

Технический бюллетень 26

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАДИОМОДЕМОВ «ГЕПАРД» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В РАМКАХ ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ПРОГРАММЫ «СОЦИАЛЬНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ»**

*В настоящей статье представлена информация о возможностях и преимуществах применения отечественных узкополосных радиомодемов радиотехнической платформы «Гепард» в интересах создания интеллектуальной сети газоснабжения в рамках президентской программы «Социальная газификация» в Российской Федерации. Материал предназначен для руководителей и технических специалистов организаций, связанных с автоматизацией технологических процессов добычи, транспортировки и распределения газа.*

Информационные партнеры проекта: журналы «Беспроводные технологии» и «Информатизация и системы управления в промышленности» (ИСУП).

### **1. Общая информация**

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 2021 г. № 1550 «Об утверждении Правил взаимодействия единого оператора газификации, регионального оператора газификации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов публичной власти федеральных территорий и газораспределительных организаций, привлекаемых единым оператором газификации или региональным оператором газификации, при реализации мероприятий межрегиональных и региональных программ газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций» в России началась реализация президентской программы «Социальная газификация», в рамках которой к действующим газовым сетям должно быть подключено значительное количество новых потребителей. Единым оператором газификации определено ПАО «Газпром».



Компрессорная станция «Волоколамская», «Белоусовское ЛПУМГ» ([www.moskva-tr.gazprom.ru](http://www.moskva-tr.gazprom.ru)).

Ранее ПАО «Газпром» отвечало за строительство магистральной инфраструктуры, газораспределительных станций (ГРС<sup>1</sup>), межпоселковых газопроводов, газопроводов-отводов до границы населенного пункта. С началом реализации программы у организации появилась новая задача – строительство распределительных газопроводов до границ земельных участков. Решение этой масштабной задачи повлечет за собой необходимость совершенствования и дальнейшего развития ранее созданной инфраструктуры газораспределительной системы в связи с увеличением объемов перекачиваемого газа и строительством более разветвленной сети.



Газораспределительная станция ([www.ngosar.ru/gazovoe-oborudovanie/agrs.html](http://www.ngosar.ru/gazovoe-oborudovanie/agrs.html)).

По назначению различают несколько типов газораспределительных объектов<sup>2</sup>:

- станция на ответвлении магистрального газопровода (на конечном участке его ответвления к населенному пункту или промышленному объекту) производительностью 5-500 тыс. м<sup>3</sup> в час;
- промысловая ГРС для подготовки газа (удаление пыли, влаги), добытого на промысле, а также для снабжения газом близлежащего к промыслу населённого пункта;
- контрольно-распределительный пункт, размещаемый на ответвлении от магистрального газопровода к промышленному или сельскохозяйственному объекту, а также для питания кольцевой системы газопроводов вокруг города (производительностью 2-12 тыс. м<sup>3</sup> в час);
- автоматическая ГРС для снабжения газом небольших населенных пунктов, совхозных и колхозных поселков на ответвлениях от магистральных газопроводов (производительностью 1—3 тыс. м<sup>3</sup> в час);
- газорегуляторные пункты (ГРП<sup>3</sup>) (производительностью от 1 до 30 тыс. м<sup>3</sup> в час) для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне на городских газовых сетях высокого и среднего давления;

---

<sup>1</sup> **Газораспределительная станция (ГРС)** – совокупность установок и технического оборудования, измерительных и вспомогательных систем распределения газа и регулирования его давления. Газораспределительные станции входят в газораспределительные системы. Различают: собственно газораспределительные станции, сооружаемые на конечных пунктах магистральных газопроводов или отходящих от них газопроводах производительностью до 500 тысяч куб м в час; промысловые газораспределительные станции; контрольно-распределительные пункты; газорегуляторные пункты; автоматические газораспределительные станции.

<sup>2</sup> <https://www.gazprominfo.ru/terms/gas-distributing-station/>

<sup>3</sup> **Газорегуляторный пункт** – комплекс технологического оборудования и устройств, предназначенный для понижения входного давления газа до заданного уровня и поддержания его на выходе постоянным независимо от расхода газа.

– газорегуляторные установки для питания газовых сетей или целиком объектов с расходом газа до 1,5 тыс. м<sup>3</sup> в час.



Газорегуляторный пункт ([www.gazapparat.ru](http://www.gazapparat.ru)).

Вся эта разветвленная и территориально распределенная инфраструктура требует непрерывного удаленного мониторинга и управления, которые обеспечиваются современными средствами автоматики и телемеханики, функционирующими, в большинстве случаев, в реальном масштабе времени.

## 2. Применение технологических радиосетей обмена данными в ПАО «Газпром»

По оценке отечественных и зарубежных специалистов, наиболее эффективно решение вышеуказанных задач обеспечивается средствами технологической радиосети обмена данными<sup>4</sup> на базе узкополосных радиомодемов диапазона ультракоротких волн (УКВ). Специалисты ПАО «Газпром» располагают самым обширным и глубоким опытом создания и безаварийной эксплуатации таких радиосетей, поскольку первая радиосеть данного типа в Российской Федерации на магистральном газопроводе «Нижевартовский ГПЗ - Парабель - Кузбасс»<sup>5</sup>, общей протяженностью более 1000 км, была развернута более 25 лет назад именно этой компанией. Модернизированная в начале 2000-х годов, данная радиосеть успешно эксплуатируется до сих пор. В общей сложности, в подразделениях ПАО «Газпром» с помощью радиомодемов T-96SR/Guardian-100 американского производства подключено около 6000 различных объектов.

Сравнительные технические характеристики радиомодемов T-96SR и Guardian-100 представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные технические характеристики радиомодемов T-96SR и Guardian-100.

<sup>4</sup> Технологическая сеть связи ([англ. private network](#), прежнее название «ведомственная», или «корпоративная») предназначена для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей (Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ).

<sup>5</sup> <https://flexlab.ru/technical-bulletin/128-izveshchenie-04-pervaya-tekhnologicheskaya-radioset-v-rossii/file>

Общие характеристики	Радиомодем T-96SR	Радиомодем Guardian
		
Диапазон частот, МГц	132-150, 150-174	136-174
Шаг сетки частот, кГц	25 или 12,5 (в зависимости от модели)	25, 12,5 (настраивается программно)
Тип излучения	9K30F1D, 15K3F1D	9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D
Потребляемый ток:		
- прием, мА	120	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (30 В)
- передача 40 дБм (10 Вт), А	1,6 (5 Вт)	4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В)
- передача 30 дБм (1 Вт), А	-	1,2-3,6 (10 В); 0,6-1,8 (20 В); 0,4-1,2 (30 В)
Номинальная задержка при холодном старте, с	30	20
Рабочее напряжение, В	10-16, постоянный ток	10-30, постоянный ток
Рабочая температура, °С	от -30 до 60	от -30 до 60
Температура хранения, °С	-	от -45 до 85
Влажность, %	5-95 (без образования конденсата)	5-95 (без образования конденсата)
Габаритные размеры, Ш x Г x В, см	10,7 x 8,3 x 5,5	13,97 x 10,80 x 5,40
Масса (в упаковке), кг	0,9	1,1
Рабочий режим	Симплекс, полудуплекс	Симплекс, полудуплекс, дуплекс
<b>Приемник</b>		
Чувствительность (вероятность ошибки $1 \times 10^{-6}$ ), дБм:		
- 25 кГц	-	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)
- 12,5 кГц	-	-107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)
Интермодуляция, дБ	>75	>75
Избирательность, дБ	>75/25 кГц; >65/12,5 кГц	>70/25 кГц; >60/12,5 кГц
<b>Передатчик</b>		



Полоса пропускания без подстройки, МГц	18 (132-150 МГц); 24 (132-150 МГц)	38
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1-5	1-10
Время атаки, мс	<7	<1
Время переключения между каналами, мс	<30	<15
Импеданс, Ом	50	50
Цикл работы на передачу, %	50% при 5 Вт, 30 с макс. время передачи	100
Стабильность частоты, ppm	2,0	1,0
Интерфейсы	RS-232 (DB9)	2 x RS-232 (DB9)
Антенна	SMA (мама)	TNC (мама) – прием/передача, SMA (мама) – прием (для дуплексных моделей)
<b>Модем</b>		
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2	4,8; 9,6; 19,2
Индикация	Питание, состояние, подключение к оконечному оборудованию, прием/передача	Питание, состояние, подключение к оконечному оборудованию, прием/передача
Вид модуляции	DGMSK	2FSK

При более высоких технических характеристиках радиомодем Guardian-100 имеет обратную совместимость с радиомодемом T-96SR и может работать в единой радиосети с последним, что обеспечивает сохранение первоначальных инвестиций, вложенных в создание технологической радиосети, и продление сроков ее эксплуатации. Такие «смешанные» радиосети, в составе которых одновременно работают оба типа радиомодемов, уже функционируют в нескольких подразделениях компании, например, в ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», «Газпром трансгаз Томск», ООО «Газпром добыча Надым».

Технологическая радиосеть является основным инструментом для организации управления и сбора данных на магистральных трубопроводах (не только газо-, но также нефте- и топливопроводах) и ответвлениях от магистральных трубопроводов, а также в районах добычи. Существенными преимуществами такой радиосети следует считать следующие:

– гарантированная надежность<sup>6</sup> работы (радиосеть создается и управляется ее владельцем с учетом его персональных требований к надежности функционирования);

<sup>6</sup> **Надежность** ([англ. reliability](#)) – свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»].

- высокая живучесть <sup>7</sup> радиосети в различной обстановке (требование к живучести закладывается на этапе проектирования радиосети ее владельцем, и, как правило, оказывается выше, чем в радиосетях общего пользования);
- обширная рабочая зона, полностью перекрывающая район использования подключенных к радиосети оконечных устройств, как правило, объединенных в автоматизированную систему управления (реально построенные технологические радиосети имеют оперативную зону более миллиона кв. км);
- возможность использования детерминированных протоколов обмена данными, поддерживающих работу в близком к реальному режиму времени и обеспечивающих гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки;
- относительно небольшое время доступа к каналу передачи данных, обеспечивающее незначительные и приемлемые для большинства автоматизированных систем задержки в доставке данных;
- высокая безопасность данных, функционирующих в технологической радиосети (применяемые технологии обеспечивают защиту от подавления, перехвата или несанкционированного доступа к работе в составе технологической радиосети);
- относительно низкая стоимость эксплуатации;
- независимость от «чужой» инфраструктуры связи и возможность развивать ее исходя из реальных требований (радиосеть принадлежит эксплуатирующей ее организации, параметры ее работы и оперативная зона могут изменяться ею самостоятельно);
- совместимость с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;
- простота перемещения и оперативность развертывания в новом районе;
- возможность эксплуатации в жестких условиях окружающей среды.

Практика показала, что такое решение объективно является лучшим по критерию «стоимость – эффективность» по сравнению с проводными или спутниковыми сетями связи, а применение сотовой связи для решения задач управления и сбора данных на вышеупомянутых объектах представляется принципиально невозможным по целому ряду хорошо известных причин. Вместе с тем использование каналов сотовой связи в качестве резервных может стать приемлемым решением для удаленного подключения автоматических ГРС (даже в режиме автоматического функционирования оператор должен иметь информацию о состоянии объекта и работоспособности развернутого на нем оборудования) и ГРП. В идеале каждый из таких объектов должен в реальном масштабе времени или с заданной периодичностью передавать данные о своем оперативно-техническом состоянии и позволять производить удаленное включение и отключение в ручном режиме по аналогии с интеллектуальной сетью электроснабжения Smart Grid<sup>8</sup>.

### 3. Технологическая радиосеть для интеллектуальной сети газоснабжения

Практическая реализация концепции интеллектуальной сети газоснабжения может быть осуществлена с использованием первой отечественной радиотехнической платформы на

---

<sup>7</sup> **Живучесть** ([англ. survivability](#)) – свойство системы, характеризующееся способностью выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»].



<sup>8</sup> **Интеллектуальная (умная) сеть электроснабжения** ([англ. Smart grid](#)) – модернизированная сеть электроснабжения, которая использует информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющие автоматически повышать эффективность, надежность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии.

узкополосных радиомодемах УКВ диапазона радиотехнической платформы «Гепард» в рамках программы «Социальная газификация». Создание двух типов радиомодемов «Гепард-100» для данной платформы завершено в апреле 2022 года.

Основной целью разработки отечественной платформы является не просто замещение импортного оборудования, а создание современной технологической основы, включающей семейство устройств, специальное программное обеспечение и развитый сервис по технической поддержке в период всего цикла эксплуатации ее программно-технических средств, предназначенных для развертывания не только стационарных, но и подвижных технологических радиосетей для промышленности, транспорта и сельского хозяйства.

Сравнительные технические характеристики радиомодемов «Гепард-100И» и «Гепард-100С» представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Сравнительные технические характеристики радиомодемов «Гепард-100И» и «Гепард-100С».

Общие характеристики	«Гепард-100И» 	«Гепард-100С» 
Диапазон частот, МГц	146-174	146-174
Шаг сетки частот, кГц (настраивается программно)	50, 25, 12,5	50; 25; 12,5
Рабочее напряжение, В	10-30 (постоянный ток)	10-30 (постоянный ток)
Габаритные размеры (Ш x Г x В), см	17,0 x 16,0 x 6,1	17,0 x 16,0 x 6,1
Масса (в упаковке), кг	1,2	1,4
Рабочий режим	симплекс/полудуплекс	симплекс/полудуплекс
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1-10	1-10
Интерфейсы	2 x RS-232 (DE-9F), RJ45 Ethernet, USB	2 x RS-232 (DE-9F), Ethernet RJ-45, USB
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2; 32	16; 24; 32; 48; 64; 96; 192
Индикация	Питание, состояние, подключение к оконечному оборудованию, прием/передача	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача
Адресация	отсутствует	IP
Вспомогательные беспроводные интерфейсы	Нет	3G/4G WiFi IEEE 802.11b/g/n

Радиомодем «Гепард-100И» представляет собой «прозрачное»<sup>9</sup> устройство, использующее в качестве основных последовательные интерфейсы RS-232/422/485 и имеющее служебный порт стандарта USB (используется для настройки и диагностики). Кроме того, в состав изделия включен преобразователь Ethernet/RS-232, обеспечивающий подключение к радиомодему внешних устройств с сетевым интерфейсом. Радиомодем «Гепард-100И» полностью совместим с американским радиомодемом Integra-TR (в настоящее время в России эксплуатируется более 9000 таких радиомодемов, в том числе, в составе технологических радиосетей ПАО «Газпром», например, в ОАО «Камчатгазпром» и ООО «Каспийгазпром», с 2008 года – ООО «Газпром трансгаз Махачкала»). Он может использоваться как для поддержания технической готовности существующих радиосетей на радиомодемах Integra-TR, так и для строительства новых, предполагающих подключение оконечного оборудования по последовательным или сетевому интерфейсам.

Радиомодем «Гепард-100С» представляет собой «пакетирующее»<sup>10</sup> устройство. В дополнение к вышеупомянутым последовательным интерфейсам оно имеет полноценный сетевой порт Ethernet, дополнительные встроенные средства обмена данными для работы в составе сотовых сетей связи стандартов 3G/4G, а также интерфейс WiFi (IEEE 802.11b/g/n). При этом, в зависимости от встроенного программного обеспечения, он может быть настроен для совместной работы с «прозрачными» радиомодемами Integra-TR в единой радиосети на скоростях 4,8, 9,6 и 19,2 кбит/с при подключении оконечных устройств по протоколу TCP/IP. То есть, обеспечивает подключение к действующим «прозрачным» радиосетям современных контроллеров с сетевым интерфейсом Ethernet без замены ранее установленного оборудования и использования переходных устройств с последующим переводом на работу в «пакетирующем» режиме после постепенного вывода из эксплуатации «прозрачных» радиомодемов.

Средний срок эксплуатации технологической радиосети на узкополосных радиомодемах без ее модернизации составляет 12 лет, хотя нередко он превышает и 20 лет. Среднее время наработки на отказ применяемого в составе современных технологических радиосетей оборудования составляет более 60 лет. Тем не менее, выходы из строя и необходимость восстановления работоспособности оборудования в процессе эксплуатации неизбежны, а срок производства конкретных моделей обычно составляет около 10 лет. Так радиомодем T-96SR выпускался без модернизации в период с 1997 по 2005 год, а радиомодем Integra-TR с одной модернизацией – с 2001 по 2015 год, что связано, в первую очередь, с наличием электронных компонентов для производства оборудования. В связи с этим особое значение в создании и эксплуатации радиосетей приобретает совместимость выпускаемых моделей между собой.

В настоящее время обеспечивается полная совместимость между моделями американских радиомодемов T-96SR и Guardian, что обеспечивает возможность эксплуатации ранее развернутых на базе первой модели радиосетей уже более 25 лет. В то же время, снятый с производства в 2015 году радиомодем Integra-TR не получил «преемника», что сделало невозможным увеличение продолжительности эксплуатации радиосетей на этих радиомодемах.

---

<sup>9</sup> **«Прозрачный» радиомодем** – устройство, выполняющее побитную передачу цифровых данных без их промежуточного преобразования. Радиомодемы данного типа еще называют телеметрическими, поскольку они обеспечивают минимальное время доступа к радиоканалу и не добавляют к потоку данных служебной информации.

<sup>10</sup> **«Пакетирующий» радиомодем** – устройство, выполняющее передачу цифровых данных с их промежуточным преобразованием, разделением на пакеты (определенным образом оформленные блоки данных). Кроме передаваемых данных каждый пакет содержит служебную информацию, обеспечивающую поддержку соответствующего пакетного протокола.



Техническая поддержка этого радиомодема компанией-производителем завершилась в 2022 году, а его ремонт более не производится.

В связи с этим следует считать абсолютно обоснованным и своевременным появление отечественного радиомодема «Гепард-100И», полностью совместимого с вышеуказанной американской моделью. Теперь поддержание работоспособности радиосетей на базе радиомодемов Integra-TR, а их в Российской Федерации большинство, может быть обеспечено за счет использования радиомодемов «Гепард-100» с поэтапной заменой американских радиомодемов по мере их выхода из строя. Более того, внедрение радиомодема «Гепард-100» в действующие радиосети позволяет существенно продлить срок их эксплуатации и поддержать перевод на использование современных программируемых контроллеров, использующих сетевой интерфейс Ethernet без применения дополнительных технических средств (преобразователей Ethernet/RS-232) и необоснованных финансовых затрат.

## ВЫВОДЫ:

1. Российскими разработчиками созданы и подготовлены к производству первые два узкополосных радиомодема УКВ диапазона отечественной радиотехнической платформы «Гепард», позволяющие поддержать эксплуатацию части существующих радиосетей на зарубежном оборудовании и осуществить постепенный их перевод на оборудование отечественного производства без потери первоначально вложенных средств.
2. Радиотехническая платформа «Гепард» позволяет произвести стандартизацию и унификацию ранее развернутых и перспективных технологических радиосетей и закладывает основу для их дальнейшего развития на единой элементной базе с возможностью существенного расширения их функциональных возможностей и эксплуатационных характеристик.
3. Представляется целесообразным использовать радиотехническую платформу «Гепард» в качестве базовой для модернизации и расширения газораспределительных сетей ПАО «Газпром» в ходе выполнения президентской программы «Социальная газификация» с целью создания интеллектуальной сети газораспределения, позволяющей повысить эффективность, надежность и экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения газа.

ООО «Независимый исследовательский центр  
перспективных разработок» (НИИПР)

**Flexlab**  
с 1991 года

г. Москва, Новинский бульвар, дом 11, офис 302

Тел. +7 (499) 113 26 98

Факс. +7 (499) 113 26 98

Моб. +7 (915) 465 72 89

E-mail: [sm@flexlab.ru](mailto:sm@flexlab.ru)

<http://www.flexlab.ru>