

6-1-2020

## STRUCTURAL SCHEME OF A FORMALIZED MODEL OF THE PROCESS OF ACCOUNTING AND CONTROL OF AUTOMATION AND TELEMECHANICS DEVICES

D.Kh. Baratov

*Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan*

Nazirjhon Mukarramovich Aripov

*Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Transportation Engineering Commons](#)

---

### Recommended Citation

Baratov, D.Kh. and Aripov, Nazirjhon Mukarramovich (2020) "STRUCTURAL SCHEME OF A FORMALIZED MODEL OF THE PROCESS OF ACCOUNTING AND CONTROL OF AUTOMATION AND TELEMECHANICS DEVICES," *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*: Vol. 16 : Iss. 2 , Article 17.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol16/iss2/17>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК 621.396.931 (656.254.1)

## TO THE QUESTION OF ORGANIZATION OF CLIENT RADIO COMMUNICATIONS ON RAILWAY TRANSPORT

Яронова Н.В.<sup>1</sup>, Аметова А.А.<sup>1</sup>  
Yaronova N.V.<sup>1</sup>, Ametova A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта  
(Ташкент, Узбекистан)

<sup>1</sup> – Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

**Abstract:** The article presents a way of organizing client radio communications using the high-speed «Afrosiyob» train as an example. The provision of additional services to train passengers is an essential condition for increasing the status of railway transport and its efficiency. It consists in organizing passenger access to the Internet and to multimedia services along the train.

**Key words:** Client radio, Wi-Fi, 4G, multimedia services, LTE-R, radio coverage, FTP cable.

## К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ КЛИЕНТСКОЙ РАДИОСВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Аннотация:** В статье представлен способ организации клиентской радиосвязи на примере высокоскоростного поезда «Afrosiyob». Предоставление дополнительных услуг пассажирам поездов является неотъемлемым условием повышения статуса железнодорожного транспорта и эффективности его работы. Она заключается в организации доступа пассажиров к сети Интернет и к мультимедийным услугам на всем пути следования поезда.

**Ключевые слова:** Клиентская радиосвязь, Wi-Fi, 4G, мультимедийные услуги, LTE-R, зона радиопокрытия, кабель типа FTP.

Развитие рыночных отношений в Узбекистане, а также интеграция страны в мировую экономическую систему определяют возрастание роли транспорта в народном хозяйстве и требуют создания высокоэффективных пассажиро-обслуживающих систем. В настоящее время согласно [1] поэтапно идет электрификация всей железной дороги, это является одним из ключевых моментов развития высокоскоростного движения.

Железнодорожные перевозки являются эффективным инструментом транспортного обеспечения в туризме, так как являются наиболее комфортабельными и экономичными. В период бурного развития туристического сегмента необходимо организовать предоставление качественных услуг пассажирам, отвечающие мировым требованиям. В концепцию развития сферы туризма в Республике Узбекистан входит не только развитие транспортной инфраструктуры, но и повышение качества услуг, предоставляемых на транспорте.

Предоставление информационно-телекоммуникационных услуг по беспроводной сети на железнодорожном транспорте является основной стратегией в переходе к цифровой радиосвязи. Железнодорожную беспроводную радиосвязь можно классифицировать на две категории: технологическая и клиентская [2]. Технологическая радиосвязь, непосредственно связана с движением поездов, и отвечает за безопасность движения и своевременность прибытия поездов [3].

Клиентская радиосвязь не имеет никакого отношения к перевозочному процессу, а предоставляет дополнительные услуги пассажирам [4]. Помимо предоставления беспроводной связи на время всего пути следования поезда, также можно воспользоваться услугами локального портала в поезде. Данный сервис может быть доступен по внутренней Wi-Fi сети в каждом вагоне поезда и позволяет получить бесплатно:

- исчерпывающую информацию о маршруте поезда;
- текущее местоположения поезда на карте [5];
- просмотр библиотек книг, видеофильмов, журналов, клипов, игр и других развлечений;
- вызвать проводника и заказать еду или напитки к своему посадочному месту или другое;
- купить билет для следующей поездки;
- заказать такси, гостиницу по месту прибытия;
- и многое другое.

Для многих пассажиров является неудобством невозможность удовлетворить потребности в телекоммуникациях при перемещении из одного населенного пункта в другой с помощью железнодорожного транспорта. Так как существующие сети сотовой связи, предоставляющие услуги на территории Республики Узбекистан имеют слабое покрытие 4G в зонах железнодорожных путей [6-9], так как большая часть пути следования подвижного состава находится вдали от населённых пунктов (рисунок 1).

На борту высокоскоростного электропоезда «Сапсан» (Россия), производства компании Siemens, установлен Wi-Fi. Все удобства пассажиры могут воспользоваться бесплатно мультимедийными услугами. Для осуществления выхода в общую сеть существуют некоторые ограничения: пассажирам вагонов бизнес-класса и первого класса - бесплатно; для пассажиров эконома класса он является платный [10].

В Великобритании около 90% поездов в настоящий момент у пассажиров есть доступ в общую сеть через Wi-Fi. Каждая железнодорожная компания **предлагает свои услуги**. **Cross Country** предлагает своим клиентам бесплатный Wi-Fi, и после регистрации они могут использовать до 70 МБ (100 МБ в первом классе) в течение 2 часов. **LNER, ScotRail, Virgin Trains** и **Юго-Западная железные дороги предоставляют для всех пассажиров бесплатно**. **На юго-востоке** при регистрации пассажиру предоставляется 50 МБ данных в день. Для поездок на некоторых поездах **Voуager** пассажирам эконома класса необходимо купить онлайн жетоны на 3 фунта стерлингов, для первого класса – бесплатно [11].

В Европе все основные перевозчики предлагают Wi-Fi на борту поездов: Eurostar, ICE (Intercity-Express) – бесплатно; в TGV, Thalys есть ограничения по предоставлению трафика [12].

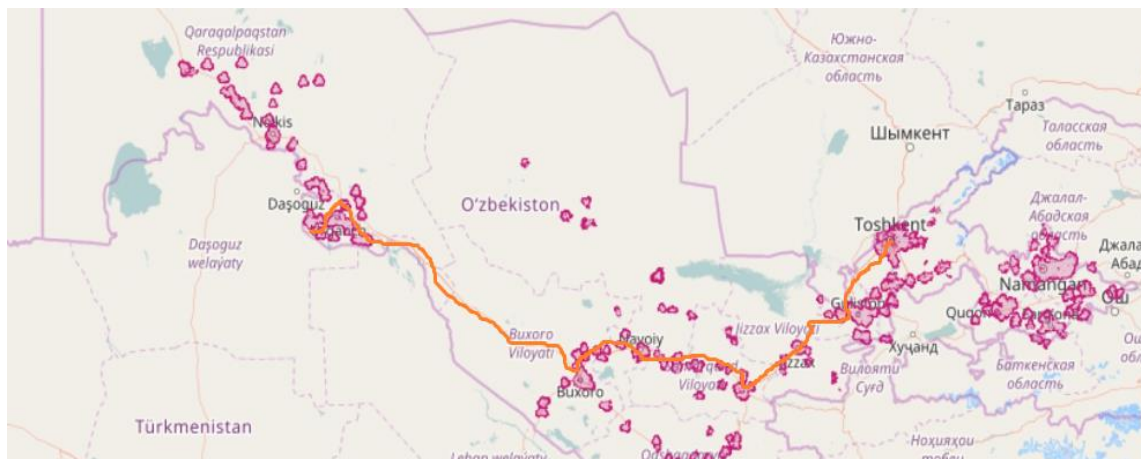
Для удовлетворения потребностей пассажиров в бесперебойной и качественной телефонной связи, а также в цифровом мобильном контенте целесообразней создать сеть LTE-R (4G). При создании сети LTE-R вдоль пути следования пассажирского состава будет обеспечена гарантированная связь с базовыми станциями, как для технологической радиосвязи, так и для пассажиров. Пассажирам поездов будет предоставлена возможность использования высокоскоростного интернета на мобильных устройствах с поддержкой технологии 4G (LTE) конкретного оператора (владельца сети LTE-R). Расходы по предоставлению услуг интернета можно будет включить в стоимость билета [13].

При организации доступа в интернет в поездах используется внутри поездная беспроводная технология Wi-Fi, а для доступа к наземной инфраструктуре 3G/4G/Wi-Fi или VSAT/3G/4G/Wi-Fi [14]. Оптимальным выбором является применение комбинированного решения: внутрипоездная беспроводная технология Wi-Fi и доступ к наземной инфраструктуре через технологию LTE-R.

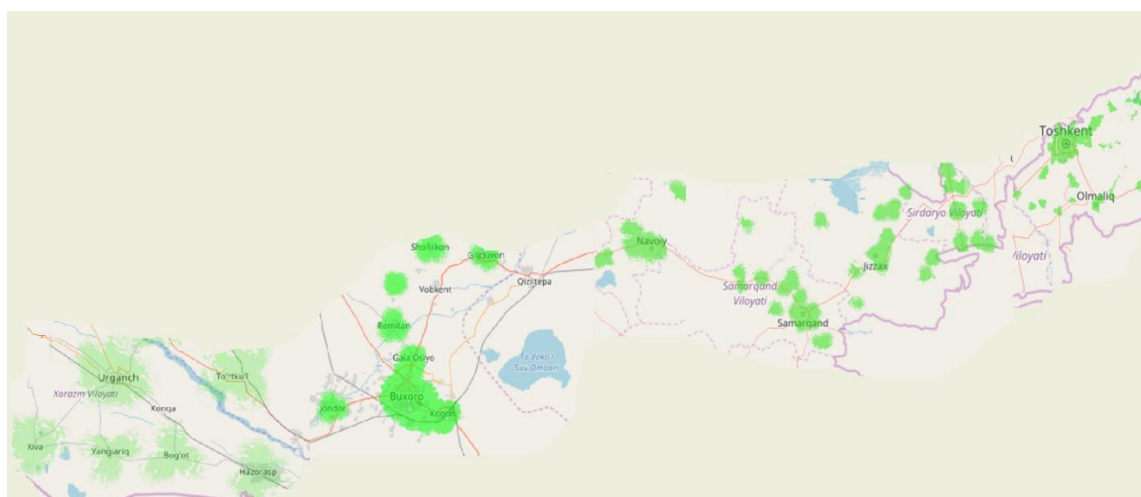
Использование беспроводной технологии Wi-Fi – это не только лучшее техническое решение для создания доступа к Интернету в поездах, но и идеальный клиентский интерфейс. Wi-Fi - это хорошо известная, удобная и экономичная технология.

Для построения Wi-Fi сети в поезде (проблема заключается в соединении точек доступа вагонов поезда в единую сеть) состав разделим на головной и ведомые вагоны. Головной вагон необходим для приема сигнала с базовых станций с помощью антенн. Для этого необходимо на

крыше головного вагона установить антенно-фидерные устройства приемо-передатчика. Так как предлагается использовать LTE технологию, то целесообразнее использовать ансамбль V-образных антенн для приема MIMO сигнала.



а)



б)

**Рисунок 1. Зоны радио покрытия 4G сотовых операторов на участке Ташкент-Хива:  
а) Ucell б) Uzmobility**

Далее приемо-передающую антенну необходимо подключить к шлюзу, выполняющий инкапсуляцию и деинкапсуляцию данных и контроллеру беспроводных точек доступа, к которому подключены беспроводные точки доступа в вагонах и сервер видеонаблюдения. Питание шлюза должно быть, как от бортовой сети, так и от аккумуляторной батареи для повышения надежности сетевой инфраструктуры поезда.

Телекоммуникационное оборудование должно быть размещено в обоих головных вагонах и использоваться одновременно или только на ведущем вагоне (рисунок 2).



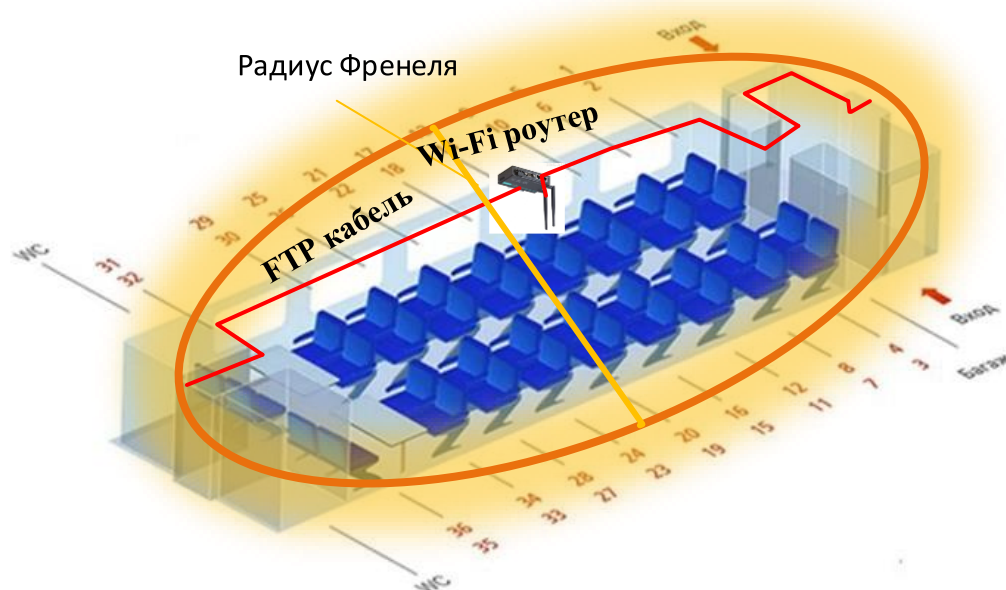
**Рисунок 2. Схема организации клиентской радиосвязи**

Для осуществление клиентской связи рассмотрим на примере высокоскоростного поезда «Afrosiyob», который в настоящее время курсирует на железной дороге Республики Узбекистан. И доставляют пассажиров в города Карши, Бухара, Самарканд.

В состав высокоскоростного поезда «Afrosiyob» входят два локомотива и девять комфортабельных вагонов [15]:

- 2 вагона класса VIP (11 мест в вагоне);
- 2 бизнес класса (26 мест в вагоне);
- 4 эконоом класса (36 мест в вагоне);
- 1 вагон-бистро.

Ни для кого не секрет, что скорость передачи данных зависит от количества подключенных абонентов. Что особенно важно в салоне эконоом класса (36 человек) (рисунок 3).



**Рисунок 3. Схема организации беспроводного доступа к клиентской радиосвязи в эконоом классе высокоскоростного поезда «Afrosiyob»**

Для качественной связи с клиентскими устройствами (смартфоны, ноутбуки и т.д.) необходимо поставить в каждом вагоне по WiFi роутеру. При смене вагона пассажиром сеть автоматически перераспределяется для обеспечивая наилучшей связи.

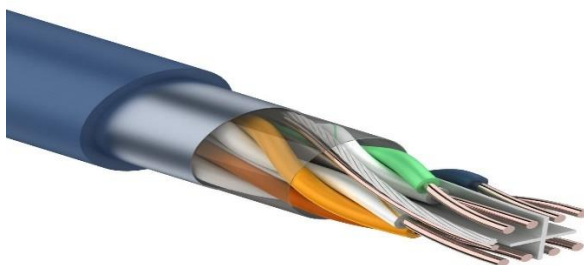
Для осуществления мультимедийных услуг необходимо в поезде установить «СЕРВЕР», и для каждого пользователя (пассажира) будет открыт доступ. «СЕРВЕР» должен располагаться в середине состава. Он будет соединен с WiFi роутерами с кабелем в 1ГБ. Для этого лучше подходит кабель типа FTP («foiled twisted pair» - фольгированная витая пара) – это экранированный кабель с неэкранированной витой парой, используемый для организации локальных сетей.

Специальное экранирующее покрытие защищает от расположенных рядом кабелей, работающих электрических приборов и прочих источников помех, т.е. имеет дополнительную защиту от различных помех (рисунок 4).

Необходимо учитывать и условия эксплуатации, а точнее температуру эксплуатации. Для нашего региона лучше использовать промышленные роутеры MOXA AWK-1131A-EU-T и MOXA AWK-1137C-EU-T (рисунок 5), разработанные для таких условий [16] и имеющие следующие основные характеристики:

- стандарт – 802.11a/b/g/n;
- максимальная скорость передачи данных Wi-Fi – 300 Мбит/с;

количество подключаемых антенн – 2;  
 температура эксплуатации – -40 ... 75 °С;  
 влажность - 5 ... 95 %.



**Рисунок 4. Кабель типа FTP в разрезе**

а)



б)



**Рисунок 5. Роутеры компании MOXA  
 а) AWK-1131A-EU-T б) MOXA AWK-1137C-EU-T**

Для определения количества точек доступа в эконом классе высокоскоростного поезда «Afrosiyob» воспользуемся методикой представленной в [17]. При этом будем ориентироваться на технологию 802.11n, так как большинство мобильных устройств используют её. Максимальное число пользователей, одновременно работающих в каждом вагоне 36 человек. Общий коэффициент эфирного времени с учетом служебного трафика будет равен 1,562. Таким образом, для организации беспроводной сети в диапазоне 2,4/5ГГц необходим один роутер MOXA AWK-1131A-EU-T или MOXA AWK-1137C-EU-T. Средняя скорость передачи при использовании выбранных роутеров 4 Мбит/с на каждого пользователя.

Проведем комплексную визуализацию покрытия беспроводной сети перед её фактическим развертыванием в планировщике Wi-Fi Planner Pro [18]. В планировщик была добавлена схема вагона и установлена одна точка доступа MOXA AWK-1131A-EU-T. По цветовой гамме видно изменение мощности сигнала для различных частот (рисунок 6). Это обозначает, что достаточно один роутер для 100% охвата в вагоне эконом классе высокоскоростного поезда «Afrosiyob». Следовательно, для всего состава необходимо девять роутеров (точек), по одному в каждый вагон.

## d. Signal Coverage

[2.4GHz] Coverage Percent:100.0%



[5GHz] Coverage Percent:100.0%



**Рисунок 6. Комплексная визуализация покрытия беспроводной сети в диапазонах 2,45ГГц и 5ГГц**

### Заключение

Внедрение доступа к интернету и мультимедийным услугам на пассажирских поездах увеличат привлекательность железнодорожного транспорта для пассажиров и созданию дополнительных технических возможностей для расширения возможностей информационно-управляющих систем. Следует отметить, что сохраняющаяся положительная динамика развития отрасли будет способствовать не только развитию общества и укреплению безопасности страны, но и станет важнейшим источником стабильного экономического роста.

### Литература

1. Концепция развития железнодорожного транспорта Республики Узбекистан на 2020 – 2024 года. Ташкент 2018, 39 с.
2. Émilie Masson. Marion Berbineau. Broadband Wireless Communications for Railway Applications For Onboard Internet Access and Other Applications. Springer International Publishing AG 2017. – 135 p.
3. Горелов, Г. В. Радиосвязь с подвижными объектами железнодорожного транспорта / Г. В. Горелов, Ю. И. Таныгин. – М.: Маршрут, 2006. – 263 с.
4. Bombardier and Ericsson test LTE rail control system:  
<https://www.smartcitiesworld.net/transport/transport/bombardier-and-ericsson-test-lte-rail-control-system>
5. Спутниковые технологии АО «Узбекистон темир йуллари»:  
[https://railway.uz/ru/informatsionnaya\\_sluzhba/novosti/7805/](https://railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/7805/)
6. Мобильный интернет на железных дорогах страны. Раимджанов Ж. 25.04.2018.  
<https://ictnews.uz/25/04/2018/mobile-internet-rails/>
7. Официальный сайт мобильно оператора UCELL Узбекистан <https://ucell.uz>
8. Официальный сайт мобильно оператора BEELINE Узбекистан <https://beeline.uz>

9. Официальный сайт мобильного оператора UZTELECOM Узбекистан <https://uztelecom.uz>
10. Wi-Fi в «Сапсан»: <https://sapsan.onetwotrip.com/info/wifi/>
11. Wifi on trains Points: <https://www.raileurope.com/en/blog/wifi-on-trains>
12. Do trains in Europe have wifi & power sockets?: <https://help.raileurope.co.uk/article/41687-wifi-power-sockets-on-the-train#Eurostar>
13. Zhang-Dui Zhong. Bo Ai Gang Zhu. Hao Wu. Lei Xiong Fang-Gang Wang. Lei Lei Jian-Wen Ding. Ke Guan. Rui-Si He. Dedicated Mobile Communications for High-speed Railway. Springer International Publishing AG 2017. –354 p.
14. Тамаркин В. Мобильный VSAT для обеспечения ШПД на железнодорожном транспорте. / В. Тамаркин, Т. Лобанова // Спутниковая связь и вещание. – 2013. – С. 90-93/
15. Руководство по эксплуатации UTY T250. – 301 с.
16. Организация пассажирского Wi-Fi в вагоне поезда от MOXA <http://ipc2u.ru>
17. Владимиров С. С. Беспроводные системы передачи данных. Расчет параметров БСПД на основе технологий 802.11 и 802.16: практикум/СПб-ГУТ. – СПб, 2019. – 27 с.
18. Официальный сайт Wi- Fi Planner Pro <https://tools.dlink.com/wifiplanner/>

### References

1. The concept of the development of railway transport of the Republic of Uzbekistan for 2020 - 2024. Tashkent 2018, 39 p.
2. Émilie Masson. Marion Berbineau. Broadband Wireless Communications for Railway Applications For Onboard Internet Access and Other Applications. Springer International Publishing AG 2017. – 135 p.
3. Gorelov, GV Radio communication with mobile objects of railway transport / GV Gorelov, Yu. I. Tanygin. - М.: Route, 2006. -- 263 p.
4. Bombardier and Ericsson test LTE rail control system: <https://www.smartcitiesworld.net/transport/transport/bombardier-and-ericsson-test-lte-rail-control-system>
5. Satellite technologies of JSC "Uzbekiston Temir Yullari": [https://railway.uz/ru/informatsionnaya\\_sluzhba/novosti/7805/](https://railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/7805/)
6. Mobile Internet on the country's railways. Raimjanov J. 04/25/2018. <https://ictnews.uz/25/04/2018/mobile-internet-rails/>
7. Official site of the mobile operator UCELL Uzbekistan <https://ucell.uz>
8. Official site of the mobile operator BEELINE Uzbekistan <https://beeline.uz>
9. Official website of the mobile operator UZTELECOM Uzbekistan <https://uztelecom.uz>
10. Wi-Fi in "Sapsan": <https://sapsan.onetwotrip.com/info/wifi/>
11. Wifi on trains Points: <https://www.raileurope.com/en/blog/wifi-on-trains>
12. Do trains in Europe have wifi & power sockets?: <https://help.raileurope.co.uk/article/41687-wifi-power-sockets-on-the-train#Eurostar>
13. Zhang-Dui Zhong. Bo Ai Gang Zhu. Hao Wu. Lei Xiong Fang-Gang Wang. Lei Lei Jian-Wen Ding. Ke Guan. Rui-Si He. Dedicated Mobile Communications for High-speed Railway. Springer International Publishing AG 2017. –354 p.
14. Tamarkin V. Mobile VSAT for broadband access in railway transport. / V. Tamarkin, T. Lobanova // Satellite communications and broadcasting. - 2013.- S. 90-93.
15. UTY T250 Instruction Manual. 301 p.
16. Organization of passenger Wi-Fi in a train car from MOXA <http://ipc2u.ru>
17. Vladimirov S. S. Wireless data transmission systems. Calculation of BSPD parameters based on 802.11 and 802.16 technologies: workshop / SPb-GUT. - SPb, 2019. 27 p.
18. Official site of the Wi- Fi Planner Pro <https://tools.dlink.com/wifiplanner/>

### Сведения об авторах / Information about the authors

**Яронова Наталья Валерьевна** - кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Автоматика, телемеханика и телекоммуникационные технологии на железнодорожном



транспорте», Ташкентский государственный транспортный университет, Телефон: +998-71-299-05-54, e-mail: [tatochka83@list.ru](mailto:tatochka83@list.ru)

**Аметова Алие Айдеровна** - ассистент кафедры «Автоматика, телемеханика и телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте», Ташкентский государственный транспортный университет, Телефон: +998-71-299-05-54, e-mail: [aliewka4703@mail.ru](mailto:aliewka4703@mail.ru)

**Yaronova Natalya Valerevna** - PhD, associate professor of the department «Automation, telemechanics and telecommunication technologies of railway transport», Tashkent State Transport University, telephone: +998-71-299-05-54; e-mail: [tatochka83@list.ru](mailto:tatochka83@list.ru)

**Ametova Aliye Ayderovna** – assistant of the department «Automation, telemechanics and telecommunication technologies of railway transport», Tashkent State Transport University, telephone: +998-71-299-05-54; e-mail: [aliewka4703@mail.ru](mailto:aliewka4703@mail.ru)