

С. В. Пахомов ¹, О. С. Мейер ²

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

² Филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации, г. Иркутск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

Аннотация. Среди всех существующих видов транспорта занимает одно из ведущих мест железнодорожный транспорт. На сегодняшний день, несмотря на интенсивное развитие других видов транспорта, улучшение сервиса, железная дорога остается основным средством обеспечения массовых перевозок грузов и населения, как во внутреннем, так и в международном сообщении. При известных преимуществах железных дорог на транспортном рынке страны имеются и известные недостатки. Одним из таких недостатков является некоторые неудобства у пассажиров при проезде на очень большие расстояния. Следует отметить, что данная проблема остается актуальной и в настоящее время.

Для устранения указанного недостатка в работе рассматривается разработанная индивидуальная система кондиционирования в пассажирском вагоне, которая предполагает наличие воздуховода, на конце которого устанавливается регулируемая вентиляционная решетка, используемая для регулировки напора воздуха через регулятор направления воздуха, подаваемого во все помещения вагона и к каждому спальному месту. При разработке системы по методике аэродинамического расчета сопротивления системы кондиционирования подобраны ее основные элементы – это трехфазный электродвигатель вентилятора, размеры зазоров вентиляционных решеток, площадь сечения воздухопроводов, подводимых к каждому спальному месту. Предлагаемая система позволит значительно повысить комфортность пребывания пассажиров в пассажирском вагоне в летний период времени.

Ключевые слова: пассажирский вагон, купе, спальное место, температурный режим, система кондиционирования, климатические условия в вагоне, неудобства у пассажиров.

S. V. Pakhomov ¹, O. S. Meyer ²

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

² Branch of the Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF A PASSENGER CAR AIR CONDITIONING SYSTEM

Abstract. Among all existing modes of transport, railway transport occupies one of the leading places. Today, despite the intensive development of other modes of transport, the improvement of service, the railway remains the main means of ensuring mass transportation of goods and population, both in domestic and international traffic. With the well-known advantages of railways in the transport market of the country, there are also known disadvantages. One of these disadvantages is some inconvenience for passengers when traveling very long distances. It should be noted that this problem remains relevant at the present time.

To eliminate this drawback, the work considers the developed individual air conditioning system in a passenger car, which assumes the presence of an air duct, at the end of which an adjustable ventilation grille is installed, used to adjust the air pressure through the air direction regulator supplied to all rooms of the car and to each sleeping place. When developing the system according to the method of aerodynamic calculation of the resistance of the air conditioning system, its main elements were selected – a three-phase fan motor, the size of the gaps of the ventilation grilles, the cross-sectional area of the air ducts supplied to each sleeping place. The proposed system will significantly increase the comfort of passengers in a passenger car in the summer.

Keywords: passenger car, compartment, sleeping place, temperature regime, air conditioning system, climatic conditions in the car, inconveniences for passengers.

Введение

Железнодорожный транспорт занимает одно из ведущих мест среди всех существующих видов транспорта. Железнодорожный транспорт помимо хозяйственных, экономических и стратегических функций выполняет также социальную роль. Снижение доходов предприятий и жизненного уровня населения произошло одновременно с

повышением стоимости перевозок на всех видах транспорта. Однако себестоимость услуг железных дорог осталась относительно низкой, что позволит железным дорогам в ближайшее время оставаться ведущим видом транспорта.

Но железнодорожный транспорт наряду с массой преимуществ имеет и свои недостатки, одним из которых является некоторые неудобства у пассажиров при проезде на очень большие расстояния.

Ежегодно Пассажирское вагонное депо Иркутск теряет 0,01 % пассажиров, оставшихся недовольными температурным режимом и климатическими условиями в вагоне [1, 2].

Создание индивидуальных климатических условий в отдельном купе пассажирского вагона позволит вернуть в поезда ранее недовольных пассажиров, привлечь новых клиентов и улучшить комфортное пребывание пассажиров в поезде. Это так же соответствует миссии компании «Мы улучшаем качество жизни, делая Вашу поездку максимально безопасной, доступной и комфортной».

На рис. 1 представлена диаграмма числа негативных отзывов на климатические условия в вагоне за 2015 и 2016 годы. Как видно на диаграмме только в двух регионах за год это число немного уменьшилось.

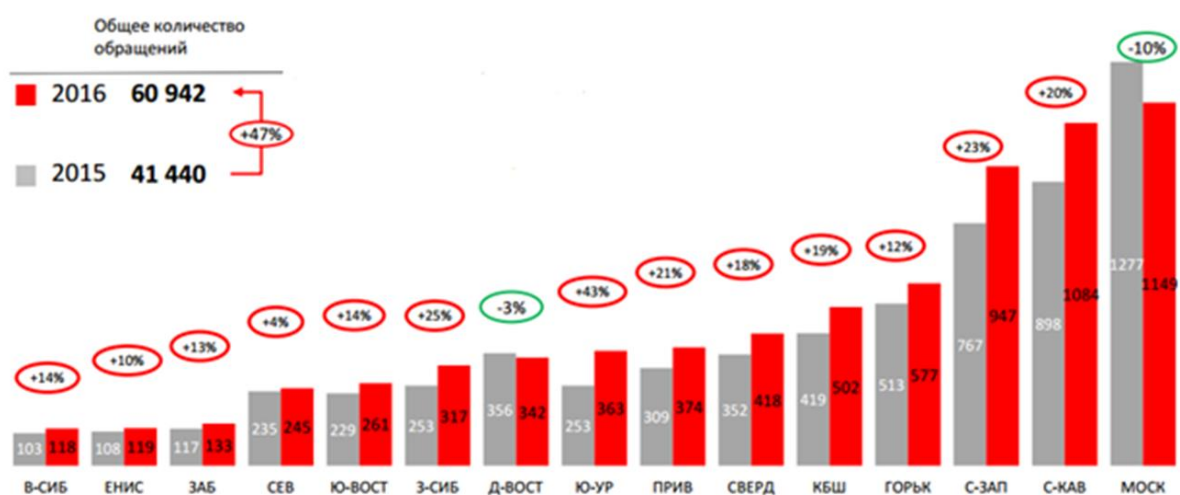


Рис. 1. Число негативных отзывов на климатические условия в пассажирском вагоне

С 01.10.2016 года по 15.03.2017 года в адрес АО «ФПК» поступило 579 обращений на некомфортную температуру в вагоне: 474 – холодно, 105 – жарко. В Восточно-Сибирский филиал поступило 6 обращений. Следует отметить, что данная проблема остается актуальной и в настоящее время.

Анализируя обращения пассажиров, приходится часто сталкиваться с их потребностями и субъективным мнением.

Приведем пример: «При проезде в поезде в вагоне было очень жарко, температура составляла где-то 33°C. На улице температура была 30°C, в вагоне ехали маленькие дети, которым было очень душно...».

В ходе исследования обращения при личном разговоре с заявителем по средствам сотовой связи, предоставлена информация о том, что только по ощущениям было жарко, по данным термометров в вагоне, размещенных в двух концах коридора, температура составляла 25°C.

Установлена связь с другими пассажирами, проезжавшими в этом же вагоне в это время, в том числе с пассажирами, проезжавшими с детьми. С их слов в вагоне была комфортная температура.

Можно сделать вывод, что для данного пассажира температура в 25°C, является некомфортной. Для многих других - это стандартная температура.

Но не всегда виной некомфортной поездки пассажира в вагоне становится его личное мнение. Зачастую, в пассажирских вагонах не соблюдаются нормы климатических условий.

Согласно п. 5.1.78. [3] температура воздуха в вагоне в зимнее и переходное время года нормируется для всех типов пассажирских вагонов, а в летнее – только для вагонов с установками для кондиционирования воздуха.

При высоких положительных температурах наружного воздуха, выше 20°C, установка кондиционирования воздуха с системой вентиляции должна обеспечивать температурный режим в вагоне на уровне +24 +/- 2 °C»

В таблице 1 представлены среднестатистические данные дневной температуры в летний период времени наружного воздуха, воздуха в пассажирском вагоне на станции и в движении, а так же установленные санитарные нормы.

Таблица 1. Среднестатистические данные дневной температуры в летний период времени

Параметр	Температура, °C
Наружный воздух	30-32
Воздух в вагоне на станции	33-35
Воздух в вагоне с кондиционером	21-25
СП 2.5.1198-03	22-26

Разработка индивидуальной системы кондиционирования

Исходя из обоснования актуальности работы определена ее цель – повышение комфортности пребывания пассажиров в пассажирском вагоне в летний период времени путем разработки индивидуальной системы кондиционирования в вагоне в летнее время [4, 5].

На рис. 2 показана схема ответвлённого воздуховода, подводимого к спальным местам.

Индивидуальная система кондиционирования предполагает наличие воздуховода, который позволяет обеспечить подачу воздуха во все помещения вагона и к каждому спальному месту [6, 7].

Основной воздуховод разделяется на два небольших воздуховода подводимых к каждому спальному месту. В нижней части этих воздухопроводов имеются круглые вырезы, в которые устанавливаются вентиляционные решетки, после которых следует решетки регулировки направления воздуха.

Вентиляционная решетка состоит из листов, клапана, служащего для ограничения скорости потока воздуха. Клапан крепится к листу планкой, приваренной к упорам.

Регулирование количества подаваемого в помещения вагона свежего воздуха осуществляется величиной зазора между листом и клапаном, который устанавливается поворотом регулировочного колеса. Данная конструкция показана на рис. 3.

Для равномерного распределения воздуха по всему вагону и достижения хорошего кондиционирования всех помещений вагона, зазоры вентиляционных решеток регулируются в определенных пределах.

К каждому спальному месту выведен воздуховод, на конце которого устанавливается регулируемая вентиляционная решетка, которая используется для регулировки напора воздуха, подаваемого к данному спальному месту. Зазоры этой решетки рассчитаны и изменяются в определенных пределах с помощью регулятора напора.

Далее, после регулируемой вентиляционной решетки устанавливается регулятор направления воздуха, с помощью которого пассажир сможет выбирать для себя комфортный напор воздуха.

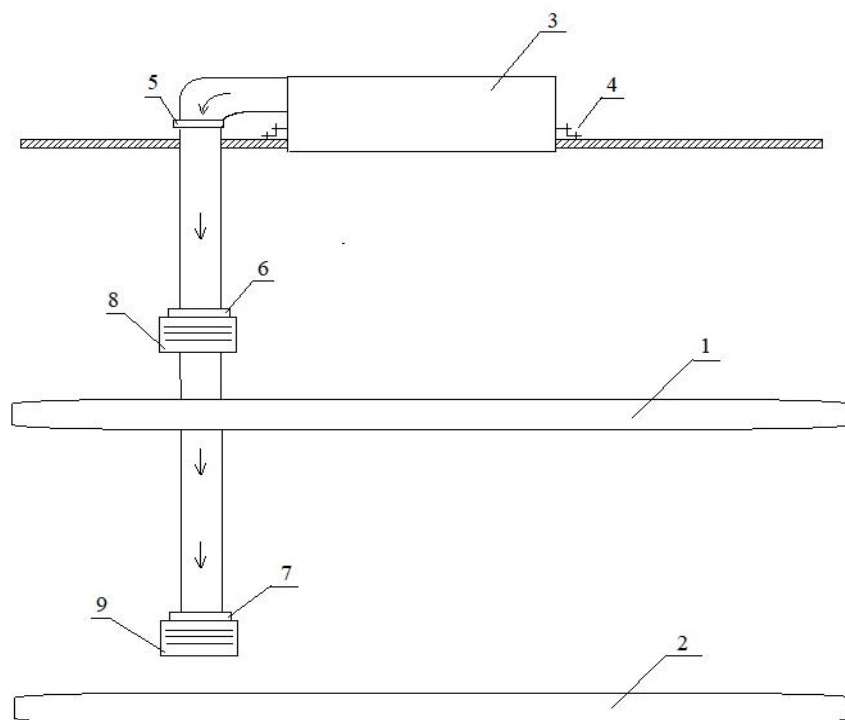


Рис. 2. Схема ответвлённого воздуховода, подводимого к спальным местам:
 1 – верхнее спальное место; 2 – нижнее спальное место; 3 – МАВ-П; 4 – место крепления; 5,6,7 – соединительная втулка; 8 – устройство индивидуального регулирования кондиционирования на верхней полке; 9 – устройство индивидуального регулирования кондиционирования на нижней полке

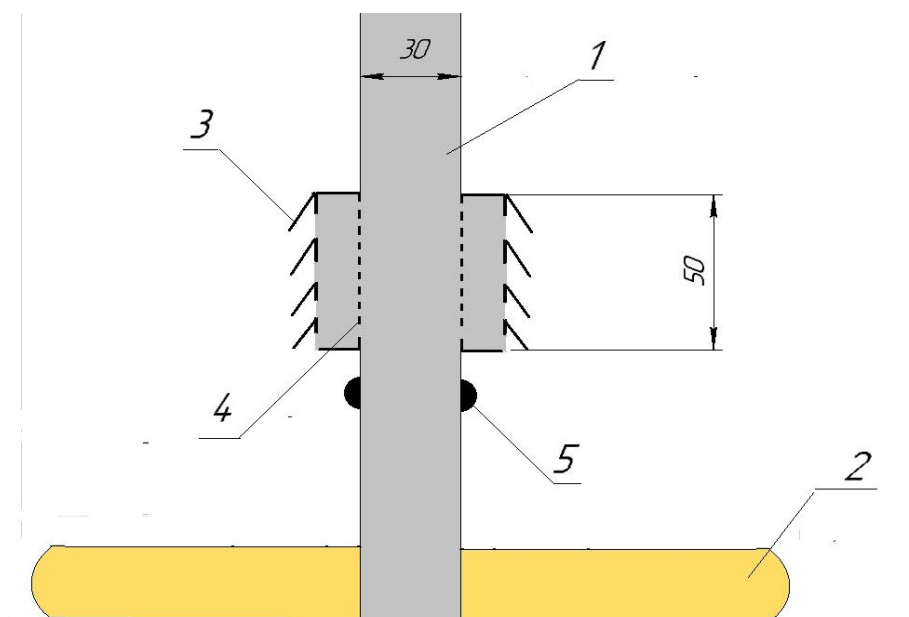


Рис. 3. Индивидуальная регулировочная система:
 1 – воздуховод; 2 – спальное место; 3 – регулятор направления воздуха;
 4 – регулятор напора воздуха; 5 – регулятор зазоров

Общий вид купе с использованием индивидуальной системы кондиционирования представлен на рис. 4. В воздуховоде вагона должно поддерживаться определенное давление для нормальной работы кондиционера и вентиляции.

Для измерения данного показателя в кондиционер типа МАВ-П встроен манометр, показания которого будут отслеживаться проводниками по двум светодиодам. Красный цвет светодиода – низкое давление в данном купе, зеленый цвет – давление в данном купе соответствует нормам.

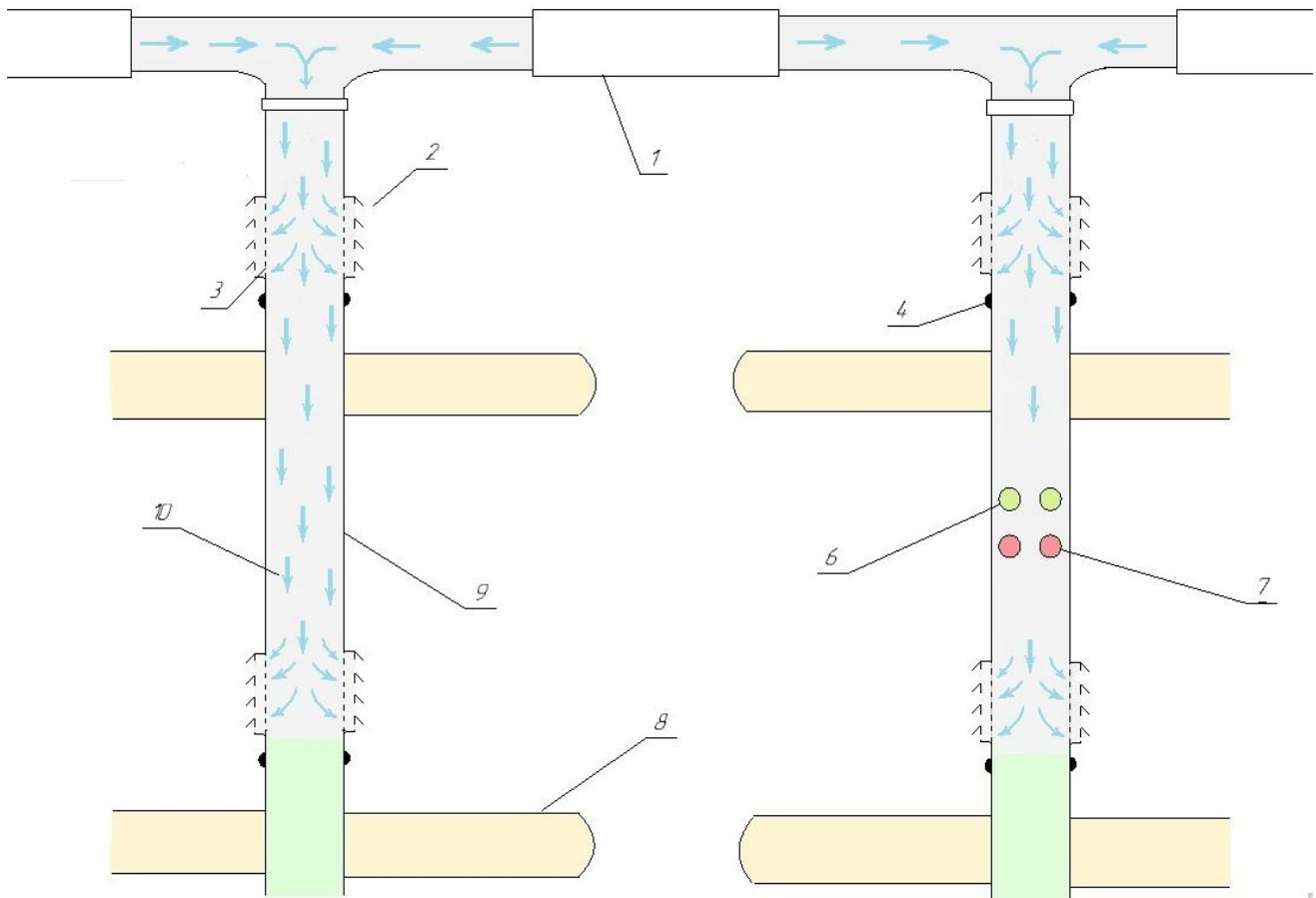


Рис. 4. Общий вид купе с системой индивидуального кондиционирования:

1 – МАВ-П; 2 – регулятор направления воздуха; 3 – регулятор напора воздуха; 4 – регулятор зазоров; 6, 7 – светодиоды; 8 – спальное место; 9 – воздухопровод; 10 – поток воздуха

Давления, создаваемые вентиляторами, всегда очень малы по сравнению с атмосферным давлением. Поэтому давления в системах вентиляции измеряют не обычными манометрами со спиральной трубкой, а жидкостными микроманометрами, где давление отсчитывается по высоте (напору) столба жидкости.

Микроманометр – это дифференциальный прибор для измерения малых величин давления жидкости или газа, который обладает повышенной чувствительностью и точностью показаний, применяется для измерений разности давлений меньше 500 кг/м^2 .

Для измерения давления в воздухопроводе используется жидкостный микроманометр [7] типа ММН с неподвижным резервуаром (рис. 5).

Заключение

При разработке системы по методике аэродинамического расчета сопротивления системы кондиционирования подобраны ее основные элементы:

- трехфазный электродвигатель вентилятора, напряжение питания переменное 220В, частота 50 Гц, мощность не более 3 кВт, число оборотов ~ 1410 об/мин. Электропитание двигателя вентилятора производится от системы электропитания вагона, в которой предусмотрена защита электродвигателей от перекоса и обрыва фаз, а так же от превышения максимального значения потребляемого тока;

- зазоры вентиляционных решеток могут изменяться в следующих пределах: в начале вагона составляют $\approx 10\text{-}12$ мм, к концу вагона постепенно увеличиваются до 20 – 24 мм;

- площадь сечения воздухопроводов, подводимых к каждому спальному месту, составляет $0,0015 \text{ м}^2$.

Следует отметить, что техническая часть разработки может совершенствоваться постоянно.

Предлагаемая система позволит значительно повысить комфортность пребывания пассажиров в пассажирском вагоне в летний период времени.

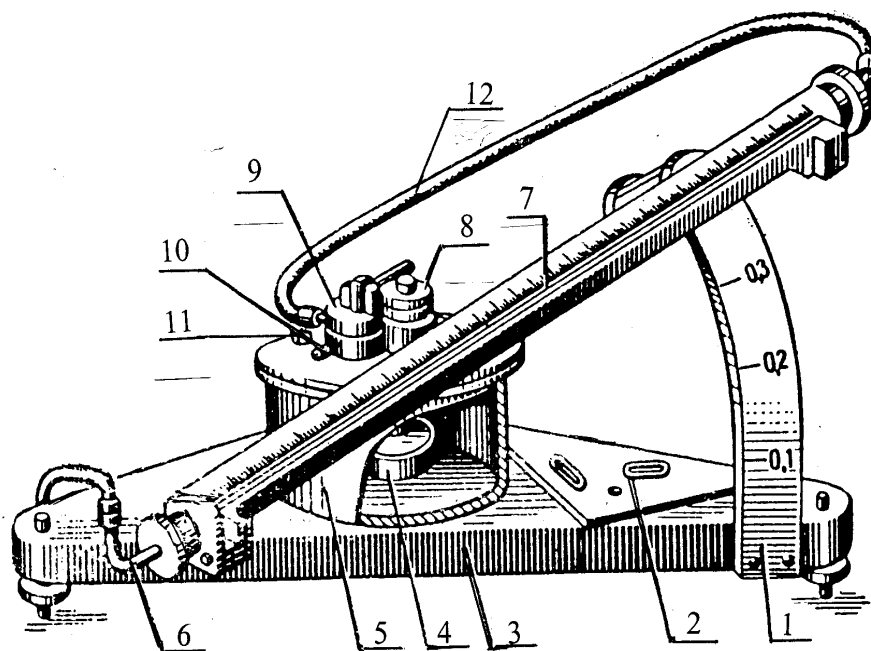


Рис. 5. Микроанометр ММН с неподвижным резервуаром:
1 – скоба; 2 – уровни; 3 – станина; 4 – диск; 5 – цилиндрический сосуд;
6 – трубка; 7 – трубка стеклянная; 8 – винт; 9 – кран переключения;
10, 11 – ниппеля; 12 – резиновая трубка

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах: учеб. для техникумов ж.-д. трансп. / Фаерштейн Ю.О., Китаев Б.Н. – М.: Транспорт, 1984. – 272 с.

2. Электрическое и комбинированное отопление пассажирских вагонов : Эксплуатация, техн. обслуж., ремонт / З. М. Болотин, О. П. Иванов, Ю. М. Калымулин. – М. : Транспорт, 1989. – 236 с.

3. Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте сп 2.5.1198-03", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.03.2003 № 12.

4. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.12.69 № 1394 с изменениями.

5. Основы кондиционирования воздуха на предприятиях железнодорожного транспорта и в подвижном составе : Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Ю. П. Сидоров. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1984. – 207 с.

6. Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие / И. Н. Канавский, Е. Н. Сальникова. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.

7. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ В.В. Ключев, Ф.Р. Соснин, Ф.В. Ковалев и др.; Под ред. В.В. Ключева. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 656 с.

8. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 376 с.

9. Малкин В.С. Техническая диагностика: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. (Учебники для вузов. Специальная литература). – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 272 с.
10. Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики деталей и оборудования: учебное пособие / А.М. Сафарбаков, А.В. Лукьянов, С.В. Пахомов. – Ч. 1 – Иркутск : ИрГУПС, 2007. – 128 с.
11. Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики деталей и оборудования: учебное пособие / А.М. Сафарбаков, А.В. Лукьянов, С.В. Пахомов. – Ч. 2 – Иркутск : ИрГУПС, 2007. – 110 с.
12. Дмитренко И.Е. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / И.Е. Дмитренко, В.В. Сапожников, Д.В. Дьяков, И.Е. Дмитренко. – М.: Транспорт, 1994. – 352 с.
13. Ефимов А.В. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А.В. Ефимов, А.Г. Галкин, Под ред. И.Е. Дмитренко. – М.: УМК МПС России, 2000. – 284 с.

REFERENCES

1. Air conditioning in passenger cars: studies. for technical schools zh.-D. transp. / Faerstein Yu.O., Kitaev B.N. – М.: Transport, 1984. – 272 p.
2. Electric and combined heating of passenger cars : Operation, technical maintenance, repair / Z. M. Bolotin, O. P. Ivanov, Yu. M. Kalymulin. – М. : Transport, 1989. – 236 p.
3. Sanitary rules for the organization of passenger transportation by rail sp 2.5.1198-03", approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 04.03.2003 No. 12
4. GOST 15150-69 Machines, devices and other technical products. Versions for different climatic regions. Categories, conditions of operation, storage and transportation in terms of the impact of climatic factors of the external environment. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee on Standards No. 1394 dated 29.12.69 with amendments.
5. Fundamentals of air conditioning at railway transport enterprises and in rolling stock : Textbook for universities of railway transport / Yu. P. Sidorov. - 2nd ed., reprint. and additional – М. : Transport, 1984. – 207 p.
6. Non-destructive testing methods: textbook. manual / I. N. Kanavsky, E. N. Salnikova. – Vladivostok : Publishing House of DVSTU, 2007. – 243 p.
7. Non-destructive testing and diagnostics: Handbook / V.V. Klyuev, F.R. Sosnin, F.V. Kovalev, etc.; Edited by V.V. Klyuev. 2nd ed., ispr. and add. – М.: Mechanical Engineering, 2003. – 656 p.
8. Nosov V.V. Diagnostics of machinery and equipment: a textbook. 3rd ed., ispr. and add. – St. Petersburg: Publishing House "Lan", 2016. – 376 p.
9. Malkin V.S. Technical diagnostics: textbook. stipend. 2nd ed., ispr. and add. (Textbooks for universities. Special literature). – St. Petersburg: Publishing House "Lan", 2015. – 272 p.
10. Safarbakov A.M. Fundamentals of technical diagnostics of parts and equipment: textbook / A.M. Safarbakov, A.V. Lukyanov, S.V. Pakhomov. – Part 1 – Irkutsk : IrGUPS, 2007. – 128 p.
11. Safarbakov A.M. Fundamentals of technical diagnostics of parts and equipment: textbook / A.M. Safarbakov, A.V. Lukyanov, S.V. Pakhomov. – Part 2 – Irkutsk: IrGUPS, 2007. – 110 p.
12. Dmitrenko I.E. Measurements and diagnostics in railway automation, telemechanics and communication systems: textbook. for universities zh.-D. transp. / I.E. Dmitrenko, V.V. Sapozhnikov, D.V. Dyakov, I.E. Dmitrenko. – М.: Transport, 1994. – 352 p.
13. Efimov A.V. Reliability and diagnostics of railway power supply systems: textbook. for universities zh.-D. transp. / A.V. Efimov, A.G. Galkin, Edited by I.E. Dmitrenko. – М.: УМК МПС of Russia, 2000. – 284 p.

Информация об авторах

Пахомов Сергей Васильевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Физика, механика и приборостроение», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pahomov_sv@irgups.ru

Мейер Оксана Сергеевна – начальник отделения СПО факультета сервиса на транспорте, Филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации, г. Иркутск, e-mail: meyerok@mail.ru

Information about the authors

Sergey Vassilyevich Pakhomov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Physics, Mechanics and Instrumentation», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pahomov_sv@irgups.ru

Oksana Sergeevna Meyer – head of the SPO Department of the Faculty of Transport Service, Branch of the Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk, e-mail: meyerok@mail.ru