

РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО РАДИОЛОКАТОРА ДЛЯ ПРИЕМА СИГНАЛОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ СВЯЗИ ВОДА-ВОЗДУХ НА ОСНОВЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН.

Гергерт А.В.

Научный руководитель: профессор, доктор тех наук Шайдулов Г.Я.

*Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение*

высшего профессионального образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Инженерной Физики и Радиоэлектроники

Введение

Связь с подводными лодками имеет свои особенности, которые необходимо учитывать в процессе управления.

К системе управления подводными лодками предъявляются следующие требования:

- возможность своевременной передачи информации на лодки, находящиеся в подводном положении на больших глубинах в любом районе Мирового океана;
- возможность своевременного получения донесений от подводных лодок;
- способность сохранить работоспособность при нанесении противником удара обычным или ядерным оружием;
- устойчивость к воздействию активных радиопомех и помех, возникающих при высотных ядерных взрывах.

Связь с подводными лодками, когда они находятся в погруженном состоянии — достаточно серьезная техническая задача. Основная проблема состоит в том, что электромагнитные волны с частотами, используемыми в традиционной радиосвязи, сильно ослабляются при прохождении через толстый слой проводящего материала, которым является соленая морская вода, из-за так называемого поверхностного или скин-эффекта.

В большинстве случаев хватает простейшего решения: всплыть к самой поверхности воды и поднять антенну над водой (радиобуи). Но этого решения недостаточно для автономной подводной лодки — эти корабли были разработаны во время холодной войны и могли находиться в подводном положении в течение нескольких недель и даже месяцев, но тем не менее, они должны были оперативно запустить баллистические ракеты в случае ядерной войны.

Развитие морских технологий, техника освоения больших глубин, программы освоения необитаемых подводных аппаратов и обитаемых подводных аппаратов требует совершенствования каналов передачи информации и связи.

В 2000–2007 годах темп запусков спутников ДЗЗ составлял в среднем по 10–19 спутников, в 2008-м – 21, в 2009-м – 22, в 2010-м – 14 и в 2011-м – 23 КА. По типу съемочной аппаратуры подавляющее число аппаратов (21 КА) оснащены оптической аппаратурой съемки Земли, а три спутника (США, Индии и Китая) — радиолокаторами с синтезированной апертурой.

Из числа 17 новых КА, гражданских, коммерческих и двойного назначения, шесть спутников относятся к экспериментальным и научным. На мировом и российском рынке геоданных могут быть доступны продукты только девяти спутников, среди них ZY-3 и TH-1-02 (Китай), RISAT-1 (Индия), «Канопус-В» (Россия), «БелКА» (Беларусь), SPOT 6 и Pleiades-1B (Франция), Kompsat-3 (Корея) и Gokturk-2 (Турция). Учитывая производительность аппаратуры, качество продуктов и наличие глобальной

дистрибьюторской сети, наибольшее влияние на мировой рынок ДЗЗ в ближайшие годы могут оказать спутники SPOT 6, Pleiades-1B и Kompsat-3. Планы распространения данных двух спутников VRSS-1 (Венесуэла) и HJ-1C (Китай) пока неизвестны.

Задание

1. Тема проекта: «Исследование и разработка радиотехнической системы передачи данных через границу раздела вода-воздух на основе взаимодействия электромагнитных акустических волн».
2. Утверждена приказом по университету № _____ от _____
3. Срок сдачи студентом законченного проекта _____
4. Исходные данные по проекту:
 - 4.1. Назначение и область применения: Радиотехническая система предназначена для беспровальной передачи сигнала с подводного аппарата в движении без выброса радиобуя. Применяется для обнаружения и получения информации (сообщений) с подводных аппаратов с использованием параметрического акустического излучателя.
 - 4.2. Технические требования:
 - Мощность бортового передатчика в непрерывном режиме работы, $P_{\text{пер}}=100\text{В}$;
 - Площадь бортовой антенны (на одно крыло) $S=2\text{м}^2$;
 - Вероятность обнаружения акустического пятна на поверхности воды 95%;
 - Вероятность обнаружения ошибок при передаче 10^{-3} ;
 - Расстояние от поверхности воды до спутника $H=400\text{км}$.
5. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):
 - 1) Аналитический обзор проблемы передачи сигналов из под воды в воздух.
 - 2) Разработка структурной схемы радиолокатора.
 - 3) Разработка структуры контроллера для получения синтезированной апертуры антенны в процессе полета спутника.
 - 4) Разработка структурной и принципиальной схемы передатчика.

Аналитический обзор проблемы передачи сигналов из под воды в воздух.

Задачи передачи сообщений с подводных объектов в направлении вода-воздух в наше время решаются в основном путем трансляции акустических и электромагнитных сигналов радиобуем.

Для обеспечения акустической связи между подводными аппаратами, берегом, надводными кораблями и самолетами в США принята на вооружение подсистема IACS. Ее передатчики и приемники размещаются на развернутых в цепь надводных стационарных буйах, соединенных кабелем с берегом. Это позволяет подводным аппаратам связаться между собой, а такие надводные корабли на расстоянии 20 миль. Для связи с самолетами и космическими аппаратами используется радиобуи.

Недостатки системы заключаются в малой дальности действия, недостаточной устойчивости к средствам радиоэлектронной борьбы, низкая скорость передачи информации при последующем развитии системы предполагаемая маскировать сигнал под морской шум.

Сеансы связи, особенно со всплытием лодки, нарушают ее скрытность, подвергая риску обнаружения и атаки. Поэтому принимаются различные методы, повышающие скрытность лодки, как технического, так и организационного порядка. так, передача может быть осуществлена всплывающим и подвсплывающимбuem. Буй может быть оставлен лодкой в определенном месте для передачи данных , которая начинается, когда сама лодка уже покинула район. Отмечается также, что экспериментально уже достигнута дальность распространение сигнала до 100 миль.

В 77 году на базе геостационарных искусственных спутников земли была развернута подсистема «Флитсатком» («Литсатком»), обеспечить двустороннюю радиосвязь с подводными аппаратами в режиме телефонии и слуховой телеграфии. Прием и передача осуществляется при нахождении подводного аппарата в надводном положении. Подсистема обеспечивает большую скорость передачи информации на подводном аппарате антенна выдвигается только на несколько секунд. Передача на спутник может осуществляться с помощью радиобуев, которые выпускаются с подводного аппарата, или буксируются им по поверхности. В дальнейшем систему планируют усовершенствовать за счет использования средств связи миллиметрового диапазона волн, а такие передачи информации сложным широкополосным сигналом.

Обзор литературы.

В источнике [7] рассмотрены механизмы модуляции отраженной электромагнитной волны акустическим колебанием при их встречном падении на границу раздела вода-воздух. Дана количественная оценка глубины модуляции, приведены результаты экспериментальных исследований.

В источнике [5] были рассмотрены эффекты параметрической модуляции электромагнитных волн, отраженных от поверхности воды при облучении ее подводным источником акустического излучения. Также было установлено, что под действием акустических колебаний малые приращения электромагнитных параметров воды (электропроводности и относительной диэлектрической проницаемости) зависят от интенсивности акустического излучения.

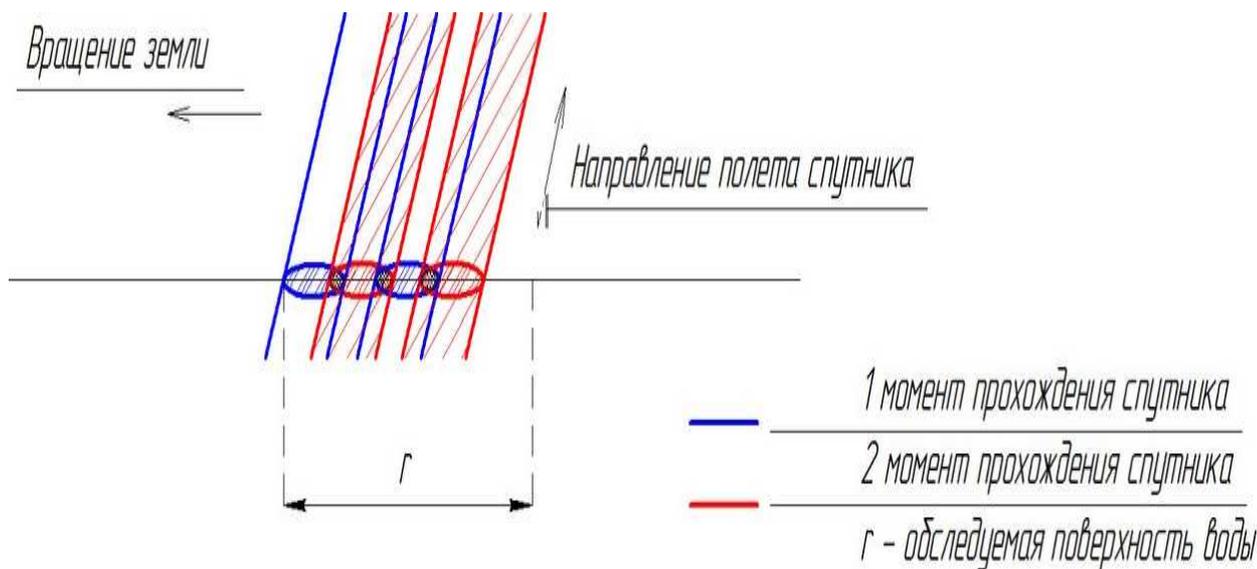


Рис.1. Исследуемая поверхность воды при прохождении спутника

Экспериментальные результаты.

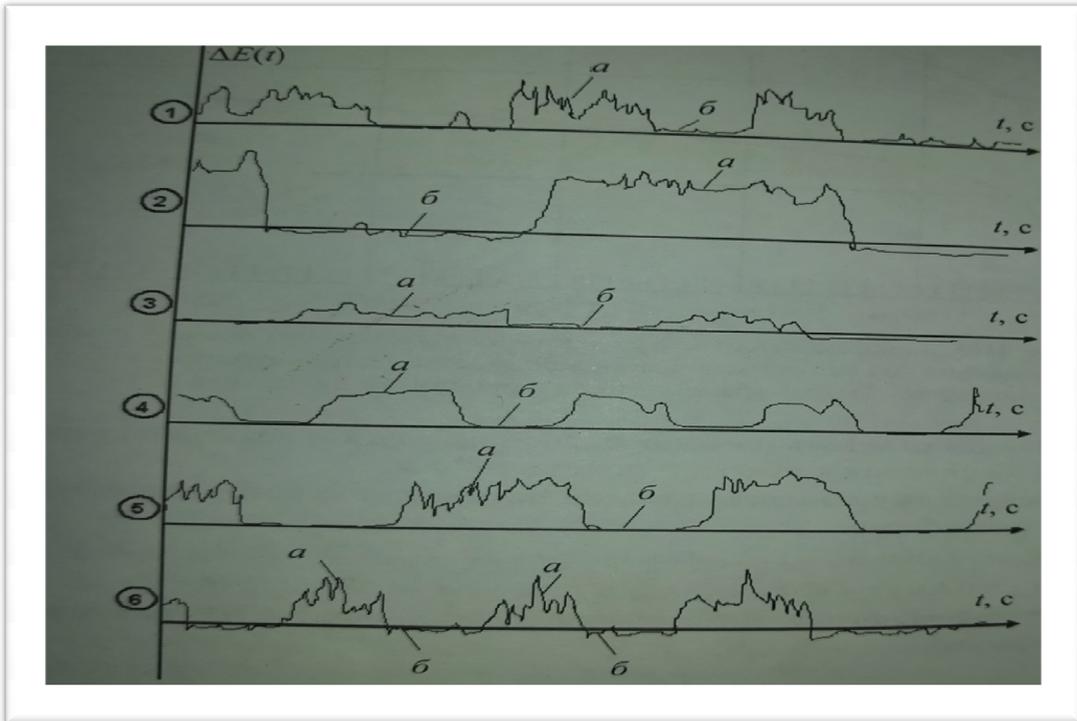


Рис 2. Экспериментальные результаты передачи телеграфного сигнала с подводного акустического излучателя при $F_{\Sigma}=10\text{ГГц}$, $F_a=15.80\text{КГц}$, $H=0.9, 1.8, 3\text{ м}$.

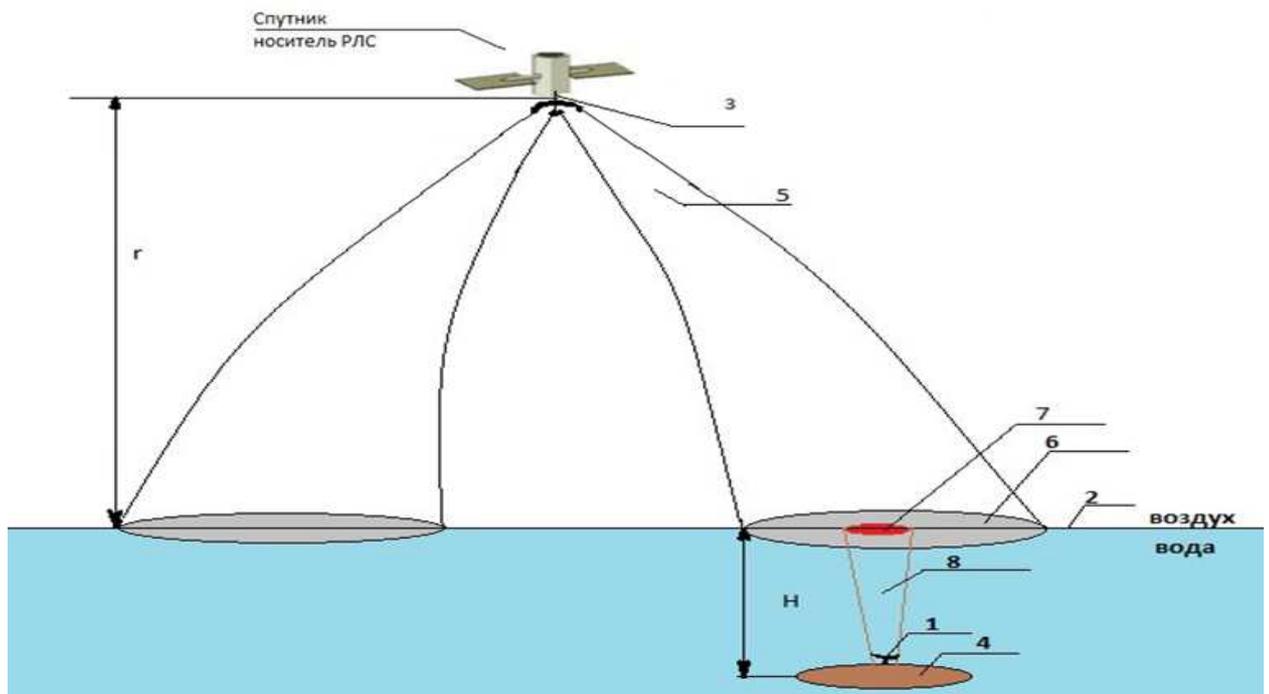


Рис 3. Взаимное расположение приемопередатчиков относительно границы раздела. 1-антенный акустический излучатель, 2-граница раздела вода-воздух, 3- спутник носитель РЛС, 4- подводный аппарат, 5- диаграмма направленности РЛС, 6- сечение ДН РЛС, 7- сечение акустического пятна на поверхности воды, 8- ДН акустического излучателя, Н- Глубина подводного аппарата на котором расположен АК излучатель, г- высота спутника с приемопередатчиком ЭМ сигнала.

Список использованных источников:

1. Соловьев В.И., Новик Л.И., Морозов И.Д. Связь на море. Л.: Судостроение, 1978.
2. Система связи «Sangvin»././ Радиоэлектроника за рубежом. Тех. Информация. Вып.45 (691).- НИИЭк. Инф. ПоР. М.: 1972.С.23.
3. БезручкоФ.В., БурдинскийИ.Н., КарабановИ.В. Способ передачи телеметрической информации для гидроакустической навигационной системы: Патент 2452976 С1RU// 2010.
4. Леонов А.Г., Большаков М.В.,Иванов И.А. Способ обнаружения наземных и морских целей бортовым радиолокатором летательного аппарата с жестко закрепленной фюзеляжной антенной бокового обзора: Патент 2466421 С1RU// 2011.
5. Шайдуров Г. Я., Лукьянчиков В.Н., Романова Г.Н././Радиотехника и электроника. 1985. Т.30. №11. С.21-36.
6. Романова Г.Н.,Шайдуров Г. Я././Радиотехника и электроника. 1991. Т.36. №2. С.410.
- 7.Романова Г.Н.,Шайдуров Г.Я. О параметрической демодуляции электромагнитных волн ультразвуком на границе раздела вода-воздух. Радиотехника и радиоэлектроника. Вып.№2, 1991, с. 410-412.
8. Зарубежное военное образование, 1972 №9, 1973 №9, 1976 №4,12.
9. «Морской сборник », 1963, №1,№7.