

УДК 629.4.053

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «МАШИНИСТ-ЛОКОМОТИВ»

Тартаковский Э.Д., Горобченко А.Н., Антонович А.О.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF ERGATIC SYSTEM "TRAIN DRIVER - LOCOMOTIVE"

Tartakovskiy E., Gorobchenko A., Antonovych A.

Анализ состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте показывает, что имеется значительный резерв ее улучшения путем снижения вредного воздействия человеческого фактора. Для этого предлагается улучшение качества рабочего места машиниста, повышение уровня подготовки локомотивных бригад, организация постоянного мониторинга качества управляющей деятельности машиниста в зависимости от принятых стратегий управления. Формализация критерия качества управления выполнена на основе аддитивного показателя с использованием частичных критериев в виде векторных функционалов.

Ключевые слова: локомотивная бригада, эргатическая система, управление, поезд

Постановка проблемы. Улучшение состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте является одной из приоритетных задач, требующей постоянного внимания. Локомотивное хозяйство один из самых ответственных подразделений железной дороги, от которого в значительной степени зависит эффективность и безопасность эксплуатации средств транспорта. Согласно статистике [1] доля нарушений безопасности движения в локомотивном хозяйстве составляет 31% от общего количества по Укрзализныци. Причем человеческий фактор при анализе причин возникновения опасных ситуаций составляет 27%.

Анализ состояния проблемы. Анализируя мировой опыт, можно сказать, что нарушения безопасности движения со стороны локомотивных бригад являются наиболее угрожающими по своим последствиям. Так, в результате неверных действий машинистов в 2015 г. в США погибло 8 человек, травмировано около 200, в 2014 г. в Конго погибло 63 человека, травмировано более 160 [2]. По данным European Railway Agency [3] за последние 5 лет на европейских железных дорогах в результате ошибок машинистов погибло более 250 человек.

Эти показатели свидетельствуют о наличии значительного резерва повышения безопасности движения за счет минимизации вредного воздействия человека на процессы управления. Достичь этого возможно путем разработки и внедрения автоматизированных интеллектуальных систем управления, которые способны не только энергооптимально выполнять ведение поезда, но и обеспечивать принятие сложных решений, моделируя действия локомотивных бригад в нестандартных ситуациях. Первое задание практически можно считать выполненным (внедрено много систем автовождения поездов как в пассажирском, так и грузовом движении, усовершенствована конструкция подвижного состава [4]). Но над реализацией модели управления поездом, которая бы полностью заменила машиниста в сфере обеспечения и контроля безопасности все еще ведется интенсивная работа [5,6]: во-первых ученые разрабатывают для этого теоретическое обоснование, во-вторых конструкторы повышают качество и быстродействие элементной базы и программного обеспечения.

Постановка задачи. Одним из выходов из сложившейся проблемной ситуации может быть улучшение управления путем усовершенствования принятия решений машинистом. Таким образом задача данного исследования состоит в определении путей повышения качества управляющей деятельности машинистов локомотива в процессе ведения поезда.

Изложение основного материала. Эффективность всей деятельности оператора по управлению системой во многом зависит от того звена, которое осуществляет прием информации от индикационных устройств системы [7].

Общее число визуальных индикационных устройств, которыми пользуется машинист, довольно большая. Для тепловоза серии 2ТЭ116 количество индикационных устройств в поле зрения со-

ставляет 16 единиц со шкалами. Для современных локомотивов, таких как 2ТЕП70, или электровоз 2ЕЛ4, это количество снижено до 5-7 средств индикации. Но тут появляются такие элементы, как LCD-мониторы, которые выдают достаточно широкий спектр информации о состоянии локомотива и поездной ситуации. Поэтому пока невозможно говорить о значительном снижении информационной нагрузки на локомотивную бригаду.

Точное восприятие показаний необходимо для управления (особенно в тех случаях, когда нужны очень быстрые действия), поэтому машинист должен иметь возможность максимально быстро и точно воспринимать необходимую информацию, которая идет от приборов. Применительно к деятельности машиниста такое требование выступает достаточно категорично.

Известно, что в условиях острого дефицита времени (при тенденции к повышению скоростей он неуклонно растет) преимущество в скорости чтения переходит к приборам с подвижной шкалой и неподвижной стрелкой за счет уменьшения времени зрительного поиска. Поэтому есть основание предполагать, что для электроизмерительных приборов, которые являются индикаторами постоянного пользования, было бы целесообразнее применить горизонтальные, расположенные одна под другой подвижные шкалы с неподвижной вертикальной стрелкой. Это позволит обеспечить достаточную точность считывания показаний в условиях дефицита времени и сократить зону восприятия при компоновке приборов.

Таким образом можно сделать вывод, что расположение приборов контроля и управления на большинстве локомотивов, которые эксплуатируются Укрзализницей, не оптимальное с точки зрения современного представления о психофизиологической нагрузке машиниста локомотива.

Еще одним направлением повышения качества управления локомотивом является совершенствование качества подготовки локомотивных бригад. В настоящее время совершенствование профессиональной подготовки локомотивных бригад вмещает два направления: отработка профессиональных навыков в нормальных условиях эксплуатации и в опасных ситуациях и режимах работы. Прежде всего, подготовка должна быть направлена на улучшение навыков управления локомотивом и умение прогнозировать и заблаговременно выявлять нестандартные ситуации. Для этого наиболее целесообразно использовать тренажерные комплексы, позволяющие моделировать аварийные ситуации без угрозы безопасности движения в реальных условиях [8,9].

Основными преимуществами использования тренажеров является: возможность имитировать ситуацию в реальном масштабе времени; моделирование на тренажерах позволяет создавать широкий спектр ситуаций вплоть до опасных, создание которых в реальных условиях невозможно; тренажер

способствует появлению у машиниста навыков и отработки алгоритма действий в различных ситуациях до автоматизма.

В настоящее время недостаточно внимания уделяется интеллектуализации процессов принятия решений системой управления комплексом. Это позволит значительно улучшить качество процесса подготовки локомотивных бригад. Одновременно с разработкой все более современных программных комплексов, допускаются попытки построения систем, характер функционирования которых все больше приближен к интеллектуальной деятельности человека. Наиболее перспективным направлением является разработка комплексных систем, которые опираются на разветвленное информационное окружение и используют интеллектуальные алгоритмы. Благодаря этому возможно полное устранение инструктора от процесса обучения. Интеллектуальная система сама в состоянии выполнять такие функции, как задание режима текущих процессов, введение переменных составляющих ситуаций, контроль процесса обучения и оценки реакций машиниста.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс интеллектуализации тренажерных комплексов является неотвратимым, так как это значительно повысит качество подготовки локомотивных бригад, что непременно скажется на состоянии безопасности движения в локомотивном хозяйстве.

Как показывает анализ, машинист локомотива оказывается регулятором двух самостоятельных систем, каждая из которых имеет свои каналы обратной связи и свои специфические управляемые объекты.

В одной системе управляемым объектом служит локомотив. С помощью зрения машинист воспринимает информацию о состоянии пути, сигналов, пространства рядом с колеей и т. д. Объем информации такого рода достаточно велик. Подсчет раздражителей, которые действуют на машиниста за период одного рейса, показал, что общее их количество составляет 18-20 тыс., из которых только 10% оказываются производственно важными (светофоры, переезды, ограничители скорости, указатели профиля пути и т. д.) [10,11]. Другие, не являясь производственно важными, в любой момент могут стать ими.

Необходимая для деятельности машиниста непрерывная зрительная оценка различных участков пути часто осуществляется в крайне неблагоприятных условиях, ночью, в туманную или дождливую погоду и т. д. Такая оценка зависит в первую очередь от того, насколько правильно умеет машинист сравнивать различные пространственные величины в нормальных условиях. Сформированная в ходе производственного обучения информационно-моторная система позволяет машинисту воспринимать величину отрезка пути в каждый данный момент поездки. Особую значимость такая непрерыв-

ная оценка приобретает в случаях необходимости экстренного торможения.

Рассмотрим природу ошибок человека, которые он может осуществить во время трудовой деятельности. В работах [12] сформулировано, что надежность работы человека определяется как вероятность успешного выполнения им работы или поставленной задачи на заданном этапе функционирования системы в течение заданного интервала времени при определенных требованиях к продолжительности выполнения работы. Ошибка человека определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение запрещенного действия), которое может привести к повреждению оборудования или нарушению нормального протекания запланированных операций.

Основные транспортные происшествия, случающиеся по вине машиниста локомотива, можно охарактеризовать следующими признаками:

- машинист стремится достичь ложной цели. Практически такие события происходят чаще всего тогда, когда машинист неправильно воспринимает команды диспетчера, сигналы светофора, и т. п. и стремится выполнить действия, приводящие к опасным последствиям;

- цель не может быть достигнута по причине ошибочных действий машиниста. Как правило эти действия обусловлены недостаточной квалификацией, усталостью, отвлечением от управления локомотивом;

- машинист остается бездейственным в ситуациях, угрожающих безопасности движения. Длительное отвлечение от управления и сон являются такими факторами во время ведения поезда.

Качество работы эргатической системы «машинист-локомотив» связано с ее надежностью, при определении которой необходимо учитывать следующее [13]:

1. Показатели надежности должны быть едиными для всех звеньев системы «машинист-локомотив». Поэтому методики оценки надежности такой системы должны максимально использовать показатели, математический аппарат и методы расчета, разработанные в рамках существующей теории надежности технических устройств. При этом показатели надежности системы должны по возможности включать в себя в явном виде показатели надежности ее отдельных звеньев - машиниста и локомотива.

2. При определении надежности системы «машинист-локомотив» с методической точки зрения целесообразно представлять человека-оператора как одно из звеньев системы. В то же время следует понимать, что человек является специфическим звеном с присущими только ему особенностями. Поэтому использование существующей теории надежности при оценке деятельности человека имеет ограниченный характер.

3. Получение универсального выражения для определения надежности системы «машинист-

локомотив» любого типа довольно сложная задача. Поэтому необходимо выявить основные составляющие системы и для каждого из них получить свои выражения для оценки надежности. В основу рассмотрения такой системы должно быть положено изучение процессов (транспортных, информационных, управления), протекающих в ней.

Таким образом, необходимо определить перечень показателей надежности, приемлемых для обобщенной оценки сложной системы, в которой присутствует звено «машинист-локомотив».

Критерий качества работы эргатической системы «машинист-локомотив» в процессе эксплуатации может быть представлен в виде соотношения различных показателей качества, отражающих различные свойства системы.

Зададим комплексный критерий качества системы в виде:

$$K = \sum_{i=1}^n \gamma_i I_i, \quad (1)$$

где γ_i - весовой коэффициент i -го показателя I_i , $i \in [1, n]$;

n - количество частичных критериев.

Каждый из частичных критериев представляет собой функционал

$$I_i = I_i(x, u, x_{зв}, x_{ну}, x_{кк}, q_{лб}, t) = I_i(\bar{X}), \quad (2)$$

где x - вектор технического состояния локомотива;

u - вектор управления;

$x_{зв}$ - вектор задающих влияний;

$x_{ну}$ - вектор начальных условий;

$x_{кк}$ - вектор конечного состояния;

$q_{лб}$ - качество работы локомотивных бригад;

t - время, в течение которого исследуется система.

Функционалы (2) определены на решениях системы

$$\frac{dx}{dt} = f(\bar{X}), \quad (3)$$

Функционалы (2) и уравнение (3) определены в области пространства вектора состояния и вектора управления

$$N(x, u) \geq 0. \quad (4)$$

Вариационная задача состоит в нахождении оптимального управления из области N

$$\{x^*(t), u^*(t)\}, t_0 \leq t \leq t_1. \quad (5)$$

В такой постановке вариационная задача является неопределенной, если неизвестны весовые коэффициенты в выражении (2).

Каждый из частных показателей, образующих комплексный критерий качества, отражающий или иное свойство системы управления, будучи

функционалом, имеет числовое выражение. На основе совокупности этих числовых данных можно оценить конкретный процесс управления. В реальных условиях работы локомотива всегда есть ограничения по энергетическим ресурсам, прочности, тепловым и другим характеристикам.

В работе предлагается в качестве критериев использовать факторы полезности, приведенные в работах [14,15]. Параметрами, которые характеризуют полезность того или иного решения, принятого системой, предлагаются величины сложности нештатной ситуации, отклонения от графика и расхода энергии на тягу. Чем меньшими оказываются прогнозные значения указанных величин в результате принятия решения, тем полезнее это решение.

Полезность решения определим в трехмерной системе координат $(X_{nc}; G; \Delta t)$, где X_{nc} – сложность нештатной ситуации, G – расход энергии на движение поезда, Δt – отклонение от графика движения. Полезность действия в таком случае будет определяться длиной вектора, отложенного от начала координат до точки $(X_{nci}; G_i; \Delta t_i)$, которая определяется прогнозным значением указанных величин в результате того или иного решения, произведенного системой [16].

Таким образом выражение (1) можно конкретизировать и представить в виде

$$K = \sum_{i=1}^3 \gamma_i I_i \quad (6)$$

где I_1 – частичный критерий безопасности движения;

I_2 – частичный критерий расхода энергоресурсов на тягу поездов;

I_3 – частичный критерий соблюдения графика движения поезда;

γ_i – весовой коэффициент i -го частного критерия.

Принятие решения при управлении локомотивом зависит от многих обстоятельств. Предлагается определить основные стратегии управления поездом, которые могут быть применены в различных поездных ситуациях.

Исходя из основных задач, выполняемых локомотивным хозяйством, можно выделить основные стратегии управления, приведенные в табл.

Таким образом возникает задача обоснования значения весовых коэффициентов для различных стратегий управления поездом. Предлагается решение на основе модели прогнозных значений характерных показателей каждой стратегии. Для этого введем дополнительные множества, включающие в себя характерные показатели для каждой моделируемой стратегии управления.

Так для стратегии s_i существует ряд показателей, по которым оценивается качество реализации этой стратегии. Например, для стратегии управления поездом «Максимальная безопасность движения» ключевым показателем будет количество ин-

цидентов на млн. км пробега. Также, используя теорию рисков, можно определить математическое ожидание ущерба от инцидентов, аварий или катастроф.

Представим стратегию управления как множество, содержащее свои характерные показатели $s_i \in (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_j)$, где π_j – j -й показатель оценки реализации стратегии s_i .

Таблица

Стратегии управления поездом

| № | Наименование стратегии | Характеристика стратегии |
|---|--|--|
| 1 | Соблюдение графика движения | Стремление минимизировать временной разрыв между заданным и текущим графиком движения, |
| 2 | Максимальная безопасность движения | Стремление минимизировать риск возникновения транспортного происшествия: снижение скорости, повышенный контроль за состоянием пути и сигналов, применение тормозов с запасом по интенсивности торможения и времени на восстановление зарядки тормозной магистрали. |
| 3 | Минимальный расход энергии на тягу | Уменьшение времени работы на переходных режимах, максимальное использование кинетической энергии поезда, работа оборудования на режимах максимального кпд. |
| 4 | Максимальный уровень надежности подвижного состава | Недопущение перегрузки оборудования локомотива, избежание режимов ненормальной работы оборудования (боксование, перегрев, повышенная вибрация и т. п), повышенный контроль за техническим состоянием локомотива. |

Существуют функции $\pi_j = f(I_i)$, определяющие влияние каждого критерия на показатели данной стратегии управления. Влияние величины того или иного критерия качества управления на показатель π_j , характеризующий отдельную стратегию, предлагается оценить сравнивая производные $\frac{d\pi_j}{dI_i}$.

А общее влияние критерия I_i на стратегию s_i предлагается представить как среднеарифметическое производных

$$A_{I_i/s_i} = \frac{\sum_{j=1}^{k_{s_i}} \frac{d\pi_j}{dI_i}}{k_{s_i}} \quad (7)$$

где A_{I_i/s_i} – величина влияния критерия I_i на стратегию управления s_i ;

k_{s_l} – количество показателей стратегии s_l .

Таким образом, получены абсолютные показатели влияния каждого критерия качества управления на реализацию отдельных стратегий управления.

Для получения величин весовых коэффициентов при расчете качества управления при разных стратегиях, необходимо использовать известный переход от абсолютных к относительным показателям:

$$\gamma_i(s_l) = \frac{A_{I_i/s_l}}{\sum_{i=1}^n A_{I_i/s_l}}, \quad (8)$$

где $\gamma_i(s_l)$ – весовой коэффициент i -го критерия для l -ой стратегии;

A_{I_i/s_l} – величина влияния критерия I_i на стратегию управления s_l ;

$\sum_{i=1}^n A_{I_i/s_l}$ – суммарная абсолютная величина

влияния всех n критериев качества управления на реализацию l -ой стратегии.

Таким образом получен формализованный показатель качества процесса управления движением поезда с использованием различных стратегий.

Выводы. Улучшение качества работы эргатической системы возможно внедрением комплекса мероприятий, направленных на:

улучшение условий работы машиниста путем оптимизации расположения, формы и количества приборов контроля;

совершенствование подготовки локомотивных бригад путем внедрения интеллектуальных технологий в работу тренажерных комплексов для более качественного моделирования и оценки действий обучающегося;

формализацию критерия качества работы эргатической системы «машинист-локомотив» для объективной оценки и сравнения действий локомотивных бригад в различных условиях ведения поезда и при реализации различных стратегий управления.

Указанные предпосылки использованы при реализации тренажерного комплекса для подготовки локомотивных бригад в Украинском университете железнодорожного транспорта.

Л и т е р а т у р а

1. Аналіз стану безпеки руху, польотів, судноплавства та аварійності на транспорті України за 2014 рік. [Текст] – К.: Департамент безпеки на транспорті Мінінфраструктури України, 2015. – 124 с.
2. List of rail accidents (2010–present) [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rail_accidents_\(2010%E2%80%93present\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rail_accidents_(2010%E2%80%93present)), вільний. – Загл. з екрану. – Мова англ. 26.02.2017
3. Human Factors Network seminar presentations [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/HF-Network-seminar-docs.aspx>, вільний. – Загл. з екрану. – Мова англ. 20.02.2017

4. Fomin, O. Modern requirements to carrying systems of railway general-purpose gondola cars [Текст] / O.V. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014, No. 5 – P.31-43.
5. Karvonen H. et al. Hidden roles of the train driver: A challenge for metro automation [Текст] // Interacting with Computers. – 2011. – Т. 23. – №. 4. – С. 289-298.
6. Yin J., Chen D., Li L. Intelligent train operation algorithms for subway by expert system and reinforcement learning [Текст] // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2014. – Т. 15. – №. 6. – С. 2561-2571.
7. Sheridan, T.B. Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems 1995 [Text] / T.B. Sheridan / - Hannover: Pergamon, 1995. – 735 p.
8. Neue technologiegestützte Ausbildungssysteme [Текст] // Nahverkehrs-Prax. – 1999. – № 3. – р. 18–19.
9. Мямлин, С. В. Обзор конструкций технических средств для обучения специалистов ж.-д. транспорта [Текст] / С. В. Мямлин, Е. П. Блохин, В. В. Жижко, Е. А. Письменный // Транспорт: Зб. наук. праць ДНУЗТ. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2006. – Вип. 13. – С.108 – 117.
10. Пузир, В. Г., Устенко О. В., Крот В.С. Технічні засоби для виявлення причин транспортних подій. [Текст] / В. Г. Пузир, О. В. Устенко, В.С. Крот // Зб. наук. праць УкрДАЗТ «Безпека руху та людський фактор на транспорті», № 82 – Харків: 2007. С. 173 – 177.
11. Горобченко О. М. Розробка методики оцінки інформаційного навантаження на локомотивну бригаду [Текст] / О. М. Горобченко // Збірник наукових праць ДнУЗТ, вип.36 – Донецьк, 2013. - С. 141-147.
12. Пузир В.Г. Моделирование надёжности работы локомотивных бригад [Текст] / В. Г. Пузир // Зб. наук. праць / ХарДАЗТ, 2001. – Вип.45. – С.19-22.
13. Пузир В. Г. Наукові основи удосконалення технології передрейсової підготовки локомотивів та локомотивних бригад [Текст] / В. Г. Пузир // Автореф. дис. докт. техн. наук – Харків, 2006. – 21 с.
14. Бабанін, О. Б. Визначення цільової функції для оптимізації процесу керування в ергатичній системі «машиніст-СППР-поїзд» на підставі критерію корисності. [Текст] / О. Б. Бабанін, О. М. Горобченко // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. – К.: ДЕТУТ, 2014. – Вип. 25. – С. 92 – 99. – (Серія «Транспортні системи і технології»).
15. Tartakovskiy E., Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems [Text] / E. Tartakovskiy O. Gorobchenko, A. Antonovych // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Т. 5. – №. 3 (83). – С. 4-11.
16. Горобченко, О. М. Визначення корисності дії інтелектуального агента керування рухом поїзду. [Текст] / О. М. Горобченко // Тези доповідей 71 Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту", 14-15 квітня 2011 р. – Д.: ДНУЗТ, 2011. – С. 63. Сервіс на транспорті : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / [В.М.Николашин, Н.А.Зудилин, А.С.Синицы на и др.] ; под ред. В.М. Николашина. — 4-е изд., перераб. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 304 с.

References

1. Analiz stanu bezpeki ruhu, polotiv, sudnoplavstva ta avariynosti na transporti Ukraini za 2014 rik. [Tekst] –

- K.:Departament bezpeki na transporti Mininfrastrukturi Ukrayini, 2015. – 124 s.
2. List of rail accidents (2010–present) [Electronic resource] / – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rail_accidents_\(2010%E2%80%93present\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rail_accidents_(2010%E2%80%93present)), free. The title. screen. – Language English. 26.02.2017
 3. Human Factors Network seminar presentations [Electronic resource] / – Mode of access: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/HF-Network-seminar-docs.aspx> free. The title. screen. – Language English. 20.02.2017
 4. Fomin, O. Modern requirements to carrying systems of railway general-purpose gondola cars [Text]/ O.V. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014, No. 5 – P.31-43.
 5. Karvonen H. et al. Hidden roles of the train driver: A challenge for metro automation [Text]/Interacting with Computers. – 2011. – T. 23. – №. 4. – С. 289-298.
 6. Yin J., Chen D., Li L. Intelligent train operation algorithms for subway by expert system and reinforcement learning [Text]/IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2014. – T. 15. – №. 6. – С. 2561-2571.
 7. Sheridan, T.B. Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems 1995 [Text]/ T.B. Sheridan/ - Hannover: Pergamon, 1995. – 735 p.
 8. Neue technologiegestützte Ausbildungssysteme [Text] // Nahverkehrs-Prax. – 1999. – № 3. – p. 18–19.
 9. Myamlin, S. V. Obzor konstruktivnykh sredstv dlya obucheniya spetsialistov zh.-d. transporta [Tekst] / S. V. Myamlin, E. P. Blohin, V. V. Zhizhko, E. A. Pismennyiy // Transport: Zb. nauk. prats DNUZT. – Dnipropetrovsk: DNUZT, 2006. – Vip. 13. – S.108–117.
 10. Puzir, V. G., Ustenko O. V., Krot V.S. Tehnichni zasobi dlya viyavleniya prichin transportnih podiy. [Tekst] / V. G. Puzir, O. V. Ustenko, V.S. Krot // Zb. nauk. prats UkrDA-ZT «Bezpeka ruhu ta lyudskiy faktor na transporti», # 82 – Harkiv:2007. S. 173 – 177.
 11. Gorobchenko O. M. Rozrobka metodiki otsinki Informatsiynogo navantazhennya na lokomotivnu brigadu [Tekst] /O. M. Gorobchenko // Zbirnik naukovih prats DonIZT,vip.36 – Donetsk, 2013. - S. 141-147.
 12. Puzir V.G. Modelyuvannya nadiynosti roboti lokomotivnih brigad [Tekst] /V. G. Puzir // Zb. na-uk. prats/HarDAZT, 2001. –Vip.45. – S.19-22.
 13. Puzir V. G. Naukovi osnovi udoskonalennya tehnologiyi peredreysovoyi pidgotovki lokomotiviv ta lokomotivnih brigad [Tekst] / V. G. Puzir // Avtoref. dis. dokt. tehn. nauk – Harkiv, 2006. – 21 s.
 14. Babanin, O. B. Vznachennya tsilovoyi funktsiyi dlya optimizatsiyi protsesu keruvannya v ergatichniy sistemi «mashinist-SPPR-poyizd» na pidstavi kriteriyu korisnosti. [Tekst] / O. B. Babanin, O. M. Gorobchenko // Zbirnik naukovih prats Derzhavnogo ekonomiko-tehnologichnogo universitetu trans-portu. – K.: DETUT, 2014. – Vip. 25. – S. 92 – 99. – (Seriya «Transportni sistemi i tehnologiyi»).
 15. Tartakovskiy E., Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems [Text] / E. Tartakovskiy O. Gorobchenko, A. Antonovych //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – T. 5. – #. 3 (83). – S. 4-11.
 16. Gorobchenko, O. M. Vznachennya korisnosti diyi intelektualnogo agenta keruvannya ruhom poyizdu. [Tekst] / O.

M. Gorobchenko // Tezi dopovidey 71 Mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi "Problemi ta perspektivi rozvit-ku zaliznichnogo transportu", 14-15 kvitnya 2011 r. – D.:DNUZT, 2011. – S. 63.Servis na transporte : ucheb. poso-bie dlya stud. uchrezhdeniy vyssh. prof. obrazovaniya / [V.M.Nikolashin, N.A.Zudilin, A.S.Sinitysi na i dr.] ; pod red. V.M. Nikolashina. — 4-e izd., pererab. — M. : Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2011. — 304 s.

Тартаковський Е. Д., Горобченко О. М., Антонович А. О. Шляхи підвищення якості роботи ергатичної системи «машиніст-локомотив».

Аналіз стану безпеки руху на залізничному транспорті показує, що є значний резерв її поліпшення шляхом зниження шкідливого впливу людського фактору. Для цього пропонується покращення якості робочого місця машиніста, підвищення рівня підготовки локомотивних бригад, організація постійного моніторингу якості керуючої діяльності машиніста залежно від стратегій управління. Формалізація критерію якості управління виконана на основі адитивного показника з використанням часткових критеріїв у вигляді векторних функціоналів.

Ключові слова: локомотивна бригада, ергатична система, управління, поїзд

Tartakovskiy E., Gorobchenko A., Antonovych A. Ways of improving the quality of work ergatic system “train driver-the locomotive”.

Analysis of the state of traffic safety in rail transport shows that a considerable reserve of its improvement lies in the continuation of the harmful effects of human factor on production processes. To realize this it is proposed by improving the quality of the workplace of the driver, increasing the level of training of locomotive crews, the organization of on-going monitoring of the quality control activities of the driver in of belonging from adopted management strategies. Formalization of the criterion of quality control is made on the basis of an additive index using a partial criteria in the form of a vector of functional. The problem of justification of weighting factors for different strategies of train control is solved on the basis of the model predictive values of characteristic parameters of each strategy. This introduced an additional set, which includes specific indicators for each management strategy.

Keywords: locomotive crew, ergatic system, management, train

Тартаковський Е. Д. – д.т.н., професор, завідувачий кафедрою експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків.

Горобченко А. Н – д.т.н., професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків.

Антонович А. О. – аспірант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків.

Рецензент: д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 20.03.2017