

Разработка блок-схемы алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава с учетом профиля станционного пути

Н.Ю. Гончарова, И.Ю. Ермоленко, Т.Н. Черняева, Н.П. Асташков✉

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉astashkovnp@yandex.ru

Резюме

Одним из факторов обеспечения безотказной работы ОАО «РЖД» в условиях соблюдения действующих нормативов, правил и инструкций является внедрение безлюдных технологий и разработка мероприятий, направленных на минимизацию использования человеческого труда. Сложная структура железнодорожной системы не позволяет полностью вывести работника из организационно-технологической деятельности, поскольку требует постоянного принятия важнейших управленческих решений на всех этапах транспортного процесса. Руководствуясь изложенным следует заключить, что успешное функционирование компании ОАО «РЖД» невозможно без квалифицированного персонала, одним из путей повышения результативности труда которого является непрерывное производственное обучение. Транспортные происшествия и события, возникающие в связи с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, подчеркивают актуальность исследования вопросов закрепления подвижного состава на путях станции с целью предотвращения его самопроизвольного движения. Поставленная в статье задача не являлась актуальной, когда парк вагонов был укомплектован буксами с подшипниками скольжения, которые имели значительное сопротивление троганию с места. Переход на роликовые подшипники повысил актуальность вопроса обеспечения безопасности при закреплении подвижного состава. Перечень первоначальных исходных данных, необходимых для расчета норм ручного закрепления вагонов, подразумевает дополнение существующих формул поправочными коэффициентами. Каждая формула имеет широкое обоснование возможностей ее использования. В настоящее время разрабатываются различные технические средства, основной целью которых является минимизация использования человеческого труда и исключение ошибок в расчете количества и месторасположения тормозных башмаков. Альтернативные способы механизированного закрепления требуют точной установки состава перед упором. Использование определенного способа закрепления обусловлено пропускной и перерабатывающей способностью конкретной рассматриваемой станции, а обоснованием мероприятий смены одного на другой предопределяет технико-экономический расчет, включающий оценку сокращения величины вынужденных простоев на станционных путях подвижного состава. Представленная блок-схема алгоритма расчета норм закрепления может быть использована в учебном процессе.

Ключевые слова

железнодорожный транспорт, безопасность движения, эксплуатация железнодорожного транспорта, расчет норм закрепления подвижного состава, тормозной башмак, блок-схема

Для цитирования

Разработка блок-схемы алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава с учетом профиля станционного пути / Н.Ю. Гончарова, И.Ю. Ермоленко, Т.Н. Черняева, Н.П. Асташков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 2(78). С. 82–92. DOI 10.26731/1813-9108.2023.2(78).82-92.

Информация о статье

поступила в редакцию: 24.04.2023 г.; поступила после рецензирования: 23.05.2023 г.; принята к публикации: 24.05.2023 г.

Development of a flow diagram for the calculation of rolling stock anchoring rates algorithm taking into account the station track profile

N.Yu. Goncharova, I.Yu. Ermolenko, T.N. Chernyaeva, N.P. Astashkov✉

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉astashkovnp@yandex.ru

Abstract

One of the factors to ensure the trouble-free operation of JSC Russian Railways in compliance with applicable standards, rules and instructions is the introduction of unmanned technologies and the development of measures aimed at minimizing human labor. The complex structure of the railway system does not allow an employee to be completely removed from organizational and technological activities, since it requires the continuous making of the most important management decisions at all stages of the transportation process. Based on the above, the successful functioning of the Russian Railways company is impossible without qualified personnel, one of the ways to improve its productivity being continuous production training. Transport accidents and events resulting from the violation of traffic safety rules and the operation of railway transport emphasize the relevance of studying the issues of securing rolling stock on the station tracks in order to prevent its spontaneous movement. The task set

within the framework of the article was not relevant when the fleet of wagons was equipped with axle boxes with plain bearings, which had significant resistance to starting. The transition from plain to roller bearings has raised the urgency of the issue of ensuring safety when securing rolling stock. The list of initial data necessary for calculating the norms for manual fixing of wagons implies the supplementation of existing formulas with correction factors. Each formula has a broad justification for the possibilities of its use. Currently, various technical means are being developed, whose main purpose is to minimize human labor and eliminate errors in calculating the number and location of brake shoes. However, alternative methods of mechanized fastening require precise setting of the train in front of the stop. It is obvious that the use of a specific method of securing is due to the throughput and processing capacity of the station in question, and the rationale for changing one to another will be determined by a feasibility study, including an assessment of the reduction in the amount of the rolling stock forced downtime on the station tracks. The presented block diagram of the algorithm for calculating the norms of fixing can be used in the educational process.

Keywords

railway transport, traffic safety, operation of railway transport, calculation of the norms of fastening of rolling stock, brake shoe, block diagram

For citation

Goncharova N.Yu., Ermolenko I.Yu., Chernyaeva T.N., Astashkov N.P. Razrabotka blok-skhemy algoritma rascheta norm zakrepleniya podvizhnogo sostava s uchetom profilya stantsionnogo puti [Development of a flow diagram for the calculation of rolling stock anchoring rates algorithm taking into account the station track profile]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2023, no. 2 (78), pp. 82–92. DOI: 10.26731/1813-9108.2023.2(78).82-92.

Article Info

Received: April 24, 2023; Revised: May 23, 2023; Accepted: May 24, 2023.

Введение

Разработка средств механизации и автоматизации технологических процессов на сегодняшний день является приоритетным направлением развития ОАО «РЖД» [1–3]. Однако применение тормозных башмаков обусловлено тем, что переход к повсеместному использованию стационарных устройств для закрепления подвижного состава не может быть реализован в кратчайшие сроки. Руководствуясь изложенным следует заключить, что разработка алгоритмов, направленных на исключение ошибочных действий эксплуатационного персонала, является актуальной задачей [4–6]. Обеспечение надежного закрепления подвижного состава для предотвращения его самопроизвольного выхода со станционных путей – важный вопрос обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте [7, 8]. Поставленная задача осложняется тем, что первоначальное проектирование продольного профиля определенных станций выполнялось для условий использования в эксплуатации вагонов подшипников скольжения [9, 10].

Наличие предохранительных тупиков, сбрасывающих башмаков и стрелок, охранных стрелок, стрелочных сбрасывающих острияков как дополнительных средств обеспечения безопасности, подчеркивает актуальность представленной тематики. Кроме того, станционные операции по закреплению поездов и групп ваго-

нов характеризуются продолжительностью этого процесса либо его снятия, что является важным эксплуатационным показателем, отражающимся величиной простоя [11].

Обзор существующих устройств и средств закрепления железнодорожного подвижного состава

Следует отметить, что известные устройства и средства закрепления подвижного состава можно разделить на три группы: тормозные башмаки и упоры; стационарные устройства; специальный трехэлементный профиль станционного пути.

Представленные устройства и средства обладают огромным перечнем достоинств. Однако первая группа устройств определяет необходимость применения ручного труда. Возможность переноса в одной руке двух и более тормозных башмаков определяет целесообразность разработки конструктивных решений, позволяющих их надежно соединять между собой. Кроме того, реализация поставленной задачи подчеркивает актуальность уменьшения веса тормозных башмаков.

Основные мероприятия, направленные на совершенствование тормозных башмаков, ориентированы на решение следующих задач:

– разработка универсального конструктивного устройства, которое можно использо-

вать не только в статическом, но и динамическом режиме;

- разработка облегченного варианта, параметры тормозного усилия которого будут сопоставимы с существующим;

- реализация вариантов надежного крепления ручки к башмаку.

Слабая профессиональная подготовка, нарушение технологии производства работ, невнимательность и утомляемость, неучет определенных условий, требующих использования дополнительных коэффициентов в формулах для расчета норм закрепления, в полной степени отражают человеческий фактор, что доказывает наличие статистики самопроизвольного ухода подвижного состава по вине работников компании. Кроме того, существует статистика случаев схода по причине неизъятия тормозных башмаков.

В отличие от башмака тормозной упор имеет преимущество во времени закрепления, либо его снятия, ведь не требует переноса. В рамках представленной статьи рассмотрен тормозной упор УЗ-220, использование которого ограничено и возможно на следующих путях: тупиковые пути станций; железнодорожные пути необщего пользования промышленных предприятий и организаций; повышенные пути грузовых дворов; пути, переданных в ведение смежных служб [12].

Исключение или сведение к минимуму использования человеческого труда при закреплении подвижного состава реализовано во второй и третьей группе.

Ко второй группе перечисленных устройств относятся упоры тормозные стационарные (УТС) и устройства закрепления составов (УЗС). Выбор типа устройства производится на основе анализа местных условий работы станции (вес закрепляемых составов, уклон путей, тип верхнего строения пути и т.д.) и технико-экономических расчетов [13].

Следует отметить, что используемый в настоящее время упор УТС-380 в зависимости от массы поезда может применяться как самостоятельно, так и с тормозными башмаками, что облегчило труд работников, однако полностью его не устранило. Данное средство механизации представляет собой устройство точечного типа, которое с помощью электропривода и системы рычагов устанавливает упоры на оба рельса под колеса вагона [14].

Для станций, уклоны путей которых не превышают 2 ‰, разработан одиночный вариант упора УТС(1)-380. Подобную конструкцию имеет упор УТС-1-160, однако меньшая высота и установка только на один рельс обуславливает закрепление только пассажирских составов.

В рамках представленной статьи рассмотрен пружинный упор УТСП-380, пружины в конструкции которого позволяют уменьшить силу удара колеса по колодке при закреплении подвижного состава.

Необходимость присутствия сигналиста в непосредственной близости от упора является основным недостатком рассмотренных стационарных тормозных упоров. Возможность дистанционного контроля и управления тормозным упором подразумевает использование сложной аппаратуры, что увеличивает эксплуатационные затраты, связанные с содержанием устройства.

Одним из альтернативных устройств механизированного закрепления подвижного состава является УЗС 86Р, которое в сопоставлении с УТС-380 имеет большее удерживающее усилие, однако уступает в таких характеристиках, как масса конструкции, расход электроэнергии на закрепление, трудозатраты на обслуживание и монтаж.

Оценка характеристик, рассмотренных в рамках статьи устройств механизированного закрепления обуславливает определение возможности и целесообразности их использования для конкретной рассматриваемой станции с учетом объема ее работы.

Этапы разработки блок-схемы алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава

В рамках представленной статьи предложено рассмотреть нормы и основные правила закрепления железнодорожного подвижного состава в виде блок-схем, каждая из которых позволит учесть все критерии и ограничения.

В работе [15] представлена блок-схема алгоритма расчета норм закрепления поездов, исходными данными которой являются следующие показатели и условия:

- тара k -го вагона закрепляемого поезда $q_k^{\text{тар}}$;
- масса груза в вагоне закрепляемого поезда $q_k^{\text{гр}}$;

– количество осей k -го вагона, закрепляемого поезда n_k ;
 – скорость ветра V_B и угол его направления φ .

Основным отличием разработанной блок-схемы является акцент на крутизну приведенного профиля станционных путей.

Руководствуясь порядком закрепления железнодорожного подвижного состава, представленном в инструкции по организации движения поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте России [16], следует предусматривать:

1. На горизонтальных железнодорожных путях и железнодорожных путях с уклонами $i \in (0; 0,5]$ ‰:

– для закрепления любого количества вагонов с обеих сторон по одному тормозному башмаку;

– приведение в действие стояночного тормоза одного вагона (локомотива) в любой части сцепленной группы (рис. 1).

2. Если уклон $i \in (0,5; 1]$ ‰, то помимо общеизвестных формул (1) и (2) необходимо дополнительно закрепить вагоны одним тормозным башмаком со стороны, противоположной спуску:

$$K = \frac{n \cdot (1,5i + 1)}{200}, \quad (1)$$

$$K = \frac{n \cdot (4i + 1)}{200}, \quad (2)$$

где K – необходимое количество башмаков, шт.; n – количество осей в составе (группе), шт.; i – средняя величина уклона пути или отрезка железнодорожного пути, в тысячных долях (рис. 2) [16].

3. Если уклон $i \in (1; 2,5]$ ‰, то со стороны, противоположной спуску, укладка тормозных башмаков не требуется (рис. 3).

4. Если уклон $i > 2,5$ ‰, то осуществление закрепления возможно, если для маршрутов следования поездов со стороны спуска выполняются следующие условия:

– ограждение от закрепляемого состава предохранительным устройством (1) или стационарным устройством закрепления (2);

– закрепляемый состав изолирован взаимным расположением железнодорожных путей и стрелок (3) (рис. 4).

По представленным блок-схемам можно сделать вывод, что ориентироваться только на профиль станционного пути нецелесообразно, ведь замасленные поверхности рельсов и ветер, направление которого совпадает с направлением возможного самопроизвольного движения железнодорожного подвижного состава, влияют на расчет потребного количества тормозных башмаков. Данные факторы учтены в обобщенной блок-схеме алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава (рис. 5).

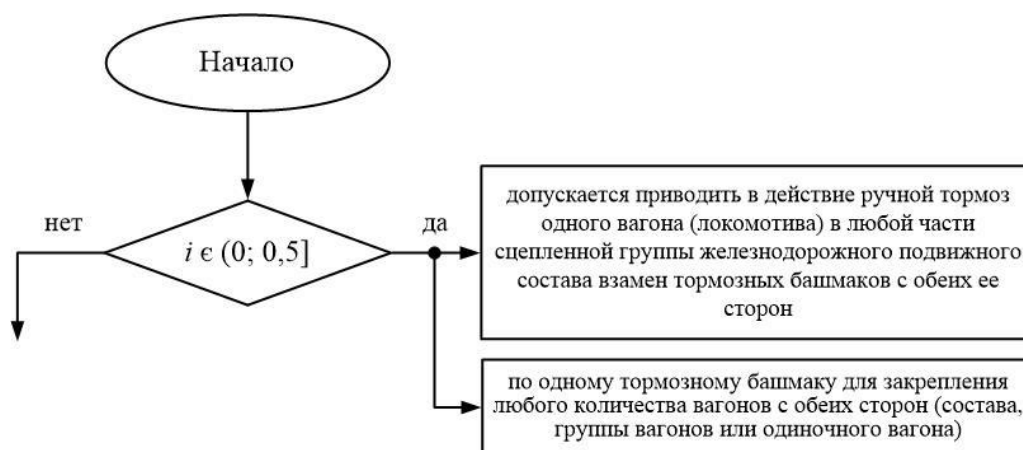


Рис. 1. Первая блок-схема алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава на горизонтальных железнодорожных путях и железнодорожных путях с уклонами $i \in (0; 0,5]$ ‰
Fig. 1. The first block diagram of the calculation algorithm for the norms for securing rolling stock on horizontal railway tracks and tracks with slopes $i \in (0; 0,5]$ ‰

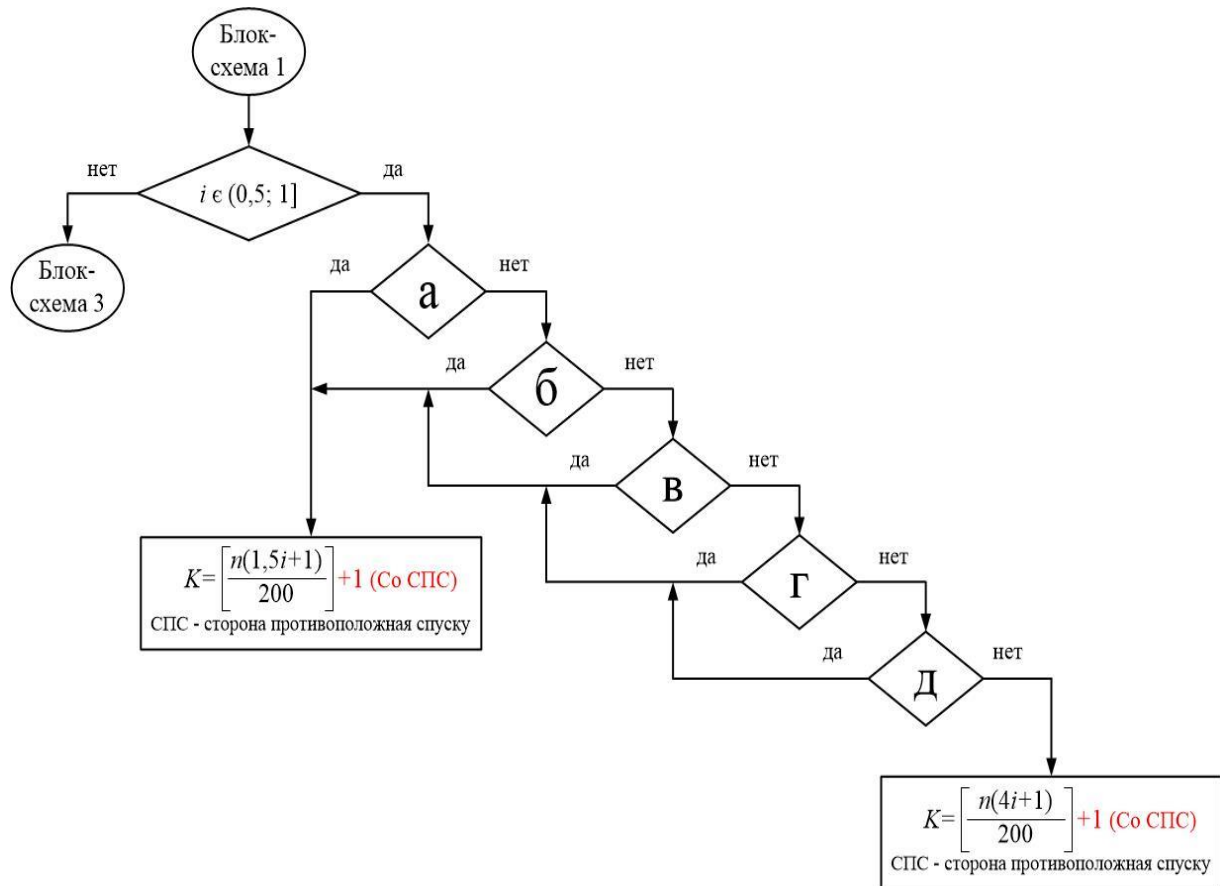


Рис. 2. Вторая блок-схема алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава на железнодорожных путях с уклонами $i \in (0,5; 1]$ %:

a – одиночные вагоны; *б* – плотки локомотивов в недействующем состоянии; *в* – рефрижераторные вагоны (в группе (секции) все вагоны груженые или все порожние (в том числе порожняя секция с машинным отделением)); *г* – составы или группы вагонов, состоящие из однородного по массе (брутто) железнодорожного подвижного состава: грузовых груженых или порожних вагонов независимо от их рода, пассажирских вагонов, мотор-вагонного подвижного состава; *д* – смешанные (разнородные по весу) составы или группы вагонов, состоящие из груженых и порожних вагонов или груженых вагонов различной массы, при условии, что тормозные башмаки укладываются под вагоны с нагрузкой на ось не менее 15 т (брутто), а при отсутствии таких вагонов – под вагоны с меньшей нагрузкой на ось, но максимальной для закрепляемой группы

Fig. 2. The second block diagram of the algorithm for calculating the norms for fixing the rolling stock on railway tracks with slopes $i \in (0.5; 1]$ %:

a – single wagons; *b* – rafts of locomotives in a non-operating state; *c* – refrigerated wagons (in a group (section) all loaded wagons or all empty wagons (including an empty section with engine branch)); *d* – trains or groups of wagons, consisting of homogeneous mass (gross) railway rolling stock: freight loaded or empty wagons, regardless of their type, passenger wagons, motor-wagon rolling stock; *e* – mixed (dissimilar in weight) compositions or groups of wagons consisting of laden and empty wagons or laden wagons of various weights, provided that brake shoes are placed under wagons with an axle load of at least 15 tons (gross), and in the absence of such wagons – for wagons with a lower axle load, but the maximum for the assigned group

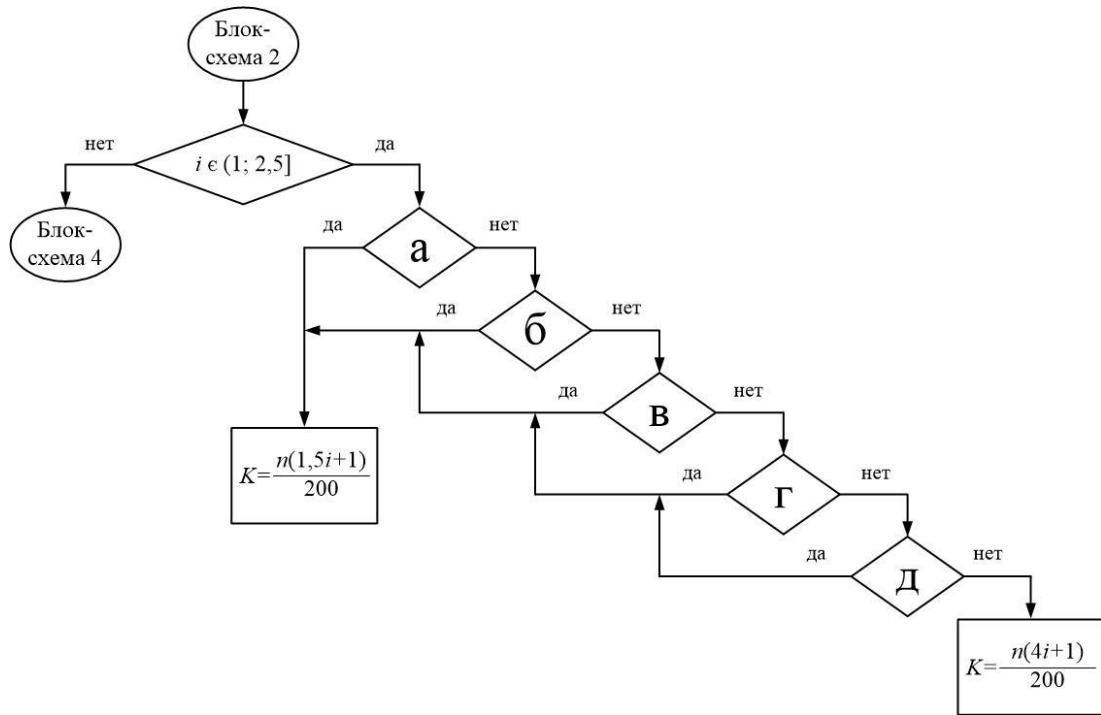


Рис. 3. Третья блок-схема алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава на железнодорожных путях с уклонами $i \in (1; 2,5] \%$

Fig. 3. The third block diagram of the algorithm for calculating the norms for fixing rolling stock on railway tracks with slopes $i \in (1; 2,5] \%$

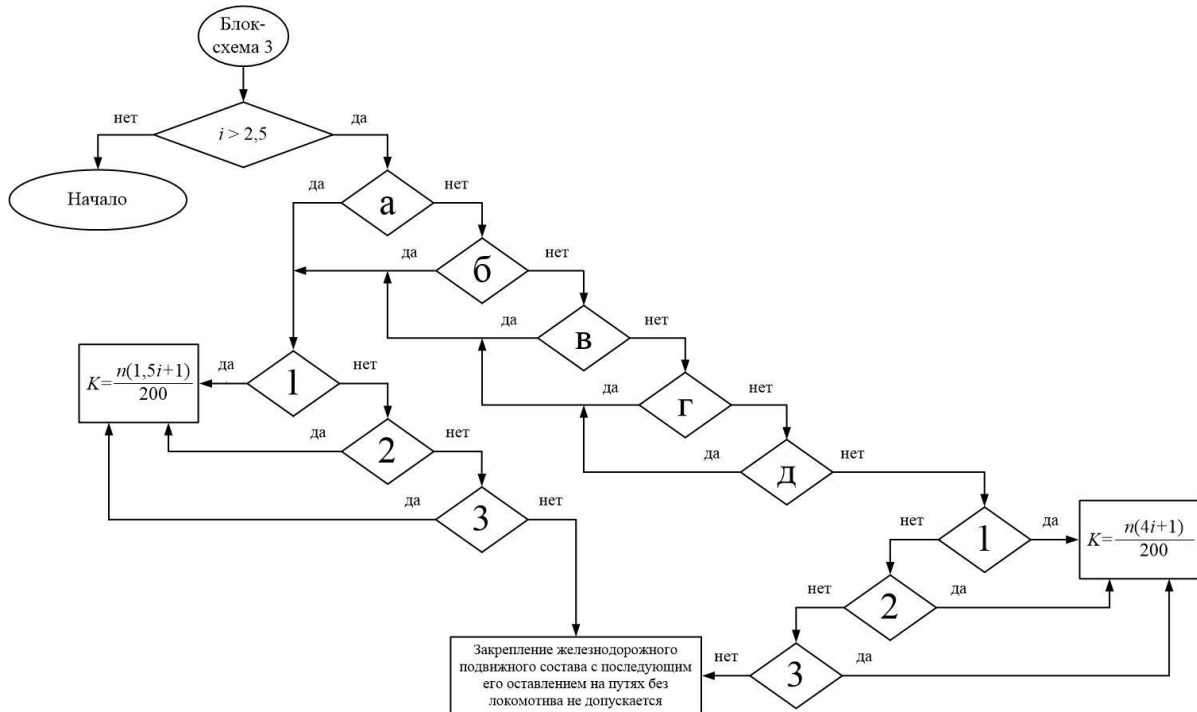
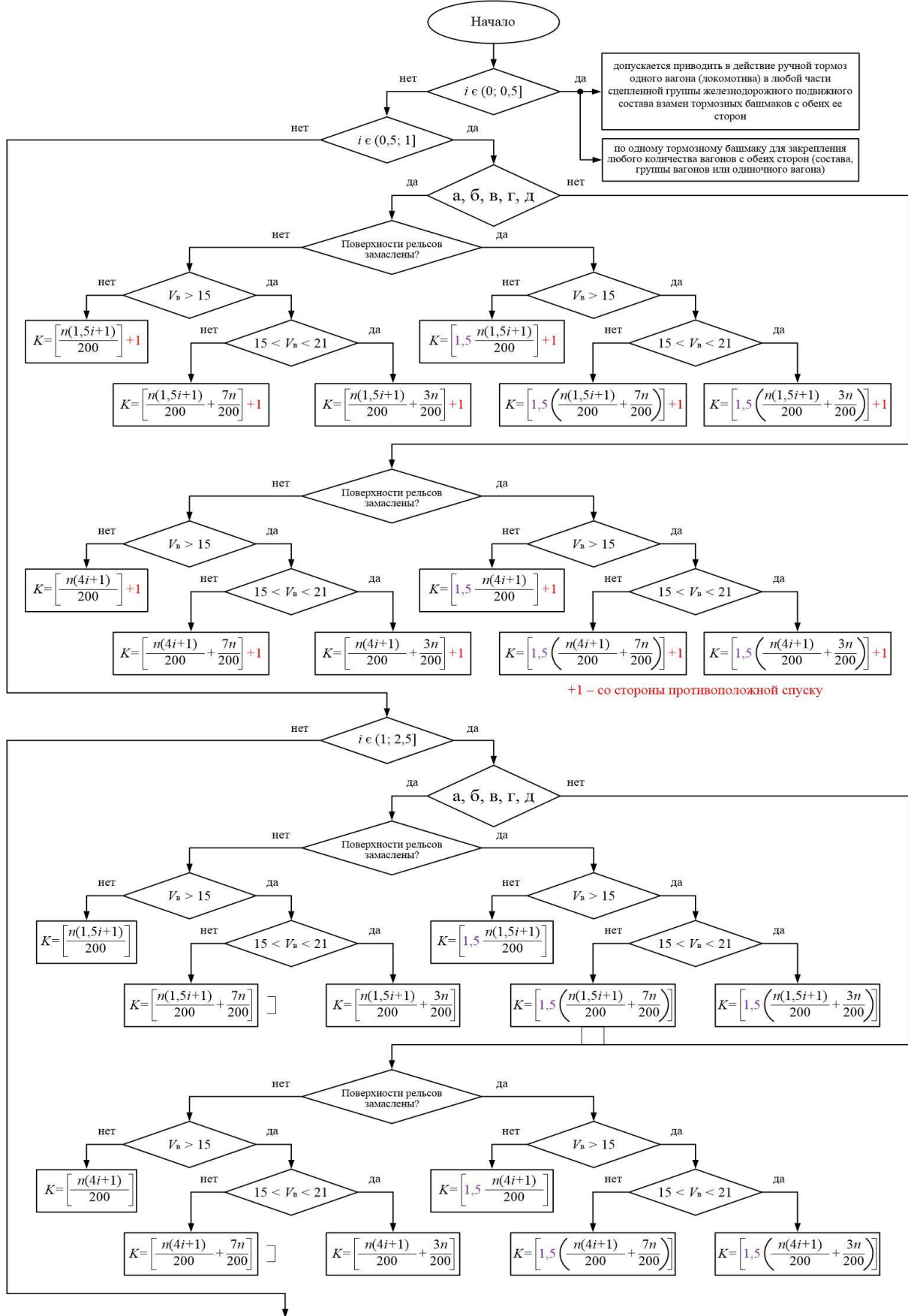


Рис. 4. Четвертая блок-схема алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава на железнодорожных путях с уклонами $i > 2,5 \%$

Fig. 4. The fourth block diagram of the algorithm for calculating the norms for securing rolling stock on railway tracks with slopes $i > 2,5 \%$



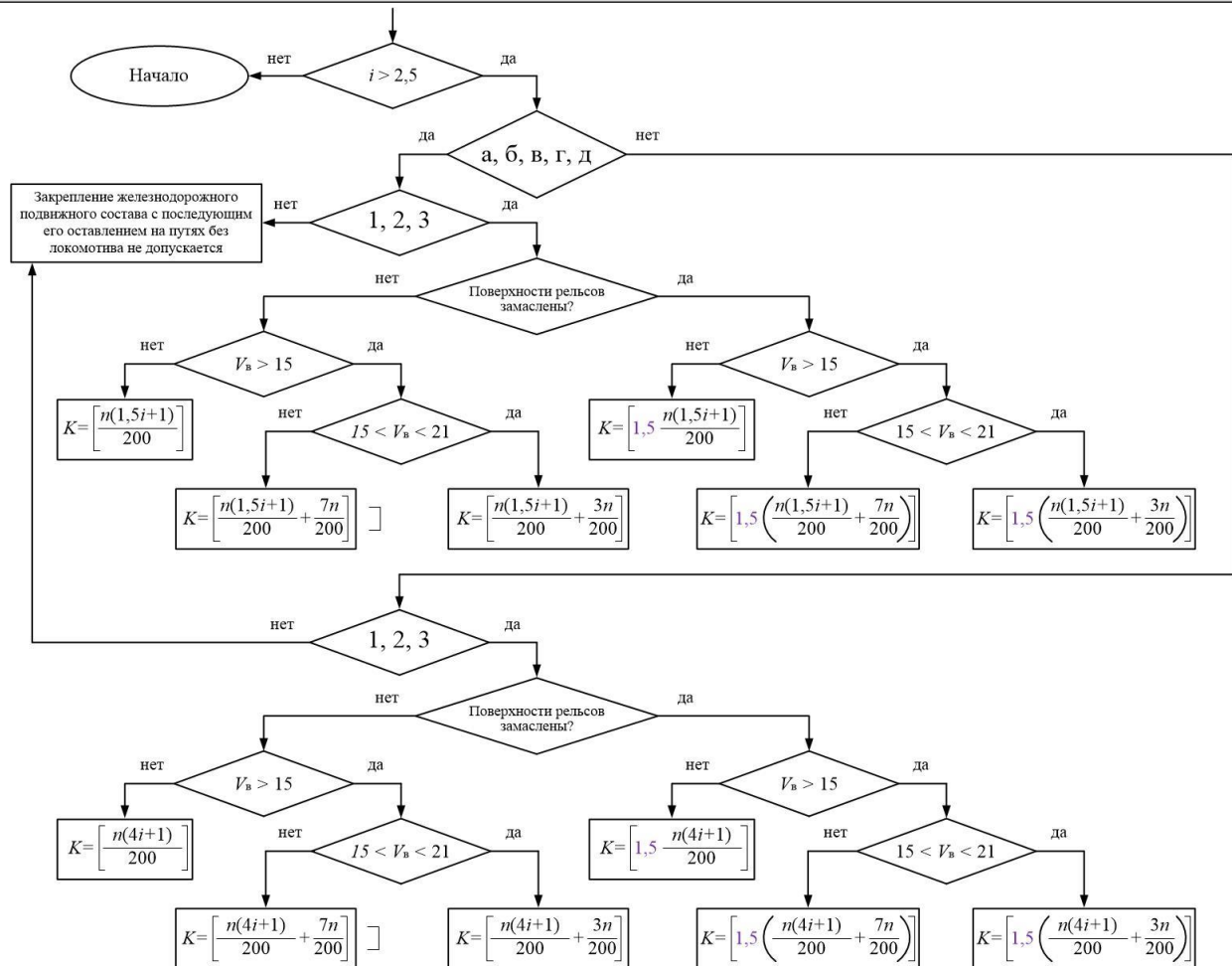


Рис. 5. Общая блок-схема алгоритма расчета норм закрепления подвижного состава
 Fig. 5. General block diagram of the algorithm for calculating the norms for securing rolling stock

Заключение

Нарушение минимальных норм закрепления при укладке недостаточного количества тормозных башмаков может привести к несанкционированному движению подвижного состава. Неверная трактовка общеизвестных формул и использование тормозных башмаков сверх нормы приведут к увеличению времени, необходимого для выполнения операций закрепления (снятия закрепления), простою вагонов и локомотивов.

Внедрение новых подходов к обучению за счет различных способов подачи материала

направлено на развитие профессиональных знаний студентов и работников компании [17–19].

Представленная в рамках статьи блок-схема позволит повысить безопасность за счет представления работникам порядка закрепления железнодорожного подвижного состава не только в тестовом виде, но и в виде алгоритма, что исключит сложности в трактовке отдельных пунктов инструкции.

Список литературы

1. Белоголов Ю.И., Стецова Ю.М., Оленевич А.А. Использование методов математического моделирования при управлении транспортными процессами на железной дороге // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы девятой Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2018. Т. 1. С. 145–148.
2. Гозбенко В.Е., Громышова С.С., Белоголов Ю.И. Анализ и исследование факторов, влияющих на безопасность движения // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: сб. материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2019. С. 149–155.

3. Громышова С.С., Белоголов Ю.И., Оленцевич В.А. Автоматизация процесса взаимодействия транспортно-технических средств и устройств, как один из способов повышения уровня безопасности функционирования ЖДТС // Наука сегодня: проблемы и пути решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Вологда, 2019. С. 18–19.
4. Носков С.И., Оленцевич В.А., Базилевский М.П. Математическая модель оценки безопасности перевозочного процесса на региональном уровне // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы пятой Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2014. Т. 1. С. 537–542.
5. Асалханова Т.Н., Колисниченко Е.А. Цифровые технологии в путевом хозяйстве // Образование - Наука - Производство : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Чита, 2020. Т. 1. С. 80–84.
6. Асалханова Т.Н., Осколков А.А. Организация транспортного производства путевых работ с учетом информационного моделирования // Транспорт Урала. 2021. № 3 (70). С. 65–67.
7. Козаченко Д.Н., Пасичный А.Н., Иващенко Е.В. Усовершенствование норм закрепления подвижного состава на станционных путях // Сб. науч. тр. Донецк. ин-та ж.-д. трансп. 2013. № 34. С. 119–125.
8. Ташлыкова А.И., Несветова Е.А. Основные проблемы обеспечения надежного закрепления подвижного состава на станционных путях // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке : тр. Всерос. науч.-практ. конф. творческ. молодежи с междунар. участ. Хабаровск, 2016. Т. 1. С. 226–229.
9. Ермоленко И.Ю., Морозов Д.В., Асташков Н.П. Влияние продольных нагрузок на безопасность движения при эксплуатации на горно-перевальных участках пути // Вестн. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. 2021. № 2 (82). С. 104–111.
10. Анализ направлений совершенствования буксового узла / Е.А. Логинова, А.Н. Власова, И.Ю. Ермоленко и др. // Совершенствование методологии и организации научных исследований в целях развития общества : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2020. Ч. 2. С. 168–171.
11. Ильин А.М., Числов О.Н. Развитие автоматизированной методики расчета норм закрепления подвижного состава на станционных железнодорожных путях // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : сб. науч. тр. II Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2018. С. 247–251.
12. Гуд Ю.О., Вязьмин И.С., Асташков Н.П. Совершенствование качества организации производственных систем железнодорожного транспорта путем внедрения эффективных средств механизации // Молодая наука Сибири. 2021. № 3 (13). С. 101–108. URL: <https://ojs.irgups.ru/index.php/mns/article/view/831>. (Дата обращения 02.03.2023).
13. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Совершенствование качества организации производственных систем железнодорожного транспорта путем внедрения эффективных средств механизации // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы восьмой Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск. 2017. Т. 1. С. 106–109.
14. Малыгин Е.А. Технические средства и технологии безопасности транспортного процесса (курс лекций). Ч. 2. Екатеринбург : УрГУПС, 2012. 213 с.
15. Похилко С.П., Иванченко И.С. Автоматизация методики расчета норм закрепления подвижного состава на станционных путях // Сб. науч. тр. Донецк. ин-та ж.-д. трансп. 2020. № 59. С. 27–38.
16. Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : приказ Минтранса России от 23.06.2022 № 250 // Доступ из справ.-прав. системы «АСПИЖТ» в локал. сети.
17. Алексеева Т.Л., Рябченко Н.Л., Астраханцев Л.А. Совершенствование содержания образовательного процесса в учебных учреждениях // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения : материалы первой Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Иркутск, 2016. С. 44–48.
18. Рябченко Н.Л., Алексеева Т.Л., Астраханцев Л.А. Новые возможности повышения эффективности образовательного процесса в учебных заведениях высшего образования // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения : материалы третьей Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Иркутск, 2018. С. 837–842.
19. Асалханова Т.Н. Альтернативные методы подготовки обучающихся инженерных специальностей // Проблемы и пути развития профессионального образования : сб. ст. Всерос. науч.-метод. конф. Иркутск, 2021. С. 33–37.

References

1. Belogolov Yu.I., Stetsova Yu.M., Olentsevich A.A. Ispol'zovanie metodov matematicheskogo modelirovaniya pri upravlenii transportnymi protsessami na zheleznoi dorozhe [The use of mathematical modeling methods in the management of transport processes on the railway]. *Materialy devyatoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the 9th International Scientific-Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2018, vol. 1, pp. 145–148.
2. Gozbenko V.E., Gromyshova S.S., Belogolov Yu.I. Analiz i issledovanie faktorov, vliyayushchikh na bezopasnost' dvizheniya [Analysis and study of factors affecting traffic safety]. *Sbornik materialov XIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka, obrazovanie, obshchestvo: tendentsii i perspektivy razvitiya»* [Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference «Science, education, society: trends and development prospects»]. Cheboksary, 2019, pp. 149–155.
3. Gromyshova S.S., Belogolov Yu.I., Olentsevich V.A. Avtomatizatsiya protsessa vzaimodeystviya transportno-tekhnicheskikh sredstv i ustroystv, kak odin iz sposobov povysheniya urovnya bezopasnosti funktsionirovaniya ZHDTS [Automation of the process of interaction of transport and technical means and devices, as one of the ways to increase the safety level of the functioning of railway transport]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka segodnya: problema i puti resheniya»* [Proceedings of the International Scientific and Practical conference «Science today: problems and solutions»]. Vologda, 2019, pp. 18–19.

4. Noskov S.I., Olentsevich V.A., Bazilevskii M.P. Matematicheskaya model' otsenki bezopasnosti perevozchnogo protsessa na regional'nom urovne [Mathematical model of transportation process safety assessment at the regional level]. *Materialy pyatoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2014, vol. 1, pp. 537–542.

5. Asalkhanova T.N., Kolisnichenko E.A. Tsifrovye tekhnologii v putevom khozyaistve [Digital technologies in track facilities]. *Materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obrazovanie – Nauka – Proizvodstvo»* [Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference «Education – Science – Production»]. Chita, 2020, vol. 1, pp. 80–84.

6. Asalkhanova T.N., Oskolkov A.A. Organizatsiya transportnogo proizvodstva putevykh rabot s uchedom informatsionnogo modelirovaniya [Organization of transport production of track works, taking into account information modeling]. *Transport Urala* [Transport of the Urals], 2021, no. 3 (70), pp. 65–67.

7. Kozachenko D.N., Pasichnyy A.N., Ivashchenko E.V. Uovershenstvovaniye norm zakrepleniya podvizhnogo sostava na stantsionnykh putyakh [Improving the norms for securing rolling stock on station tracks]. *Sbornik nauchnykh trudov Donetskogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Proceedings of the Donetsk Institute of Railway Transport], 2013, no. 34, pp. 119–125.

8. Tashlykova A.I., Nesvetova E.A. Osnovnye problemy obespecheniya nadezhnogo zakrepleniya podvizhnogo sostava na stantsionnykh putyakh [The main problems of ensuring reliable fastening of the rolling stock on the station tracks]. *Trudy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii tvorcheskoi molodezhi s mezhdunarodnym uchastiem «Nauchno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Creative Youth with International participation «Scientific, technical and economic cooperation of the countries of the Asian-Pacific region in the 21st century»]. Khabarovsk, 2016, vol. 1, pp. 226–229.

9. Ermolenko I.Yu., Morozov D.V., Astashkov N.P. Vliyaniye prodol'nykh nagruzok na bezopasnost' dvizheniya pri ekspluatatsii na gorno-pereval'nykh uchastkakh puti [Influence of longitudinal loads on traffic safety during operation on mountain pass sections of the track]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Bulletin of the Rostov State Transport University], 2021, no. 2 (82), pp. 104–111.

10. Loginova E.A., Vlasova A.N., Ermolenko I.Yu., Astashkov N.P. Analiz napravlenii sovershenstvovaniya buksovogo uzla [Analysis of directions for improving the axle box assembly]. *Sbornik statei po itogam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovershenstvovanie metodologii i organizatsii nauchnykh issledovaniy v tselyakh razvitiya obshchestva»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Improving the methodology and organization of scientific research for the development of society»]. Novosibirsk, 2020, part 2, pp. 168–171.

11. Il'in A.M., Chislov O.N. Razvitiye avtomatizirovannoi metodiki rashcheta norm zakrepleniya podvizhnogo sostava na stantsionnykh zheleznodorozhnykh putyakh [Development of an automated method for calculating the norms for securing rolling stock on station railway tracks]. *Sbornik nauchnykh trudov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transport i logistika: innovatsionnaya infrastruktura, intellektual'nye i resursoberegayushchie tekhnologii, ekonomika i upravlenie»* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference «Transport and logistics: innovative infrastructure, intelligent and resource-saving technologies, economics and management»]. Rostov-on-Don, 2018, pp. 247–251.

12. Gud Yu.O., Vyaz'min I.S., Astashkov N.P. Sovershenstvovanie ekspluatatsionnoi raboty zheleznodorozhnoi stantsii putem vnedreniya kompleksa tekhnicheskikh sredstv avtomatizirovannogo zakrepleniya sostavov [Improving the operational work of a railway station by introducing a set of technical means for automated fixing of trains]. *Molodaya nauka Sibiri* [Young science of Siberia], 2021, no. 3 (13), pp. 101–108.

13. Vlasova N.V., Olentsevich V.A. Sovershenstvovanie kachestva organizatsii proizvodstvennykh sistem zheleznodorozhnogo transporta putem vnedreniya effektivnykh sredstv mekhanizatsii [Improving the quality of the organization of production systems of railway transport by introducing effective means of mechanization]. *Materialy vos'moi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2017, vol. 1, pp. 106–109.

14. Malygin E.A. Tekhnicheskie sredstva i tekhnologii bezopasnosti transportnogo protsessa (kurs lekttsii). Ch.2. [Technical means and technologies for the safety of the transport process (lecture course). P.2]. Ekaterinburg: UrGUPS Publ., 2012. 213 p.

15. Pokhilko S.P., Ivanchenko I.S. Avtomaticheskie metodiki rashcheta norm zakrepleniya podvizhnogo sostava na stantsionnykh putyakh [Automatic methods for calculating the norms for securing rolling stock on station tracks]. *Sbornik nauchnykh trudov Donetskogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Proceedings of the Donetsk Institute of Railway Transport], 2020, no. 59, pp. 27–38.

16. Priказ Mintransa Rossii ot 23.06.2022 № 250 «Ob utverzhdenii Pravil tekhnicheskoi ekspluatatsii zheleznykh dorog Rossiiskoi Federatsii» [Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No 250 dated June 23, 2022 «On approval of the Rules of Technical Operation of Railways of the Russian Federation»].

17. Alekseeva T.L., Ryabchenok N.L., Astrakhantsev L.A. Sovershenstvovanie soderzhaniya obrazovatel'nogo protsessa v uchebnykh uchrezhdeniyakh [Improving the content of the educational process in educational institutions]. *Materialy pervoi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Sovremennyye problemy professional'nogo obrazovaniya: opyt i puti resheniya»* [Proceedings of the first All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation «Modern problems of vocational education: experience and solutions»]. Irkutsk, 2016, pp. 44–48.

18. Ryabchenok N.L., Alekseeva T.L., Astrakhantsev L.A. Noveye vozmozhnosti povysheniya effektivnosti obrazovatel'nogo protsessa v uchebnykh zavedeniyyakh vysshego obrazovaniya [New Opportunities for Improving the Efficiency of the Educational Process in Higher Education Institutions]. *Materialy tret'ei Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Sovremennyye problemy professional'nogo obrazovaniya: opyt i puti resheniya»* [Proceedings of the third All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation «Modern problems of vocational education: experience and solutions»]. Irkutsk, 2018, pp. 837–842.

19. Asalkhanova T.N. Al'ternativnye metody podgotovki obuchayushchikhsya inzhenernykh spetsial'nostei [Alternative methods of training engineering students]. *Sbornik statei Vserossiyskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii «Problemy i puti razvitiya professional'nogo obrazovaniya»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Methodological Conference «Problems and ways of development of professional education»]. Irkutsk, 2021, pp. 33–37.

Информация об авторах

Гончарова Наталья Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: gonnataly@mail.ru.

Ермоленко Игорь Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: ermolenko_iy@list.ru.

Черняева Татьяна Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: chetn2021@yandex.ru.

Асташков Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: astashkovnp@yandex.ru.

Information about the authors

Natal'ya Yu. Goncharova, Ph.D. in Pedagogical Science, Associate Professor of the Department of Operational Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: gonnataly@mail.ru.

Igor' Yu. Ermolenko, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department of Wagons and Wagons Facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: ermolenko_iy@list.ru.

Tat'yana N Chernyaeva, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: chetn2021@yandex.ru.

Nikolai P. Astashkov, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operational Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: astashkovnp@yandex.ru.