

Заключение

экспертной комиссии диссертационного совета Д 219.003.01 Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики

по диссертационной работе С.П. Скулкина «Методы расчёта пространственно-временных характеристик сверхширокополосных апертурных антенн» на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Представленная диссертация Скулкина С.П. посвящена методам расчета пространственно-временных характеристик сверхширокополосных апертурных антенн. **Актуальность** работы определяется широким развитием сверхширокополосных апертурных антенн, требующим разработку методов расчета их характеристик.

Диссертационное исследование соответствует п. 2 «Изучение линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах.» паспорта научной специальности 01.04.03 — Радиофизика.

Соответствие содержания диссертационной работы специальности 01.04.03 — Радиофизика. по которой она представляется к защите, подтверждается, ее научной новизной и практической значимостью. Диссертация Скулкина С.П. представляет собой законченное и самостоятельное исследование, в котором решена актуальная проблема разработки новых методов расчета пространственно-временных характеристик сверхширокополосных апертурных антенн.

Диссертация была проверена Интернет-сервисом «Антиплагиат» по Коллекции диссертаций РГБ (Российской государственной библиотеки), eLIBRARY.RU и Модуль поиска Интернет по состоянию на декабрь 2015 года. Система показала, что оригинальный текст в проверенном документе составляет 70,78%, а 29,22% текста присутствует в 56 источниках (Приложения А, Б), из них 8 источников представляют собственные публикации автора диссертации (20.88% текста диссертации), а именно:

- 4,48% [1] не указано Модуль поиска Интернет. Статья А17 (из нижеприведенного списка работ);
- 3,92% [2] Модуль поиска Интернет. АНАЛИЗ БЛИЖНЕГО МОНОХРОМАТИЧЕС-КОГО ПОЛЯ ПРИ РАЗНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯХ ПОЛЯ ПО АПЕРТУРЕ АНТЕН-НЫ. Статья А17;
- 4,06% [18] Коллекция eLIBRARY.RU. Метод измерений параметров антенн во временной области. Статья А3;
- 2,77% [19] Коллекция eLIBRARY.RU. Импульсное поле прямоугольной плоской апертуры. Статья А8;
- 2,56% [20]. Коллекция eLIBRARY.RU. Импульсное переходное поле зеркальной антенны в ближней зоне. Статья А6;
- 2,40% [21]. Коллекция eLIBRARY.RU. Особенности прямых измерений диаграмм направленности широкополосных антенн с учётом размеров апертуры измерительной антенны. Статья А15
- 1,57% [22] Коллекция eLIBRARY.RU. О некоторых особенностях импульсных полей апертурных антенн. Статья А4.

- 1.52% [23]. Коллекция eLIBRARY.RU. Импульсное поле параболической антенны в дальней зоне. Статья А9

Коллекция диссертаций РГБ показала, что 11.84% [37] заимствований присутствует в диссертации кандидата физико-математических наук Артеменко, Алексей Андреевич: 01.04.03 Нижний Новгород 2013. Артеменко А.А. является соавтором 5 работ А13-А17. Справка от соавтора Артеменко А.А. о том, что он не возражает против использования этих результатов в диссертации Скулкина С.П. прилагается.

Таким образом, поступивший на проверку документ может считаться оригинальным по отношению к Коллекции диссертаций РГБ (Российской государственной библиотеки), eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет и коллекция LEXPRO.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в том, что:

1. Предложен метод расчета пространственно-временной структуры полей широкополосных апертурных антенн во временной области (аналог метода физической оптики), позволяющий снизить размерность задачи и во многих случаях получать простые аналитические выражения для пространственного распределения первообразных импульсных переходных характеристик антенн. Проанализировано пространственное распределение импульсных полей плоских апертур различной формы с различными распределениями поля на раскрыве; в частности, показано, что импульсное ближнее поле антенны в прожекторном луче состоит из нескольких разделенных по времени импульсов, первый (по времени прихода) имеет максимальную амплитуду и определяется локальными свойствами апертуры в точке пересечения нормали к апертуре выходящей из точки наблюдения, остальные задержанные по времени импульсы определяются формой антенны и координатами точки наблюдения.
2. На основе предложенного подхода исследована структура различных поляризационных компонент импульсного ближнего и дальнего поля зеркальных антенн.
3. Предложенный подход обобщен для расчёта пространственного распределения первообразных импульсных переходных характеристик при передаче сигнала между двумя апертурными антеннами, на его основе проанализированы погрешности прямых измерений диаграммы направленности апертурным зондом, в частности определены требования к оптимальному размеру зонда.
4. Предложен и экспериментально апробирован метод реконструкции временных зависимостей поля антенны в дальней зоне по временным зависимостям поля в ближней зоне.

Результаты исследования имеют теоретическую и практическую значимость. **Теоретическая значимость** определяется разработкой новых методов расчета пространственно-временных зависимостей полей сверхширокополосных апертурных антенн для всего полупространства перед антенной. Предложенные методы позволяют значительно упростить решение большого количества задач теории апертурных антенн и методов их измерений.

Практическая значимость заключается в том, что:

- 1, Предложенные методы расчета импульсных полей сверхширокополосных апертурных антенн и полученные на их основе выражения позволяют:
 - а) достаточно эффективно анализировать различные особенности этих антенн, как в дальней зоне, так и на близких расстояниях;
 - б) значительно упростить расчет характеристик антенн в широком диапазоне частот;
 - в) сократить расстояние между антеннами при прямых измерениях диаграммы направленности методом дальней зоны.
2. Предложенный и экспериментально апробированный метод реконструкции временных зависимостей поля антенны в дальней зоне по временным зависимостям поля в ближней зоне с использованием импульсных зондирующих сигналов позволяет восстанавливать дальнее поле антенны без использования дорогостоящих безэховых камер.

Данная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены методы расчета пространственно-временных характеристик сверхшироко-полосных апертурных антенн, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение и решена крупная научная проблема, имеющая важное значение для разработки и измерений широко используемых апертурных антенн.

Степень достоверности и ценность результатов проведенных исследований определяется использованием математического аппарата, экспериментальной проверкой, сравнительным анализом с результатами современных исследований, научными работами, их апробацией на научных конференциях, лекциях и семинарах автора.

На международном симпозиуме "Прогресс в электромагнитных исследованиях" (PIERS 1998, Нант, Франция) автором данной работы была организована секция, посвященная методам исследования характеристик антенн во временной области.

Автор читал лекции и проводил семинары по результатам данной работы в крупнейших национальных лабораториях США: Национальном институте стандартов и технологий США (NIST, Боулдер), Rome Laboratory Hanscom AFB (Бостон, США), Phillips Laboratory AFMC (Альбукерке США).

Результаты данной работы отмечались: как основные результаты года в электромагнетизме в пленарных докладах симпозиума международного радиосоюза (URSI), симпозиума PIERS (Прогресс в электромагнитных исследованиях); в отчете NASA (Национального управления США по воздухоплаванию и исследованию космического пространства). Ссылки на статьи автора имеются в 27 зарубежных книгах.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 97-02-17728), гуманитарного проекта Евросоюза по созданию георадара для поиска противопехотных мин (EUDEM), гранта офиса Научных Исследований ВВС США (AFOSR), гранта Швейцарской Академии технологических наук, двух грантов Международного радиосоюза (URSI).

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

результаты опубликованы в 56 работах, в том числе:

- в 18 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, включая: Известия вузов Радиофизика, Антенны, IEEE Trans. on Antennas and Propagation,

Радиотехника и электроника, Вестник ННГУ;

- в двух авторских свидетельствах;
- в 5 разделах в книгах;
- в 12 статьях в трудах конференций и симпозиумов;
- в 19 тезисах докладов научных конференций.

Материалы диссертации достаточно полно изложены в этих работах.

Все выносимые на защиту результаты и положения, составляющие основное содержание диссертационной работы, разработаны и получены автором самостоятельно.

19 работ выполнены и опубликованы автором самостоятельно, из них 6 в изданиях, рекомендованных ВАК и книгах.

В большинстве остальных работ, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит ведущая роль при постановке задачи, ее исследовании и получении результатов. В 6 работах вклад соавторов примерно одинаков.

Статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

A1. Горюнова С.В., Дрожилкин С.В., Жаворонков В.Н., Пономарев Д.Н., Семенова Л.Р., Скулкин С.П., Турчин В.И. Вреямпульсный метод измерения характеристик антенн в ближней зоне. // Изв.вузов. Радиофизика. - 1989. - Т. 32, № 1. - С. 73-83.

A2. Скулкин С.П. Анализ критерия дальней зоны при измерениях больших антенн на основе импульсных характеристик. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1997. - Т. 40, №4. - С. 290-293.

A3. Скулкин С.П., Турчин В.И. Метод измерений параметров антенн во временной области. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1998. - Т. 41, № 5. - С. 614-623.

A4. Скулкин С.П. О некоторых особенностях импульсных полей апертурных антенн. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1999. - Т. 42, № 2. - С. 148-157.

A5. Skulkin S. P., Turchin V. I. Transient field calculation of aperture antennas. // IEEE Trans. on AP. - May 1999. - Vol. 47. - P. 929-932.

A6. Скулкин С.П., Турчин В.И. Импульсное переходное поле зеркальной антенны в ближней зоне. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1999. - Т. 42, № 9. - С. 886-892.

A7. Скулкин С.П. Анализ поля круглой плоской апертуры на основе ее импульсных переходных характеристик. // Радиотехника и электроника. - 1999. - Т. 44, № 12. - С. 1464-1469.

A8. Скулкин С.П. Импульсное поле прямоугольной плоской апертуры. // Изв.вузов. Радиофизика. - 2008, т. LI, № 12, с.1081-1088.

A9. Скулкин С.П., Турчин В.И. Импульсное поле параболической антенны в дальней зоне. // Изв. вузов. Радиофизика. - 2008, т. LI, № 10, с.884-888.

A10. Скулкин С.П., Турчин В.И. Импульсное поле офсетной параболической антенны в дальней зоне. // Антенны. - 2009, № 6. С. 3-7.

A11. Скулкин С.П., Турчин В.И. Расчет импульсного поля офсетной рефлекторной антенны в ближней зоне. // Антенны. - 2009, № 8. С. 56-59.

A12. Скулкин С.П., Турчин В.И. Особенности точной и приближенной реконструкции структуры плоско-неоднородных сред по отраженным и прошедшим импульсным сигналам. Изв. вузов Радиофизика. 2010. Т.53, L7, С.481-492.

A13. Артеменко А.А., Скулкин С.П., Турчин В.И. Анализ критерия дальней зоны для больших антенн с использованием их переходных характеристик. // Антенны. 2011. № 2. (165). С. 47-53.

- A14. Артеменко А.А., Скулкин С.П., Импульсное дальнее поле при разных распределениях поля по апертуре антенны. // Антенны. 2011. № 6. С. 35-38.
- A15. Артеменко А.А., Скулкин С.П., Турчин В.И. Особенности прямых измерений диаграмм направленности широкополосных антенн с учетом размеров апертуры измерительной антенны. // Изв. вузов Радиофизика. 2011. т. 54, №11. С. 819-828.
- A16. Артеменко А.А., Скулкин С.П. Особенности импульсных полей больших антенн при измерениях методом ближней зоны. // Антенны. 2011. № 12. С. 18-26.
- A17. Артеменко А.А., Скулкин С.П. Анализ ближнего монохроматического поля при разных распределениях поля по апертуре антенн // Вестник ННГУ, серия: Радиофизика, № 1 (1). 2012. с. 56–61.
- A18. S. P. Skulkin, V. I. Turchin, and N. I. Kascheev, "Range distance requirements for large antenna measurements for linear aperture with uniform field distribution," Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 48, P. 87-94, 2016.

Авторские свидетельства

- A19. Пономарев Д.М., Турчин В.И., Дрожилкин С.В., Горячев А.В., Жаворонков В.Н., Скулкин С.П. Способ определения диаграммы направленности в диапазоне частот А.с.N1415203 от 02.01.1986.
- A20. Пономарев Д.М., Турчин В.И., Горюнова С.В., Горячев А.В., Жаворонков В.Н., Скулкин С.П. Способ определения диаграммы направленности в диапазоне частот А.с.N1429056 от 29.07.1986

Книги и монографии

- A21. Skulkin S. P., Turchin V. I. Transient fields of offset reflector. // in book Ultra-Wideband, Short-Pulse Electromagnetics. / Ed. By Paul D. Smith and Shane R. Cloude. - Springer US, 2002. - Vol. 5. - P. 371-375. ISBN 0306473380.
- A22. Skulkin S. P., Turchin V. I. Transient fields of parabolic reflector antennas. // in book Ultra-Wideband, Short-Pulse Electromagnetics 5. / Ed. by Carl E. Baum, Lawrence Carin, Alexander P. Stone. - Plenum, 1997. - Vol. 3. - P. 81-87. ISBN 0-306-45593-5.
- A23. Skulkin S. P. Transient fields of rectangular aperture antennas. // in book Ultra-Wideband, Short-Pulse Electromagnetics. / Ed. by Carl E. Baum, Lawrence Carin, Alexander P. Stone. - Plenum. 1997. - Volume 3. - P. 57-63. ISBN 0-306-45593-5.
- A24. Skulkin S., Turchin V. Radiation of nonsinusoidal waves by aperture antennas. // in book Electromagnetic Environments and Consequences. / Ed. by J.-Ch.Bolomey. - Gramat. France, 1994. - P. 1498-1504.
- A25. Skulkin S. Time domain antenna measurement technique. // in book Electromagnetic Environments and Consequences. / Ed. By J.-Ch.Bolomey. - Gramat. France, 1994. - P. 1492-1497.

Рекомендуемые оппоненты:

Заслуженный деятель науки РФ, Доктор физико-математических наук (специальность – 01.04.03, «Радиофизика»), профессор Саратовского государственного университета.
Усанов Д.А.

Список основных публикаций рекомендуемого оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Usanov D.A., Gorbatov S.S., Kvasko V.Y., Fadeev A.V., A near-field microwave microscope for determining anisotropic properties of dielectric materials // Instruments and Experimental Techniques. 2015. Т. 58. № 2. С. 239-246.
2. Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Посадский В.Н., Тяжлов В.С., Байкин А.В., Низкоразмерные волноводные СВЧ-фотонные кристаллы // Доклады Академии наук. 2014. Т. 458. № 4. С. 406.
3. Ближнеполюсная сканирующая зондовая СВЧ микроскопия: новые области применения, Усанов Д.А. В книге: Актуальные проблемы нано- и микроэлектроники сборник тезисов докладов III Всероссийской научной молодежной конференции. Бахтизин Р.З. - ответственный редактор. 2015. С. 156-157.
4. Усанов Д.А., Горбатов С.С., Кваско В.Ю., Фадеев А.В., Ближнеполюсовой СВЧ-микроскоп для определения анизотропных свойств диэлектрических материалов // Приборы и техника эксперимента. 2015. № 2. С. 77-83.
5. Усанов Д.А., Никитов С.А., Скрипаль А.В., Фролов А.П., Орлов В.Е., Волноводы, содержащие рамочные элементы с электрически управляемыми характеристиками разрешенных и запрещенных зон, // Радиотехника и электроника. 2014. Т. 59. № 11. С. 1079.
6. Усанов Д.А., Никитов С.А., Скрипаль А.В., Фролов А.П., Ближнеполюсовой сверхвысокочастотный микроскоп на основе фотонного кристалла с резонатором и регулируемым элементом связи в качестве зонда // Радиотехника и электроника. 2013. Т. 58. № 12. С. 1179.
7. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Кащавцев Е.О., Определение формы пульсовой волны по сигналу полупроводникового лазерного автодина // Письма в Журнал технической физики. 2013. Т. 39. № 5. С. 82-87.
8. Usanov D., Nikitov S., Skripal A., Frolov A., The near-field microwave microscope with photonic crystal as resonator and adjustable coupling element // В сборнике: 2013 7th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, METAMATERIALS 2013 2013. С. 103-105.
9. Усанов Д.А., Ближнеполюсовая СВЧ-микроскопия. применение для контроля нанообъектов // В сборнике: Актуальные проблемы физики конденсированных сред Материалы VII научно-практического семинара. Выездная сессия научного совета РАН по физике конденсированных сред. 2012. С. 15-22.
10. Усанов Д.А., Никитов С.А., Скрипаль А.В., Горбатов С.С., Пономарев Д.В., Фролов А.П., Кваско В.Ю., Ближнеполюсовая СВЧ-микроскопия наноструктур металл-диэлектрик // Электронная техника. Серия 1: СВЧ-техника. 2012. № 3 (514). С. 71-81.
11. Usanov D.A., Skripal' A.V., Abramov A.V., Bogolyubov A.S., Korotin B.N., Feklistov V.B., Ponomarev D.V., Frolov A.P., Near-field microwave microscopy of nanometer-scale metal layers on dielectric substrates // Semiconductors. 2012. Т. 46. № 13. С. 1622-1626.

Монографии:

1. Усанов Д.А., Горбатов С.С. Эффекты ближнего поля в электродинамических системах с неоднородностями и их использование в технике СВЧ // Саратов: Издательство Саратовского университета, 2011. 346 с.

Доктор физико-математических наук (специальность – 01.04.03, «Радиофизика»), профессор МГТУ им. Н.Э.Баумана **Литвинов О.С.**

Список основных публикаций рекомендуемого оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Литвинов О.С., Гилязова А.А., Русаков П.В., Ганзий Д.Д. Оценка влияния групп помех на основной лепесток диаграммы направленности адаптивной антенной решётки с помощью метода собственных диаграмм // Антенны. 2012. № 11. С. 36-43.
2. Литвинов О.С., Гаранин А.А., Сторчак В.В. Исследование адаптивных алгоритмов настройки антенных решеток при наличии ограничений формы главного лепестка диаграммы направленности и защита от подавления сигналов, приходящих с заданных направлений // Вестник МГТУ. Специальный выпуск №5. М.: МГТУ, 2012. С. 187-194.
3. Литвинов О.С., Гилязова А.А. Оценка с помощью метода собственных диаграмм воздействия групповых помех на приём полезного сигнала эквидистантной адаптивной антенной решёткой // Вестник МГТУ. Специальный выпуск №5. М.: МГТУ, 2012. С. 211-213.

Доктор физико-математических наук (специальность – 01.04.03, «Радиофизика»), Ведущий научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) **Разиньков С.Н.**

Список основных публикаций рекомендуемого оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Разиньков С.Н., Богословский А.В. Синтез кольцевых антенных решеток с максимальными коэффициентами направленного действия и нулями диаграмм направленности / С.Н. Разиньков, А.В. Богословский // Антенны, 2011. – №5 (168). – С. 26-29.
2. Разиньков С.Н., Богословский А.В. Синтез продольных щелевых решеток на идеально проводящей полосе с максимальными коэффициентами направленного действия и нулями диаграмм направленности // Успехи современной радиоэлектроники, 2012. – №4. – С. 83-93.
3. Разиньков С.Н., Богословский А.В. Исследование точности оценки угловых координат источников сверхширокополосных сигналов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2012. – Т. 15. – № 2. – С.22-30.
4. Разиньков С.Н., Богословский А.В. Исследование точности местоопределения сверхширокополосных источников радиоизлучения в разностно-дальномерных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2012. – Т. 15. – № 4. – С.74-83.
5. Разиньков, С.Н. Влияние характеристик антенн на точность пеленгования источников сверхширокополосных сигналов // Антенны, 2013. – № 5(192). – С. 30-35.
6. Разиньков, С.Н. Точность оценки местоположения источников последовательностей сверхширокополосных импульсов в дальномерных

системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2013. – Т. 16. – № 2. – С. 53-56.

7. Разиньков, С.Н. Рассеяние радиоимпульсов на идеально проводящей разомкнутой цилиндрической поверхности / С.Н. Разиньков, О.Э. Разинькова // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 39-43.

8. Разиньков, С.Н. Исследование рассеяния радиоимпульсов на разомкнутом тонком идеально проводящем кольце / С.Н. Разиньков, О.Э. Разинькова // Антенны, 2014. – № 4(203). – С. 46-53.

9. Афанасьев, О.В. Среднеквадратическая ошибка пеленгования источников сверхширокополосных сигналов при пространственной режекции узкополосных помех / О.В. Афанасьев, С.Н. Разиньков // Антенны, 2014. – № 5(204). – С. 14-

10. Разиньков, С.Н. Среднеквадратическая ошибка пеленгования источников сверхширокополосных сигналов при пространственной фильтрации помех // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2013. – Т. 17. – № 3. – С. 46-53.

11. Разиньков, С.Н. Среднеквадратическая ошибка местоопределения излучателей сверхширокополосных импульсов в дальномерных системах // Антенны, 2014. – № 12(211). – С. 38-44.

Монографии:

1. Разиньков, С.Н. Прикладные задачи навигации, связи и управления. Методы анализа и синтеза / С.Н. Разиньков, Е.А. Богословский, А.В. Журавлев и др. Под ред. А.В. Коренного. – М.: Радиотехника, 2014. – 160 с.

Рекомендуемая ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной физики Российской академии наук (**ИПФ РАН**).

Местонахождение рекомендуемой ведущей организации

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП – 120, ул. Ульянова, 46

Телефон: +7(831)436-58-10

Факс: +7(831)436-20-61

E-mail: litvak@appl.sci-nnov.ru

Интернет-сайт: <http://www.ipfran.ru/>

Список основных публикаций работников рекомендуемой ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Бородина Е.Л., Малеханов А.И., Хилько А.И. Пространственно-временная структура широкополосных акустических импульсов в мелком море // Изв. вузов. Радиофизика. 2011. т. 54. № 4. С. 260-276.

2. Фикс И.Ш. О решении задачи дифракции, основанном на использовании источников сферических волн // Изв. вузов. Радиофизика. 2012. том 55. № 4. С. 309-317.

3. Фикс И.Ш., Фикс Г.Е. Параметрический метод реконструкции диаграммы направленности вытянутого источника по измерениям в ближнем поле // Изв. вузов. Радиофизика. 2011. том 54. № 4. С.314-324.

4. Городецкая Е.Ю., Малеханов А.И., Харламов Д.М. Оптимальная пространственная обработка многомодовых сигналов в условиях рассогласования // Прикладная радиоэлектроника. 2010. т. 9. № 1. С. 94-106.
5. Таланов В.И., Хилько А.И. Экспериментальные исследования возможностей сейсмоакустического зондирования морского дна когерентными низкочастотными импульсами // В кн.: «Физические, геологические и биологические исследования океанов и морей». – М.: Научный мир, 2010. С. 300-301.
6. Лазарев В.А., Малеханов А.И., Мерклин Л.Р., Романова В.И., Стромков А.А., Таланов В.И., Хилько А.И. Экспериментальное исследование возможностей сейсмоакустического зондирования морского дна когерентными импульсными сигналами // Акустический журнал. 2012. т. 58. № 2. С. 227-236.
7. Гринюк А.В., Бурдуковская В.Г., Кравченко В.Н., Коваленко В.В., Лучинин А.Г., Малеханов А.И., Трофимов А.Т., Трусова О.И., Смирнов И.П., Стромков А.А., Хилько А.И. Экспериментальные исследования возможностей оптимизации зондирующих сигналов при низкочастотной акустической томографии мелкого моря // Акустический журнал. 2012. т. 58. № 3. С. 316-329.
8. Салин Б.М., Кемарская О.Н., Салин М.Б. «Ближнеполюсное измерение характеристик рассеяния движущегося объекта, основанное на доплеровской фильтрации сигнала» Акустический журнал. 2010. т. 56. № 6. С. 802-812.
9. Вировлянский А.Л., Д.В. Нефедова. Формирование узкого волнового пучка // Акустический журнал. 2010. Т. 56. № 1. С. 63–69.
10. Смирнов И.П., Смирнова И.Р., Хилько А.И. Оптимизация модового состава акустического поля, излучаемого вертикальной антенной решеткой в мелком море // Акустический журнал. Т. 56, № 6. С. 813–825.

С учетом вышеизложенного экспертная комиссия рекомендует принять к защите в диссертационный совет Д 219.003.01 диссертационную работу Скулкина С.П.

Председатель комиссии

Зам. председателя совета Д219.003.01,
д.т.н., профессор, профессор кафедры
радиосвязи, радиовещания и телевиде-
ния ПГУТИ

Члены комиссии:

Член совета Д219.003.01, д.т.н., до-
цент, зав. кафедрой теоретических
основ радиотехники и связи ПГУТИ

Член совета Д219.003.01, д.т.н., про-
фессор, зав. кафедрой радиосвязи,
радиовещания и телевидения ПГУТИ



А.И. Тяжев

О.В. Горячкин

С.Н. Елисеев