

MONITORING OF ARCTIC TERRITORIES BY AUTONOMOUS ROBOTS

Glybin P.A. (Russian Federation)

Glybin Peter Alekseevich - Master's Student,
INSTITUTE OF MAGISTRACY,
FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS. PROF. M.A. BONCH-BRUEVICH, ST.
PETERSBURG

Abstract: this article examines the possibility of introducing a promising autonomous system for monitoring the earth's surface in hard-to-reach places, places with difficult terrain and unpredictable weather conditions, which are present in the regions of the far north of Russia, called the Kola-Chukotka development zone of the Arctic.

Keywords: monitoring, robotic complex, coast guard, robots, swarm intelligence, wireless networks, Bluetooth, Wi-fi, ZigBee.

МОНИТОРИНГ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ АВТОНОМНЫМИ РОБОТАМИ

Глыбин П.А. (Российская Федерация)

Глыбин Пётр Алексеевич – магистрант,
Институт магистратуры,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
г. Санкт-Петербург

Аннотация: в настоящей статье рассматривается возможность внедрения перспективной автономной системы мониторинга земной поверхности в труднодоступных местах, местах со сложным рельефом и непредсказуемыми погодными условиями, которые присутствуют в районах крайнего севера России, именуемых Кольско-Чукотской зоной развития Арктики.

Ключевые слова: мониторинг, роботизированный комплекс, береговая охрана, роботы, роевой интеллект, беспроводные сети, Bluetooth, Wi-fi, ZigBee.

1. Введение

Сегодняшние дни – время активного развития робототехнических средств и интернет-вещей. Достижения научно-технической сферы длительности в области интеллектуального программирования позволяют выполнять различные задачи, на решение которых до настоящего момента требовалось тратить значительные временные и человеческие ресурсы. Робототехнические комплексы способны замещать людей во многих сферах деятельности, оставляя человеку роль наблюдателя [1].

Большинство ниш общественного производства уже занято автоматизированными робототехническими средствами, которые продолжают активно развиваться, пополняясь и модернизируясь. Однако существуют места, где внедрение подобных технологических комплексов еще не произошло по различным причинам, будь то экономические или технические. В таком случае основную работу берёт на себя человек, выполняя соответствующие его должности поступательные операции.

Одним из недостатков такого метода работы, служащим также и главным стимулом к автоматизации и роботизации, является человеческий фактор, который есть основа всех ошибок при точных работах. Сравнивая сегодня два этих подхода в вакууме, можно сделать вывод, что, чисто математически, человек дороже обходится, совершает больше ошибок, а из-за своих психофизических особенностей и вовсе способен на выполнение некоторых задач.

2. Область Арктики

Арктическая зона Российской Федерации находится на северо-востоке Евразии, большая часть её территорий находится в северных широтах, примыкающих к Северному Ледовитому океану. Эта зона вокруг северного полюса, находящаяся под созвездием Большой Медведицы, называется Арктикой. В Арктике содержится очень большое количество неразработанных энергоресурсов. Например, при существующем спросе на нефть, запасов Арктики хватило бы ещё на 145 лет [2]. Крайне интересно то, что береговая линия арктических территорий по своей структуре напоминает фрактал и имеет общую длину более 23 275 500 км [3].

Область Арктики находится в крайне неблагоприятных условиях с точки зрения экономики и природопользования. Сильные перепады температур, удалённость от политико-экономического центра, низкая пропускная способность местных узлов снабжения – все эти факторы влияют на скорость и перспективность освоения этих земель людьми.

На данный момент арктическая зона является самым недоразвитым регионом России. Основу экономического базиса Арктики все ещё составляет человеческий труд, сконцентрированный в мелких поселениях аборигенов и в научно-исследовательских станциях. Разумеется, подобные жёсткие условия подталкивают к тому, чтобы начать применять более совершенные методы освоения, включая также использование технологий автоматизации для создания автономных установок, оснащёнными мобильными устройствами связи с узлами сбора и мониторинга информации.

3. Мобильные сети связи

Сегодня существует большое число беспроводных телекоммуникационных систем, из которых наиболее распространёнными являются системы широковещания, такие как радио или телевидение, а также мобильная телефонная связь. Беспроводная среда, отличается высоким уровнем помех, которые создают внешние источники излучения и многократно отражённые полезные сигналы, поэтому в беспроводных системах связи применяют различные средства, направленные на снижение влияния помех.

В арсенал всех беспроводных средств связи входят коды прямой коррекции ошибок и протоколы с подтверждением доставки информации. Так, например, стек протоколов ZigBee построен по принципу иерархической семиуровневой модели протоколов передачи данных в OSI. Стек включает в себя уровни стандарта IEEE 802.15.4, отвечающие за реализацию канала связи, и программные сетевые уровни, и уровни поддержки приложений, определённые спецификацией Альянса ZigBee.

Архитектура стека ZigBee/802.15.4 представлена на рисунке 1. Стандарт IEEE 802.15.4 определяет уровень доступа к среде (MAC) и физический уровень передачи данных в среде распространения (PHY), т.е. нижние уровни протокола беспроводной передачи данных. Альянс определяет программные уровни стека ZigBee от уровня канала передачи данных (DLC) до уровня профилей устройств (ZigBee Profiles). Прием и передача данных по радиоканалу осуществляется на физическом уровне PHY, определяющем рабочий частотный диапазон, тип модуляции, максимальную скорость, число каналов: O-QPSK – квадратичная фазовая манипуляция со смещением для диапазона 2,4 ГГц (16 каналов, 250 Кбит/с), BPSK – двоичная фазовая манипуляция для частот 915 МГц (10 каналов, 40 Кбит/с) и 868 МГц (1 канал, 20 Кбит/с).

Библиотеки профилей, наборы сервисов устройств, типовые информационные сообщения, совместимость

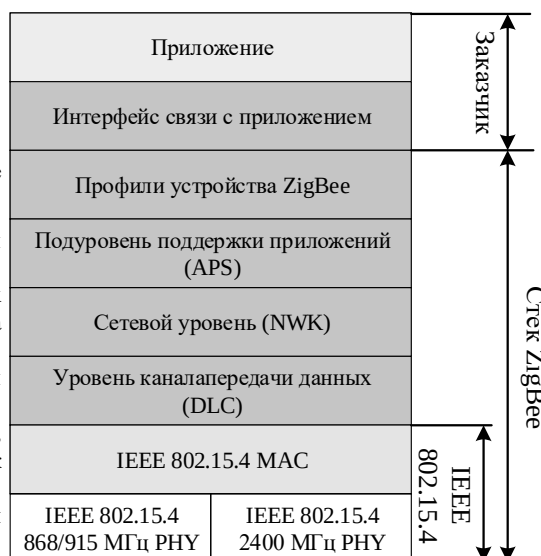
Безопасность устройства, трансляция сообщений, организация сервисов устройств

Безопасность сети, трансляция сообщений, обработка сетевых процедур, сетевой менеджмент, маршрутизация, поддержка различных топологий

Формирование и контроль пакетов данных, управление потоком данных

Добавление/удаление устройств, доставка пакетов, подтверждение приема (ACK), CRC, сканирование и доступ к каналам связи (CSMA-CA), временное разделение

Модуляция, параметры сигнала, приём и передача информации через физический радиоканал



Спецификация Альянса ZigBee
 Спецификация IEEE 802.15.4
 Silicon IEEE 802.15.4

Рис. 1. Архитектура стека ZigBee

С другой стороны, существует технология Bluetooth (стандарт IEEE 802.15), которая стала первой технологией, позволяющей организовать беспроводную персональную сеть передачи данных (WPAN), осуществляющая передачу данных по радиоканалу на небольшие расстояния (10–100 м) в нелицензируемом диапазоне частот 2,4 ГГц и соединяющая устройства вне прямой видимости. Её архитектура представлена на рисунке 2.

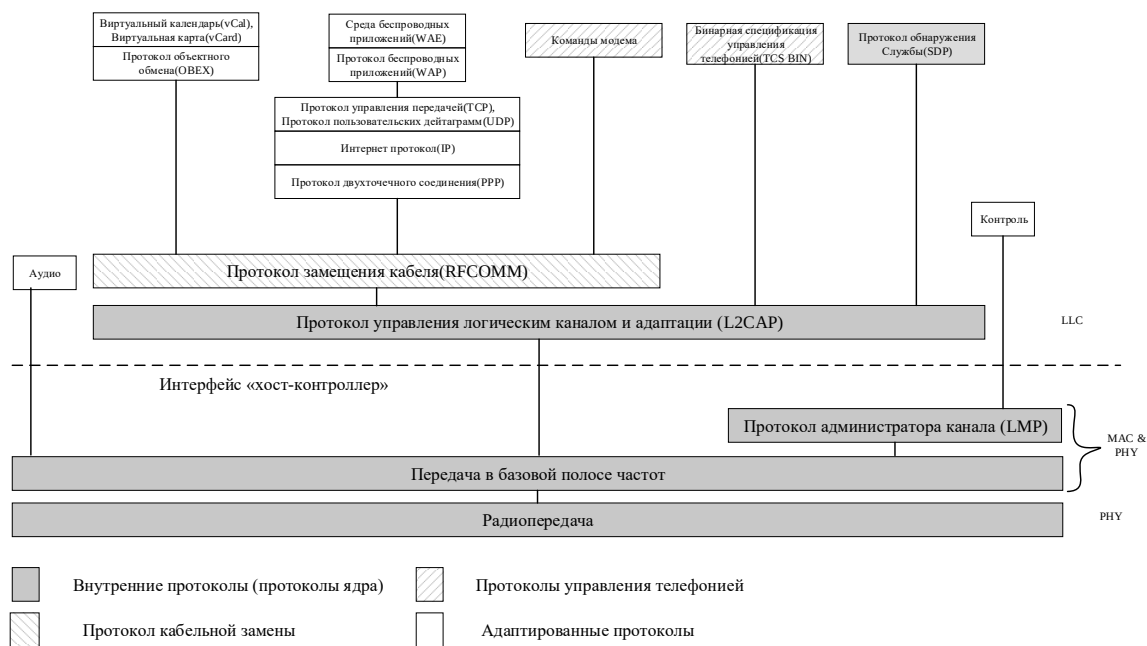


Рис. 2. Архитектура стека Bluetooth

Помимо двух перечисленных технологий сетей связи существует стандарт беспроводной передачи данных Wi-Fi, который позволяет добавлять компьютеры и прочие беспроводные устройства с минимальными физическими, временными и материальными затратами. Для передачи информации беспроводные устройства Wi-Fi используют радиоволны из спектра частот, определенных стандартом IEEE 802.11. Существует четыре разновидности стандарта Wi-Fi (рисунок 3).

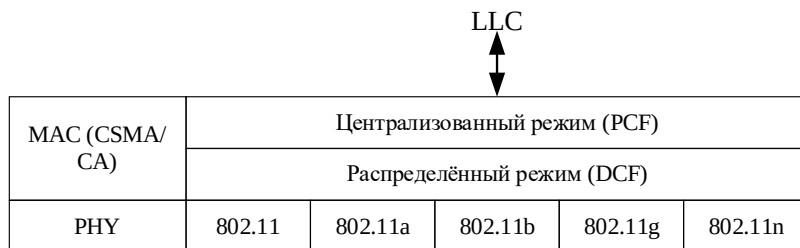


Рис. 3. Архитектура стека Wi-Fi

4. Платформы для организации связи

В качестве линии связи Базовой станции с Центром коммутации (рисунок 4) обычно используется радиорелейная или ИКМ-линия, если они не располагаются территориально в одном месте. Контроллер БС представляет собой мощный компьютер, который обеспечивает управление работой станции, а также контроль работоспособности всех входящих в нее блоков и узлов. Так как аппаратура БС потребляет значительную мощность и выделяет большое количество тепла, в ней предусматриваются специальные устройства охлаждения [4].

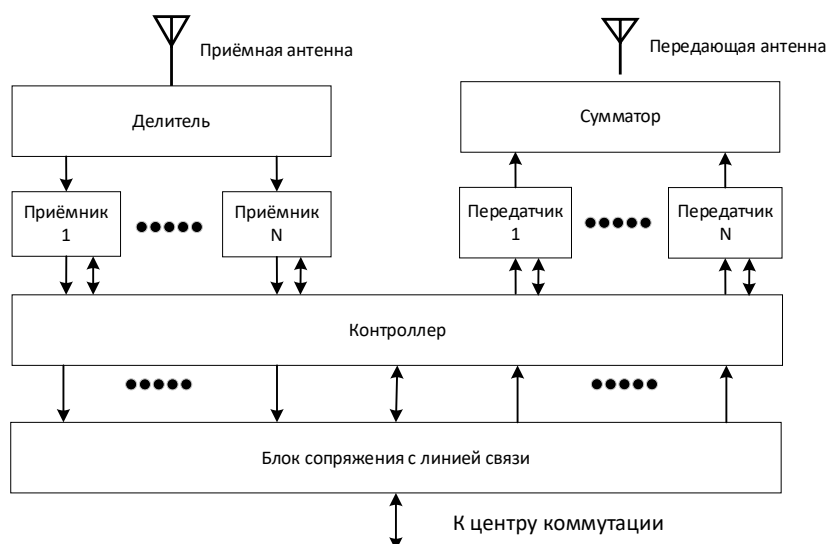


Рис. 4. Блок-схема базовой станции

Сама подвижная станция состоит из трёх составных блоков (рисунок 5): антенный блок; блок управления; приёмно-передающий блок.

Антенный блок состоит из самой антенны и дуплексного разделителя каналов приема и передачи. Блок управления включает микрофон, динамик, клавиатуру и дисплей. Более сложным по своей структуре является приёмно-передающий блок.

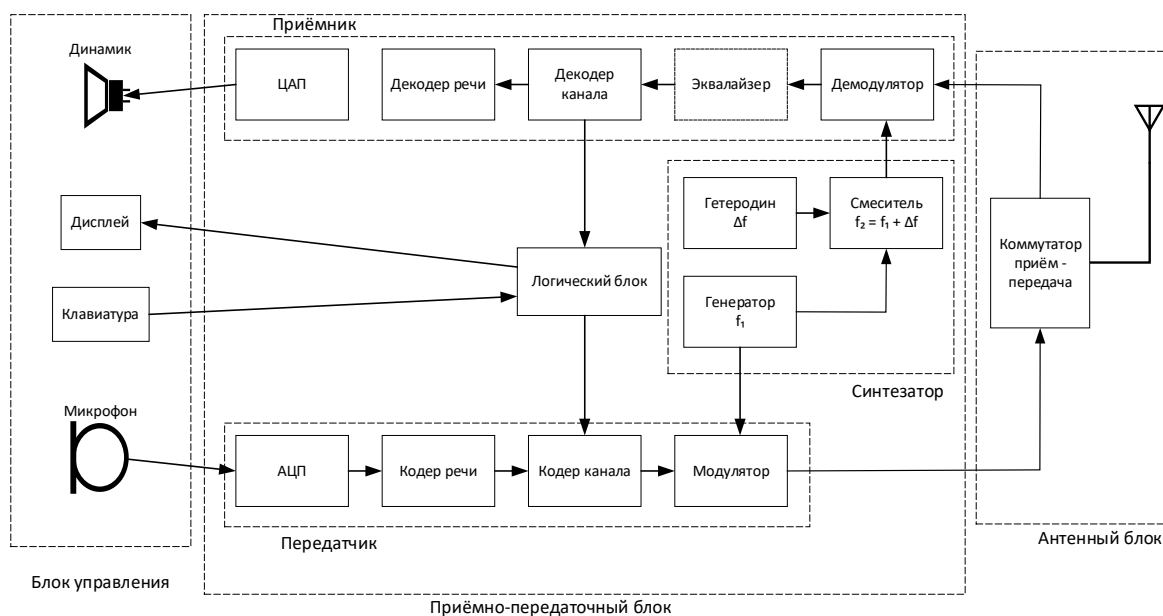


Рис. 5. Блок-схема подвижной станции

5. Мониторинг территорий

Основу организационной структуры территориального экологического мониторинга составляет автоматизированная информационная система (АИС), функционирующая на базе компьютерных средств. В задачи АИС входят: хранение и поиск режимной информации о состоянии окружающей среды; целенаправленная постоянная обработка и оценка информации; выполнение перманентных прогнозов развития и состояния окружающей среды; решение оптимизационных задач по экологическому управлению.

Основным вопросом при организации АИС является её информационное, техническое и математическое обеспечение. Информационное обеспечение составляет содержательную основу, хранящуюся в базе данных для её последующего анализа, обработки, оценки, многоцелевого поиска, пополнения и выдачи. Для унификации моделей входных и выходных информационных пакетов системы мониторинга, а также унификации логической структуры баз данных разработчикам АИС следует придерживаться стандарта IEEE 802.15.4, а также общих рекомендаций по информационному обеспечению.

На сегодняшний день представлены разнообразные виды проектов на основе беспроводных сетей, рассматривающих вопросы конструкторского характера и математического обеспечения мониторинга территории с неоднородной местностью и трудными метеорологическими условиями. Более того, сегодня имеются многочисленные экземпляры технических средств для организации единой сети автономных роботов.

Самым распространенным является стационарный пост наблюдения, представляющий собой специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура. Вторым по распространенности, а также главной альтернативой является передвижной (подфакельный) пост. Такие наблюдения осуществляются по специально разрабатываемым программам и маршрутам.

Одним из актуальных направлений в области информационных технологий является создание нового вида сетевых систем – сенсорных сетей (СС), обеспечивающих мониторинг труднодоступных территорий. Сенсорная сеть является беспроводной системой, представляющая собой распределенную, самоорганизующуюся и устойчивую к отказам отдельных элементов сеть миниатюрных вычислительных устройств с автономным источником питания. Беспроводные сенсорные сети (БСС), их также называют специализированными, или многоточечными сетями, строятся из малых узлов – мотов [5].

6. Заключение

В настоящее время идет бурное развитие технологий. Результат работы инженеров, строителей и проектировщиков позволяет осваивать все больше ресурсов и ускоряет научно-технический прогресс. Одной из перспективных технологий является робототехника, позволяющая замещает людей во многих сферах деятельности, что повышает продуктивность выполняемых операций, а также высвобождает рабочую силу и даёт стимул к культурному развитию общества.

Внедрение технологий автоматизации и робототехники в труднодоступных регионах мира является перспективным направлением, поскольку эта область общественного производства всё ещё остается незанятой машинами. Задача применения автономных средств мониторинга в Арктической зоне России является вполне тривиальной, однако для её достижения необходимо:

- учесть особенности территорий;
- выбрать технологии беспроводной сети;
- выбрать платформы робототехнического комплекса;
- разработать прототип робототехнического комплекса.

В местах со сложным рельефом и непредсказуемыми погодными условиями на первый план выходит возможность использования инструментов для сбора информации. От поставленных условий зависят критерии выбора используемых программно-аппаратных технологий, наиболее значимыми из них являются следующие:

- адаптивность;
- автономность;
- энергопотребление;
- устойчивость к воздействию внешней среды и др.

Использование предложенной автономной системы мониторинга может оказать существенное влияние на освоение Арктических территорий, а добавление в неё новых участников будет экстенсивно повышать продуктивность деятельности всей сети.

Список литературы / References

1. Хлебных Л.В., Зубкова М.А., Саукова Т.Ю. Автоматизация производства в современном мире // Молодой ученый, 2017. №16. С. 23.
2. Whitehouse Associates, Statistical Review of World Energy// bp Statistical Review of World Energy. 2017. №70. С. 72.
3. Колодина С.И., Жаворонко В.С. Оценка изрезанности береговой линии Арктики // Информационные системы и космические методы в исследовании природных явлений и ресурсов Арктики: научная конф. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет). Томск, 2016. С. 391.
4. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Михайлов П.А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 224 с.;
5. Иванова И.А. Определение периметра зоны покрытия беспроводных сенсорных сетей // Промышленные Контроллеры и АСУ, 2010. №10. С. 25-30.