

## ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК:625.096

DOI: 10.36535/0236-1914-2022-07-3

### АНАЛИЗ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКАЗОВ В ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДАХ ДАЛЬНЕГО СЛЕДОВАНИЯ

Попов Александр Эдуардович

Оренбургский институт путей сообщения г. Оренбург (ОрИПС) –  
филиал Самарского университета путей сообщения, Российская Федерация,  
a.eh.popov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8190-1262>

**Аннотация.** Обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте является главным направлением исследования. Для решения вопросов обеспечения безопасности движения были собраны статистические данные по событиям (отказам) пассажирских вагонов в поездах дальнего следования. Рассматриваются актуальные решения проблем, связанные с количеством последствий опасных событий и достижения поставленных целей организации, а именно в ходе эксплуатации пассажирских вагонов поездов дальнего следования формирования федеральной пассажирской компании. В статье применен FMEA-анализ процесса, позволяющего обнаружить несоответствия, влияющие на качество и безопасность продукции (пассажирских вагонов). В связи с необходимостью отображения величины риска, и сочетания его компонентов, разработана матрица риска. Разрабатывается карта рисков с учетом достоверных аналитических данных, полученных за определенный период. По результатам исследования, предлагаются мероприятия по снижению (исключению) нежелательных (недопустимых) рисков.

**Ключевые слова:** холдинг Российские железные дороги, федеральная пассажирская компания, филиал, автоматизированная система управления безопасностью движения, события, отказы, пассажирские вагоны поездов дальнего следования, риски, депо.

**Для цитирования:** Попов А.Э. Анализ рисков возникновения отказов в пассажирских поездах дальнего следования//ТРАНСПОРТ: Наука, Техника, Управление. Научный информационный сборник. 2022. №7. С. 16-20. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-07-3.

## RAILWAY TRANSPORT

Scientific article

### ANALYSIS OF THE RISKS OF FAILURES IN LONG-DISTANCE PASSENGER TRAINS

Popov Alexander E.

Orenburg Institute of Railway Transport Orenburg (OrIPS) – branch of Samara  
University of Railway Transport, Russian Federation  
a.eh.popov@yandex.ru

**Annotation.** Ensuring traffic safety in railway transport is the main focus of the study. To address traffic safety issues, statistical data on events (failures) of passenger cars in long-distance trains were collected. The current solutions to the problems related to the number of consequences of dangerous events and the achievement of the goals of the organization, namely, during the operation of passenger cars of long-distance trains of the formation of the federal passenger company, are considered. The article uses FMEA analysis of the process that allows detecting inconsistencies affecting the quality and safety of products (passenger cars). Due to the need to display the magnitude of risk and the combination of its components, a risk matrix has been developed. A risk map is being developed taking into account reliable analytical data obtained over a certain period. According to the results of the study, measures are proposed to reduce (exclude) undesirable (unacceptable) risks.

**Keywords:** Russian Railways holding, federal passenger company, branch, automated traffic safety management system, events, failures, passenger cars of long-distance trains, risks, depot.

**For citation:** Popov A.E. Risk analysis of failures in Long-distance Passenger Trains//TRANSPORT: Science, Equipment, Management. Scientific information collection. 2022. №7. С. 16-20. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-07-3.

**Введение**

Актуальность представленной темы заключается в том, что понятие «безопасность движения» при эксплуатации пассажирских вагонов в поездах является ведущим вектором в деятельности федеральной пассажирской компании. Следует отметить, что в последние годы анализ состояния безопасности движения пассажирских вагонов является одним из центральных показателей, обязательным для разработки организационно-технических мероприятий по минимизации случаев возникновения неисправностей (событий, отказов) в поездах дальнего следования.

**Транспортные происшествия и иные события**

В августе 2021 г. событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, не допущено (2020 г. – 0 событий).

За 8 месяцев 2021 г. допущено 1 событие, связанное с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта (2020 г. – 2 события). Снижение на 50% (рисунок 1).

Последствия допущенного события:

- задержано 3 поезда на 3 ч. 11 мин.;
- по оперативным данным системы автоматизированной системы управления безопасностью движения материальный ущерб холдинга Российские железные дороги составил 25,82 тыс. руб.

В сравнении с 2020 годом допущен рост событий из-за неисправности буксового узла (1/0) вследствие некачественно проведенного ремонта колесной пары.



Рис. 1. Причины возникновения событий за 8 месяцев 2021/2020 г.

**Отказы технических средств**

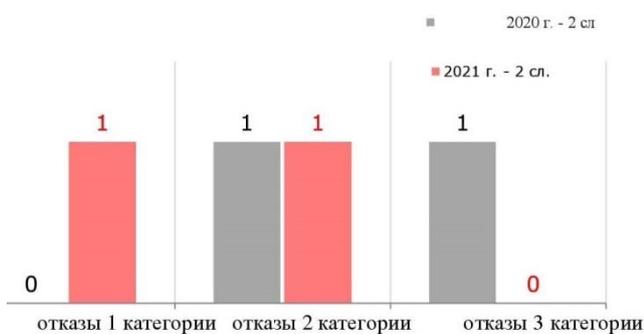


Рис. 2. Количество отказов технических средств (средств 1, 2, категории) за август 2021/2020 г.г.

В августе 2021 г. в федеральной пассажирской компании допущено 2 отказа в работе технических средств пассажирских вагонов (всех категорий) против 2 отказов за аналогичный период прошлого года (рисунок 2),

из них:

- 1 отказ 1 категории (2020 г. – 0 отказов, рост на 1 случай);
- 1 отказ 2 категории (2020 г. – 1 отказ);
- 0 отказов 3 категории (2020 г. – 1 отказ, снижение на 1 случай).

**Анализ случаев срабатывания приборов безопасности**

В августе 2021 г. при эксплуатации пассажирских вагонов допущено 2 случая срабатывания комплексов технических средств многофункциональных для диагностики ходовых частей железнодорожного подвижного состава (далее, КТСМ) (2020 г. – 4 случая, снижение на 50 %). Причинами явились ложные срабатывания КТСМ (2020 г. – 2 случая).

Случаи допущены при следовании поездов формирования 5 и 12 филиалов (рис. 3).

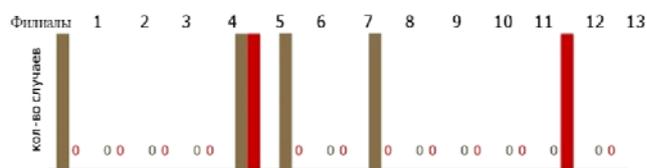


Рис. 3. Диаграмма срабатываний приборов безопасности КТСМ за август 2021/2020 г.г.

За 8 месяцев 2021 г. количество случаев срабатывания напольных приборов безопасности КТСМ при следовании пассажирских поездов составило 15 случаев (2020 г. – 13 случаев, *рост на 15 %*), из них 12 случаев допущено при эксплуатации вагонов с буксовыми узлами с роликовыми подшипниками (2020 г. – 11 случаев) и 3 случая – при эксплуатации вагонов с буксовыми узлами с подшипниками кассетного типа (2020 г. – 2 случая).

Случаи срабатывания КТСМ допущены при следовании поездов формирования: 4-го (3 случая), 5-го (3 случая), 8-го (2 случая), 13-го (2 случая), 3-го (1 случай), 6-го (1 случай), 9-го (1 случай), 12-го (1 случай) и 11-го (1 случай) филиалов.

Причинами срабатывания КТСМ явились ложное срабатывание КТСМ – 9 случаев (2020 г. – 7 случаев), нагрев буксового узла – 4 случая (2020 г. – 4 случая) и нагрев шкива – 2 случая (2020 г. – 2 случая).

В результате срабатывания КТСМ произведена отцепка 2 вагонов (2020 г. - 3 вагона) и выкатка 4 колесных пар (2020 г. – 4 колесных пары).

**Анализ случаев смены колесных пар в пути следования и в пунктах оборота**

В августе 2021 г. допущено 18 случаев смены колесных пар в пути следования и в пунктах оборота (август 2020 г. – 18 случаев), из них:

2 случая смены колесных пар в пути следования (август 2020 г. – 6 случаев) с поездами 7-го (1 случай) и 11-го (1 случай) филиалов;

16 случаев смены колесных пар в пунктах оборота (август 2020 г. – 12 случаев) с поездами 8-го (10 случаев) и 3-го (6 случаев) филиалов.

Причинами возникновения неисправностей колесных пар (рисунок 4), явились:

- эксплуатационные неисправности – 17 случаев (август 2020 г. - 12 случаев), рост на 5 случаев

- нарушение технологии ремонта – 1 случай (август 2020 г. – 2 случая), снижение на 1 случай.

Колесные пары были забракованы по следующим неисправностям [2,с.405]:

ползуны и навары – 7 колесных пар (август 2020 г. – 8 колесных пар), снижение на 1 случай;

дефекты гребня – 5 колесных пар (август 2020 г. – 4 колесных пары), рост на 1 случай;

выщербины – 4 колесных пары (август 2020 г. – 3 колесных пары), рост на 1 случай;

неисправность буксового узла – 1 колесная пара (август 2020 г. – 3 колесных пары), снижение на 2 случая;

равномерный прокат – 1 колесная пара (август 2020 г. – 0 колесных пар), рост на 1 случай.

За 8 месяцев 2021 г. допущено 383 случая смены колесных пар в пути следования и в пунктах оборота (2020 г. – 139 случаев), рост в 2,7 раза (рисунок 8), из них:

123 случая смены колесных пар в пути следования (2020 г.– 31 случай), рост в 4 раза;

260 случаев смены колесных пар в пунктах оборота (2020 г.– 108 случаев), рост в 2,4 раза.

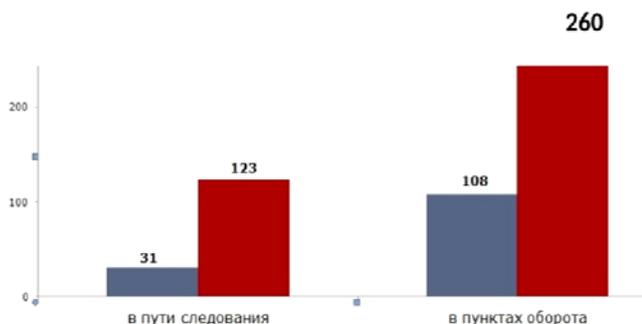


Рис. 4. Количество смен колесных пар в пути следования и в пунктах оборота за 8 месяцев 2021/2020 г.г

Наибольшее количество смены колесных пар допущено с пассажирскими поездами формирования 9-го (132 случая), 8-го (61 случай), 10-го (46 случаев) и 13-го (36 случаев) филиалов (рисунок 5).

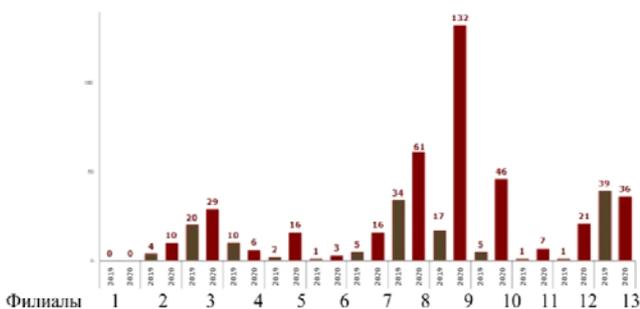


Рис. 5. Количество случаев смены колесных пар в пути следования и в пунктах оборота по филиалам за 8 месяцев 2021/2020 г.г.

Рост количества случаев смены колесных пар в 2021 г. по сравнению с 2020 г. допущен с пассажирскими поездами формирования: 2-го (10/4 случая), 3-го (29/20 случаев), 5-го (16/2 случая), 6-го (3/1 случая), 7-го (16/5 случая), 8-го (61/34 случая), 9-го (132/17 случаев), 10-го (46/5 случаев), 11-го (7/1 случая) и 12-го (21/1 случая) филиалов.

За 8 месяцев 2021 г. колесные пары были забракова-

ны по следующим неисправностям [2,с.405]:

ползуны и навары – 241 колесная пара (2020 г. – 31 колесная пара), рост на 210 случаев;

выщербины – 87 колесных пар (2020 г. – 56 колесных пар), рост на 55 %;

дефекты гребня – 28 колесных пар (2020 г. – 32 колесных пары), снижение на 13 %;

неисправность буксового узла – 9 колесных пар (2020 г. – 12 колесных пар), снижение на 25 %;

равномерный прокат – 6 колесных пар (2020 г. – 6 колесных пар);

кольцевая выработка – 4 колесных пары (2020 г. – 1 колесная пара), рост на 3 случая;

уширение обода – 3 колесных пары (2020 г. – 0 колесных пар), рост на 3 случая;

неравномерный прокат – 2 колесных пары (2020 г. – 0 колесных пар), рост на 2 случая;

неисправность редуктора от средней части оси – 2 колесных пары (2020 г. – 0 колесных пар), рост на 2 случая;

неисправность деталей крепления привода от торца оси – 1 колесная пара (2020 г. – 1 колесная пара).

Причинами возникновения неисправностей колесных пар явились:

эксплуатационные неисправности – 173 случая (2020 г. – 115 случаев), рост на 50 %;

неправильное управление тормозами – 153 случая (2020 г. – 2 случая), рост на 151 случай;

применение экстренного торможения – 22 случая (2020 г. – 4 случая), рост на 18 случаев;

нарушение регулировки тормозной рычажной передачи – 17 случаев (2020 г. – 4 случая), рост на 13 случаев;

нарушение технологии ремонта – 14 случаев (2020 г. – 13 случаев), рост на 8 %;

неисправность воздухораспределителя – 2 случая (2020 г. – 1 случай), рост на 1 случай;

обледенение тормозной рычажной передачи – 2 случая (2020 г. – 0 случаев), рост на 2 случая.

В августе 2021 г. в федеральной пассажирской компании сложился «приемлемый уровень» обеспечения безопасности движения:

по вине федеральной пассажирской компании событий не допущено, допущено 2 отказа технических средств (2020 год – 0 событий и 2 отказа);

по вине сторонних и сервисных организаций событий не допущено, допущено 5 отказов технических средств (2020 г. – 2 события и 12 отказов);

количество учтенных за федеральной пассажирской компанией поездок без электропневматических тормозов составило 13 случаев, что ниже уровня прошлого года на 79 % (2020 г. – 61 случай).

#### Разработка матрицы рисков возникновения отказов

Систематическое проведение оценки рисков в области менеджмента проектов [4,с.1] позволяет обеспечить:

- более реалистичное планирование производства и выполнения проекта;

- своевременное и эффективное принятие необходимых мер;

- уверенность в достижении производственных целей и задач проекта;

- понимание и использование всех благоприятных возможностей;

- эффективное управление возможными потерями;

- эффективное управление проектными и производственными издержками;
- гибкость в результате понимания всех вариантов и связанных с ними рисков;
- эффективное управление развитием инновационных работ и производства;
- снижение влияния непредвиденных и неблагоприятных ситуаций в результате эффективного планирования.

Принцип (порядок) начисления баллов по отказам / событиям, приведенные в таблице 1 заключается в следующем. Одно событие соответствует 100 баллам. Один отказ соответствует 10 баллам.

Категория рисков на матрице [6, с.5] обозначается определенным цветом, присваиваемым ячейке, которая принадлежит к данной категории (до 50 баллов – без цвета, от 51 до 100 баллов – светло серым цветом, от 100 баллов и выше серым цветом).

Разработанная матрица рисков выполнена с учетом цикла PDCA или цикла Деминга (также известный как цикл PDCA или цикл Шухарта) [9, с.3] представляющего собой модель непрерывного улучшения качества, состоящую из логической последовательности четырех шагов: планирование, выполнение, проверка и действие.

Реализация цикла PDCA позволяет федеральной пассажирской компании обеспечить производственные процессы необходимыми ресурсами, осуществить их менеджмент, определить возможности для их применения. Концепция качества Деминга основана на том, что бизнес-процесс перевозки пассажиров должен быть проанализирован и измерен (что было сделано в течение 8 месяцев), чтобы идентифицировать источники

отклонений, которые не соответствуют требованиям безопасности движения. Поэтому бизнес-процессы компании помещаются в непрерывный цикл обратной связи для того, чтобы руководители могли выявить и изменить те части бизнес-процесса, которые нуждаются в улучшении. Таким образом, цикл PDCA может быть применен абсолютно ко всем процессам в том числе перевозке пассажиров железнодорожным транспортом.

Результаты проведенного факторного анализа за август т.г. показали:

- число случаев задержек поездов из-за неисправности тормозного оборудования и смены колесных пар не превысило допустимое значение, однако их влияние на риск возникновения событий и отказов технических средств имеет тенденцию роста;
- несмотря на то, что 7-й и 8-й филиалы имеют «допустимый» уровень безопасности движения, в августе прослеживается отрицательная динамика в вопросах обеспечения надежности перевозочного процесса в структурных подразделениях данных филиалов.

В целях исключения количества случаев задержек поездов из-за неисправности тормозного оборудования и смены колесных пар, в 2022 г. необходимо провести в 7 и 8-м филиалах компании прослеживающие аудиты производственных процессов. По итогам аудитов разработать планы корректирующих и предупреждающих действий и установить контроль за их выполнением.

Матрица рисков возникновения отказов в пассажирских поездах дальнего следования за 8 месяцев 2021 г. представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Матрица рисков возникновения отказов в пассажирских поездах дальнего следования за 8 месяцев 2021 г.**

Уровень риска		МАТРИЦА РИСКОВ За 8 месяцев 2021 года (количество событий/отказов)								
недопустимый	От 101 балла	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	8 месяцев
нежелательный	51-100 баллов									
допустимый	До 50 баллов									
Неисправное оборудование	измеритель									
Тормоза	Баллы	70	70	20	0	20	30	40	40	290
	События/отказы	0/7	0/7	0/2	0/0	0/2	0/3	0/4	0/4	0/29
Букса	Баллы	10	0	110	0	110	0	10	10	250
	События/отказы	0/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	0/1	0/1	2/5
Привод генератора	Баллы	30	0	0	0	0	110	20	0	160
	События/отказы	0/3	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1	0/2	0/0	0/6
Тележка	Баллы	10	20	130	30	20	0	20	0	230
	События/отказы	0/1	0/2	1/3	0/3	0/2	0/0	0/2	0/0	1/13
Электрооборудование	Баллы	50	50	230	0	0	10	30	10	240
	События/отказы	0/5	0/5	2/3	0/0	0/0	0/1	0/3	0/1	0/24
Колесные пары	Баллы	60	0	230	0	0	10	0	10	310
	События/отказы	0/6	0/0	2/3	0/0	0/0	0/1	0/0	0/1	2/11
Ударно-тяговое оборудование	Баллы	20	0	0	0	0	120	0	0	140
	События/отказы	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	1/2	0/0	0/0	1/4
Прочее	Баллы	0	0	120	0	0	0	120	0	250
	События/отказы	0/0	0/1	1/2	0/0	0/0	0/0	1/2	0/0	2/5
По вине ФПК	Баллы	40	0	10	0	100	0	20	20	190
	События/отказы	0/4	0/0	0/1	0/0	1/0	0/0	0/2	0/2	1/9
По вине сторонних организаций	Баллы	210	15	640	60	70	280	220	50	1680
	События/отказы	0/21	0/15	5/14	0/6	0/7	1/8	1/12	0/5	8/88

### Выводы

Таким образом, из матрицы рисков видно, что неисправности в процессе эксплуатации поездов дальнего следования могут возникнуть в первую очередь в таких узлах как: букса, тележка, колесная пара, приводы генераторов, электрооборудование, ударно-тяговые устройства и прочих конструктивных элементах пассажирских вагонов.

Матрица рисков [6, с.5] позволит разработать ряд мер по недопущению отказов в пассажирских вагонах в эксплуатации, минимизировать, либо исключить возникновение событий (отказов) указанных в серой зоне таблицы 1, приходящихся на сборочные единицы и технологические узлы подвижного состава.

Для этого необходимо обеспечить в 2022 году реализацию следующих приоритетных задач:

1. Организовать проведение внутренних аудитов производственных участков депо: колесно - роликового, ремонта приводов генераторов, тележечного, ремонта электрооборудования, ремонта ударно-тяговых приборов.

2. Организовать в депо проведение дополнительных технических занятий с работниками занятыми на ремонте и техническом обслуживании колесных пар и букс, приводов генераторов, тележек, электрооборудования и ударно-тяговых приборов по утвержденным темам, с принятием зачетов.

3. Провести верификацию комплектов технологической документации всех производственных участков и выписок из нее на рабочих местах на предмет наличия внесения изменений и дополнений. В случае выявления отсутствия в технологической документации и выписок из нее на рабочих местах необходимых корректировок – обеспечить их внесение установленным порядком, ознакомив причастных работников под роспись.

4. В ходе работы постоянно действующей комиссии по приемке вагонов в рейс обеспечить проверку технологии технического обслуживания вагонов, обратив особое внимание на качество подготовки таких узлов как: колесные пары, буксы, приводы генераторов, тележки, электрооборудование и ударно-тяговые приборы.

При выявлении несоответствий технологическому процессу подготовки вагонов – замечания устранить до отправления вагонов в рейс.

5. Провести проверку контрольно-измерительных приборов у работников, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт: колесных пар, буксовых узлов, приводов генераторов, тележек и ударно – тяговых приборов на предмет их наличия, исправного состояния, сроков поверки, а также своевременности внесения записей в журналы учета ремонта, периодических проверок и клеймения шаблонов, мерительного и контрольно-поверочного инструмента и приборов, применяемых при техническом обслуживании и ремонте вагонов.

При выявлении замечаний (просроченных дат поверки или неисправных шаблонов) – обеспечить их изъятие из эксплуатации с последующей выдачей годных.

6. При выявлении систематических несоответствий в качестве технического обслуживания и ремонта электрооборудования вагонов специалистами Транспортной ремонтной компании, инициировать перед филиалом расторжение договоров оказания услуг по ремонту электрооборудования пассажирских вагонов с этой организацией, как не обеспечивающей качество ремонта электрооборудования в рамках договорных обязательств<sup>1</sup>.

### Список источников

1. ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Термины и определения» (приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 ноября 2011 г. № 548-ст).

2. Правила технической эксплуатации железных дорог РФ.

3. ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем» (постановление Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 7 июня 2002 г. № 236 - ст).

4. ГОСТ Р 52806-2007 «Менеджмент рисков проектов. Общие положения» (приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 422-ст).

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2011 г. № 680-ст).

6. Распоряжение АО «ФПК» от 29.11.2016 г. №1260р «Об утверждении Положения о системе управления рисками и внутреннего контроля АО «ФПК».

7. Попов А.Э., Нор Е.В. Перспективы применения пьезоэлектрического покрытия на жд транспорте. Журнал Цифровая наука №2 г. Саратов, 2020.

8. Попов А.Э., Паталахин В. Системы автономного управления на подвижном составе. Журнал Цифровая наука №2 г. Саратов, 2020.

9. Цикл Деминга (PDCA) / А.С. Селиверстов, Т.В. Полякова, В.В. Постнов [и др.]. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 8(246). С. 98-99.

### Информация об авторах

**Попов А.Э.** – доцент, кафедры «Логистики и транспортных технологий».

### Information about the author

**Popov A. E.** - Associate Professor, Department of «Logistics and Transport Technologies».

Статья поступила в редакцию 20.03.2022, одобрена после рецензирования 06.05.2022, принята к публикации 20.05.2022.

The article was submitted 20.03.2022, approved after reviewing 06.05.2022, accepted for publication 20.05.2022.

<sup>1</sup> © Попов А.Э., 2022