты, полученные научной школой Б.А. Введенского, легли в основу инженерных расчетов систем УКВ-связи, разработки армейской радиосвязи, развития радиолокации, телевидения. Необходимо отметить также его значительные просветительские заслуги. В 1929 г. Б.А. Введенский совместно с Г.С. Ландсбергом написал фундаментальный труд «Современное учение о магнетизме», содержащий наиболее полное описание электрических и магнитных явлений. Кроме того, Б.А. Введенский был первым редактором и фактически создателем журнала «Радиотехник», с 1951 г. (после смерти С.И. Вавилова) он — главный редактор второго издания Большой советской энциклопедии (БСЭ). Под его руководством были проведены все подготовительные работы к третьему изданию БСЭ.

Литература о Б.А. Введенском

1. Основоположник учения об УКВ. — [Электронный ресурс]. — URL: http://radiolamp.net/news/273-osnovoporlozhnik-ucheniya-ob-ukv.html.
2. Арманд Н.А., Кессених А.В. Борис Алексеевич Введенский — физик, радиоинженер, энциклопедист, человек // История науки и техники. — 2003. — № 7. — С. 2–16.
3. АРАН. Фонд 1652. «Введенский Борис Алексеевич, (1893–1969), специалист в области радиофизики и радиотехники, академик АН СССР (1943)».
4. Борис Алексеевич Введенский. — М.: АН СССР. Материалы к биобиблиографии ученых СССР. Серия физики, 1950.