



<http://doi.org/10.35596/2522-9613-2022-28-1-58-62>

*Оригинальная статья*  
*Original paper*

УДК 621.396.931

## ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ GSM-R МОДЕМОВ НОВОЙ СЕРИИ

А.П. ТУРЛАЙ

*ООО «СЕНСОР-М» (г. Минск, Республика Беларусь)*

*Поступила в редакцию 29 марта 2022*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2022

**Аннотация.** В статье освещены проблемные вопросы, связанные с появлением на рынке нового специализированного GSM-R модема TRC-5Rme (ext)\* Н, серийный выпуск которого начат в 2020 г. немецкой компанией TRIORAIL, являющейся одним из лидеров на рынке Европы по производству специализированного оборудования для подвижных составов железной дороги. Рационально ли будет использование нового модема TRC-5Rme (ext)\* Н для решения задач, возложенных на аппаратуру связи подвижных составов? Насколько глубокой степени переработки подвергнутся уже существующие решения, давно эксплуатируемые на железнодорожном транспорте разных стран? Для выявления факторов, способствующих принятию такого решения, проведен сравнительный анализ характеристик модемов. Особое внимание уделено скорости передачи информации и показателям надежности канала связи. Также проанализированы конструктивные особенности модема новой серии, проведена предварительная оценка интеграции модема TRC-5Rme (ext)\* Н в существующую аппаратуру связи, выпускаемую предприятиями.

**Ключевые слова:** GSM-R стандарт, серийное производство, конструктивные особенности.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования.** Турлай А.П. Оценка рациональности использования GSM-R модемов новой серии. Цифровая трансформация. 2022; 28(1): 58-62.

## EVALUATION OF THE RATIONALITY OF USING GSM-R MODEMS OF THE NEW SERIES

ANDREI P. TURLAI

*Ltd. "SENSOR-M" (Minsk, Republic of Belarus)*

*Submitted 29 March 2022*

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2022

**Abstract.** The article highlights the problematic issues related to the appearance of a new specialized GSM-R modem TRC-5RME (ext)\* H on the market, the serial production of which was launched in 2020 by the German company TRIORAIL, which is one of the leaders in the European market for the production of specialized equipment for railway rolling stock. Would it be rational to use the new TRC-5rme (ext)\* H modem to solve the tasks assigned to the rolling stock communication equipment? What major changes will already existing solutions that have been used for a long time on the railway transport of different countries undergo? To identify the factors contributing to the adoption of such a decision, a comparative analysis of the characteristics of modems will be carried out. Special attention will be paid to the speed of information transmission and indicators of the reliability of the communication channel. The design features of the modem of the new series will also be analyzed, a preliminary assessment of the integration of the TRC-5rme (ext) H modem into existing communication equipment manufactured by enterprises will be carried out.

**Keywords:** GSM-R standart, mass production, design features.

**Conflict of interests.** The author declares no conflict of interests.

**For citation.** Turlai A.P. Evaluation of the Rationality of Using GSM-R Modems of the New Series. Digital Transformation. 2022; 28(1): 58-62.

## Введение

В настоящее время GSM-R (GSM-Railway) стандарт прочно укрепился на рынке специализированных видов связи. Все подвижные составы железных дорог в Европе и многих странах мира имеют в составе аппаратуры связи GSM-R модемы. ОАО «Российские железные дороги» несколько лет назад приступило к модернизации железнодорожной технологической радиосвязи – строительству цифровой системы стандарта GSM-R, которая внедрена на железных дорогах Европы. От основного стандарта GSM он отличается расширенными специализированными возможностями. Все дополнительные функции отражены в спецификации проекта EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) и MORANE (Mobile Radio for Railways Networks in Europe), поддержку которого осуществляет ЕС.

Основные дополнительные функции стандарта GSM-R:

- передача данных и голоса в движении со скоростями до 500 км/ч;
- групповой вызов;
- управление приоритетами вызовов;
- сигнализация ETCS (European Train Control System);
- чрезвычайный вызов;
- гибкая автоматическая адресация;
- специальная полоса радиочастот.

Для GSM-R выделено две полосы частот в диапазоне 876–880 и 921–925 МГц. Также GSM-R включает все ключевые функции аналоговых систем, разработанных и ранее используемых на железной дороге. Дополнительный функционал стандарта GSM-R позволил более оперативно и слаженно работать всему обслуживающему персоналу железной дороги, значительно улучшив качество коммуникаций и повысив безопасность движения поездов.

Одним из основных поставщиков модемов стандарта GSM-R в Европе является компания TRIORAIL. Некоторые компании Республики Беларусь, занимающиеся разработкой и производством аппаратуры связи для железной дороги, также используют модемы этой компании. TRIORAIL в 2020 г. выпустила новый GSM-R модем TRC-5Rme (ext)\* H. Он пришел на смену модему TTS-TRC-5, производимому той же компанией с 2014 г. по сей день. Новый модем приобрел несколько «фишек», отличающих его от своего «старшего собрата». По мнению разработчиков, эти внедрения позволят улучшить качество связи и тем самым повысить безопасность железнодорожного транспорта.

Начиная с 2020 г. объем выпуска старых модемов значительно снизился в связи с ориентацией производства на серийное изготовление вновь запущенного производства модема TRC-5Rme (ext)\* H. У компаний-разработчиков по всему миру сразу появилась

проблема поддержки уже эксплуатируемого железными дорогами оборудования и его модернизации под новоиспеченный модем, встали вопросы: насколько это необходимо, рационально, и стоит ли вкладывать немалые средства в разработку новой аппаратуры связи? Дабы внести ясность в эти вопросы, проведем сравнительный анализ характеристик модемов, его конструктивных и функциональных особенностей и определим актуальность замены старых модемов на новые, позволив компаниям-разработчикам принимать решения о модернизации или разработке нового связного оборудования для железных дорог.

### Методы проведения исследований

Основным критерием для принятия решения по замене старого модема на новый в аппаратуре связи подвижных составов железной дороги будет комплексное существенное улучшение его характеристик, увеличение скорости обмена информации с одновременным уменьшением энергозатрат и улучшением эксплуатационных и стоимостных параметров изделия.

Сравнительный анализ основных характеристик модемов старой и новой серий модемов приведен в табл. 1.

**Таблица 1.** Сравнительные характеристики модемов  
**Table 1.** Comparative characteristics of modems

Характеристики	TTS-TRC-5	TRC-5RMe (ext)* Н
GPRS class	8	10
SMS по технологии GSM, (E)GSM-R и GPRS	нет	да
CSD data transmission (протокол передачи данных в GSM сетях) в прозрачном и непрозрачном режимах	нет	да
Антенный разъем	SMA	Antenna connector A TNC 50 Ω [RX/TX]
		Antenna connector B TNC 50 Ω [RX]
Professional Mobile Standard	ETSI TS 102 933-1/2 V1.2.1	ETSI TS 102 933 V 2.1.1
Температурный диапазон	-25° C to +85° C	-40° C to +85° C
Вес	500 g	440 g
Дисплей	3 световых LED-индикаторов	6 световых LED-индикаторов
Размеры	125 × 70 × 30 mm (L × W × H)	128.4 × 170 × 25 mm (L × W × H)
Режим ожидания – потребляемый ток	37 mA/160 mA	69 mA/250 mA
Голосовой вызов – потребляемый ток	180 mA/310 mA	725 mA/945 mA

**Скоростные характеристики** GSM модема в основном характеризуются количеством каналов приема-передачи, скоростными параметрами каждого канала и количеством тайм-слотов (табл. 2).

**Таблица 2.** Тайм-слоты модемов  
**Table 2.** Time-slots of modems

Наименование модема	Класс модема GPRS	Кол-во тайм-слотов на прием (шт.)	Кол-во тайм-слотов на передачу (шт.)	Кол-во тайм-слотов всего (шт.)	Старт
TTS-TRC-5	8	4	1	5	2
TRC-5Rme (ext)* Н	10	4	2	5	2

Умножив количество тайм-слотов на пропускную способность используемой кодовой схемы, получаем максимальную скорость приема-передачи данных:

8 класс (8–12 kbps загрузка / 32–40 kbps скачивание)

10 класс (16–24 kbps загрузка / 32–48 kbps скачивание)

### Результаты и их обсуждение

Был проведен сравнительный анализ характеристик модемов новой и старой серий (рис. 1, 2). Новые технические решения, используемые в модеме TRC-5Rme (ext)\* Н, позволили его отнести к 10 классу GPRS стандарта, скоростные параметры обмена данными улучшились, но при этом возросло и энергопотребление модема.



**Рис. 1.** Модем TTS-TRC-5  
**Fig. 1.** Modem TTS-TRC-5



**Рис. 2.** Модем TRC-5Rme (ext)\* H  
**Fig. 2.** Modem TRC-5Rme (ext)\* H

В функциональном плане новый модем получил возможность обмена данными с помощью SMS по технологии GSM, (E)GSM-R и GPRS в различных режимах. Модем TRC-5RMe (ext) H поддерживает новое поколение стандарта – Professional Mobile Standard ETSI TS 102 933 V 2.1.1 второй версии. Данный стандарт определяет современный уровень железнодорожной связи. Модем нового поколения поддерживает CSD data transmission (протокол передачи данных в GSM сетях) в двух режимах – прозрачном и непрозрачном. Соединение с использованием прозрачного режима не предусматривает повторных передач и не имеет механизма обнаружения ошибок.

В непрозрачном режиме используется уровень стека протокола радиоканала (RLP) для обеспечения надежного транспортного механизма. Уровень RLP обеспечивает повторную передачу поврежденных данных и использует последовательность проверки кадра (FCS) для обнаружения ошибок, тем самым обеспечивая надежную передачу данных.

Модем поддерживает несколько режимов работы с антенной (Antenna connector A TNC 50  $\Omega$  [RX/TX] Antenna connector B TNC 50  $\Omega$  [RX]), то есть может работать на прием и передачу по одному (A) каналу или на прием по каналу B и передачу по каналу A. Предыдущий имел только один режим работы – A.

Также в нем присутствуют 6 светодиодных индикаторов на панели (в отличие от 3 у предыдущего модема), которые сигнализируют о режимах работы модема (вставлена ли SIM-карта, включен ли модем, RX режим, TX режим, NW, ALL), что упрощает мониторинг режимов работы модема.

С точки зрения эксплуатационных параметров в новом модеме расширился диапазон рабочих температур, он представлен цифрами  $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ .

Из табл. 2 видно, что количество слотов на передачу информации выросло в два раза, что незначительно увеличило скорость передачи информации примерно на 25 % от существующей. Такое незначительное увеличение скорости существенно не повлияет на обмен данными между диспетчерами и подвижными составами, т. к. все пакеты жестко регламентированы и имеют временную привязку, объем передаваемой информации также регламентирован и укладывается в существующий протокол обмена. По приросту функционала модема надо отметить возможность передачи SMS, переход на новый стандарт Professional Mobile Standard ETSI TS 102 933 V 2.1.1 и работу в сетях GSM. Данный функционал расширил возможности нового модема, дополняя уже существующий основной функционал, достаточный для осуществления коммуникаций. Особое внимание надо уделить качеству передаваемой информации и сокращению времени на повторные запросы. В новом модеме появилась «фишка», позволяющая производить проверку кадра с использованием встроенного RLP протокола. Данный подход сокращает время на обмен данными, используя алгоритм обработки ошибок, и улучшает качество обмена. К одним из минусов нового модема можно отнести его увеличенный по сравнению с прошлой моделью вес и габаритные размеры, которые изменились из-за кассетного исполнения. Еще одним аспектом нового модема является его стоимость, она колеблется в диапазоне 800–1000 евро за штуку в небольших партиях.

### Заключение

Из-за высокой стоимости нового модема (800–1000 евро), его несущественных доработок и основательно сменившейся конструкции в данный момент не целесообразно производить

доработки аппаратуры связи подвижных составов железной дороги, используя новый модем. Но в будущем в связи с изменением протоколов обмена, применением новых стандартов придется производить модернизацию существующего оборудования, уже используемого на железных дорогах стран Европы и других стран. Также необходимо провести доработку этого оборудования для осуществления гарантийного и послегарантийного обслуживания: по данным производителя, образцов старой модели модемов на складах не осталось, и модем TTS-TRC-5 в будущем выпускаться не будет. Однако совместимость GSM-R стандарта с простым GSM стандартом и очень быстро развивающаяся GSM отрасль наводит на мысль об использовании в аппаратуре связи обычных стандартных модемов таких стандартов, как LTE и 5G с высокоскоростными широкополосными модемами стоимостью около 20–30 долл. за штуку. При правильной организации программных слотов модемов все специализированные функции, необходимые железной дороге, можно реализовать на современной базе, используя технологию 4G, LTE, 5G и не прибегая к сложным переработкам уже эксплуатируемой аппаратуры.

### Список литературы

1. Trirail. Техническое описание модема TRC-5RMe (ext) Н. Германия: Trirail; 2021.
2. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Яронова Н.В. Современная цифровая связь железной дороги. Ташкент: Ташкентский государственный транспортный университет; 2020.
3. Норвегия: Siemens Mobility оснастит подвижной состав поездной радиосвязью стандарта GSM-R с перспективой перехода на FRMCS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zdmira.com/news/norvegiya-siemens-mobility-osnastit-podvizhnoj-sostav-poezdnoj-radiosvyazyu-standarta-gsm-r-s-perspektivoj-perekhoda-na-frmcs>.
4. Шнепс-Шнеппе М.А., Куприяновский В.П. Мобильная сеть GSM-R – основа цифровой железной дороги. Москва: ООО «ЦКБ-Абаванет»; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; 2016.

### References

1. Trirail. Datasheet TRC-5RMe (ext) N. Germany: Trirail; 2021.
2. Kurbanov G.F., Kolesnikov I.K., Yaronova N.V. [Modern digital railway communications]. Tashkent: Tashkent State Transport University; 2020.
3. Norway: Siemens Mobility equips cars with GSM-R train radio communication with the prospect of switching to FRMC. Available at: <https://zdmira.com/news/norvegiya-siemens-mobility-osnastit-podvizhnoj-sostav-poezdnoj-radiosvyazyu-standarta-gsm-r-s-perspektivoj-perekhoda-na-frmcs>.
4. Schneps-Schnappe M. A., Kupriyanovsky V.P. GSM-R cellular network – the basis of the digital railway. Moscow: TSKB-Abavanet GmbH; Lomonosov Moscow University; 2016.

### Сведения об авторах

Турлай А.П., начальник отдела разработки и проектирования ООО «СЕНСОР-М».

### Information about the authors

Turlai A.P., Head of the Development and Design Department of Ltd. “SENSOR-M”.

### Адрес для корреспонденции

220007, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Володько, 12  
ООО «СЕНСОР-М»;  
e-mail: strategtapn@gmail.com  
тел. +375-29-649-31-07;  
Турлай Андрей Петрович

### Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,  
Minsk, Volod'ko st., 12,  
Ltd. “SENSOR-M”;  
e-mail: strategtapn@gmail.com  
tel. +375-29-649-31-07;  
Turlai Andrei Petrovich