

**Б. Чулуундаваа, М. Тэмүүлэн**

*Улан-Баторская железная дорога, г. Улан-Батор, Монголия*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ МЕЖДУ СТАНЦИЯМИ СУХЭ-БАТОР УБЖД И НАУШКИ ВСЖД ПО ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ TETRA**

**Аннотация.** С 2019 года в УБЖД установлена и используется цифровая радиосвязь TETRA. Однако от станций Сухэ-Батор до станций Наушки из-за слабого волнового покрытия базовой станции TETRA, в локомотивах используются аналоговые радиостанции ICOM, PBC, PB-1. При выходе из строя аналоговых радиостанций ремонт невозможен из-за отсутствия запчастей. Также УБЖД арендует локомотивы из России, причем локомотивы должны быть оборудованы станциями TETRA и ICOM. Поэтому возникает необходимость повышения надежности движения поездов от станции Сухэ-Батор до Наушек с использованием цифровых радиостанций TETRA.

**Ключевые слова:** радиоволна, направленная антенна, базовая станция.

**B. Chulundavaa, M. Temuulen**

*Ulan-Bator Railway, Ulan-Bator, Mongolia*

## **ORGANIZATION OF TRAIN RADIO COMMUNICATION BETWEEN SUKHE-BATOR STATIONS OF UBZHD AND NAUSHKI OF VSZD VIA DIGITAL TETRA SYSTEM**

**Abstract.** Since 2019, Tetra's digital radio communications have been installed and used in UB railway. However, from the Suhe-Bator stations to the Naushki stations, due to the weak wave coating of the tetra base station, analog radios ICOM, RVS, RV-1 are used in locomotives. Upon failure of analog radios, repair is impossible due to the lack of spare parts. The UBR also rents a locomotive from Russia, and the locomotive should be equipped with Tetra and ICOM radios. Therefore, it becomes necessary to increase the reliability of trains from the Suhe-Bator station to the headwear using the digital radios of the Tetra.

**Keywords:** radiowave, directed antenna, base station.

### **Введение**

Станция Сухэ-Батор — северная пограничная станция с интенсивным движением поездов. С момента ввода в эксплуатацию оборудования радиосвязи стандарта TETRA на участке Улан-Батор – Сухэ-Батор используются радиостанции TETRA, а на участке Сухэ-Батор – Наушки используются три разных типа радиостанций ICOM, PBC и PB-1. Также каждый год возникает потребность в оснащении 4-8 арендованных локомотивов радиостанциями ICOM и TETRA. Если между станциями Сухэ-Батор и Наушки будут использоваться радиостанции TETRA и локомотивы будут оборудованы радиостанциями TETRA, то дежурные по станциям Наушки и Сухэ-Батор и машинисты смогут напрямую связываться друг с другом. Дежурным по станциям и маневровым бригадам сложно одновременно использовать станции ICOM и TETRA для поездного и маневрового движения, поэтому выбрана тема организации радиосвязи от станции Сухэ-Батор до Наушки по стандарту TETRA.

**Антенная мачта.** Антенна – это устройство, которое принимает и излучает радиоволны. Антенна преобразует электрический ток в радиочастотном диапазоне в электромагнитное излучение или преобразует электромагнитное излучение в электрический ток в радиочастотном диапазоне.

Антенно-фидерная конструкция является основным элементом любого вещательного приемника и отвечает за соединение выхода антенны с входом приемника. Поскольку антенно-фидерное оборудование является наиболее надежным средством, зачастую резервирования нет. Антенна преобразует электромагнитные поля в электромагнитные волны.

Два проводника (провода) одинаковой длины, расположенные на одной линии с целью излучения электромагнитных волн, называются симметричными вибраторами или антеннами.

Антенна бывает направленной (излучает в определенном направлении) и ненаправленной (излучает во всех направлениях, включает вертикальную вибраторную антенну).

Мачта, это конструкция, предназначенная для изоляции антенны и сопутствующего оборудования от земли и представляющая собой металлическую конструкцию, пригодную для протягивания соединительных кабелей питания и передачи сигналов.

Колонная башня построена путем соединения конических стальных труб друг с другом. Башни-колонны в основном используются для сотовой и фиксированной связи.



Рис. 1. Типы антенных мачт

**О системе TETRA.** Радиосвязь стандарта TETRA является основным компонентом системы организации движения поездов по радиоканалам и используется в качестве основной системы для связи с подвижными объектами. Радиосвязь стандарта TETRA даёт возможность организовывать отдельные группы. Необходимо иметь гибкую систему обзвона клиентов; точка-точка, групповой пользователь, все пользователи, пользователь внешней сети.

Стандартная система TETRA использует технологию TDMA, которая объединяет четыре рабочих канала в один поток и передает их по радиочастотному каналу шириной 25 кГц. Это позволяет более эффективно использовать радиочастотный спектр, а также упростить радио коммуникационную часть стационарной станции.

Особенности системы:

- Радиосеть будет организована с двойным покрытием.
- Время установления соединения составляет 300 мс.
- Симплексный и дуплексный режимы передачи голоса. Использование временного разграничения при передаче речи в дуплексном режиме позволило убрать из радиостанции дуплексный фильтр (самая слабая часть дуплексной радиостанции, из-за которой трудно уменьшить размеры дуплексной радиостанции).

- Предустановленная информация о состоянии (32000 максимальных значений).

- Изменяемая пользователем информация длиной до 2048 бит.

- Независимость от диапазона частот

Преимущества системы:

- Современные цифровые системы могут организовать сразу несколько каналов и предоставлять множество дополнительных услуг. Также возможно подключение к другим цифровым системам передачи и фиксированным сетям АТС и сетям мобильной связи.

- Обеспечивает дальнюю и качественную связь.

- Надежная работа обеспечивается за счет исчезновения точек плохого распространения волн.

- За счет организации передачи данных будет повышена плотность движения поездов, и это экономически значимо.

- Улучшится качество технологической связи между всеми подразделениями.

- Можно будет организовать резервные соединения для обеспечения надежной работы.

- Организовать широкую радиосеть.

**Радио модем MD 1000.** Служба передачи данных передает данные со скоростью 4,8 кбит/с по восходящей и нисходящей линии связи (рис. 2).

- Очень надежная, очень прочная, высококачественная стандартная конструкция, водонепроницаемая, пыленепроницаемая, адаптируется к плохим рабочим условиям.
- Соответствует международным стандартам, стандарту TETRA для телекоммуникаций, стандарту EN50121-3-2 для электромагнитной совместимости и стандарту EN50155 для автомобильного оборудования.
- Взаимодействует с системой управления поездом (системой управления поездом) через соединения передачи данных Ethernet или RS-485.



Рис. 2. Радио модем MD 1000

**MDD300-станционная радиостанция.** Стационарная радиостанция состоит из датчика GPS, микрофона, блока управления, антенны, кабеля, вилки, блока питания 220В переменного тока (рис. 3).



Рис. 3. MDD300 стационарная радиостанция

**MDT400 - радиостанция для локомотивов.** Локомотивная радиостанция состоит из датчика GPS, микрофона, антенны, кабеля, вилки и блока питания постоянного тока 110В (рис. 4).

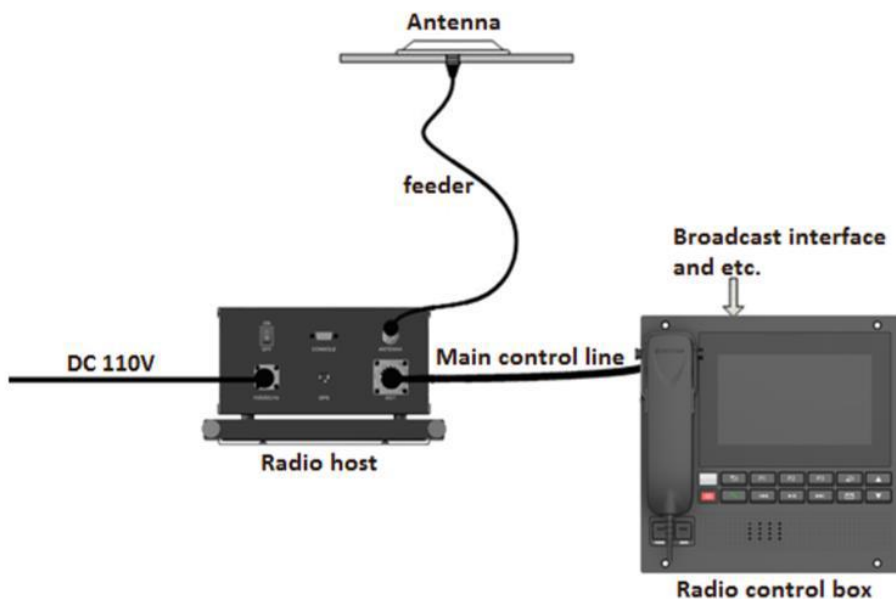


Рис. 4. MDT400 радиостанция для локомотивов

**T5000 мобильная радиостанция.** Мобильная радиостанция TETRA (серия T5000) на рис. 5 используется машинистами, чтобы знать и понимать поездную ситуацию и информировать рабочих, а также является средством связи для установки и проектирования транспортных средств. Это устройство соответствует стандартам электромагнитной совместимости. Он также состоит из корпуса, антенны, блока радиуправления и ручного микрофона.



Рис. 5. T5000 PLUS мобильная радиостанция

**T8000 (SERIES)** Портативная радиостанция (рис.6).



Рис. 6. T8000 PLUS Портативная радиостанция

**Система питания.** Система ZXDU68 V301 (рис. 7) представляет собой встроенную систему питания постоянного тока высотой 9U и шириной 19 дюймов. Система может питать коммуникационное оборудование серии -48 В. После полной настройки система оснащена шестью выпрямителями ZXD3000, способными выдавать ток 300 А.



Рис. 7. ZXDU68 V301 система питания

**Решение.** Для повышения уровня сигнала радиостанций стандарта TETRA от станций Сухэ-Батор до станции Наушки разработать решение по подключению волоконно-оптических кабелей и силовых кабелей, разместив базовую станцию вблизи станции Наушки. Также необходимо запрограммировать и подключить стационарную радиостанцию МДД-300 к АРМ ДСП станции Наушки.

При выборе мест расположения базовых станций на станции Наушки учитывались следующие условия:

- расположение антенны должно быть на возвышенности с прямым обзором слабого уровня сигнала;
- должен быть надежный источник питания;
- необходимо обеспечить возможность подключения к оптоволоконным железнодорожным кабелям.

Уровень сигнала базовой станции Хойт 4,5 км до поста Тавта и Дозорный, уровень сигнала от -58 до -78dbm, разговор нормальный (рис. 8).



Рис. 8. Хойт-Дозорный

На расстоянии 5,5 км от станции Наушки до поста Тавт и Дозорного, уровень сигнала ниже нормативного значения и разговор прерывается (рис. 9). Это связано с естественной преградой – между Хойтом и Наушки расположена гора высотой около 97 метров над уровнем путей.

Размещение новой базовой станции (рис. 10) на расстоянии 1 км от станции Наушки сэкономит средства за счет близости к оптоволоконным кабелям и источникам питания. Также между станциями «Наушки» и «Дозорный» отсутствуют препятствия для распространения радиоволн.

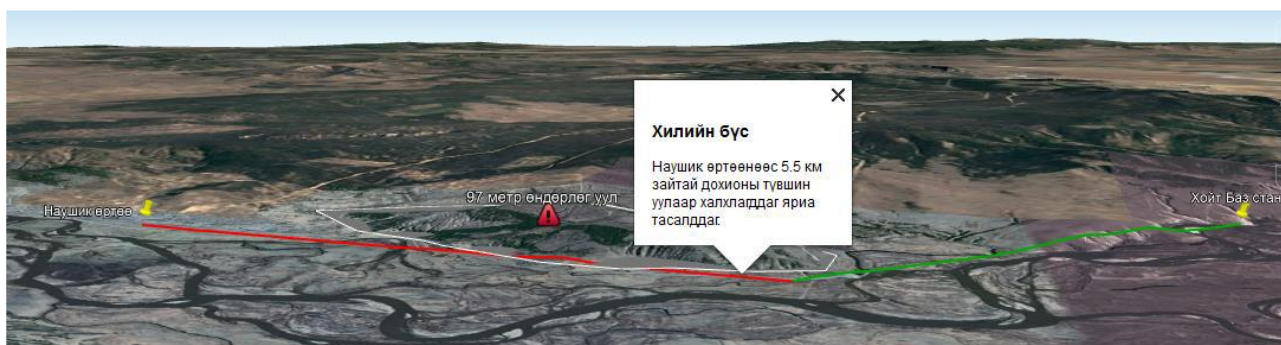


Рис. 9. Наушки-Дозорный



Рис. 10. Расположение новой базовой станций

**BS410 Базовая станция.** Шкаф серии U с подставкой высотой 19 дюймов в соответствии с международными стандартами (рис. 11). Каждая базовая станция имеет два (1 основной, 1 резервный) порта FE RJ45 для подключения к Ethernet-коммутатору L3 ZXR10 3928E. Основной интерфейс FE подключается к основному каналу сети передачи данных, а резервный интерфейс подключается к резервному каналу сети передачи данных.

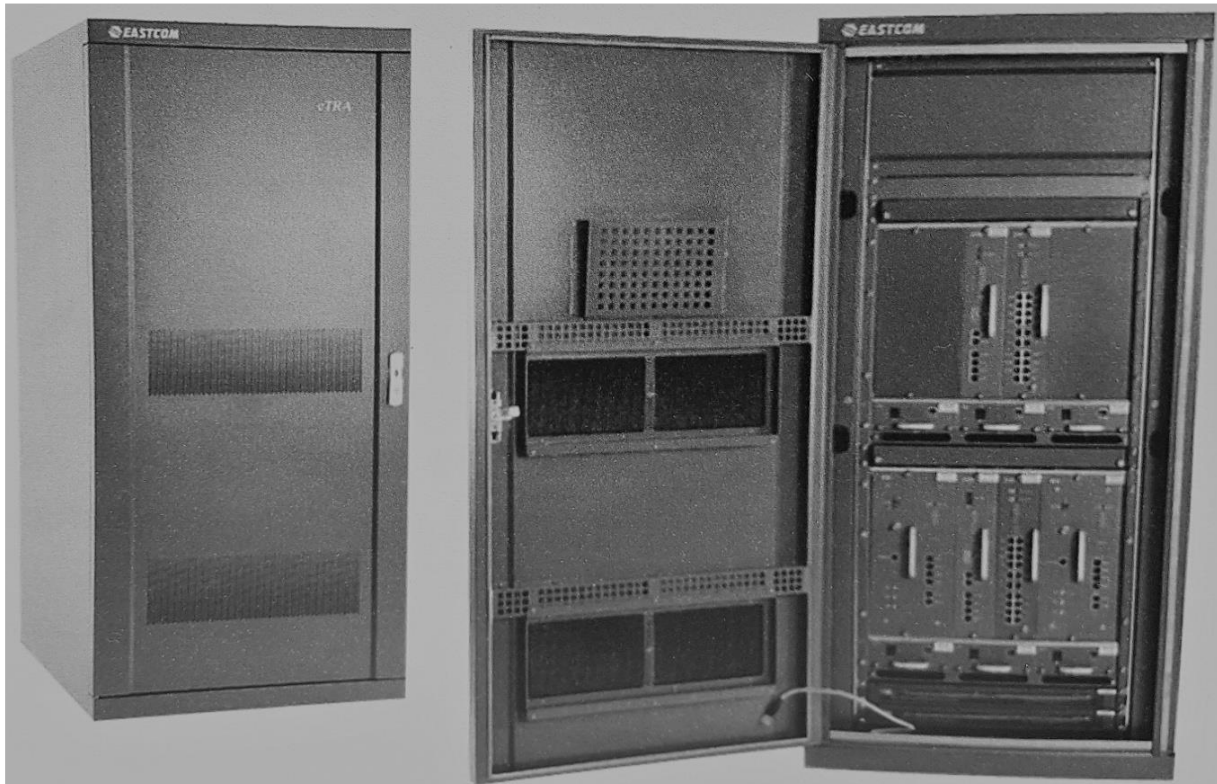


Рис. 11. BS410 базовая станция

Базовая станция состоит из следующих частей:

- BSR (приемник базовой станции)
- BSC (контроллер базовой станции)
- RFDS (система распределения радиочастот)
- FAN (вентилятор)

Источник питания (включая FSM модуль питания) и преобразователь AC-DC (табл. 1)

Одна стойка может быть сконфигурирована с двумя стойками силовых модулей, до двух стоек сервисных модулей и одной стойкой модулей RFDS. Один блок питания должен быть установлен вместе с модулем переменного/постоянного тока. Одна сервисная стойка может состоять из одного BSC, одного PSM, трех вентиляторов и двух модулей BSR.

**Таблица 1. Список оборудования, которое будет находиться внутри блок-модуля**

№ п/п	Список оборудования	Количество
1	Камера	2ш
2	Обогреватель	1ш
3	Кондиционер	2ш
4	Свет аварийный	1ш
5	Свич 8 портов	1ш
6	Термометр	1ш
7	Базовая станция	2ш
8	Выпрямитель 48в	2ш
9	свич ZXR10 3928E межстанционной блокировки	2ш
10	Сетевой шкаф	1ш
11	Огнетушитель (MFZ-2)	1ш
12	коробка системы сигнализации (DS19A16BNG)	1ш
13	Панель управления сигнализацией (DS-KP00M)	1ш
14	Дверная сигнализация	1ш
15	Датчик дыма	1ш
16	Датчик движения	1ш
17	ДГА	1ш

Для архитектур с одним и двумя портами требуется одна дополнительная сервисная стойка, если модули BSC и PSM являются избыточными. В этой сервисной стойке установлены только модули BSC, PSM и FAN (вентиляторы).

### **Заключение**

Текущая связь между станциями Сухэ-Батор и Наушки организована по аналоговой системе, которая имеет ряд недостатков. Для решения этих проблем необходимо перейти на цифровую систему. Поэтому желательно организовать связь по стандарту, подходящему для системы. Руководство УБЖД выбрало стандарт TETRA, утвержденный ETSI /Европейским институтом стандартов в области телекоммуникаций/.

С переходом на цифровую систему улучшается передача радио сигнала, а также улучшается качество речи. Стандарт TETRA имеет много преимуществ. С точки зрения использования частот система TETRA может организовать 4 канала по 25 кГц. Это преимущество не только означает, что TETRA имеет больше каналов, но также означает, что в будущем новым мобильным службам передачи данных не потребуется добавлять какое-либо новое радиооборудование для доступа к этой технологии.

Для TETRA текущая средняя скорость поезда 200 км/ч является достаточным условием его надежной работы, а испытания оборудования TETRA на поездах со скоростью 500 км/ч показали, что оно может работать бесперебойно.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Правила организации и расчета сетей поездной радиосвязи ОАО «РЖД». - М., «ТРАН-СИЗДАТ», 2014 г. – 112 с.
2. Г. Дэмбэрэл, Н. Чулуунбат. «Распространение радиоволны».
3. Н. Адьяа, Н. Майнаа «Оптика и связь».
4. Т. Төгсжаргал. «Теория передачи сигналов».
5. Унучков В.Е. К выбору высот расположения антенн базовых станций в системах поездной радиосвязи. / Унучков В.Е., Шигаев Р.Е. // Информационные системы контроля и управления на транспорте. Вып. 11. - Иркутск, ИРГУПС. 2004. - С. 153-159.
6. Слюняев А.Н., Трепшин В.Ф., Щвидкий Ю.А. Измерения в каналах поездной радиосвязи комплексом МИКРАД // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 3. С. 18–22.
7. Регламент радиосвязи - Женева: Международный союз электросвязи, ISBN 92-61-10661-7, 2008. - 2186 р.

## REFERENCES

1. Rules for the organization and calculation of train radio communication networks of Russian Railways. - M., «TRANSIZDAT», 2014 - 112 p.
2. G. Demberel, N. Chuluunbat. «Radio Wave».
3. N. Adiya, N. Mainaa «Optics and communications».
4. T. Tugsjargal «Theory of signaling».
5. Unuchkov V.E. To the choice of heights of the location of the antennas of base stations in train radio communication systems. / Unuchkov V.E., Shigaev R.E. // Information systems of control and management in transport. Vol. 11. - Irkutsk, IrGUPS. 2004 .- pp. 153-159.
6. Slyunyaev A.N., Trepshin V.F., Shvidkiy Yu.A. Izmereniya v kanalakh poyezdnoy radi-osvyazi kompleksom MIKRAD [Measurements in the channels of train radio communication by the MIKRAD complex] // Avtomatika, svyaz', informatika [Automation, communication, informatics]. 2015. No. 3. pp. 18–22.
7. Reglament radiosvyazi [Radio Regulation] - Zheneva: Mezhdunarodnyy soyuz el-ektrosvyazi [Geneva: International Telecommunication Union], ISBN 92-61-10661-7, 2008. - 2186 p.

### Информация об авторах

*Булзуухуу Чулуундаваа* – Старший инженер по связи, ШЧ-1, Улан-Баторская железная дорога, Монголия, тел.: +97699042390

*Мөнхбаяр Тэмүүлэн* – Радио инженер ШЧ-1, Улан-Баторская железная дорога, Монголия, тел.: +97699185037

### Information about the authors

*Buluukhuu Chuluundavaa* – Senior Engineer in Communications, Shch-1, Ulan-Bator Railway, Mongolia, phone: +97699042390

*Monkhbayar Temuulen* – Radio engineer Shch-1, Ulan-Bator Railway, Mongolia, phone: +97699185037