

УДК 656.22.05

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ПОЕЗДНОГО ДИСПЕТЧЕРА

КУЗНЕЦОВ В. Г.¹, к.т.н., доцентЗАХАРОВ Д. В.^{2*}, магистр т.н., ст.преп.

¹ Кафедра «Управление эксплуатационной работой», Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», ул. Кирова, 34, 246653, Гомель, Беларусь, тел. +375 (29) 733-26-65, e-mail kvg55@yandex.by

^{2*} Кафедра «Информационное и математическое обеспечение транспортных систем», Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», ул. Кирова, 34, 246653, Гомель, Беларусь, тел. +375 (232) 33-70-83, e-mail: denis-gomel@tut.by

Аннотация. Цель. В связи с созданием Центра управления перевозками на Белорусской железной дороге изменилась специфика работы поездного диспетчера, которая привела к изменению характера диспетчерского труда. Особенностью труда поездного диспетчера является необходимость восприятия и переработки значительного объема информации, быстрой выработки решений, выдачи команд и проверки их выполнения. Значительно возрастают информационные нагрузки на поездного диспетчера при внеплановом изменении графика движения поездов, при возникновении нестандартных ситуаций. В остальных экстремальных ситуациях диспетчеру приходится выполнять одновременно несколько операций, что требует напряжения зрительного и слухового анализаторов, значительной концентрации внимания, использования оперативной и долговременной памяти. Для решения задачи оптимизации загрузки диспетчеров целесообразным является расчет количества информации, поступающей и перерабатываемой диспетчером в зависимости от характера выполняемых операций за рабочий период времени. Настоящая статья имеет целью обоснование методики определения информационной загрузки диспетчера в зависимости от реального положения на участке с учетом оценки возникновения нестандартных ситуаций, влияния эксплуатационных и психофизиологических факторов и ограничений на основе применения имитационного моделирования *Методика*. Для оценки информации, поступающей к поездному диспетчеру с точки зрения содержательного характера информации, приняты три основные теории, рассматривающие информацию с разных сторон: статистическая, семантическая и структурная. Статистическая мера информации позволяет связать вероятность появления каждого информационного сообщения и количество информации в операциях диспетчерского управления. Семантическая теория используется для расчета количества информации, циркулирующей в системе диспетчерского управления, и позволяет учесть такое свойство информационного обеспечения оперативного руководства эксплуатационной работой, как ценность представляемой информации. В системе диспетчерского управления с помощью структурной меры можно определить объемы потоков информации, циркулирующие между работниками оперативного персонала. Для получения достоверных результатов информационной загрузки поездного диспетчера необходимо иметь модель с достаточно высокой степенью детализации, в которой отражается динамика состояний технологических элементов и учитываются: неравномерность движения поездов по участку; размеры движения поездов; скорости движения поездов; время стоянок на станциях; возможные задержки при движении поездов; поступление поездов с других участков; технологию работы станций по приему и отправлению поездов. **Результаты.** Обоснована целесообразность методики расчета информации, перерабатываемой поездным диспетчером, учитывающей нестандартные ситуации за рассматриваемый интервал времени, которая позволит оценить уровень загрузки диспетчера при оптимальном управлении движением поездов на участке. **Научная новизна.** Разработана методика для расчета информационной нагрузки на диспетчера. **Практическая значимость.** Применение предлагаемой методики позволит в зависимости от характера выполняемых операций, определить информационную нагрузку диспетчера и разработать мероприятия по улучшению его условий труда.

Ключевые слова: информация; поездной диспетчер; моделирование

ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЇЗНОГО ДИСПЕТЧЕРА

КУЗНЕЦОВ В. Г.¹, к.т.н., доцентЗАХАРОВ Д. В.^{2*}, магистр т.н., старший викладач

¹ Кафедра «Управління експлуатаційною роботою», Установа освіти «Білоруський державний університет транспорту», вул. Кірова, 34, 246 653, Гомель, Білорусь, тел. +375 (29) 733-26-65, e-mail kvg55@yandex.by

^{2*} Кафедра «Інформаційне та математичне забезпечення транспортних систем», Установа освіти «Білоруський державний університет транспорту», вул. Кірова, 34, 246 653, Гомель, Білорусь, тел. +375 (232) 33-70-83, e-mail: denis-gomel@tut.by

Анотація. Мета. У зв'язку зі створенням Центру управління перевезеннями на Білоруській залізниці змінилася специфіка роботи поїзного диспетчера, яка привела до зміни характеру диспетчерської праці. Особливістю праці поїзного диспетчера є необхідність сприйняття і переробки значного обсягу інформації, швидкої вироблення рішень, видачі команд і

перевірки їх виконання. Значно зростають інформаційні навантаження на поїзного диспетчера при позаплановому зміні графіка руху поїздів, при виникненні нестандартних ситуацій. В інших екстремальних ситуаціях диспетчеру доводиться виконувати одночасно кілька операцій, що вимагає напруги зорового і слухового аналізаторів, значної концентрації уваги, використання оперативної і довготривалої пам'яті. Для вирішення завдання оптимізації завантаження диспетчерів доцільним є розрахунок кількості інформації, що надходить і переробляється диспетчером в залежності від характеру виконуваних операцій за робочий період часу. Ця стаття має на меті обґрунтування методики визначення інформаційної завантаження диспетчера в залежності від реального стану на ділянці з урахуванням оцінки виникнення нестандартних ситуацій, впливу експлуатаційних і психофізіологічних факторів і обмежень на основі застосування імітаційного моделювання *Методика*. Для оцінки інформації, що надходить до поїзного диспетчера з точки зору змістового характеру інформації, прийняті три основні теорії, які розглядають інформацію з різних сторін: статистична, семантична і структурна. Статистична міра інформації дозволяє зв'язати ймовірність появи кожного інформаційного повідомлення і кількість інформації в операції диспетчерського управління. Семантична теорія використовується для розрахунку кількості інформації, що циркулює в системі диспетчерського управління, і дозволяє врахувати таку властивість інформаційного забезпечення оперативного керівництва експлуатаційною роботою, як цінність, що представляється. В системі диспетчерського управління за допомогою структурної заходи можна визначити обсяги потоків інформації, що циркулюють між працівниками оперативного персоналу. Для отримання достовірних результатів інформаційної завантаження поїзного диспетчера необхідно мати модель з досить високим ступенем деталізації, в якій відбивається динаміка станів технологічних елементів і враховуються: нерівномірність руху поїздів по дільниці; розміри руху поїздів; швидкості руху поїздів; час стоянок на станціях; можливі затримки при русі поїздів; надходження поїздів з інших ділянок; технологію роботи станцій з приймання і відправлення поїздів. *Результати*. Обґрунтовано доцільність методики розрахунку інформації, що переробляється поїзним диспетчером, що враховує нестандартні ситуації за розглянутий інтервал часу, яка дозволить оцінити рівень завантаження диспетчера при оптимальному управлінні рухом поїздів на ділянці. *Наукова новизна*. Розроблено методику для розрахунку інформаційного навантаження на диспетчера. *Практична значимість*. Застосування запропонованої методики дозволить в залежності від характеру виконуваних операцій, визначити інформаційну завантаження диспетчера і розробити заходи щодо поліпшення його умов праці.

Ключові слова: інформація; поїзний диспетчер; моделювання

APPROACHES TO ASSESS INFORMATION LOAD OF A TRAIN DISPATCHER

KUZNETSOV V. ¹, Ph.D., Associate Professor
ZAKHAROV D. ^{2*}, Master of Engineering, senior lecturer

¹ Department of Field Operation Management, Educational institution "The Belarusian State University of Transport", Kirova str., 34, 246653, Gomel, Belarus, tel. +375 (29) 733-26-65, e-mail: kvg55@yandex.by

^{2*} Department of Information and Mathematical Support of Transport Systems", Educational institution "The Belarusian State University of Transport", Kirova str., 34, 246653, Gomel, Belarus, tel. +375 (232) 33-70-83, e-mail: denis-gomel@tut.by

Abstract. Purpose. Due to establishment of Operational Control Centre on Belarusian railways the specifics of the work of traffic controller has changed, which led to the change of the principles of this job. The distinctive feature of the work of a traffic controller is the ability to perceive and process a considerable amount of information, quick decision-making, initiation of commands and verification of their fulfillment. The information burden on a train controller increases when there is an unscheduled change in a train table or in the event of abnormal situations. In other extreme situations a train controller has to perform several operations simultaneously, which requires to strain a visual sensory system and an acoustic analyzer, focus attention significantly and use short-term and long-term memory. To solve the optimization problem of the train controllers responsibilities it is reasonable to calculate the amount of information received and processed by the train controller depending on the nature of the operations during the work unit. This article aims to validate the methods that determine information load on the train controller depending on the actual situation on the section of the railway. The following factors are taken into consideration: an assessment of the occurrence of abnormal situations, the influence of operational and psychophysiological factors and limitations based on the application of simulation modeling. **Methods.** There are three main theories that evaluate the information received by a train controller, which study this information from different perspectives: statistical, semantic and structural. Statistical measure of information allows to link the probability of occurrence of each of the information messages and the amount of information in operator management. The semantic theory is used to calculate the amount of information circulating in the system of operator management and allows to take into consideration such a characteristic as the value of received information. In the system of operator management by using structural measure it is possible to determine the volume of information flow circulating among employees of the operation personnel. To obtain reliable results of information load of train controller it's essential to have a model with a high level of specification, which reflects the state dynamics of engineering elements and which takes into account the following factors: nonuniformity of motion of trains on the section of the railway; amount of the train movements; the speed of trains; the stopping time at the stations; possible delays in train movement; arrival of trains from other sections of railway; Standard Operating Procedures for stations on the arrival and departure of trains. **Results.** The expediency of the calculation methods of the information processed by the train controller has been proved taking into account the abnormal situations for the time interval of interest. These methods will allow you to assess the level of the information load of the train controller with optimal management of train movement on the section of the railway. **Scientific novelty.** The methods of calculation of the information load on the train controllers. **Practical significance.** The

application of the proposed methodology, depending on the nature of actual operations, will help to identify the information load on train controllers and to work out measures for improvement of working conditions.

Keywords: information; train controller; modeling

Введение

В настоящее время в связи с созданием Центра управления перевозками на Белорусской железной дороге изменилась специфика работы поездного диспетчера, что требует оценки диспетчерского труда. Развитие информационных технологий привело к автоматизации переработки части информации, повысилось число операций, выполненных в автоматизированном режиме, изменился характер передаваемой и получаемой диспетчером информации. Характерной особенностью работы диспетчера является неравномерность его загрузки в различные периоды времени, риски возникновения нестандартных управленческих ситуаций. Поэтому определение информационной нагрузки на диспетчера при постоянно меняющейся поездной обстановке на железнодорожном участке является актуальной проблемой.

Цель

Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы предусматривает: дальнейшее развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, повышение скоростей движения пассажирских поездов по всем видам сообщений, дальнейшее развитие Центра управления перевозками (ЦУПа) Белорусской железной дороги с внедрением современных информационных технологий. Одновременно перед железнодорожным транспортом стоит задача приведения уровня качества и безопасности перевозок в соответствие с лучшими мировыми стандартами на основе внедрения инновационных технологий и технических решений по развитию железнодорожного транспорта [2].

В настоящее время происходит автоматизация функций и информационного обеспечения диспетчерского центра, что ведет к изменению информационных потоков, форм представления данных, эмоциональных и психофизических нагрузок на диспетчера.

Работа диспетчера является ответственной и эмоционально-напряженной. В процессе исследования управленческой деятельности установлены наиболее влияющие факторы, вызывающие значительные изменения загрузки диспетчера. Наиболее существенными факторами являются динамически изменяемый объем перерабатываемой информации, значительные зрительная и слуховая нагрузка, напряженность в

определенные периоды времени [3]. Максимально оперативными должны быть действия поездного диспетчера при внеплановом изменении графика движения поездов и возникновении нестандартных управленческих ситуаций [1].

При возникновении нестандартных ситуаций увеличивается объем перерабатываемой диспетчером информации, имеющей высокий уровень энтропии, приходится выполнять одновременно несколько операций, что требует напряжения зрительного и слухового анализаторов, значительной концентрации внимания, использования оперативной и долговременной памяти.

Для повышения качества диспетчерского управления необходимо дать оценку информационной загрузки, произвести расчет количества и определения качества информации, поступающей и перерабатываемой диспетчером в зависимости от характера выполняемых операций за рабочий период времени.

Целью работы является обоснование методики определения информационной загрузки диспетчера в зависимости от реального поездного положения на участке с учетом риска возникновения нестандартных ситуаций в рассматриваемый период времени, а также наиболее влияющих факторов и ограничений.

Методика

Существует методика, аналитически определяющая количество информации, перерабатываемой диспетчером с использованием теории информации, систем управления, статистики и иных теоретических основ [4].

В аналитических зависимостях принято, что на железнодорожном транспорте при нормально действующем режиме работы потоки сообщений в основном рассматриваются как периодические нестационарные. Количественные характеристики такого потока (интенсивность) меняются в течение периода заданной длины (например, 12 и 4 часовые периоды, час, 10 минутные интервалы – в зависимости от решаемых управленческих задач). Внутрисуточная периодичность характерна для потоков сообщений о прибытии поездов, потоков запросов в информационно-справочные системы оперативного управления ЦУП и т.д., При этом в течение суток часто можно выделить интервал времени, когда поток имеет наибольшую и неизменную интенсивность.

Периодическое (суточное) повторение закономерностей изменения характеристик потока дает возможность рассматривать реализацию,

полученную в течение n суток, как n реализаций суточного процесса.

Однако, выше изложенная методика [1] не учитывает неравномерность информационной загрузки диспетчера в различные периоды времени, риски возникновения нестандартных ситуаций различной сложности и с высокой энтропией процессов. Поэтому целесообразно количественную оценку информации, перерабатываемой диспетчером, производить с использованием имитационного моделирования.

В АСУ (автоматизированной системе управления) железнодорожного транспорта рассматриваются вполне установившиеся потоки информации, которые циркулируют по каналам связи. Информация в системах передается, принимается и перерабатывается. Такая система обладает количественными характеристиками переработки информационных сообщений: производительностью системы, ее уровнем и элементов, пропускной способностью, скоростью передачи данных и других параметров.

Известно, что при оценке количества информации следует учитывать вид исходной информации, ее содержание. Для оценки информации с точки зрения содержательного характера информации приняты три основные теории, рассматривающие информацию с разных сторон: статистическая, семантическая и структурная.

Расчет информации базируется на каноническом подходе теории информации: единицей количества информации принято число сведений, которое передается двумя равновероятными символами или сообщениями. Для единицы количества информации характерна двоичная система информации. Статистическая мера информации позволяет связать вероятность появления каждого информационного сообщения и количество информации в диспетчерском управлении.

Вся поступающая информация, которая перерабатывается и передается диспетчером, разделяется на речевую и визуальную. Визуальную информацию диспетчер получает через устройства отображения состояния объектов управления (табло, мониторы и другие средства) и в виде письменных информационных сообщений (информационные макеты распоряжения и т. д.). Речевая информация может поступать к диспетчеру как по каналам связи (избирательная, автоматическая телефонная), так и непосредственно при общении диспетчера с оперативными работниками отдела перевозок. Поэтому количество визуальной и речевой информации оценивается с помощью статистической теории.

В ЦУПе управление стрелками и сигналами на станциях и участках осуществляется с помощью диспетчерской централизации. Диспетчер в этом случае визуально фиксирует любое изменение поездного положения мнемосхемы участка. Изменение состояния контролируемых объектов

может происходить как под воздействием на напольные устройства через каналы телесигнализации (визуальная фиксация занятости установленных маршрутов диспетчером, перекрытие сигналов, занятость путей и т.д.), так и за счет посылки управляющих команд через каналы телеуправления (визуальная фиксация диспетчером установки маршрутов, открытия сигналов, отмены маршрутов).

С целью количественного подсчета визуальной информации с табло (монитора) диспетчерской централизации каждое изменение контролируемого объекта железнодорожного участка предполагается как событие конечного числа возможных его состояний.

Количество информации, отражающейся на мнемосхеме и письменной информации, можно рассчитать по формулам [3].

Семантическая теория для расчета количества информации, циркулирующей в системе диспетчерского управления, позволяет учесть такое свойство информационного обеспечения оперативного руководства эксплуатационной работой, как ценность представляемой информации. Это свойство определяется энтропией – мерой неопределенности состояния и в информационной системе диспетчерского управления снимается за счет принятой диспетчером информации. Энтропия является количественной мерой информации.

В системе диспетчерского управления эксплуатационной работой дороги имеется три этапа преобразования (трансформации) информации: станционный, отделенческий, дорожный.

Информация, которая используется в системе оперативного планирования, эквивалентна энтропии, поскольку на начало планового периода она несет сведения, полностью или частично выясняющие состояние каждой подсистемы, расположение поездов и вагонов, а также поездных локомотивов на полигоне дороги.

Информационный обмен между уровнями станция – отделение – управление дороги при разработке оперативных планов следует рассматривать в качестве информационного канала. Для определения ценности управляющей информации вычисляется разность целевых энтропий до и после получения информации с объектов управления.

Структурная теория позволяет рассмотреть структуру информационных потоков с помощью элементарных структурных единиц – квантов.

В системе диспетчерского управления с помощью структурной меры можно определить объемы потоков информации, циркулирующие между работниками оперативного персонала в виде макетов, специальных отчетов, справок, характеристик, а также письменных указаний и распоряжений. Объем информации в документе определяется простейшим подсчетом числа элементарных единиц.

Объем информации в документах, характеризующих состояние контролируемых

объектов (например, положение путей в парках станций) или их характеристики (например, характеристики состава поездов) можно вычислить с учетом перерасчета по принятой единице измерения информации.

Диспетчер получает информацию о движении поездов на участке, которая состоит из следующих основных информационных сообщений: характеристики поездов, следующих по участку; подхода поездов на участок; состоянии станций, элементов станций и перегонов участка на начало периода управления и по определенным периодам времени; о проследовании поездов по станциям и участкам; о регулировочных заданиях, ограничениях, планах и заявках выполнения работ на участке; указаний в регистрационных распоряжениях и т.п.

Информацию о подходе поездов на участок, которую диспетчер получает предварительно, информация, содержащаяся в регистрируемых распоряжениях поездного диспетчера, сообщениях об ограничении скорости движения поездов, организация ремонтно-восстановительных работ на участке и в других оперативно-распорядительных сообщениях определяется по специальным формам на основе их предварительного структурирования.

Технология работы диспетчерского участка может быть представлена как совокупность процессов, по которым определена взаимосвязь элементарных операций. Моделирование позволяет автоматически определить значения параметров рассматриваемой системы, позволяя менять при различных условиях протекания процесса и учитывать случайные события.

Для получения достоверных результатов определения информационной загрузки поездного диспетчера необходимо иметь модель с достаточно высокой степенью детализации, в которой отражается динамика состояний технологических элементов и учитываются: неравномерность движения поездов по участку; размеры движения поездов; скорости движения поездов; время стоянок на станциях; возможные задержки при движении поездов; поступление поездов с других участков; технология работы станций по приему и отправлению поездов.

Результаты

Предложены изменения в методике расчета информации, перерабатываемой поездным

диспетчером, учитывающая нестандартные управленческие ситуации за рассматриваемый интервал времени, которая позволит получать более адекватную оценку информационной загрузки поездного диспетчера.

Научная новизна и практическая значимость

Применение предлагаемой методики для расчета количества информации, перерабатываемой диспетчером, позволит в зависимости от характера выполняемых операций, определить информационную загрузку диспетчера.

Выводы

1. В связи с созданием единого Центра управления перевозками на Белорусской железной дороге возникли новые особенности работы диспетчера, которые приводят к перераспределению информационных потоков и изменению характера и напряженности диспетчерского труда.

2. Развитие информационных технологий позволяет автоматизировать переработку информации, изменить способы представления информации, изменить соотношения между автоматизированным и ручным трудом диспетчера.

3. В связи с изменением характера работы оперативного персонала ЦУП целесообразно для определения загрузки поездного диспетчера учитывать информационную нагрузку.

4. Расчет информационной нагрузки может быть выполнен с использованием модели, позволяющей учитывать статистическую, семантическую и структурную меры информации с учетом риска возникновения нестандартной ситуации.

5. Применение модели, отражающей динамику состояний технологических элементов – прием и отправление поездов, простой на станции, интервалы движения поездов и т.д., позволит вычислить количество информации, поступающей к диспетчеру в зависимости от характера выполняемых операций, за рассматриваемый промежуток времени, определить и прогнозировать его информационную загрузку, разработать мероприятия по улучшению условий труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гапанович, В. А и др Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: учебник для ВУЗов железнодорожного транспорта. – Маршрут. – 2006 - 544 с.
2. Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы. – Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь, № 1851.
3. Грошев, Г. М. Эргономика на железнодорожном транспорте / Г. М. Грошев, М. В. Иванов, И. Ю. Романова, Ф. Н. Сапежинский и др. – Москва : Маршрут. 2009. – 392 с.
4. Грунтов, П. С. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте / П. С. Грунтов, С. И. Шкапич, В. Г. Кузнецов, А. А. Михальченко // учебное пособие. Ч. 4. – Гомель, БелИИЖТ, 1993. – 52 с.

5. Ерофеев, А. А. Интеллектуальная система оперативного управления поездной работой на Белорусской железной дороге / А.А.Ерофеев, Е. А.Ерофеева // Современные концепции развития транспорта и логистики в Республике Беларусь. – Минск, 2014. С. 149-154.
6. Ерофеев, А. А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие для вузов / А. А. Ерофеев – Гомель : БелГУТ, 2012. – Ч. 1. – 232 с.
7. Ерофеев, А. А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / Ерофеев А. А., Федоров Е. А.; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 256с.
8. Захаров, Д. В. Оценка факторов, влияющих на работу поездного диспетчера Белорусской железной дороги. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. №86. Серия: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении – Днепропетровск, ПГАСА, 2015. – С.38–42.
9. Кузнецов, В. Г. Основы эргономики: учебно-метод. пособие / В. Г. Кузнецов, О. А. Терещенко, Ю. О. Лейнова. — Гомель: Белорусский Государственный Университет Транспорта, 2013. – 157 с.
10. Левин, Д. Ю. Современные принципы и технология оперативного управления поездной работой // Жел.-дор. транспорт. - 2004. – № 4 – С.27-33.
11. Михайлюк, В. Б. Технология поездной работы Центра управления перевозками Белорусской железной дороги / В. Б. Михайлюк, В. Г. Кузнецов // Вестник Белорусского Государственного Университета Транспорта: Наука и техника. – Гомель, 2010. – № 2. – С. 41–46.
12. Феррелл, У. Р. Системы человек-машина. Модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором / У. Р. Феррелл, Т. Б. Шеридан// пер. с англ. А. А. Кобринского, под. ред. чл.-кор. АН СССР К. В. Фролова Москва: – Машиностроение , 1980
13. Хохлов, Г. И. Основы теории информации: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. И. Хохлов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 176 с.

REFERENCES

1. Gapanovich V.A. and Grachev A.A. *Sistemy avtomatizatsii i informatsionnyye tekhnologii upravleniia perevozkami na zheleznnykh dorogakh*. [Systems of automation and information technologies of management of transportations on the railway]. Moscow: Transport Publ., 2006, 544 p. (in Russian)
2. *Gosudarstvennaia programma «Obrazovaniye i molodezhnaia politika» na 2016 – 2020 gody*. [State programme "Education and Youth Policy" for 2016 – 2020] – *Utv. Postanovleniye Soveta Ministrov Respubliki Belarus* [Approved by the Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus], 28.03.2016, no. 260. (in Russian).
3. Groshev G.M., Ivanov M.V., Romanova I.Y., Sapezhinskiy F.N. and others. *Ergonomika na zheleznodorozhnom transporte*. [Ergonomics on railway transport]. Moscow: Marshrut Publ., 2009, 392 p. (in Russian)
4. Gruntov P.S., Shkapich S.I., Kuznetsov V.G. and Mikhalchenko A.A. *Avtomatizirovannyye sistemy upravleniia na zheleznodorozhnom transporte* [Automatic control systems of railway transport] Tutorial. part 4. – Gomel: ВПНТ, 1993, 52 p. (in Russian).
5. Erofeyev A.A. and Erofeyeva E.A. *Intellektual'naiia sistema operativnogo upravleniia poezdnoy rabotoy na Belorusskoy zheleznoy doroge* [Intelligent system of operational management of train work on Belarusian Railways]. *Sovremennyye kontseptsii razvitiia transporta i logistiki v Respublike Belarus*. [Modern concept of development of transport and logistics in the Republic of Belarus]. Minsk, 2014, pp. 149-154 (in Russian).
6. Erofeyev A.A. *Informatsionnyye tekhnologii na zheleznodorozhnom transporte* [Information technologies on railway transport]. Gomel: Belarusian State University of Transport, 2012, P.1. 232 p. (in Russian).
7. Erofeyev A.A. and Fedorov E.A. *Informatsionnyye tekhnologii na zheleznodorozhnom transporte* [Information technologies on railway transport]. Gomel: Belarusian State University of Transport, 2015, P.2. 256 p. (in Russian).
8. Zakharov D. V. *Otsenka faktorov, vliiaiushchikh na rabotu poezdnoy dispetchera Belorusskoy zheleznoy dorogi* [Evaluation of the factors influencing the job of train manager of the Belarusian railways]. *Stroitelstvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* – [Construction, materials science, mechanical engineering]. Dnipropetrovsk: PDABA, 2015, no. 86, pp. 38-42. (in Russian)
9. Kuznetsov V.G., Tereshchenko O.A. and Leinova Y.O. *Osnovy ergonomiki* [Fundamentals of ergonomics]. Gomel: Belarusian State University of Transport, 2013, 157 p. (in Russian)
8. Levin B.Y. *Sovremennyye printsipy i tekhnologiia operativnogo upravleniia poezdnoy rabotoy* [Modern principles and technology of operational management of train work]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway transport]. 2004, no 4, pp. 27-33. (in Russian)
9. Mikhayliuk V.B. and Kuznetsov V.G. *Tekhnologiia poezdnoy raboty Centra upravleniia perevozkami Belorusskoy zheleznoy dorogi* [Technology of train work of the Belarusian railway transportation control centre]. *Vestnik Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta Transporta: Nauka i tekhnika* [Bulletin of the Belarusian State University of Transport: Science and equipment], 2010, no. 2, pp. 41-46. (in Russian)
10. Ferrell W.R. and Sheridan T.B. *Sistemy chelovek-mashina. Modeli obrabotki informatsii, upravleniia i priniatiia resheniy chelovekom-operatorom* [Human-computer interface. Models of information processing, management and decision-making by the human operator]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1980, 400 p. (in Russian).
11. Khokhlov G.I. *Osnovy teorii informatsii* [Fundamentals of information theory]. Moscow: Academy, 2008, 176 p. (in Russian).