

УДК 621.37—621.396 (091)

## **Вклад профессора Г. С. Шарыгина (1934—2018) в исследования распространения радиоволн**

<sup>1</sup> Денисов В. П., <sup>2</sup> Ермолов П. П.

<sup>1</sup> *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*  
просп. Ленина, 40, г. Томск, 634050, Российская Федерация  
*dvp15@sibmail.com*

<sup>2</sup> *Севастопольский государственный университет*  
ул. Университетская, 33, Севастополь, 299053, Российская Федерация  
*p.p.yermolov@mail.ru*

Получено: 20 августа 2018 г.

Отрецензировано: 10 сентября 2018 г.

Принято к публикации: 15 сентября 2018 г.

*Аннотация: Г. С. Шарыгин — создатель и научный руководитель научной школы по анализу и синтезу радиотехнических систем, НИИ радиотехнических систем ТУСУРа, академик Международной академии наук высшей школы и Академии инженерных наук РФ, член бюро научного совета РАН по комплексной проблеме «Распространение радиоволн», член IEEE, председатель и член диссертационных советов, заслуженный деятель науки РФ. В статье приведены биографические сведения, краткая научная биография, цитирования из неопубликованных воспоминаний Г. С. Шарыгина, отражен факт его интереса к вопросам истории и методологии науки и техники, а также участия в работе 2<sup>nd</sup> Region 8 IEEE Conference on the History of Telecommunications (Мадрид, 2010 г.) и в работе секций «История развития радиотехнологий и телекоммуникаций, история и методология науки и техники» конференции КрыМиКо (Севастополь, 2014 и 2015 гг.).*

**Ключевые слова:** *радиолокация, фазовые и амплитудные искажения сигналов, дециметровый и сантиметровый диапазон, наземные и морские трассы.*

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008):** Денисов В. П., Ермолов П. П. Вклад профессора Г. С. Шарыгина (1934—2018) в исследования распространения радиоволн // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2018. Т. 1, № 3. С. 306—325.

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.11—2011):** Денисов, В. П. Вклад профессора Г. С. Шарыгина (1934—2018) в исследования распространения радиоволн / В. П. Денисов, П. П. Ермолов // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. — 2018. — Т. 1, № 3. — С. 306—325.

## Contribution of Professor G. S. Sharygin (1934–2018) in the study of radio wave propagation

V. P. Denisov<sup>1</sup> and P. P. Yermolov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics  
40, Lenina Ave., Tomsk, 634050, Russian Federation  
dvp15@sibmail.com

<sup>2</sup> Sevastopol State University  
33 Universitetskaya Str., Sevastopol 299053, Russian Federation  
p.p.yermolov@mail.ru

Received: August 20, 2018

Peer-reviewed: September 10, 2018

Accepted: September 15, 2018

**Abstract:** *G. S. Sharygin – the founder and the director of the scientific school of radio engineering systems analysis and synthesis the Research Institute of Radio Engineering Systems of TUSUR, academician of the International Academy of Sciences of Higher School and the Academy of Engineering Sciences of the Russian Federation, a member of the Bureau of the Scientific Council of the Russian Academy of Science on the complex problem of radio wave propagation, a IEEE member, the Chairman and a member of the dissertation councils, the Honored Scientist of the Russian Federation. He was awarded several medals of the Federation of Cosmonautics of Russia, the Medal of the Academy of Engineering Sciences of the Russian Federation “For the contribution to the development of engineering sciences,” the sign “Inventor of the USSR”, marked by the letters and gratitude of the University, city and regional administrations, the Council rectors of universities of Tomsk region as well as Russian enterprises. The article provides biographical information, a brief scientific biography, citations from unpublished memories of G. S. Sharygin, reflects the fact of his interest in issues of the history and methodology of science and technology, as well as participation in the work of the 2<sup>nd</sup> Region 8 IEEE Conference on the History of Telecommunications (Madrid, 2010) and in the work of the sections “History of development of radio technologies and telecommunications, the history and methodology of science and technology” of the CriMiCo conference (Sevastopol, 2014 and 2015).*

**Keywords:** *radar, phase and amplitude distortions of signals, decimeter and centimeter range, land and sea paths.*

**For citation:** V. P. Denisov and P. P. Yermolov, “Contribution of Professor G. S. Sharygin (1934–2018) in the study of radio wave propagation,” *Infocommunications and Radio Technologies*, 2018, vol. 1, no. 3, pp. 306–325. (In Russ.). doi: 10.15826/icrt.2018.01.3.24

## 1. Введение

Герман Сергеевич родился 18 сентября 1934 г. в Москве. В 1957 г. с отличием окончил радиотехнический факультет Томского политехнического института, в котором остался работать преподавателем. В 1962 г. вместе с радиотехническим факультетом перешел в новый томский вуз — ТУСУР. Здесь в период 1962—1967 гг. заведовал кафедрой радиоприемных устройств, а с 1974 по 2015 гг. — кафедрой радиотехнических систем. В период 1986—1991 гг. — декан РТФ, с 1991 по 1999 гг. — проректор по научной работе. Г. С. Шарыгин — создатель и руководитель научной школы по анализу и синтезу пассивных радиолокационных систем с учетом искажений радиоволн в среде распространения, НИИ радиотехнических систем ТУСУРа, академик Международной академии наук высшей школы и Академии инженерных наук РФ, член бюро научного совета РАН по комплексной проблеме «Распространение радиоволн», член IEEE, председатель и член диссертационных советов, заслуженный деятель науки РФ. Награжден несколькими именными медалями Федерации космонавтики России, медалью Академии инженерных наук РФ «За вклад в развитие инженерных наук», знаком «Изобретатель СССР», юбилейной медалью «За доблестный труд», отмечен грамотами и благодарностями университета, городской и областной администраций, Совета ректоров вузов Томской области, а также российских предприятий.

В статье приведены биографические сведения, краткая научная биография, цитирования из воспоминаний Г. С. Шарыгина, отражен факт его интереса к вопросам истории и методологии науки и техники, а также участия в работе 2<sup>nd</sup> Region 8 IEEE Conference on the History of Telecommunications и в работе секций «История развития радиотехнологий и телекоммуникаций, история и методология науки и техники» конференции КрыМиКо.



Рис. 1. Г. С. Шарыгин. 1990-е гг.

Fig. 1. G. S. Sharygin. 1990s

## 2. Краткая научная биография

Направленность научной деятельности Г. С. Шарыгина определилась еще в годы студенчества и аспирантуры.

Г. С. Шарыгин учился на РТФ ТПИ в 1952—1957 гг., а факультет был открыт в 1950 г. Педагогические кадры для вновь созданного факультета присылались из Москвы и Ленинграда. В 1953 г. в ТПИ начал работу молодой кандидат наук из МАИ Е. И. Фиалко. Это был очень деятельный человек. Он возглавил вновь созданную кафедру радиотехнической аппаратуры и договорился с Институтом физики атмосферы АН СССР о разработке радиолокатора для исследования отражений радиоволн от метеорных следов и проведения соответствующих измерений. Метеор — небесное тело величиной со спичечную головку, влетая в атмосферу Земли сгорает, оставляя за собой ионизированный след. Локатора, какой тогда был создан в ТПИ для метеорных исследований, ранее не было. Это был импульсный локатор, работающий на волне 10 м со слабонаправленной передающей антенной, освещавшей полнеба. Метод определения направления прихода отраженной волны — фазовый.

Полуволновые приемные диполи располагались по сторонам прямого угла в плоскости Земли и по измеренным разностям фаз между ними определялось направление прихода волны.

Герман Сергеевич в этом проекте разрабатывал фазометрическую аппаратуру под руководством И. Д. Золотарева. Локатор был изготовлен и установлен на специально созданном полигоне, но оказалось, что ошибки угловых измерений очень велики. Это выяснилось в процессе «облета» локатора на спортивном самолете, на котором был установлен маломощный передатчик. Герман Сергеевич участвовал в этих измерениях. Выяснилось, что причиной ошибок были отражения радиоволн от окружающего леса. Так Герман Сергеевич встретился с объектом своих будущих многолетних исследований.

Следующим важным этапом в становлении Г. С. Шарыгина как ученого была НИР «Пункт-МВО».

Исследования по НИР начались в 1958 г. на кафедре радиотехнической аппаратуры Томского политехнического института им. С. М. Кирова под фактическим руководством Ф. И. Перегудова, в то время младшего научного сотрудника кафедры, а впоследствии — заместителя председателя Государственного комитета СССР по высшему образованию. Необходимость исследований была вызвана выполнением кафедрой НИР «Пункт-МВО» по заказу министерства обороны. Задача НИР заключалась в выяс-

нении принципиальной возможности создания станции радиотехнической разведки, позволяющей измерять координаты работающей радиолокационной станции «из одного пункта», то есть когда позиции приемной аппаратуры располагаются на площадке с размерами не более сотен метров. С самого начала выполнения НИР выяснилось, что основным фактором, определяющим возможность создания подобной системы, являются фазовые и амплитудные искажения сигналов на трассе распространения радиоволн. Именно они задают необходимый разнос приемных пунктов при измерении расстояния до излучающего объекта пеленгационным методом.

Для выяснения существующих ограничений по точности местоопределения были развернуты обширные исследования фазовых и амплитудных искажений сигналов сантиметрового диапазона на наземных трассах в зонах прямой радиовидимости и дифракции. Исследования проводились в 1958—1962 гг. на территории Томской и Кемеровской областей в летнее и зимнее время. Сначала предполагалось, что основную роль в искажениях пространственно-временной структуры сигналов играет турбулентность тропосферы. Однако эксперименты показали, что на трассах прямой радиовидимости, а также в области дифракционного распространения более существенно рассеяние радиоволн неровностями рельефа, растительностью и искусственными сооружениями. Эти исследования стали темой кандидатской диссертации Г. С. Шарыгина.

Аппаратура для экспериментальных исследований в те времена была относительно инерционной, термин «моноимпульсная радиолокация» только вводился в инженерный обиход. В лучшем случае можно было сделать одно измерение за время принимаемого импульсного сигнала, просмотрев его на экране осциллографа. Просмотреть таким образом достаточно длинную последовательность импульсов не представлялось возможным. Особенно инерционной была аппаратура регистрации данных. Результаты эксперимента, как правило, записывались на бумажную ленту самописца.

Тем не менее, необходимые измерения в рамках НИР «Пункт-МВО» были сделаны. Была показана возможность создания станции разведки на принципах триангуляционного метода местоопределения и фазового метода пеленгования с дальномерной базой в единицы километров.

В 1962 году в Томске была организована новая проектная организация радиотехнического профиля, получившая впоследствии название Томское КБ «Проект», а затем НИИ «Проект». Организация принадлежала Томскому Совнархозу. Совнархозы были созданы во времена руководства страной Н. С. Хрущевым как органы территориального управления народ-

ным хозяйством. Вновь созданную проектную организацию возглавил Ф. И. Перегудов. Постановлением директивных органов ей было поручено выполнение ОКР по созданию малобазовой станции разведки на основе материалов, полученных в ходе НИР «Пункт-МВО». Большая часть исполнителей НИР вместе с Ф. И. Перегудовым перешла из ТПИ в новую организацию и занялись проектной работой. Большая, но не все. В 1962 г. на базе радиотехнического факультета ТПИ в Томске образовался новый вуз, который ныне называется ТУСУР. Г. С. Шарыгин занял в нем должность заведующего кафедрой радиоприемных устройств и с тех пор организовывал и возглавлял научно-исследовательские работы, связанные с изучением распространения радиоволн в интересах совершенствования станций радиотехнической разведки, расположенных на различных носителях. Основными техническими характеристиками таких станций являются дальность действия, точность определения координат источников радиоизлучения и быстродействие.

Следующим шагом в научной биографии Г. С. Шарыгина стало обоснование достижимой точности пеленгования и дальности действия самолетных станций разведки, работающих по наземным источникам радиоизлучения. Были нужны стационарные наклонные трассы типа «самолет — земля». Поскольку Томск находится на равнинной местности и подходящих трасс в его окрестностях нет, эксперименты проводились на Кавказе. Приемный пункт располагался в Дагестане вблизи Буйнакска на высоте 2300 м, передающие пункты — на восточном побережье Каспия на полуострове Мангышлак.

Значительная часть трассы находилась в зоне дальнего тропосферного распространения (ДТР). К тому времени явление ДТР было еще мало изучено. Полученные результаты представляли теоретический и практический интерес, основные из них представлены на рис. 2.

Экспериментальное изучение ДТР и его особенностей для работы радиотехнических систем продолжилось в интересах ВМФ в 1969—1979 гг. над Черным морем. Схема проведения эксперимента показана на рис 3.

Один из пунктов экспериментального комплекса был установлен в Крыму (в районе Судака). Другие – на Кавказском побережье Черного моря (Туапсе, Сочи, Очамчира).

Помимо ставшей уже традиционной оценки точности пеленгования и дальности действия фазовых и амплитудных моноимпульсных пеленгаторов в данных экспериментах оценивалась возможность барьерной радиолокации за радиогоризонтом, возможности когерентной обработки сигналов в активной локации при ДТР, возможность динамических методов



На рис. 3 показаны траектории перемещения кораблей и самолетов, участвующих в экспериментах. Это было нужно для проверки динамических методов определения дальности и возможностей барьерной радиолокации (в те времена военные помогали разработчиками аппаратуры).

Работы данного периода обобщены в монографии Г. С. Шарыгина «Статистическая структура поля УКВ за горизонтом», вышедшей в свет в издательстве «Радио и связь» в 1983 г. [1].

Следующим шагом в научной деятельности Г. С. Шарыгина была организация дальневосточного радиофизического полигона. На рис. 4, 5 показаны трассы, на которых велись исследования, а также внешний вид станций. На трассе Сахалин — Итуруп исследования проводились на регулярной основе с 1980 по 1991 гг., то есть по существу до развала СССР.

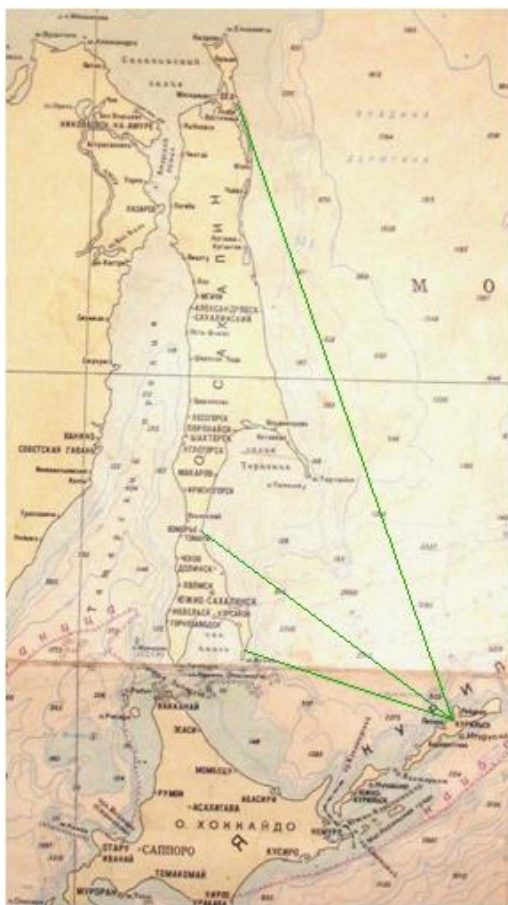


Рис. 4. Станции обнаружения и пеленгования корабельных РЛС 10-см диапазона на расстоянии до 500—1000 км

Fig. 4. Station detection and direction finding ship radar 10-cm range at a distance of 500–1000 km

Рис. 5. Трассы дальневосточного радиофизического полигона

Fig. 5. Tracks of the Far Eastern radio physical test site



Апофеозом деятельности Г. С. Шарыгина по исследованию распространения радиоволн над морем стало дооборудование судов Госкомгидромета радиотехнической аппаратурой и участие в регулярных рейсах этих судов по Тихому и Индийскому океанам (1978—1986 гг.).

Суда Госкомгидромета были элементами всемирной службы погоды. Они вели наблюдения за состоянием воды и атмосферы в плановых точках, используя палубные приборы, шары-зонды, метеорологические ракеты. Данные отправлялись в международные центры погоды. Установленная на борту НИС «Академик Ширшов» аппаратура позволяла связать распространение радиоволн с метеоусловиями. В исследованиях участвовали и корабли гидрографической службы ВМФ. Было выполнено 40 рейсов НИС.

В результате обработки полученных материалов и обобщений литературных данных в 2000 г. был издан «Радиоклиматический тропосферный атлас Тихого океана» — главная работа Г. С. Шарыгина о распространении радиоволн над морем [2]. Атлас содержит 139 карт с изолиниями основных радиометеорологических и радиофизических параметров тропосферы для различных районов океана и различных времен года (рис. 6, 7).

Радиометеорологические параметры:

- индекс преломления на разных высотах над водой;
- высота приводных волноводов;
- высота слоев повышенной рефракции;
- скорость ветра на разных высотах и др.

Радиофизические параметры:

- расстояние до радиогоризонта;
- погонное ослабление в гидрометеорах;
- погонное ослабление в зоне дифракции;
- множитель ослабления при ДТР;
- поляризационное отношение в зоне ДТР;
- интервалы пространственной и временной корреляции амплитуды и фазы;
- множитель ослабления в приводном волноводе.

Данные атласа могут служить для планирования работы радиоэлектронных средств в заданных районах океана.

В 1996—2010 гг. коллектив НИИ РТС, научным руководителем которого был Г. С. Шарыгин, провел обширные исследования распространения радиоволн на приземных трассах в интересах ГРАУ МО. Стояла задача определить предельные характеристики точности местоопределения наземных источников радиоизлучения типа РЛС с использованием современных

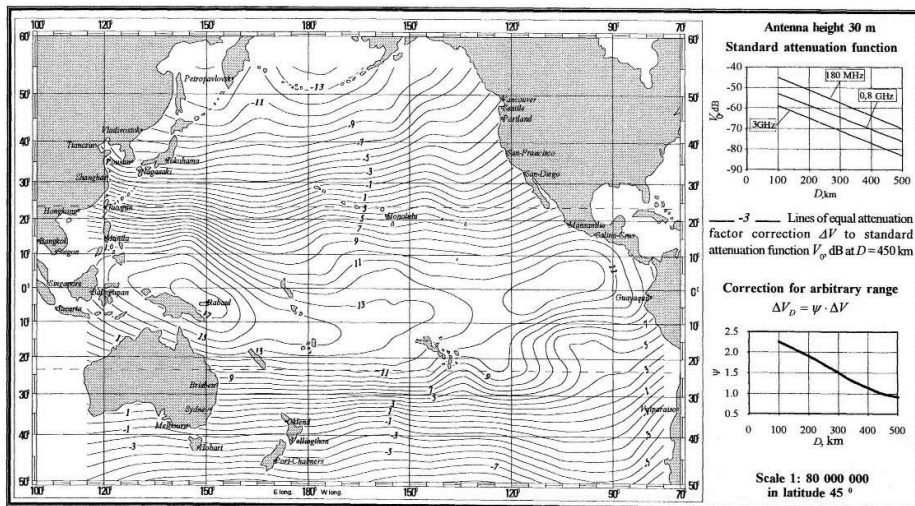


Рис. 6. Фрагмент радиоклиматического тропосферного атласа Тихого океана.

Fig. 6. Fragment of the radio climatic tropospheric atlas of the Pacific Ocean

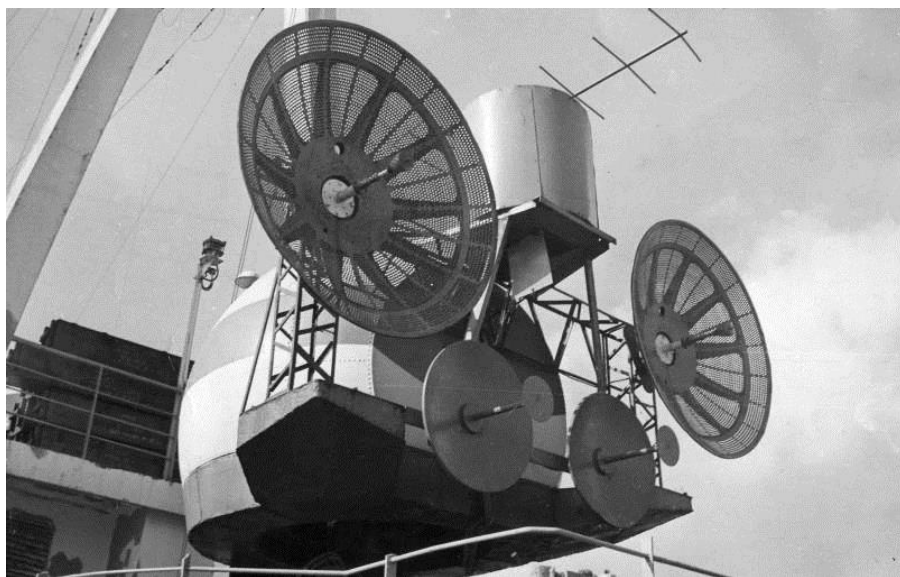


Рис. 7. Корабельный макет моноимпульсной системы радиотехнической разведки и целеуказания с дальностью действия до 500—700 км.  $\lambda = 3$  и 10 см.

Fig. 7. Ship model of a single-pulse electronic intelligence system and target designation with a range of up to 500–700 km.  $\lambda = 3$  and 10 cm

технических возможностей. Исследовались разностно-дальномерный и пленгационный методы местоопределения и их комбинации.

Структурная схема измерительного радиофизического комплекса приведена на рис. 8. По полноте получаемой информации об искажениях радиосигналов на трассах распространения это самая совершенная на то время аппаратура. Внешний комплекс приведен на рис. 9.

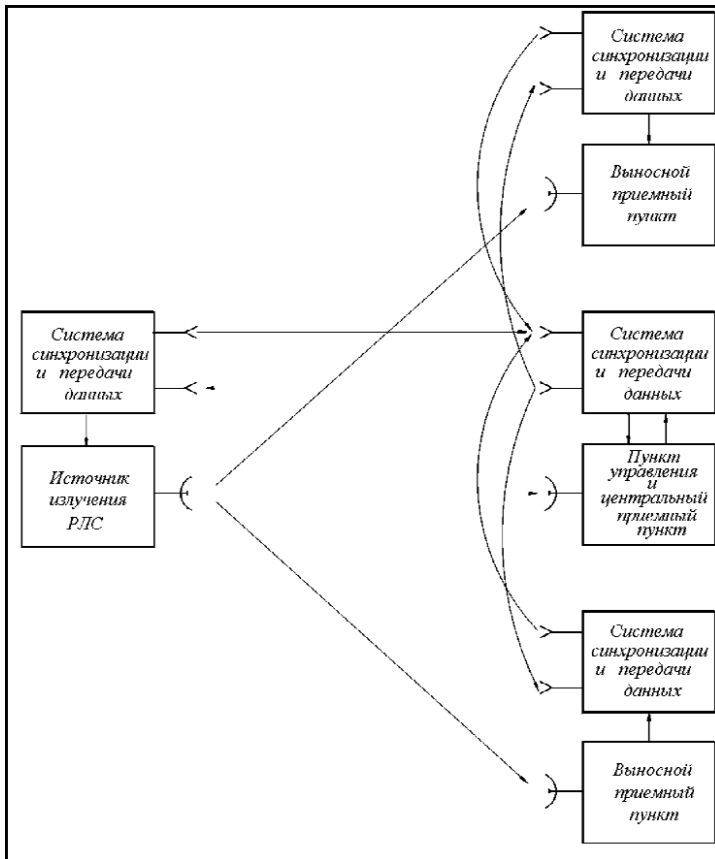


Рис. 8. Структура радиофизического комплекса для исследования распространения радиоволн на наземных трассах.

Fig. 8. The structure of the radio physical complex for investigation of propagation of radio waves on terrestrial paths

Аппаратура позволяла синхронно записывать на цифровые носители сигналы, принятые четырех- и восьмиканальными приемными установками, разнесенными на местности, с временным интервалом 10 нс.



Рис. 9. Внешний вид восьмиканальной измерительной установки одного из приемных пунктов.

Fig. 9. Appearance of the eight-channel measuring installation of one of the receiving points

В результате исследований были разработаны:

- статистически оптимальные алгоритмы обработки ортогонально поляризованных компонент сигналов;
- алгоритмы анализа структуры и отбраковки импульсов, приводящих к аномально большим ошибкам моноимпульсного пеленгования;
- алгоритмы отбраковки ошибочных пеленгов в процессе устранения неоднозначности фазовых измерений;
- статистически оптимальные алгоритмы разностно-дальномерных измерений с учетом рельефа местности;
- алгоритм однопозиционного пассивного измерения дальности до источника радиоизлучения на основе использования отражений радиоволн от совокупности элементов рельефа.

Одним из важных результатов исследований является разработка на основании экспериментальных данных однопозиционного пассивного метода измерения дальности до источника радиоизлучения на основе использования отражений радиоволн от совокупности элементов рельефа на трассе распространения. Решена задача, которая была поставлена в конце пятидесятих годов в НИР «Пункт-МВО». Ее решение стало возможным на основе быстродействующей вычислительной техники и современных геоинформационных технологий.

Основные результаты исследований последнего времени на наземных трассах приведены в коллективной монографии «Пространственно-временные искажения сантиметровых радиосигналов на наземных трассах распространения и их влияние на точность пассивных систем местоопределения», изданной в 2014 году в издательстве ТУСУР [3].

В последние годы Г. С. Шарыгин занимался разработкой спутниковых систем радиомониторинга земной поверхности. Концепция построения предлагаемой им системы показана на рис. 10.

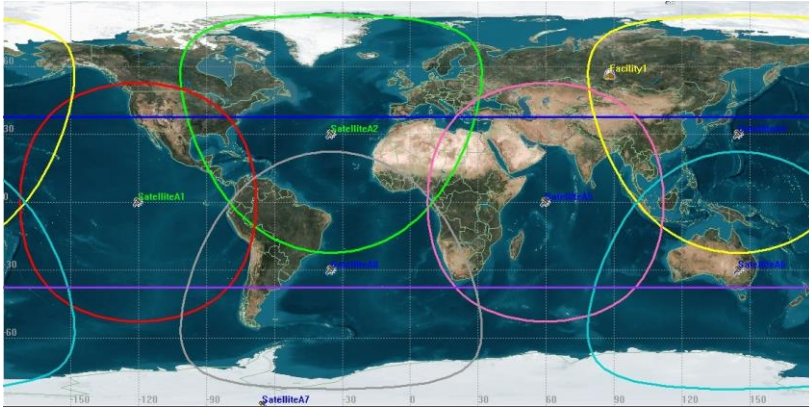


Рис. 10. Концепция и обоснование глобальной системы радиомониторинга с использованием группировки малых космических аппаратов.

Fig. 10. The concept and justification of the global monitoring system using a group of small spacecraft

### 3. Из воспоминаний Г. С. Шарыгина<sup>1</sup>

В декабре 1958 года сотрудниками кафедры радиотехнической аппаратуры Томского политехнического института был составлен отчет по 1-му этапу научно-исследовательской работы «Пункт-МВО», выполнявшейся по заказу Главного артиллерийского управления Министерства обороны СССР. Аббревиатура «МВО» означала принадлежность исполнителя к Министерству высшего образования и свидетельствовала о том, что работа выполняется по решению правительственного органа — Комиссии по военно-промышленным вопросам при Совете министров СССР. Научным руководителем работы был доцент Е. И. Фиалко, ответственным исполнителем — кандидат технических наук Ф. И. Перегудов. В составлении отчета принимали участие молодые аспиранты В. П. Денисов, Б. П. Дудко, Б. А. Редькин, Г. С. Шарыгин, инженеры Г. Б. Григорьев, Б. Я. Маслов, Э. К. Немирова, Н. А. Сысоев, В. А. Федоров. Четверо из этой группы исследователей стали в дальнейшем докторами наук, двое — Г. С. Шарыгин и В. П. Денисов — до настоящего времени работают на кафедре РТС.

<sup>1</sup> Шарыгин Г. С. Подвиг эксперимента. В кн. : Из прошлого — в будущее: воспоминания и размышления выпускников и ветеранов университета / Томский государственный университет систем управления и радиозлектроники ; ред. А. В. Кобзев, Г. С. Шарыгин. Томск : ТУСУР, 2002. 237 с.

НИР «Пункт-МВО» явилась родоначальником большой серии научных исследований в области радиолокации и распространения волн радиолокационного диапазона в тропосфере над поверхностью суши и моря. Сформировавшийся в те далекие годы коллектив научных работников и инженеров оказался весьма стабильным и устойчивым к разного рода жизненным переменам и испытаниям. В 1962 году этот коллектив в составе РТФ ТПИ был переведен во вновь организованный Томский институт радиоэлектроники и электронной техники.

В новом вузе возникла лаборатория, затем отдел, а затем и НИИ радиотехнических систем, в котором за прошедшее время были успешно выполнены более 30 крупных научно-исследовательских работ государственного значения.

Как возникают научные школы? Что движет энтузиастами и заставляет их забывать обо всем ради своей работы? Ведь они жертвуют многим: своим материальным благополучием, временем, здоровьем, часто даже своей семейной жизнью. Мгновенье успеха приходит после многих месяцев и даже лет тяжелого труда, без вечернего отдыха, без выходных, без отпуска. Что это — самоотверженность и подвиг ради идеи или то, что приносит высшее удовлетворение и называется счастьем? И что мы должны испытывать, глядя на этих людей, — жалость или зависть? Презрение или восхищение?

Нет однозначного ответа на эти вопросы. Каждый отвечает на них по-своему. Часто встает вопрос — какую работу можно считать научной, а какую — нет. Я для себя решил этот вопрос так: задачами научного поиска является либо получение новых, ранее не известных, фактов и сведений о природных явлениях, либо осмысление этих данных, приведение их в стройную систему и создание соответствующих моделей. Первую из этих задач преимущественно решают экспериментаторы, вторую — теоретики. Экспериментаторы всегда находятся на переднем крае науки, именно новые факты дают толчок к разработке гипотез и теорий. А поиск фактов начинается тогда, когда у общества возникают новые потребности. В нашем случае — необходимость достижения таких показателей в радиолокационных измерениях, которые не могла обеспечить существующая аппаратура. В конце 50-х годов потребовалось измерять направление на цель с ошибкой не более 10—20 угловых секунд в 50—100 раз точнее, чем было до этого достигнуто.

Именно такая задача и была поставлена перед нами в те далекие годы. Задача настолько сложная, что и сейчас она решена не полностью. Но мы были молоды, полны энтузиазма и оптимизма. Почти сразу стало ясно, что основная трудность не в создании аппаратуры, а в преодолении тех трудностей и ограничений, которые накладывает среда распространения радиоволн. А каковы эти ограничения, можно было решить только путем опыта, эксперимента. Тогда и началась наша экспедиционная эпопея.

В молодости человек берется за такие дела, что, будь он поопытнее и постарше, никогда бы не влез в эту авантюру. Но авантюризм в науке необходим. Ведь в том и состоит научная проблема, что никто не знает ответа на поставленный вопрос и часто даже не знает, как к нему подступиться. Человек осторожный не возьмется за проблему — и найдет тому десяток объективных причин и оправданий. А авантюрист возьмется. Ведь знания и опыт — дело наживное, если голова на плечах. Недаром говорят, что дорогу осилит идущий. И если взяться за дело с охотой и упрямством, то рано или поздно проблема будет решена.

Первая экспедиция на левый берег реки Томи была организована нами в 1960 году. В памяти остались снежные заносы, холодная заводка дизелей, ночное при-

мерзание к стенке вагончика, вооруженное «отражение атаки» местного пса на секретную технику, круглосуточные дежурства около самодельных приемников, первое изобретение студента-дипломника Марка Райзмана, предложившего метод сверхточных измерений «на подручных средствах», среди замерзших волноводов и разбросанных полшубков. И гордая поездка лаборанта Андрианова на гусеничном артиллерийском тягаче по улицам Томска на глазах у изумленных и растерявшихся гаишников. Возвращались из первой экспедиции через Томь на тягачах и тяжелых машинах по льду, залитому весенней водой, рискуя жизнью, стоя на ступеньках открытых кабин и каждую секунду ожидая катастрофы.

Экспедиции последовали одна за другой, почти каждый год, летом и зимой. Курлек и Варюхино, Ярское и Зелеево, Мальцево и Юрга, Новосибирская и Кемеровская область, тягачи, автомашины, геодезические вышки, антенны, дизельные электростанции, мороз и жара, снег и грязь. Зимой от ближайшей дороги ходили «на точку» пешком по 15—20 км, в мороз и пургу. «Капкан-один, я Капкан-два, как слышите меня? Прием...»

Работа «Пункт-МВО» была успешно завершена, ее результаты переданы для опытно-конструкторских разработок в Томское КБ «Проект» и в один из ленинградских НИИ. Как раз в это время был организован ТИРиЭТ, и мы сразу, без «раскачки», бросились в очередную авантюру. На сей раз нашим заказчикам потребовалось с самолетов обнаруживать работающие радиолокационные станции далеко за пределами горизонта. Таких систем в Советском Союзе, да и нигде в мире не было. Снова потребовались эксперименты, но такие, которые имитировали бы расположение приемной аппаратуры высоко над землей. Пришлось из Сибири перебазироваться в горы. Подходящее место нашли на восточном Кавказе, в горах Дагестана, а передатчики РЛС расположили в пустыне Кара-Кум, на другом берегу Каспийского моря. В глазах стоит красивый белый город Шевченко без единой капли природной воды, бесконечные пески, верблюд, взявшийся неизвестно откуда и съевший у нас ящик мыла, тысячи заснувших осетров, почему-то выбросившихся на берег. Были и трагикомические случаи. В горах Дагестана машина с главным бухгалтером нашего вуза, который ехал проверять, правильно ли мы расходует государственные средства, сорвалась в пропасть, и, слава Богу, он отделался только переломом руки. После этого И. В. Пахотнов без слов подписывал все наши финансовые требования.

Толя Ерохин, Боря Рыбаков, Олег Киселев, Коля Барабанов, Гриша Глазов, Ваап Сеитов, Валя Слюсарчук, Юра Полищук, Камил Нафигин — сколько их было, самоотверженных энтузиастов, настоящих друзей, романтиков шестидесятых годов!

1963 год. Мы — я, О. Н. Киселев и А. В. Ерохин — в горах Дагестана выбираем место для научной экспериментальной базы. Пройдет год, и на этом голом обрыве на высоте 2500 метров вырастет палаточный городок, будут установлены антенны и аппаратные кабины, десятки студентов, аспирантов и молодых научных работников будут круглосуточно принимать сигналы, посылаемые нашими товарищами из пустыни Кара-Кум через Каспийское море.

В 1971 году лаборатория РТС вышла на новую орбиту. Интересы Военно-Морского Флота [СССР] потребовали исследований так называемого дальнего тропосферного распространения радиоволн (ДТР). Еще в 40-х годах было замечено, что радиолокационные станции на южном берегу Крыма иногда «видят» турецкие берега, а иногда не могут обнаружить цели даже на расстояниях в 30—50 километров. Проблема оказалась настолько важной и многоплановой, что на ее решение были направлены усилия многих научных учреждений Ленинграда, Харькова,

Москвы, Томска и других городов. Работы коллектива нашего университета заняли в этих исследованиях достойное место. В восточной части Черного моря нами был создан большой полигон с научно-экспериментальными базами в районах Судак — Феодосия и Туапсе — Сочи — Очамчири. Целыми железнодорожными составами вывозилось из Томска в эти районы и устанавливалось оборудование, сооружались антенные системы, линии связи и управления. В работах участвовали десятки сотрудников и студентов. Рядом с нашим антенным полем располагался экспедиционный отряд СФТИ Томского государственного университета во главе с В. Б. Фортесом, в исследованиях участвовали корабли и полигоны Черноморского флота.

В 1976 году, воспользовавшись временным отсутствием нашего экспедиционного отряда и задержкой выхода очередного постановления Правительства о продлении работ, директор винсовхоза «Солнечная долина» с помощью бульдозеров разрушил нашу с таким трудом построенную базу на берегу Черного моря. Он мало кого боялся — в его совхозе угощались изысканными винами самые высокопоставленные лица СССР и зарубежных стран.

К тому времени мы уже ориентировались на развертывание широких исследований в Дальневосточном регионе. Советский Военно-Морской Флот утверждал свое присутствие на океанах, и, естественно, исследования характеристик радиосигналов, влияющих на работу корабельных и береговых радиосистем, нужно было проводить в условиях, максимально приближенных к реальному театру действий флота.

На нашу долю выпал Тихий океан — невообразимо громадный и разнообразный по своим условиям район Мирового океана. Последовало несколько рекогносцировок, а затем — строительство и эксплуатация Охотского радиофизического полигона в южной части Охотского моря с базами на островах Сахалин и Итуруп. Кроме полигона, для исследований использовались специально оборудованные нами научно-исследовательские суда, вертолеты и самолеты.

Регулярные исследовательские работы на Дальнем Востоке начались с 1977 года. Общее время сложнейших измерений составило более 4000 часов. В 1977—1986 гг. были проведены 40 рейсов научно-исследовательских судов Гидрометслужбы и Гидрографического управления ВМФ, на которых работали наши сотрудники со своей аппаратурой. Для сопоставления результатов с метеорологическими условиями было использовано 1,2 млн метеорологических и около 40 тысяч аэрологических наблюдений. В работах, координируемых нашим институтом, принимали участие научные организации и учреждения Владивостока, Иркутска, Йошкар-Олы, Томска и других городов.

1984 год. На рис. 4<sup>2</sup> показана одна из позиций на острове Сахалин. Здесь, «на краю света», были размещены 12 РЛС, для перевозки которых потребовался целый железнодорожный состав. В 500 километрах отсюда — остров Итуруп. Там круглые сутки принимали сигналы этих станций сотрудники, аспиранты и студенты кафедры РТС.

На рис. 7 — так называемая «Чебурашка» — система антенн на НИС «Академик Ширшов», сделанная руками сотрудников отдела РТС в 70-х годах. На этом судне десятки научных сотрудников, инженеров и аспирантов «прошли боевое крещение» в плаваниях по Тихому и Индийскому океанам. С помощью аппаратуры собственного изготовления принимались радиосигналы береговых и корабельных передатчиков на расстояниях до 1000 км. Американские полицейские и журналисты смотрели на нас подозрительно — никак не верили, что мы всего-навсего исследуем распространение радиоволн.

---

<sup>2</sup> Часть ссылок привязана авторами к иллюстрациям предыдущего раздела.



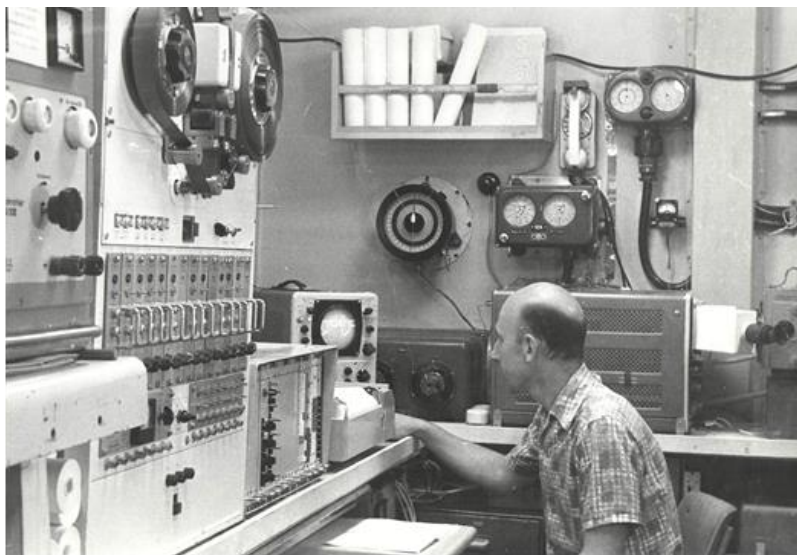


Рис. 11. Г. С. Шарыгин на НИС «Академик Ширшов».

Fig. 11. G. S. Sharygin on the research ship “Akademik Shirshov”

На рис 11 — наша лаборатория на НИС «Академик Ширшов». Здесь днем и ночью несли вахту профессора Е. С. Коваленко и В. П. Денисов, доценты Л. Я. Серебrenников и В. И. Тисленко, инженеры А. В. Лопатин, И. Л. Корнеев, Л. Н. Бабушкин, В. И. Белов, Е. В. Малиновская, О. О. Вальнер и многие, многие другие. Компьютеров не было, писали на 12-канальный магнитограф. А в перерывах — кальмары и киты, проливы и вулканы, Полярная звезда и Южный Крест, штормы и штили, кокосовые пальмы и ледовые поля, Сингапур, Фиджи, Папуа — Новая Гвинея и Гавайские острова. Всю оставшуюся жизнь мы не забудем эти 40 рейсов 70—80-х годов.

Работы нашего коллектива были высоко оценены и широко использовались при разработке новых радиолокационных средств. Поздравляя меня с пятидесятилетием, командование Научно-исследовательского института ВМФ отмечало: «С чувством глубокого уважения к Вам и Вашим заслугам в развитии радиофизики выражаем Вам особую признательность за Ваше личное участие в работах над решением актуальных проблем в интересах нашего Военно-Морского Флота. Выражаем уверенность, что наше тесное сотрудничество с Вашим научным коллективом будет способствовать дальнейшему развитию средств Военно-Морского Флота».

Я вспоминаю имена и фамилии тех, кто в разные годы трудился в лаборатории, в отделе, на кафедре и в НИИ радиотехнических систем. Мне повезло — какие прекрасные и чистые люди окружали меня всю жизнь! О каждом из них можно написать книгу или рассказ, каждый неповторим, каждый — профессор или шофер — оставил свой след в истории нашего славного коллектива. Хочется, чтобы, найдя себя в списке ветеранов, каждый из них знал, что его труд не забыт, что он навсегда остается вместе со своими друзьями и соратниками, чтобы каждый вспоминал и передавал детям и внукам энергию и азарт своей молодости.

#### 4. История и методология науки и техники

Акцент на этом аспекте деятельности связан с близостью научных интересов одного из авторов настоящей статьи и Г. С. Шарыгина, которым опубликовано около 40 работ в этой области. Цитируемые три работы [4—6] далеко не исчерпывают всего объема исследований, а только свидетельствуют о фактах непосредственного с ним общения автора настоящего доклада на конференциях в Мадриде (2010) и Севастополе (2014, 2015).



Рис. 6. Г. С. Шарыгин, Л. И. Шарыгина, В. В. Шилов,  
О. В. Махровский, П. П. Ермолов, В. А. Китов. Мадрид, 3 ноября 2010 г.

Fig. 6. G. S. Sharygin, L. I. Sharygina, V. V. Shilov,  
O. V. Makhrovskiy, P. P. Yermolov, V. A. Kitov. Madrid, November 3, 2010

В докладе [4] рассмотрена история и результаты исследований дальнего тропосферного распространения радиоволн, проведенных в СССР во второй половине XX в., дан сравнительный анализ результатов исследований в этой области в СССР и США, отмечена роль и значение работ, выполненных Томским университетом систем управления и радиоэлектроники.

В докладе [5] приведен обзор экспериментальных исследований тропосферного загоризонтного распространения УКВ- и СВЧ-радиоволн над поверхностью северо-восточной части Черного моря, проведенных в Крыму в 30-х—70-х гг. XX в. Комплекс экспериментов позволил уточнить механизмы дальнего тропосферного распространения над морем, создать базу данных о

множителе ослабления и др. На основе проведенных исследований была разработана методика прогноза множителя ослабления и сделан ряд рекомендаций по синтезу адаптивных радиолокационных систем.

В докладе [6] обосновывается необходимость изучения истории техники в высших технических учебных заведениях на примере истории радиоэлектроники. Раскрывается цель такого изучения и его значение для подготовки молодого специалиста, обладающего необходимыми компетенциями. Предлагаются формы и содержание учебного процесса, делается обзор необходимого учебно-методического обеспечения.

Международная научно-техническая конференция КрыМиКо'2018 (Севастополь, 9—15 сент. 2018 г.) почтила память Германа Сергеевича [7].

## 5. Заключение

Творческая деятельность профессора Г. С. Шарыгина, специалиста в области исследования тропосферных радиоканалов, одного из самых заметных профессоров в истории становления и развития Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, заслуживает более детального исследования.

## Список литературы

1. Шарыгин Г. С. Статистическая структура поля УКВ за горизонтом. М. : Радио и связь, 1983. 140 с.
2. Радиоклиматический тропосферный атлас Тихого океана / Под ред. Г. С. Шарыгина. Томск : Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2000. 170 с.
3. Пространственно-временные искажения сантиметровых радиосигналов на наземных трассах распространения и их влияние на точность пассивных систем местоопределения / [В. П. Денисов и др.] ; Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. Томск : Изд-во ТУСУРа, 2014. 501 с.
4. Sharygin G., Sharygina L. Long-distance tropospheric propagation investigations in USSR last century. В кн. : 2<sup>nd</sup> Region 8 IEEE Conference on the History of Telecommunications : A Century of Broadcasting — HISTELCON 2010 (Мадрид, 3—5 нояб. 2010 г.). 2010. С. 237—241.
5. Шарыгин Г. С., Шарыгина Л. И. Исследования тропосферного распространения радиоволн над поверхностью Черного моря. В кн. : 24-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2014 (Севастополь, 7—13 сент. 2014 г.). 2014. Т. 1. С. 47—48.
6. Шарыгина Л. И., Шарыгин Г. С. Изучение истории радиоэлектроники в техническом вузе. В кн. : 25-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2015 (Севастополь 6—12 сент. 2015 г.). 2015. Т. 1. С. 59—60.
7. Ермолов П. П. Исследователь тропосферных радиоканалов над морской поверхностью. Памяти профессора Г. С. Шарыгина (1934—2018). В кн. : 28-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2018 (Севастополь 9—15 сент. 2018 г.). 2018. С. 1851—1862.

## References

- [1] G. S. Sharygin, *Statisticheskaya struktura polya UKV za gorizontom* [The statistical structure of the VHF field beyond the horizon]. Moscow: Radio i svyaz', 1983. (In Russ.).
- [2] *Radioklimaticheskiiy troposfernyy atlas Tikhogo okeana* [Radio-climatic tropospheric atlas of the Pacific Ocean], G. S. Sharygin, Ed. Tomsk, TUSUR, 2000.
- [3] *Prostranstvenno-vremennyye iskazheniya santimetrovykh radiosignalov na nazemnykh trasakh rasprostraneniya i ikh vliyaniye na tochnost' passivnykh sistem mestoopredeleniya* [Spatio-temporal distortion of centimeter radio signals on terrestrial propagation paths and their influence on the accuracy of passive positioning systems], V. P. Denisov et al. Tomsk, TUSUR, 2000. (In Russ.).
- [4] G. Sharygin and L. Sharygina, "Long-distance tropospheric propagation investigations in USSR last century," in *2<sup>nd</sup> Region 8 IEEE Conference on the History of Telecommunications: A Century of Broadcasting — HISTELCON 2010* (Madrid, Nov. 3–5 2010). 2010, pp. [237—241].
- [5] G. S. Sharygin and L. I. Sharygina, "Investigations of troposphere radiowave propagation over the Black Sea surface," in *Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 2014 24<sup>th</sup> International Crimean Conference*, 2014, pp. 47–48. (In Russ.).
- [6] L. I. Sharygina and G. S. Sharygin, "Study of electronics history in a technical university," in *Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 2015 25<sup>th</sup> International Crimean Conference*, 2015, pp. 59–60. (In Russ.).
- [7] P. P. Yermolov, "Researcher of the tropospheric radio channels over the sea surface. In memory of Professor G. S. Sharygin (1934–2018)," in *Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 2018 28<sup>th</sup> International Crimean Conference*, 2018, pp. 1851–1862. (In Russ.).

## Информация об авторах

**Денисов Вадим Прокопьевич**, профессор кафедры радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Российская Федерация.

**Ермолов Павел Петрович**, заведующий базовой кафедрой «Инновационная радиоэлектроника», доцент кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, Российская Федерация. ORCID 0000-0001-9089-974X.

## Information about the authors

**Vadim P. Denisov**, professor, department of radio engineering systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation.

**Pavel P. Yermolov**, head of "Innovative Radio Electronics" basic department, associate professor of "Radio Electronics and Telecommunications" department, Institute of Radio Electronics and Information Security, Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation. ORCID 0000-0001-9089-974X.