

Ю. Д. Белькова<sup>1</sup>, А. С. Симоченко<sup>1</sup>, Ю. И. Белоголов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены системы интервального регулирования движения поездов, которые постепенно внедряются на железных дорогах России. Вопросу внедрения систем интервального регулирования уже несколько лет уделяется большое внимание. На данном этапе идет замена существующих устаревших систем на более прогрессивные, которые нацелены на уменьшение интервалов между движущимися поездами и увеличение пропускной способности железнодорожных линий. Рассмотрение данных систем позволило более четко проследить путь их развития и выделить основные параметры для сравнения друг с другом. Для более удобного сравнения, информация по системам приводится в виде таблицы, в которую включены, по мнению авторов, основной (интервал), а также второстепенные параметры, по которым следует провести сравнение. Часть информации по системам отсутствует, поэтому для сравнения их друг с другом рассматривались второстепенные параметры. Следует отметить, что данное сравнение является достаточно приблизительным, и для точного оценивания и сопоставления систем, конечно, требуется их апробация при равных условиях эксплуатации. В заключительной части дается ряд пояснений и делается вывод о постепенной тенденции в сторону увеличения количества поездов на перегоне за счет систем, позволяющих достигать минимально допустимого интервала между поездами, исключения четких границ в виде блок-участков и проходных светофоров, а также повсеместного размещения аппаратуры в пределах станции (централизованное размещение). Именно эти параметры явились основными при создании альтернативной системы интервального регулирования движения поездов «Анаконда». Рассмотрение данной системы выходит за рамки статьи будет рассмотрено в последующих публикациях.

**Ключевые слова:** система интервального регулирования движения поездов, автоблокировка, рельсовые цепи, блок-участок, тональные рельсовые цепи, микропроцессорная база, АБТЦ – МШ.

Yu. D. Belkova<sup>1</sup>, A. S. Simochenko<sup>1</sup>, Yu. I. Belogolov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

## MODERN INTERVAL REGULATION SYSTEMS TRAIN MOVEMENT

**Abstract.** This article discusses the systems of interval regulation of train traffic, which are gradually being introduced on the railways of Russia. For several years now, much attention has been paid to the issue of introducing interval control systems. At this stage, the existing outdated systems are being replaced with more progressive ones, which are aimed at reducing the intervals between moving trains and increasing the capacity of railway lines. Consideration of these systems made it possible to more clearly trace the path of their development and highlight the main parameters for comparison with each other. For a more convenient comparison, the information on the systems is given in the form of a table, which, according to the authors, includes the main (interval), as well as minor parameters for which comparison should be made. Some of the information on the systems is missing, therefore, to compare them with each other, secondary parameters were considered. It should be noted that this comparison is rather approximate, and for accurate assessment and comparison of systems, of course, their approbation is required under equal operating conditions. In the final part, a number of explanations are given and a conclusion is made about a gradual trend towards an increase in the number of trains on the stretch due to systems that allow reaching the minimum allowable interval between trains, eliminating clear boundaries in the form of block sections and passing traffic lights, as well as the ubiquitous placement of equipment within the station. (centralized placement). These parameters were the main ones when creating an alternative system of interval control of train traffic "Anaconda". Consideration of this system is beyond the scope of the article will be considered in subsequent publications.

**Keywords:** system of interval regulation of train movement, automatic blocking, rail circuits, block section, tone track circuits, microprocessor base, ABTC - MSh.

### Введение

Объединение систем разного рода способствует улучшению работы и обеспечению наибольшей безопасности. Например, система автоматической локомотивной сигнализации

(АЛС) давно тесно взаимодействует с автоблокировкой (АБ) и хорошо показали себя в совместной работе.

У АБ появилось множество модификаций за счет изменений в определенных ее параметрах. Примеры модификаций АБ будут рассмотрены ниже.

Системы сигнализации АБ разделяют на трех- и четырехзначные. Наличие дополнительной секции в четырехзначной АБ в первую очередь способствует равномерному увеличению пропускной способности перегона, за счет уменьшения участка приближения за каждым смежным поездом. В свою очередь это влияет на интервалы между поездами, а именно сокращает интервалы попутного следования. Наличие дополнительных секций также способствует равномерному движению по перегону, например, при приближении к запрещающему сигналу, поезд постепенно снижает скорость уже на этапе проследования желтого сигнала.

### **Краткая характеристика существующих систем блокировки**

В настоящее время в АБ применяется несколько видов рельсовых цепей (РЦ), каждая из которых отличается способом получения сигнала:

- кодовые РЦ – применяются при АБ с числовым кодом (АБЧК), при которых закодированное сообщение поступает на локомотив в виде импульса.
- тональные РЦ – применяются при АБ на перегоне без изолирующих стыков (бесстыковой путь).

Изолирующие стыки считаются одним из хрупких элементов и по статистике около 50 % отказов в работе РЦ приходится именно на них, поэтому было предложено внедрить бесстыковые системы. Первой такой системой было АБ с тональными РЦ (АБТ). В ней применяются тональные РЦ (ТРЦ) третьего и четвертого поколения с разной частотой сигнального тока. ТРЦ выступают в роли электронного изолирующего стыка, а также предотвращают закрытие светофора перед приближающимся поездом. [1]

Благодаря применению данной системы появилась альтернатива системе с кодовыми РЦ, имеющая большую надежность.

Следующим критерием, по которому может классифицироваться АБ, является децентрализованное и централизованное размещение аппаратуры.

К децентрализованным системам относится, АБЧК и АБТ. Более прогрессивной системой является централизованное размещение (ЦАБ), она позволяет защитить от воздействия окружающей среды, так как аппаратура размещается в здании, при этом повышается производительность обслуживающего персонала в виду отсутствия необходимости выезда на участок в поисках неполадок или для обслуживания.

Также к централизованным системам относится АБТЦ, которая берет свои истоки из систем АБТ и ЦАБ. Ключевые ее достоинства: наличие защитных участков для обоих направлений движения; более совершенная схема контроля правильности занятия и освобождения РЦ блок-участка. Есть у этой системы и недостатки: повышенный расход кабеля, также как в системе АБТ, ЦАБ; сложность схемных решений, обусловленная отсутствием изолирующих стыков и необходимостью увеличения числа релейных элементов, площади под их размещение; увеличение числа потребных линейных цепей для обмена информацией между станциями. [2]

Наверное, самым значимым критерием разделения блокировки, причем к полуавтоматической (ПАБ) это тоже относится, – это вопрос, на какой базе микропроцессорной или релейной работает система?

Использование микропроцессорной техники расширяет функциональные возможности таких систем, позволяет обеспечить более совершенные алгоритмы обработки сигналов контроля рельсовой линии, обеспечивает повышение устойчивости функционирования системы в условиях воздействия дестабилизирующих факторов, дает возможность диагностики работы аппаратуры. [3] Использование микропроцессорной базы способствует улучшению эксплуатационных и экономических показателей, за счет повышения надежности, уменьшения времени восстановления после отказа, снижения затрат на обслуживание. Но

внедрение таких систем достаточно дорогой процесс, есть участки, где релейные системы не выработали свои ресурсы и не целесообразно их демонтировать для замены на новые. Как и любое другое решение по внедрению дорогостоящих предложение, должно быть экономически обоснованным.

Следует отметить, что релейные системы соответствуют требованиям обеспечения безопасности функционирования устройств СЦБ, а электромагнитные реле 1-го класса надежности хорошо справляются с этими функциями, но для дальнейшего прогресса они уже не подходят.

Поэтому в процессе разработки и совершенствования систем кодовой АБ были созданы микропроцессорные системы единого ряда: числовая кодовая автоблокировка АБ-ЧКЕ, главным отличием которой является, микропроцессорный дешифратор, позволяющий реализовать четырехзначную сигнализацию без дополнительной линии связи и соответствующей аппаратуры; децентрализованная система АБ с ТРЦ АБ-Е2 и унифицированная система автоблокировки АБ-УЕ, [1] в которой за счет отказа от электромагнитных реле и электромеханических приборов, удалось повысить надежность систем, также, сократить аппаратуру, что облегчило ее обслуживание, при этом ее недостаток – потребление большей мощности за счет передачи информации через рельсовую линию. Усовершенствование системы на базе АБТЦ стала АБТЦ-М на микропроцессорной основе.

АБТЦ-М с размещением аппаратуры в шкафном варианте называется АБТЦ-МШ. Шкафное размещение существенно уменьшает место, необходимое для оборудования, защищает от электромагнитного воздействия, тем самым повышает надежность.

Система имеет надежный алгоритм формирования модели поездной ситуации по сигналам от рельсовых цепей и/или по информации о координатах поездов, принятой от них по радиоканалу.

Использование цифрового радиоканала системой АБТЦ-МШ позволит организовать единое информационное пространство для управления движением поездов на перегоне при полном отсутствии светофоров по виртуальным блок-участкам [4].

### Сравнение применяемых систем блокировки

Все системы сведены в единую таблицу для сравнения по основным критериям.

Таблица 1

#### Сравнение систем интервального регулирования движения поездов

Система	Платформа	Рельсовые цепи	Изо-стыки	Перегон	Размещение аппаратуры	Проходные светофоры	Интервал, мин
ПАБ	релейная	нет	–	единый	децентрализованная	нет	-
МПАБ	микропроцессорная	нет	–	единый	децентрализованная	нет	-
АБЧК	релейная	кодовые	+	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть, 3-х значные	8
АБЧК	релейная	кодовые	+	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть, 4-х значные	6
АБТ	релейная	тональные	–	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть	*
ЦАБ	релейная	тональные	–	фиксированные блок-участки	централизованная	есть	*
АБТЦ	релейная	тональные	–	фиксированные блок-участки	централизованная	есть	*
АБ-ЧКЕ	микропроцессорная	кодовые	+	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть	*

АБ-Е2	микропроцессорная	тональные	–	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть	*
АБ-УЕ	микропроцессорная	кодовые / тональные	+/-	фиксированные блок-участки	децентрализованная	есть	*
АБТЦ-М	микропроцессорная	тональные	–	фиксированные/ подвижные блок-участки	централизованная	есть/нет	4
АБТЦ-МШ	микропроцессорная	тональные	–	подвижные блок-участки	централизованная	нет	3

В ПАБ интервал между поездами зависит от длины перегона/межпостового перегона (при наличии блок-поста).

\* - нет данных.

Рассмотренные системы интервального регулирования кроме своей основной цели – сокращения интервалов между движущимися поездами, имеют ряд и других достоинств: централизованное размещение, подвижные блок - участки, также влияющие на пропускную способность перегона. Так, например, проводя ремонтные работы централизованных систем или обслуживание аппаратуры, нет необходимости в выделении «окон» для выезда на перегон, что сохраняет время для пропуска поездов согласно графику движения. Плановые работы выполняются быстрее, что также положительно влияет на движение поездов.

Исходя из составленной сводной таблицы, системы можно разделить по степени автоматизации. ПАБ, используемые только на линиях с малой интенсивностью движения поездов в дальнейшем рассматриваться не будет. В случае АБ рассмотрим несколько вариантов.

Принимая во внимание тот факт, что системы имеют приближенные интервалы (а по ряду систем информация вообще отсутствует), целесообразно сравнить их по другим критериям, на прямую не влияющим на пропускную способность перегона. Если рассматривать со стороны удобства обслуживания, то на первый план выходят централизованные системы, по сравнению с децентрализованными. По надежности можно выделить тональные системы из-за отсутствия изолирующих стыков в отличие от кодовых систем. Если брать во внимание вопрос безопасности можно сказать, что микропроцессорные системы более устойчивые к воздействиям по сравнению с релейными, а также способные к самодиагностике, что непосредственно благоприятно влияет на безопасность движения.

И конечно нельзя упускать экономическую составляющую. Не на всех участках целесообразно внедрение самых современных систем. В ситуациях, не требующих внедрения дорогостоящей АБТЦ-МШ, может быть достаточно системы АБТЦ-М, которая по техническим характеристикам не имеет принципиальных отличий.

### **Заключение**

Как видно из таблицы, все системы имеют свои особенности, каждая последующая модификация той или иной системы берет эффективные технические решения предыдущих устройств и совершенствуется, устраняя недостатки своего предшественника, выявленные в процессе эксплуатации.

Наглядно прослеживается тенденция увеличения количества поездов на перегоне, при одновременном уменьшении интервалов между ними для увеличения пропускной способности. Также уделяется внимание точному определению местоположения поезда при движении по участку, что актуально в координатных системах регулирования движения поездов на перегонах с подвижными блок-участками.

Благодаря таким системам появилась возможность выйти на новый уровень в системе интервального регулирования. Совершенствование классических систем приводит к повышению технического уровня, а также позволяет объединить большой функционал в единую систему. Этот процесс не стоит на месте и для решения новых задач требуется

разработка ещё более надежных, безопасных, функциональных, автоматизированных систем, обеспечивающих рациональное регулирование движения поездов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник: в 2 ч. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012.
2. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебник: в трех частях / Д.В. Шалягин, А.В. Горелик, Ю.Г. Боровков; под ред. Д.В. Шалягина. — М.: ФГБОУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019.
3. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: учеб, пособие / Кондратьева Л.А. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. — 322 с
4. Е.Е. Шухина, А.В. Марков, И.М. Кравец, С.И. Куваев. Микропроцессорная система автоблокировки АБТЦ-МШ // Автоматика, связь, информатика. 2013. №5. С. 2-5.
5. Н.М. Макаров. Анализ систем интервального регулирования // В сборнике: 79-й международная студенческая научно-практическая конференция РГУПС. Ростовский государственный университет путей сообщения. 2020. С. 39-41.
6. Е. Н. Розенберг, В.В. Аношкин. Перспективы роста пропускной способности участка // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3 С. 4-7.
7. С. В. Румянцев. Технические средства интервального регулирования // Локомотив. 2019. №5. С. 39-42.
8. Добрынина Д.С., Власова А.Н., Оленцевич А.А., Белоголов Ю.И. Направления развития и совершенствования перевозочного процесса на железнодорожном транспорте. Доставка грузов «Точно в срок» // Молодая наука Сибири. 2019. № 1 (3). С.39-47
9. Белоголов Ю.И., Стецова Ю.М., Оленцевич А.А. Использование методов математического моделирования при управлении транспортными процессами на железной дороге // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2018. Т. 1. С. 145-148.

### REFERENCES

1. Sistemy zheleznodorozhnoy avtomatiki, telemekhaniki i svyazi: uchebnik: v 2 ch. [Systems of railway automation, telemechanics and communication: textbook: in 2 hours] / A.V. Gorelik, D.V. Shalyagin, YU.G. Borovkov, V.Ye. Mitrokhin i dr.; pod red. A.V. Gorelika. — M.: FGBOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», 2012.
2. Avtomatika, telemekhanika i svyaz' na zheleznodorozhnom transporte: uchebnik: v trekh chastyakh [Automation, telemechanics and communication in railway transport: textbook: in three parts] / D.V. Shalyagin, A.V. Gorelik, YU.G. Borovkov; pod red. D.V. Shalyagina. — M.: FGBU DPO «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», 2019.
3. Sistemy regulirovaniya dvizheniya na zheleznodorozhnom transporte: ucheb, posobiye [Traffic control systems in railway transport: textbook, manual] / Kondrat'yeva L.A. — M.: FGBOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», 2016. — 322 p.
4. Ye.Ye. Shukhina, A.V. Markov, I.M. Kravets, S.I. Kuvayev. Mikroprotsessornaya sistema avtoblokirovki ABTTS-MSH [Microprocessor system of automatic blocking ABTC-MSh] // Avtomatika, svyaz', informatika. 2013. №5. 2-5 pp.
5. N.M. Makarov. Analiz sistem interval'nogo regulirovaniya // V sbornike: 79-y mezhdunarodnaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya RGUPS [Analysis of interval control systems // In the collection: 79th international student scientific and practical conference RSTU]. — Rostovskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya. 2020. 39-41 pp.
6. Ye. N. Rozenberg, V.V. Anoshkin. Perspektivy rosta propusknoy sposobnosti uchastka [Prospects for the growth of the site's throughput] // Zheleznodorozhnyy transport. 2020. № 3 4-7 pp.
7. S. V. Rummyantsev. Tekhnicheskiye sredstva interval'nogo regulirovaniya [Technical means of interval regulation] // Lokomotiv. 2019. №5. 39-42 pp.

8. Dobrynina D.S., Vlasova A.N., Olentsevich A.A., Belogolov YU.I. Napravleniya razvitiya i sovershenstvovaniya perevoznogo protsessa na zheleznodorozhnom transporte. Dostavka gruzov «Tochno v srok» [Directions for the development and improvement of the transportation process in railway transport. Delivery of goods "Just in time"] // Molodaya nauka Sibiri. 2019. № 1 (3).39-47 pp.

9. Belogolov YU.I., Stetsova YU.M., Olenetsevich A.A. Ispol'zovaniye metodov matematicheskogo modelirovaniya pri upravlenii transportnymi protsessami na zheleznoy doroге [The use of mathematical modeling methods in the management of transport processes on the railway] // Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona. 2018. T. 1. 145-148 pp.

#### **Информация об авторах**

*Белькова Юлия Дмитриевна* - магистрант кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: belkova\_y15@mail.ru

*Симоченко Анастасия Сергеевна* - магистрант кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: simochenko.n98@mail.ru

*Белоголов Юрий Игоревич* – к. т. н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pr-mech@mail.ru

#### **Authors**

*Yulia D. Belkova* – Master student of the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: belkova\_y15@mail.ru

*Anastasia S. Simochenko* – Master student of the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: simochenko.n98@mail.ru

*Yuri I. Belogolov* – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pr-mech@mail.ru

#### **Для цитирования**

Белькова Ю. Д. Современные системы интервального регулирования движения поездов [Электронный ресурс] / Ю. Д. Белькова, А. С. Симоченко, Ю. И. Белоголов // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – № 2. – Режим доступа: <https://mnv.irkups.ru/toma/212-2021>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 23.08.2021)

#### **For citation**

Belkova Yu. D., Simochenko A. S., Belogolov Yu. I. *Sovremennyye sistemy interval'nogo regulirovaniya dvizheniya poyezdov* [Modern systems of interval train control]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021, no. 2. [Accessed 23/08/21]