

А.А.Безгин^{1,2}, Н.Ю.Юркевич¹

¹Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

²Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ

Проведен обзор и сравнение спутниковых систем связи *Argos*, *Iridium* и «Гонец» с точки зрения применения в океанской наблюдательной сети в качестве средства для трансляции данных измерений и определения координат измерительных платформ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спутниковая связь, *Argos*, *Iridium*, *Гонец*, морская измерительная платформа, дрейфтер

В последнее время одним из основных источников систематической оперативной комплексной информации о состоянии верхнего слоя океана и приподной атмосферы, получаемой при помощи контактных методов измерений, стали автономные свободно дрейфующие поверхностные буи (дрейфтеры) со спутниковой связью. Современные измерительно-информационные возможности дрейфтеров позволяют выполнять контактные измерения практически всего комплекса параметров среды в любом районе Мирового океана, обеспечивая доставку информации пользователям в режиме времени, близком к реальному.

Одними из основных составляющих океанской наблюдательной сети на основе дрейфтеров являются системы связи на базе низкоорбитальных спутников, позволяющие оперативно, с малыми энергетическими затратами и в глобальном масштабе осуществлять передачу информации из точки проведения измерений конечным пользователям.

На сегодняшний день в дрейфтерах устанавливается приемо-передающее оборудование, главным образом, двух спутниковых систем – *Iridium* и *Argos*.

Наиболее распространённой спутниковой системой связи для сбора информации с научно-исследовательских платформ является система *Argos* [1]. Система *Argos* – международная система сбора данных и определения координат объектов, на которые установлены соответствующие спутниковые радиомаяки (трансммитеры). Система *Argos* разработана в интересах различных служб и отраслей науки, занятых исследованием окружающей среды: океанологии, метеорологии, вулканологии, гляциологии [1]. Источниками информации в системе являются датчики физических параметров среды (давления, температуры, солёности воды и т.д.), устанавливаемые на научные платформы, которые могут представлять собой морские радиобуи, неподвижные станции и т.д. Система обеспечивает сбор, передачу информации и определение координат платформ, расположенных в любой точке Земли.

Второй по распространённости при решении научно-исследовательских задач стала спутниковая система *Iridium*. Это система мобильной персо-

нальной связи, предлагающая такие услуги как мобильную телефонную связь в любой точке земного шара, всемирный буквенно-цифровой пейджинг, определение местоположения источника сообщения, мобильный интернет и т.д. [2]. Спутниковые терминалы *Iridium* применяются для передачи голосовых сообщений, передачи данных и текстовых *SMS*-сообщений, а также для мониторинга подвижных объектов (например, транспорта). Зона покрытия системы в настоящий момент составляет 100 % Земного шара.

В последние годы компания «*Iridium Satellite LLC*» предприняла достаточно успешную попытку выхода на рынок мобильных устройств сбора данных. Этому способствовало появление на рынке недорогих модемов спутниковой связи, обладающих ограниченным функционалом. Например, в линейке так называемых *SBD*-модемов (*Iridium* 9601, 9602 и 9603) отсутствуют возможности осуществления голосовой связи, нет сервисов прямого интернет соединения, обмена *SMS*-сообщениями и ряда других возможностей. Тем не менее, в модемах этого семейства реализована технология передачи сообщений *SBD* (*Short-Burst Data*) – простая и эффективная возможность передавать малые объемы данных (сотни байт) в режиме времени, близком к реальному. Эта технология хорошо согласуется с требованиями к телеметрии современных автономных наблюдательных платформ, предназначенных для мониторинга состояния окружающей среды: объем единоразово передаваемых данных – несколько десятков байт при относительно большой скважности. Все это вкупе с малыми габаритами модема и антенны, низким энергопотреблением, приемлемой стоимостью и разумной тарификацией трафика явилось предпосылкой широкого применения *SBD*-модемов в составе различных систем сбора данных, в том числе в дрейфующих буях [2].

В Российской Федерации разрабатывается собственная система спутниковой связи «Гонец» [3]. Многофункциональная система персональной спутниковой связи «Гонец» предназначена для передачи данных и предоставления услуг связи абонентам, расположенным в любой точке Земного шара, в интересах различных государственных и коммерческих потребителей. Система ориентирована, главным образом, на российский сегмент пользователей, в частности, приоритетными областями применения являются обеспечение связи с удаленными территориями России со слаборазвитой инфраструктурой (Крайний Север, Сибирь, Дальний Восток и др.), создание выделенных ведомственных (банковских, медицинских, административных) сетей связи и т.д.

Абонентские терминалы системы «Гонец» могут быть переносными, приемными, стационарными, мобильными и автономными [3]. Они обеспечивают прямой доступ к спутниковым каналам, то есть непосредственно общаются со спутниками, находящимися в зоне радиовидимости. Связь со спутником устанавливается автоматически без участия оператора. Абонентские терминалы имеют ряд модификаций, спроектированных на общих принципах.

Абонентский терминал системы «Гонец» состоит из радиомодема с устройством определения местонахождения или без него, ненаправленной антенны, персонального компьютера или встроенной клавиатуры с дисплеем и источника питания.

Связь внутри региона, диаметр которого меньше 5000 км (пятно радиовидимости одного спутника), осуществляется в масштабе времени, близком к реальному. При этом внутри региона абоненты системы «Гонец» устанавливают связь между собой непосредственно через спутник, а с абонентами сетей общего пользования дополнительно используется региональная станция.

Если абоненты находятся в разных регионах, то цифровая информация передается в режиме «электронная почта». Переданное на спутник сообщение запоминается и передается получателю, когда он появится в зоне радиовидимости этого спутника. Время доставки информации в этом случае составляет несколько часов [3].

Рассмотрим представленные в таблице системы с точки зрения применения в океанской наблюдательной сети в качестве средства для трансляции данных измерений и определения координат измерительных платформ [4]. В качестве платформы будем рассматривать морской автономный дрейфующий буй типа *SVP*, являющийся основой современной глобальной системы контактных наблюдений в океане.

Система *Iridium* обеспечивает качественное глобальное покрытие всей поверхности Земли. С появлением малогабаритных *SBD*-модемов область применения системы расширилась и на океанскую наблюдательную сеть. В настоящее время около 25 % океанских наблюдательных платформ (в основном, якорных буюв) оснащены терминалами *Iridium*. Однако рост их применения сдерживается двумя факторами. Во-первых, система обеспечивает определение координат буюв с большой погрешностью – до 10000 м, что приводит к значительным ошибкам при определении траекторных характеристик дрейфующих платформ и является неприемлемым для решения большинства океанографических задач. Дополнительное оснащение дрейфующих буюв приемниками *GPS* решает эту проблему лишь отчасти, поскольку

Т а б л и ц а . Характеристики низкоорбитальных спутниковых систем.

система	<i>Argos</i>	<i>Iridium</i>	«Гонец»
высоты орбит спутников / тип орбит	850 км / полярные солнечно-синхронные	780 км / круговые орбиты	1400 км / круговые орбиты
количество действующих спутников	7	66 (7 резерв.)	12
определение местоположения / погрешность	Доплер / 250 – 1500 м	Доплер / 300 – 10000 м	Доплер / до 1000 м
мощность передатчика абонентского устройства	до 2 Вт	5 Вт	8 – 10 Вт
степень покрытия Земного шара	100 %	100 %	Россия, периодическая связь
двусторонняя связь	есть в <i>Argos-3</i>	есть	есть
владелец	международная	Министерство обороны США (основной)	Россия

удорожает буй и требует принятия специальных мер для обеспечения работы приемников в условиях постоянных погружений, характерных для буев типа *SVP* с подводными парусами. Наконец, основным владельцем и пользователем системы является Министерство обороны США, что сдерживает использование системы *Iridium* в различных национальных научных проектах и программах из-за возможного ввода ограничений на использование системы.

Полностью российская система спутниковой связи «Гонец» обладает хорошим функционалом, однако не обеспечивает глобальное покрытие, так как разработана для наименьшего времени ожидания сеанса связи на территории России. Передатчики этой системы являются достаточно мощными по сравнению с терминалами других систем, что является неприемлемым для автономных систем типа дрейфующих буев.

Во многом свободна от указанных недостатков система связи *Argos*. Эта система успешно функционирует уже более трех десятилетий, имеет развитую инфраструктуру и является дружественной к пользователю с точки зрения простоты применения.

Поскольку излучаемая передающими терминалами мощность не превышает 2 Вт (типовое значение составляет 1 Вт), а терминалы работают с большой скважностью, то система является энергетически эффективной для применения в качестве средства передачи данных с автономных буев. Кроме того, система *Argos* обеспечивает приемлемый для большинства океанографических приложений уровень погрешности при определении координат платформ доплеровским способом. Учитывая, что определение координат таким способом производится без дополнительных энергетических затрат со стороны буя, очевидно, что система спутниковой связи *Argos* стала де-факто стандартом для океанской наблюдательной сети. В настоящее время около 75 % морских наблюдательных платформ работают в рамках системы *Argos*.

Таким образом, для решения задач оперативной океанографии целесообразно использовать спутниковые системы связи *Iridium* и *Argos*. Характеристики спутниковой системы «Гонец» не позволяют использовать для сбора данных для автономных систем типа дрейфующих буев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *User's manual* [Электронный ресурс] / CLS group.– <http://www.argos-system.org/web/en/76-user-s-manual.php>. 15.08.2014.
2. *Савочкин А.А.* Спутниковые системы связи: Учебное пособие / СевНТУ.– Севастополь: Б.И., 2012.– 113 с.
3. *Низкоорбитальная* космическая система персональной спутниковой связи и передачи данных / Под ред. Генерального конструктора многофункциональной космической системы персональной спутниковой связи и передачи данных, президента ОАО «Спутниковая система «Гонец» А.И.Галькевича.– Тамбов: ООО «Изд-во Юлис», 2011.– 169 с.
4. *Безгин А.А., Лунев Е.Г., Савочкин А.А.* Сравнительный анализ спутниковых систем связи *Argos* и *Гонец* / Материалы 25-й Международной крымской конференции СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии в двух томах (КрыМиКо 2015). г.Севастополь, 6-12 сентября 2015 г.– Севастополь, 2015.– С.229-230.

Материал поступил в редакцию 12.02.2016 г.

A.A.Bezgin, N.Y.Urkevich

**MODERN SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS AND ITS USE
FOR SOLVING OPERATIONAL OCEANOGRAPHY PROBLEMS**

The survey and comparison of the satellite communication systems «Argos», «Iridium» and "Gonets" was conducted from the point of view of the application in the ocean observation network as a mean to broadcast measurements data and determinate the coordinates of the measuring platform.

KEYWORDS: satellite communication, «Argos», «Iridium», "Gonets", marine measuring platform, drifter