

ПРЕДИСЛОВИЕ

Посвящается 100-летию Остехбюро,
ВНИИРТ и МЭИС, МТУСИ

Столетний юбилей моего родного предприятия, Всероссийского научно-исследовательского института (АО ВНИИРТ) 9 августа 2021 г. я решил встретить вот таким подарком, собрав в единый сборник доклады и статьи, которые были опубликованы в течение 2016–2021 гг.

Я пишу «родного предприятия» не случайно. 42 года назад после защиты кандидатской диссертации и окончания очной аспирантуры я был распределен по путевке Министерства радиопромышленности СССР во ВНИИРТ. Именно во ВНИИРТ я прошел путь от ведущего инженера до начальника лаборатории, а с 2010 г. по настоящее время возглавляю отдел аспирантуры. Круг моих научных интересов широк и простирается от истории радиотехники и радиолокации до цифровой обработки сигналов и создания программируемых радиотехнических устройств. Это нашло свое отражение и в содержании сборника, в который вошли наиболее значимые работы, частично опубликованные в соавторстве с моими коллегами по работе, с моими аспирантами, с моими сыновьями и даже моей внучкой Машенькой, студенткой МЭИ. Всем им я хочу выразить благодарность за творческое сотрудничество. Введение ограничения временных рамок для сборника от 2016 г. до наших дней объясняется стремлением пролонгировать содержание ранее выпущенной книги с одноименным названием, охватывающей мои публикации за период 2006–2016 гг. (Бартенев В.Г. Избранные труды (2006–2016 гг.). — М.: Горячая линия — Телеком, 2016.)

Так уж получилось, что в этот год 100-летний юбилей не только у ВНИИРТ. Не могу не сказать о том, что в феврале 2021 г. был отмечен 100-летний юбилей старейшего высшего учебного заведения СССР и России Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ).

Вы спросите, какое отношение имеет эта историческая дата ко мне. Отвечаю, самое непосредственное. С 1976 по 1979 гг. я обучался в очной аспирантуре МЭИС. Именно так этот университет тогда

назывался. Более того, принят я на учебу был на кафедру радиотехнических систем. Вот как выглядел ее состав во время моей учебы.



В центре за столом сидит заведующая кафедрой Анна Ивановна Дымова. А крайний справа стоит мой научный руководитель Шлома Александр Михайлович. К сожалению, ни Анны Ивановны, ни Александра Михайловича уже нет в живых. Царствие им небесное. Но есть на этой фотографии человек, с которым я дружен до сегодняшнего дня. Он стоит третий слева. Это профессор Валентин Сергеевич Сперанский. Именно он предоставил мне эту фотографию.

Кафедра радиотехнических систем была создана на факультете «Автоматика, телемеханика и электроника», который ныне имеет название «Радио и телевидение». Первым заведующим кафедрой был один из выдающихся деятелей советской высшей школы в области радиотехники в послевоенные годы проф. Гец Аронович Левин (1898–1965). После смерти Г.А. Левина кафедру по желанию коллектива возглавила А.И. Дымова, которая стала и деканом факультета АТЭ. Это время следует считать золотым веком кафедры. Анна Ивановна — прекрасный организатор, умела ладить и в преподавателями и с начальством. Кафедра РТС стала ведущей в вузе как по уровню преподавания, так и по научной работе. В научных лабораториях работало более 30 сотрудников и все преподаватели. Почти каждый месяц были защиты диссертаций. Л.Е. Варакин защитил докторскую диссертацию. В 1968 г. Анна Ивановна пригласила на кафедру А.М. Шлому, до этого работавшего в НИИП, г. Жуковский, впоследствии Шлома стал доктором технических наук, профессором.

При зав. кафедрой Дымовой научные работы развивались вширь и в глубину. Исследования по статистической радиотехнике возглавил



профессор Б.Р. Левин Он создал научную школу: под его руководством выполнили кандидатские диссертации А.Ф. Кушнир, Ю.С. Шинаков, В.П. Кузнецов, В.М. Баронкин, Н.В. Морковина, Г.И. Скворцов и др. Б.Р. Левин написал трехтомник «Статистическая радиотехника». Семинар, проводимый Б.Р. Левиным, пользовался популярностью у ученых-радиотехников СССР. Б.Р. Левин руководил секцией теории информации, потом её возглавил профессор Ю.С. Шинаков.

Поскольку тема моей кандидатской диссертации была по радиолокации и имела гриф секретности, защищать ее мне пришлось в Энергетическом институте на кафедре радиоприборов в закрытом Ученом совете, который возглавлял академик А.Ф. Богомолов.

Во время учебы в МЭИС мною были опубликованы, кроме закрытых работ, также важные статьи и в журнале «Радиотехника»:

О распределении огибающей на выходе коррелятора с ограничением // Радиотехника. 1977. Т. 32, № 3.

Об уточнении формулы для распределения огибающей на выходе приемника типа ШОУ // Радиотехника. 1977. Т. 32, № 10.

И в соавторстве с моим руководителем А.М. Шломой:

О построении адаптивных обнаружителей импульсных сигналов на фоне нормальных помех с неизвестными корреляционными свойствами // Радиотехника. 1978, Т. 33, № 2.

Обнаружение импульсных сигналов на фоне нестационарных помех с неизвестными корреляционными свойствами // Радиотехника. 1978. Т. 33, № 5.

Данные статьи судя по e-library цитируются до сегодняшнего дня.

И все-таки моим главным достижением во время учебы в МЭИС стало в 1976 г. изобретение первой в истории радиолокации адаптивной разностно-временной системы СДЦ, которая получила дальнейшее усовершенствование и внедрение во ВНИИРТ (Москва) и НИИИП (Новосибирск).

Хочу пожелать в юбилейный год МТУСИ–МЭИС всем, кто закончил это высшее учебное заведение или учится сейчас, и, конечно, всем сотрудникам моей родной кафедры «Радиотехнические системы» здоровья и творческих успехов.

Сборник разбит на две части. Первая часть посвящена статьям в научно-технических журналах. Вторая часть — это доклады на научно-технических конференциях. Данный сборник, надеюсь, вызовет интерес как у специалистов, так и у более широкого круга читателей.

Бартенев В.Г.

Часть I

СТАТЬИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
ЖУРНАЛАХ

ЗАВЕЩАНИЕ АКАДЕМИКА Ю.Б. КОБЗАРЕВА

Бартенев В.Г.

Аннотация. В юбилейный год 70-летия Победы советского народа в Великой Отечественной войне нельзя не вспомнить еще об одном юбилее. 8 декабря исполнится 110 лет со дня рождения академика, Героя Социалистического Труда Юрия Борисовича Кобзарева, с именем которого связана работа по созданию первого отечественного импульсного радиолокатора дальнего обнаружения, за которую он вместе с Н.Я. Чернецовым и Н.А. Погорелко получил Сталинскую премию в 1941 г.

Введение



Юрий Борисович Кобзарев
(1905–1992)

и, конечно же, нашим истребителям и бомбардировщикам тех времен. А вот об отечественной радиоэлектронике, в частности радиолокационной технике, информация практически отсутствует. А ведь роль станций дальнего обнаружения вражеских самолетов во

В год 70-летия разгрома фашистской Германии в Великой Отечественной войне многие обращаются к воспоминаниям, историческим фактам, пытаются понять, что способствовало победе нашего народа в этой жесточайшей войне в истории человечества. На первое место всегда ставятся героизм, патриотизм и любовь к Отчизне нашего народа. Однако в последнее время повышенный интерес российской общественности вызывают и другие слагаемые великой Победы, связанные с созданием оружия возмездия фашистским захватчикам. Много статей и исторических фактов посвящено знаменитым танкам, легендарным «Катюшам» и, конечно же, нашим истребителям и бомбардировщикам тех времен. А вот об отечественной радиоэлектронике, в частности радиолокационной технике, информация практически отсутствует. А ведь роль станций дальнего обнаружения вражеских самолетов во

время войны огромна. В этом году исполняется 110 лет со дня рождения создателю первых отечественных РЛС дальнего обнаружения академику Ю.В. Кобзареву. Создание РЛС «Редут» под руководством Ю.В. Кобзарева можно считать первым и наиболее важным этапом в его жизни [1].

Первые опыты в области импульсной радиолокации в СССР

Предварительные поисковые и исследовательские работы в области радиолокации были начаты в Советском Союзе еще в 1934 г., когда Управлением противовоздушной обороны был заключен договор с Ленинградским физико-техническим институтом (директор академик А.Ф. Иоффе) на проведение исследований по измерению электромагнитной энергии, отраженной от предметов различных форм и материалов. Этому же институту совместно с ОКБ Управления ПВО РККА (руководитель П.К. Ощепков) поручалось изготовить передатчик и приемник для проведения опытов по фактическому обнаружению самолета по отраженной от него волне. Все работы проводились по заранее составленному плану и рассматривались как дело большой государственной важности. При этом рассматривалось создание двух типов РЛС непрерывного и импульсного излучения. Первое направление вылилось в появление РЛС «Ревень», первая партия которых под названием РУС-1 (сокращение от слов «радиоуправляватель самолетов») была принята на вооружение в 1939 г. и во время войны с белофиннами прошла боевую проверку. К 1939 г. появилась научная и экспериментальная база в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) и по второму направлению в виде макета импульсной РЛС «Редут», созданного под руководством Ю.В. Кобзарева (впоследствии академика). В развитии отечественной радиолокационной техники РЛС «Редут» по сравнению с РЛС «Ревень» была значительным шагом вперед, так как позволяла не только обнаруживать самолеты противника на больших расстояниях и практически на всех высотах, но и непрерывно определять их дальность, азимут и скорость полета. Кроме того, при круговом синхронном вращении обеих антенн станция «Редут» обнаруживала группы и одиночные самолеты, находившиеся в воздухе на разных азимутах и дальностях, в пределах своей зоны действия и следила с перерывами по времени (один оборот антенны) за их перемещениями. Таким образом, с помощью нескольких таких РЛС командование ПВО могло наблюдать за динамикой воздушной обстановки в зоне радиусом до 100 км, определять силы воздушно-го противника и даже его намерения, подсчитывая, куда и сколько в данное время направляется самолетов. За научно-технический

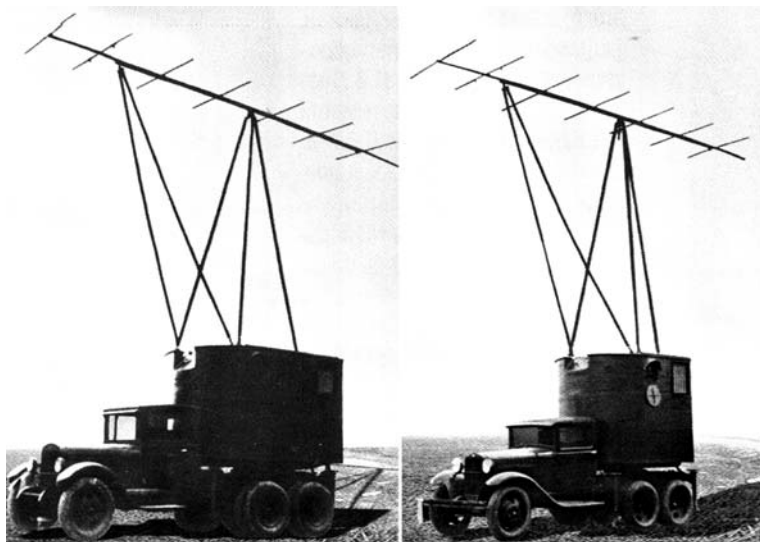


Рис. 1. РЛС «Редут» с двумя синхронно вращающимися кабинами, слева — передающей на ЗИС-6 и справа — приемной на ГАЗ-ААА

вклад в создание первой РЛС дальнего обнаружения Ю.В. Кобзареву, П.А. Погорелко и Н.Я. Чернецову была присуждена Сталинская премия (1941 г.).

В связи с низкой эффективностью выпуск РЛС РУС-1 («Ревень») был прекращен. Назрела настоятельная потребность в привлечении к разработке и изготовлению импульсных РЛС типа «Редут» научно-исследовательской организации, имеющей опыт работы в создании сложных радиотехнических систем. В качестве такой организации Правительством был выбран НИИ-20 Остехуправления, впоследствии Всероссийский НИИ радиотехники (ВНИИРТ). Всю работу в НИИ-20 предполагалось разбить на ряд этапов, в том числе провести дополнительные испытания макета РЛС «Редут» ЛФТИ. Однако управление связи РККА внесло предложение в Комитет Обороны при СНК СССР о включении в план НИИ-20 срочного задания по разработке РЛС «Редут». Согласно этому заданию НИИ-20 должен был разработать и изготовить, а затем представить на государственные испытания два образца РЛС «Редут» в январе 1940 г. [2], несмотря на огромные трудности: не было нужной измерительной аппаратуры, отсутствовала кооперация с внешними предприятиями по комплектующим изделиям; не было специальных автомобильных кузовов с вращающимися кабинами, аппаратуры синхронной передачи для обеспечения синфазного вращения кабин. И тем не менее к концу 1939 г. был разработан технический проект

станции, а к апрелю 1940 г. изготовлены два опытных образца РЛС «Редут» (рис. 1). Это был двухантенный вариант РЛС с двумя синхронно вращающимися кабинами. В своих воспоминаниях Юрий Борисович позже написал: «Если бы не наша самоотверженная работа в тридцатые годы в лаборатории ЛФТИ и не мое руководящее участие впоследствии, мы не имели бы в армии к началу Великой Отечественной войны радиолокационные станции РУС-2 (Редуты)».

Ю.Б. Кобзарев в Совете по радиолокации

Некоторые историки утверждают, что до 1943 г. в СССР радиолокации не было и лишь с появлением Постановления 1943 г. № ГОКО-368600 был создан Совет по радиолокации при Государственном Комитете Обороны. Эту дату они называют днем рождения отечественной радиолокации. Конечно, это не так. И это утверждение полностью опровергается историей создания еще к началу Великой Отечественной войны отечественных РЛС дальнего обнаружения РУС-2 и РУС-2с, в основе которых лежал кобзаревский проект РЛС «Редут». Тем не менее нельзя не отметить важность сталинского постановления «О радиолокации». Председателем Совета был назначен Г.М. Маленков, член ГКО. Это постановление, появившееся в тяжелый военный период, явилось для нашей радиолокации важнейшим государственным актом. С образованием Совета руководство развитием этой новой отрасли техники и осуществление большого комплекса мероприятий в разрозненных до этого организациях сосредотачивалась в едином правительственном органе. Заместителем председателя Совета был утвержден Аксель Иванович Берг, который и осуществлял каждодневное научное и организационное руководство. До октября 1944 г. Аксель Иванович, оставаясь в должности замнаркома, осуществлял и руководство всей радиопромышленностью, которая входила в Наркомат электропромышленности. В аппарате Совета постоянно работали специалисты высокого класса, их авторитет в среде советских радиоинженеров был общепризнан. Среди таких специалистов был и Юрий Борисович Кобзарев. Постановление вышло в год коренного перелома в Великой Отечественной войне после победы Красной армии в Сталинградской битве и накануне Курской битвы, в которой также была одержана победа. В это же время англичане в своей борьбе против фашистской Германии пошли на беспрецедентный шаг. Ими впервые был применен новый вид оружия: в Гамбурге был осуществлен массовый сброс пассивных помех против немецких РЛС [3]. Это событие серьезным образом повлияло на реализацию постановления «О радиолокации» и на интенсивное развитие отечественной радиопромышленности в целом. Использование пассивных помех

англичанами не осталось без внимания в СССР. В частности, во вновь организованном в соответствии с «Постановлением о радиолокации» в 1943 г. ЦНИИ-108 (сегодня ГОСЦНИРТИ) были развернуты работы по созданию пассивных помех. Наиболее известной в этой области стала работа сотрудника ЦНИИ-108 М.А. Леонтовича «Теоретические основы метода создания дипольных помех», которая относится к 1944 г. Позже это направление развивалось также на основе использования ложных целей. Командование Красной армии и военные инженеры Главного Артиллерийского Управления (ГАУ), которые занимались обеспечением Войск ПВО радиолокационными станциями, отчетливо представляли, какие неисчислимы бедствия и разрушения может нанести авиация противника, если РЛС будут выведены из строя и зенитные и авиационные средства окажутся «слепыми». Поэтому в конце 1943 г. для ускорения разработки средств защиты от пассивных помех Советом по радиолокации при Государственном Комитете Обороны был объявлен изобретательский конкурс. Его предполагаемые участники были созваны на совещание, где были сформулированы условия конкурса. Там же Ю.Б. Кобзарев как член Совета по радиолокации сделал сообщение о возможных методах борьбы с пассивными помехами. В сообщении особое внимание уделялось когерентно-импульсной технике, основанной, в частности, на применении вспомогательного источника когерентных колебаний, фазированного импульсами передатчика. Можно считать, что идея Ю.Б. Кобзарева, высказанная на совещании, и положила начало новому направлению в радиолокационной технике — когерентному приему радиолокационных сигналов. В июне 1947 г. Совет по радиолокации был преобразован в Комитет по радиолокации при Совете Министров СССР. Комитет по радиолокации был упразднен в августе 1949 г., а его обязанности поделили между собой Министерство обороны и министерства оборонных отраслей промышленности.

НИР «Стекло» в НИИ-20

Когда Совет, а затем и Комитет по радиолокации были ликвидированы, Ю.Б. Кобзарев возглавил лабораторию в НИИ-20, в том самом НИИ промышленности, который с таким названием фигурирует в мемуарах М.М. Лобанова [4] и которому и была передана работа по внедрению макета РЛС «Редут» в 1939 г. Являясь наследником легендарного Особого Технического Бюро к тридцатым годам НИИ-20 сложился как сильный в научном и инженерном отношении коллектив, который внес неоценимый вклад в создание на базе РЛС «Редут» первых промышленных образцов импульсных

РАС дальнего обнаружения РУС-2 и РУС-2С и организацию их серийного производства. Идея использования когерентной техники для борьбы с пассивными помехами была положена им в основу способа когерентно-импульсной работы РАС, который в виде заявки на изобретение Ю.В. Кобзарев направил в Комитет по изобретениям и еще в 1945 г. получил авторское свидетельство № 5352с. Дальнейшее развитие этот когерентно-импульсный способ получил в НИИ-20. По постановлению Совета Министров Союза СССР в НИИ-20 в срочном порядке в 1949 г. была развернута НИР «Стекло» [5] по теме «Разработка метода уменьшения помех от местных предметов, метеофакторов (дождь, снег, облака) и дипольных отражателей в станциях дальнего обнаружения». Причем сам метод, подлежащий разработке, был определен в задании на НИР заранее — это когерентно-импульсный метод. Четко были определены и следующие задачи НИР.

1. Создание 10-сантиметрового местного гетеродина с высокой стабильностью частоты.

2. Создание когерентного гетеродина на 30 МГц с высокой стабильностью частоты.

3. Разработка линии задержки на большое время, равное периоду повторения импульсов РАС дальнего обнаружения.

4. Разработка системы запуска передатчика, обеспечивающего равенство с высокой степенью точности периода повторения и времени задержки.

5. Разработка мощного передатчика с высокой степенью постоянства времени начала генерации относительно момента запуска.

6. Разработка устройства компенсации влияния ветра.

7. Разработка системы автоподстройки частоты.

Основные трудности работ НИИ-20 были связаны как с новым диапазоном волн, который еще только осваивался в амплитудном режиме при разработке послевоенных станций П-50 и П-20, так и с реализацией когерентно-импульсного режима в РАС дальнего обнаружения, работающих с малой частотой повторения (примерно 300 Гц). Особую значимость проводимой НИР придавало и то, что ее научным руководителем был назначен Ю.В. Кобзарев, к тому времени уже доктор технических наук, профессор, до перехода в НИИ-20 заведующий первой в стране радиолокационной кафедрой Московского энергетического института, которую он и создал еще в 1943 г. Почему Юрий Борисович перешел на работу в НИИ-20? На мой взгляд, главная причина этого поступка были в том, что Ю.В. Кобзарев понимал, какую большую важность имеет НИР «Стекло» для обороноспособности нашей страны, и, конечно, как ни кто другой был готов

к успешной практической реализации когерентно-импульсного метода, на который у него было авторское свидетельство. Кроме того, он переходил на работу в тот самый институт НИИ-20, который еще до войны занимался разработкой промышленных образцов первых отечественных РЛС РУС-2, созданных под его руководством. Ну и, наконец, он сознавал огромную ответственность, которая на нем лежала, как на бывшем члене Комитета по радиолокации за порученное ему трудное дело. Данный вывод следует и из воспоминаний дочери Ю.В. Кобзарева. Вот что пишет Татьяна Юрьевна о своем отце [6]: «Он руководствовался чувством долга, делал то, чего требовала ситуация». Заместителем Ю.В. Кобзарева по НИР «Стекло» был назначен сотрудник НИИ-20 Л.Н. Кисляков, впоследствии доктор технических наук, ближайший соратник и друг Ю.В. Кобзарева. Работы по НИР начались в НИИ-20 в конце 1949 г., а начиная с 1950 г., работа была включена в план института. Разработанную аппаратуру для реализации когерентно-импульсного режима было решено встраивать в один лишь нижний, вертикальный канал РЛС «Перископ» (П-20), которая была получена в августе 1951 г., и уже в сентябре того же г. начались первые наблюдения отраженных сигналов в когерентно-импульсном режиме в Мытищах.

Какие же основные выводы были сделаны в НИР «Стекло» по результатам испытаний РЛС в когерентно-импульсном режиме? Прежде всего была доказана работоспособность способа когерентно-импульсной работы, основанного на предложенной идее Ю.В. Кобзарева фазирования когерентного гетеродина радиоимпульсом магнетронного передатчика РЛС. Кроме того, определены основные требования ко всем элементам когерентно-импульсной системы, которые нашли свое подтверждение в ходе испытаний. Получены экспериментальные данные, характеризующие подпомеховую видимость имитируемой цели на фоне отраженных сигналов от реальных местных предметов и метеообразований. Даны рекомендации по встраиванию когерентно-импульсной системы в серийные РЛС «Перископ» и «Обсерватория». Подводя итог проделанной в НИР «Стекло» работе, Ю.В. Кобзарев в отчете пишет следующее: «Достигнутые нами результаты следует рассматривать лишь как первый этап на пути развития когерентно-импульсной техники. Впереди стоят новые задачи, более сложные, за решение которых надо приниматься немедленно». Главный результат этого этапа в жизни Ю.В. Кобзарева состоит в том, что НИР «Стекло» (рис. 2) со всей очевидностью доказала, что способ защиты РЛС от пассивных помех, который основан на фазировании когерентного гетеродина радиоимпульсом магнетрона (впоследствии названный псевдо-когерентным методом)

МПСС СССР
Государственный Союзный ордена Трудового Красного Знамени
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ № 20

„УТВЕРЖДАЮ“
ДИРЕКТОР НИИ-20
(Виктор А. П.)
Экз. № 1
„30“ ХII 1951 г.

О Т Ч Е Т
ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
„СТЕНЛО“

Разработка метода уменьшения помех от местных предметов, метеофакторов (дождь, снег, облака) и дипольных отражателей в станциях дальнего обнаружения

Т о м II

Результаты испытаний когерентно-импульсной системы

Нач. 3 отдела *Левин Б. П.* (Левин Б. П.)
Научный руковод. *Кобзарь Ю. Б.* (Кобзарь Ю. Б.)
Зам. научного руковод. *Кисляков А. Н.* (Кисляков А. Н.)
Зам. научного руковод. *Давыдов Н. Н.* (Давыдов Н. Н.)

1951 г.

Рис. 2. Титульный лист отчета по НИР «Стекло»

может успешно применяться в РЛС дальнего обнаружения. Доказательством этого может служить то, что на протяжении последующих многих лет этот метод был внедрен во многих отечественных магнетронных РЛС. Эти РЛС прожили эффективную и долгую жизнь. Они применялись в боевых действиях на Ближнем Востоке и Вьетнаме и везде демонстрировали высокие тактико-технические характеристики.

Завещание академика Ю.Б. Кобзарева

В 1953 г. Ю.Б. Кобзарев, избранный членом корреспондентом АН СССР, переходит на работу в созданный тогда А.И. Бергом Институт радиотехники и электроники (ИРЭ), оставаясь в НИИ-20 совместителем. В Институте радиотехники и электроники Ю.Б. Кобзарев сначала возглавлял лабораторию, затем отдел. Об этом периоде жизни он вспоминает [7]: