

8. Сергеев Н.С., Николаев В.Н., Литаш А.В., Зязев Е.В., Гайнуллин Э.Н. Технология и технические средства для приготовления сыпучих кормовых смесей на базе многокомпонентного вибрационного дозатора/Известия Оренбургского ГАУ.-№6(50).-2014.-с.68-72.
9. Патент на изобретение № 2155526 Россия, МКИ<sup>7</sup> А 23 № 17/00, Малогабаритный комбикормовый агрегат./Сабиев У.К. - Оpubл. в Б.И. № 25, 2000г.
10. Фролов К.В. Вибрация – друг или враг? М.: Наука, 1984.-144с.
11. Диментберг Ф.М., Фролов К.В. Вибрация в технике и человеке. М.: Знание, 1987.-160с.
12. Сабиев У.К., Яцунов А.Н., Сабиев И.У. Комбикормовый агрегат/ Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2011. Сб. науч. тр. Sworld. – Т.2. Технические науки. - Одесса: Черноморье, – 2011. –С.63-65.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ «ОПЕРАТОР»

*К.В. Глемба<sup>1</sup>, к.т.н, доц., Ю.И. Аверьянов<sup>1</sup>, д.т.н., проф., А.Г. Карпенко<sup>2</sup>, к.т.н, доц.,  
<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Южно-Уральский государственный  
аграрный университет, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина 76. E-mail: glemba77@mail.ru  
<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина 69. E-mail: angr123@list.ru*

**Аннотация:** Приводится анализ условий и безопасности труда операторов мобильных машин при выполнении транспортных работ, влияющих на безопасность. Рассмотрена методика экспериментальных исследований условий труда операторов мобильных машин при транспортных работах. Представлены экспериментальные исследования влияния функциональных возможностей человека-оператора на безопасность транспортных работ. Особенностью выполнения транспортных работ является постоянно изменяющиеся условия производственной среды, которые влияют как на физиологические возможности адаптации оператора, так и на транспортное средство, что вызывает рассогласование между элементами системы оператор-машина-среда и приводит к резкому снижению уровня ее безопасности. Как следствие, требуется поэтапное изучение показателей профессиональной квалификации. Обработка статистического материала и экспериментальных данных позволяет установить взаимосвязь первичного коэффициента квалификации с дискретными значениями стажа работы. Анализ зависимостей тренажа показал, что после пятой повторности эффективность последующих циклов тренажа дает меньший прирост показателя квалификации, чем предыдущий. Имея математическую модель процесса тренажирования, полученную в результате проведения бальной экспертной оценки показателя квалификации, можно определить необходимое число повторности цикла тренажирования для человека-оператора.

**Abstract:** The article presents the analysis of conditions and labour safety of operators of mobile machines in the fulfillment of transportation work affecting safety. The technique of experimental researches of working conditions of operators of mobile machines in transport operations. Experimental research of the interaction between functional capabilities of the human operator and the security of transport operations. Transport operations are always associated with changing environmental conditions. They affect the physiological capabilities of adaptation of the operator and the reliability of the vehicle. This causes a misalignment between elements of the system operator-machine-environment and leads to a sharp decrease of its security level. This requires a phased study of the indicators of professional qualifications. Processing statistical material and experimental data allows to establish the relationship of initial qualification and level of experience. Dependency analysis when working on the simulator showed that after the fifth repetition, the effectiveness of a subsequent cycle gives a smaller increase of the indicator of skills than the previous cycle. Having a mathematical model of the process of working on the simulator received as a result of the ballroom expert assessment of qualifications, it is possible to define necessary number of repetition of the cycle on the simulator for the human operator.

**Ключевые слова:** риск, травмирование, оператор мобильной машины, транспортный комплекс, транспортные работы, показатель квалификации, функциональные возможности оператора, экспертная бальная оценка.

**Keywords:** the risk of injury; the operator wheeled vehicles; transport sector; transport job; qualification; capability of the human operator; expert score.

Особенностью выполнения транспортных работ являются постоянно изменяющиеся условия производственной среды, которые влияют как на физиологические возможности адаптации оператора, так и на транспортное средство, что вызывает рассогласование между элементами системы оператор-машина-среда (О-М-С) и приводит к резкому снижению уровня ее безопасности. Известно, что безопасность системы О-М-С зависит во многом от человеческого фактора, при этом каждый из элементов этой системы может как повышать, так и понижать уровень безопасности транспортных работ. Особенности условий и безопасность труда операторов мобильных машин при выполнении транспортных работ требуют поэтапного изучения показателей профессиональной квалификации. При этом, конечным этапом исследований является обоснование критерия риска подсистемы «оператор». Известно также, что в настоящее время существуют различные критерии оценки риска травмирования оператора транспортного средства в системе О-М-С [1, 2].

В России с июня 2016 года вступили в силу профессиональные и квалификационные требования к работникам организаций, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом (Приказ Минтранса России от 28 сентября 2015 г. № 287). Требования устанавливают необходимые уровни знаний, умений и навыков профессионального образования, а также стаж (опыт) работы по специальности работников. Усложняющиеся технические системы претерпевают рассогласование с возможностями человека. Недооценка человеческого фактора существенно снижает безопасность функционирования эргатической системы в целом. Для успешной количественной оценки надежности технологической системы О-М-С необходимо определить виды отказов: первичные отказы – результат старения в пределах технических условий, вторичные – возникающие в результате воздействия окружающей среды, дороги, ошибок человека или внутреннего напряжения в системе. Знание вида отказа позволяет уточнить исходные события и провести более точный количественный анализ. У человека-оператора отказами являются ошибки при восприятии, опознании, принятии решений, выполнении управляющих действий, прекращение работы под влиянием стрессовых воздействий и т.п. На основе приема и анализа информации о состоянии системы О-М-С у оператора мобильных машин (ОММ) формируется определенное психофизиологическое состояние, которое постоянно изменяется и приводит к нарушению его функционального состояния и, как следствие – работоспособности, которая обуславливает уровень его эффективности и безопасности в процессе управления. Сложная обстановка и внештатные ситуации, возникающие в процессе управления, требуют от оператора достаточных знаний, навыков и умений для эффективного и безопасного управления мобильными машинами (ММ). Чем опасней внештатная ситуация, тем сильнее нервно-психическое напряжение оператора, и тем больше требуется от него эмоциональная устойчивость, а также своевременные и безошибочные действия. Чем сложнее, мощнее и подвижнее ММ, тем ниже устойчивость режимов работы человека-оператора, выше его нервно-психическое напряжение и эмоциональное возбуждение, и тем опаснее его ошибки [3–16].

**Теоретические исследования.** Анализ множества ошибочных действий ОММ, приводящих к аварийным ситуациям при транспортных работах, показал, что 50 % из них происходит в связи с отсутствием учета психологического группового показателя, 22 % – психофизического, 6 % – физиологического, 19 % – гигиенического и 3 % – антропометрического. Можно утверждать, что на безопасность работы ОММ влияют психические процессы и свойства личности, формирующие его психофизиологическое состояние [17–20].

На транспортных работах у ОММ также изменяется психофизиологическое состояние, которое в условиях производственного процесса постоянно изменяется и приводит к изменению его функционального состояния, снижая работоспособность, обуславливая уровень его безопасности на транспортных работах. Исходя из условий работы ОММ желательно иметь такие личностные качества, как быстрота реакции, концентрация внимания, способность выдерживать длительные нервные нагрузки. Все эти качества связаны с определенным типом нервной деятельности работника, обусловленным свойствами темперамента. Ученый Павлов И.П. положил в основу определения темперамента человека силу, уравновешенность и подвижность нервных процессов. На этой основе он выделил четыре четко очерченных типа высшей нервной деятельности: холерический, сангвинический, флегматический и меланхолический. Сравнительную оценку профессиональной пригодности лиц с различным типом нервной системы с учетом медицинских осмотров нами предлагается проводить по определенной методике. Предлагаемая методика оценки профессиональной пригодности оператора предусматривает: проведение тестирования по методу Айзенка для определения темперамента кандидатов на профессию ОММ; балльную оценку профессиональной пригодности ОММ по

типу темперамента; качественную оценку профессиональной пригодности контингента на должность ОММ. Результаты тестирования респондентов, выполняющих транспортные работы, фиксировались на координатной плоскости в виде графика, где по оси абсцисс интроверсия переходит в экстраверсию, по оси ординат – от низшего нейротизма к высшему [21–23].

Отечественные ученые Котик М.А., Мишуринов В.М., Назимов И.Н., Гуревич К.М., Вайсман А.И., Галанова Л.К. и др. в исследованиях профессиональной подготовки кандидатов на должность ОММ описывают методы прогнозирования профессиональной пригодности с учетом анализа медицинских, образовательных, социальных и других вопросов. Однако они не в полной мере учитывают при оценке профессиональной пригодности некоторые формы психики, например, индивидуально-типологические особенности личности. Результаты экспериментальных исследований показали, что профессионально пригодными для ОММ преобладали лица сангвинического темперамента. Можно утверждать, что повышение безопасности транспортных работ может быть достигнуто путем учета профессиональной пригодности и квалификации оператора к управлению ММ. Высказанные предположения обуславливают проведение экспериментальных исследований по определению профессиональной пригодности и квалификации [22, 23].

**Методика и результаты исследований.** При оценке профессиональных требований особое значение приобретает психофизиологический отбор для профессий операторского типа, в том числе для ОММ. Проведенный обзор литературных источников показал, что профессиональная непригодность препятствует овладению специальностью, причем отсеивание на стадии обучения достигает 60 %, а производственный травматизм у профессионально непригодных на 40–50 % выше, чем у лиц, соответствующих профессиональным требованиям. Анализ существующих тренажерных устройств показал необходимость разработки специальных тренажерных устройств, позволяющих количественно оценить профессиональные качества и безопасность работы ОММ во внештатных (аварийных) ситуациях и формировать у него устойчивые навыки работы в них [20–26].

Целью экспериментальных исследований профессиональной пригодности ОММ являлось подтверждение теоретических предпосылок обоснования влияния параметров и режимов тренажа на показатель уровня квалификации и критерий риска травмирования. По результату бальной экспертной оценки показателя квалификации была составлена математическая модель процесса тренажирования [22–24, 26]:

$$\left(\frac{P_{Эi}}{N_{\Phi}}\right) = e^{a \cdot t_{\Phi}^2} \Rightarrow \begin{cases} \text{при } \frac{N_{\Phi}}{N_{Н}} = 1 \\ \text{получим } -a = \frac{-\ln P_{Эi}}{t_{\Phi}^2} \end{cases} \quad (1)$$

где  $P_{Эi}$  – экспертная оценка показателя квалификации по группам;  $N_{\Phi}$  – фактическое количество правильно выполненных управленческих воздействий, ед.;  $N_{Н}$  – нормированное количество необходимых управленческих воздействий, обеспечивающее качественную и безопасную работу, ед.;  $t_{\Phi}$  – фактическое время, затрачиваемое оператором на управленческие воздействия, мин.

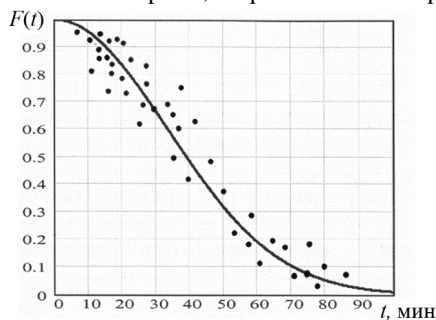


Рис. 1. Корреляционное поле опытных точек нормированного показателя квалификации

При использовании методики экспертных оценок получили корреляционное поле опытных точек (рис. 1) [24, 26]. По экспериментальным данным построен график зависимости, который аппроксимирован экспоненциальной зависимостью вида [24, 26]:

$$F(\tau) = \exp(-4,62 \cdot 10^{-4} \cdot \tau^2), \quad (2)$$

где  $\tau$  – эффективное время, затраченное на управленческое воздействие, ед.

Обработка экспериментальных данных и статистического материала позволяет установить взаимосвязь первичного коэффициента квалификации ОММ с дискретными значениями его стажа  $T$  работы на ММ [24, 26]:

$$P_0 = 0,75 \left[ 1 - 0,88 \cdot \exp\left(\frac{-T}{4,18}\right) \right], \quad (3)$$

где  $P_0$  – первичный показатель квалификации оператора перед тренажированием;  $T$  – стаж работы оператора на мобильной машине, лет.

Показатель квалификации  $P_0$  после первой контрольной тренировки операторов с различным стажем имеет существенный разброс от 0,1 до 0,7 ед. Для того, чтобы уменьшить этот разброс и повысить показатель квалификации операторов с малым стажем проводят повторные циклы тренажирования с контролем уровня квалификации.

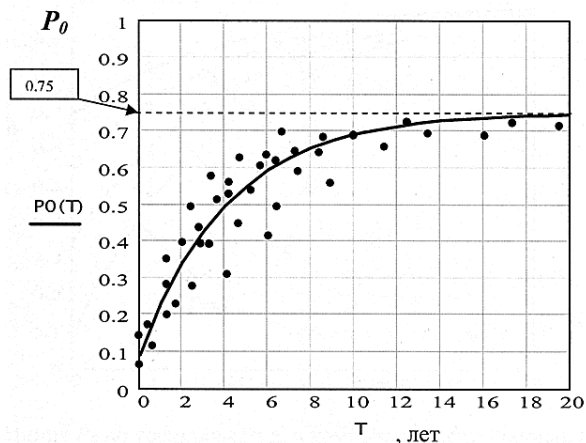


Рис. 2. Зависимость нарастания первичной квалификации  $P_0$  от стажа оператора  $T$ , лет

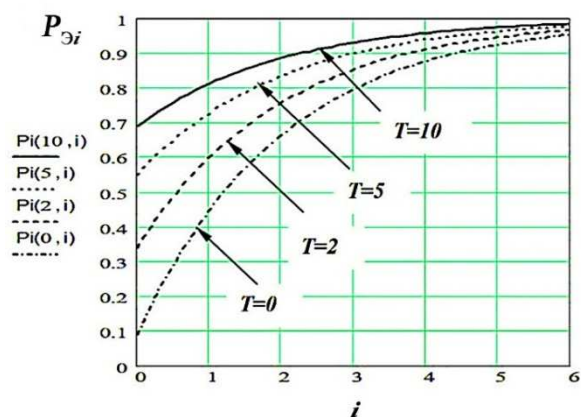


Рис. 3. Зависимость нарастания квалификации  $P_{Эi}$  от числа тренировок  $i$  для операторов с различным стажем  $T$ , лет (0,2,5,10)

Анализ рис. 2 показывает, что показатель квалификации ОММ с ростом стажа его работы возрастает, приближаясь к своему асимптотическому значению  $P_0=0,75$  и более, а интенсивный рост уровня квалификации происходит в первые шесть лет работы [22–24, 26]. Для повышения показателя квалификации ОММ с малым стажем проводятся повторные циклы  $i$  тренажа, результаты которых представлены на рис. 3 и показывают эффективность использования тренажера для ОММ. Анализ зависимостей тренажа показал, что после пятой повторности нижнее значение показателя квалификации  $P_0$  составляет 0,92 ед., а верхнее – 0,98 ед. Эффективность последующих циклов тренажа цикл дает меньший прирост показателя квалификации, чем предыдущий (рис. 4) [22–24].

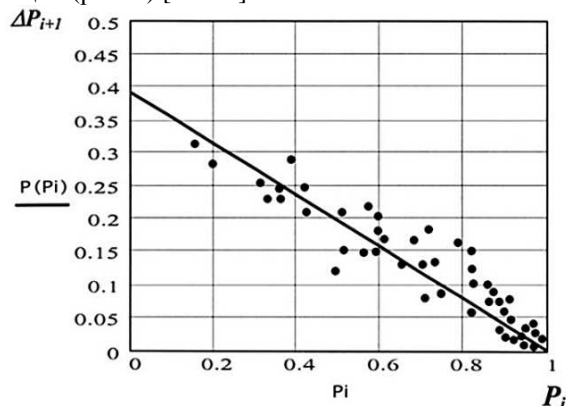


Рис. 4. Экспериментальные результаты зависимости прироста показателя квалификации  $\Delta P_{i+1}$  за одну тренировку от его первичного значения

Экспериментальные данные аппроксимированы линейной зависимостью типа:

$$\Delta P_{i+1} = 0,39(1 - P_i), \quad (4)$$

где  $\Delta P_{i+1}$  – прирост показателя квалификации оператора после  $(i+1)$  цикла тренажирования;  $P_i$  – показатель квалификации оператора после  $i$ -го цикла тренажирования.

Имея математическую модель (1) процесса тренажирования, полученную в результате проведения бальной экспертной оценки показателя квалификации, можно определить необходимое число повторностей цикла тренажирования для операторов со стажем  $T$  для того, чтобы достичь наперед заданного коэффициента  $P^*$ . Так как  $P_0=f(T)$ , то число  $i$  повторных циклов тренажа находим:

$$i = -2 \ln \frac{1,513 \cdot (1 - P^*)}{0,372 + \exp\left[\frac{-T}{4,18}\right]}, \quad (5)$$

где  $P^*$  – задаваемый конечный уровень квалификации.

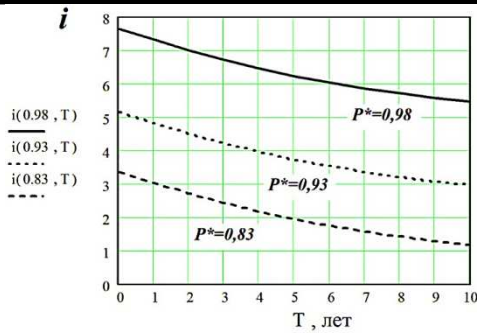
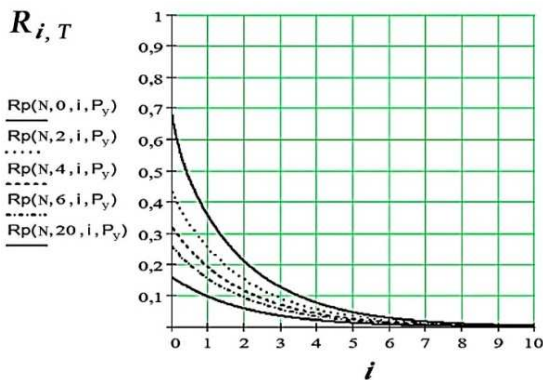
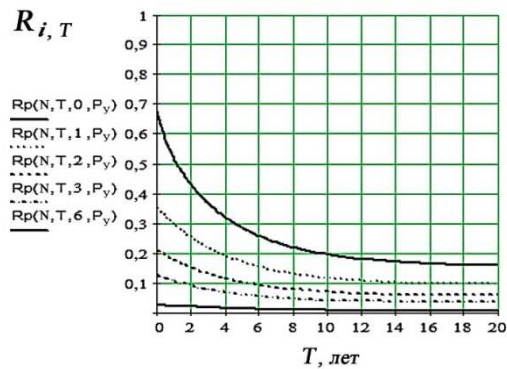


Рис. 6. Зависимость необходимого числа повторностей цикла  $i$  тренажирования от стажа  $T$  работы ОММ для достижения заданного  $P^*$



а)



б)

Рис. 7. Зависимость критерия риска  $R_{i,T}$  травмирования оператора

: а – от числа  $i$  циклов тренажа при стаже  $T$ , лет (0, 2, 4, 6, 20);

б – от стажа работы  $T$  оператора при числе  $i$  циклов тренажа, раз (0, 1, 2, 3, 6)

На основе приема и анализа информации о состоянии подсистем «машина», «дорога» и «среда» у ОММ формируется определенное психофизиологическое состояние, которое в меняющихся условиях производственного процесса постоянно изменяется. Изменение психофизиологического состояния оператора приводит к изменению его функционального состояния и, как следствие, работоспособности, которая обуславливает уровень его эффективности и безопасности в процессе управления автомобилем. Используя материал экспериментальных исследований и аппроксимацию экспериментальных кривых получим уравнение регрессии, отражающее критерий  $R_{\Sigma}$  уровня риска травмирования в системе О-М-С [21–30]:

$$R_{\Sigma} = N + 2 \left( 1 - P_{\Sigma i} \left[ 1 + 0,3N + 0,2P_y \frac{N+3 - 2P_{\Sigma i}}{P_{\Sigma i} + 1/N} \right] \right), \quad (6)$$

где  $P_y$  – показатель, характеризующий удобство работы оператора в рассматриваемой системе с учетом условий, непосредственно влияющих на выходные эргономические показатели его деятельности; (принимая ограничения –  $P_y=1$ ).

На рис. 8 представлена зависимость значений критерия уровня риска  $R_{\Sigma}$  при различных вариациях показателей функциональных возможностей ОММ. Результаты сравнения зависимостей теоретического ( $R_T$ ) [22, 23] и экспериментального ( $R_{\Sigma}$ ) критериев риска травмирования оператора, с учетом показателей ( $\nu$ ) и ( $\tau$ ) при выполнении ОММ управленческих воздействий, показали расхождение значений не более 8 %.

**Заключение.** В связи с тем, что ОММ управляет источником повышенной опасности, и его надежность зависит от его же психофизиологического состояния, то к режиму труда и отдыха предъявляются жесткие требования, обеспечивающие чередование рабочего времени с полноценным отдыхом, а также небольшие перерывы в течение рабочего времени. Причиной ошибок операторов при продолжительном управлении техникой также является и утомление, которое снижает работо-

способность. Утомление может быть непосредственной причиной ДТП или неблагоприятных условий, затрудняющих действия оператора в аварийных ситуациях.

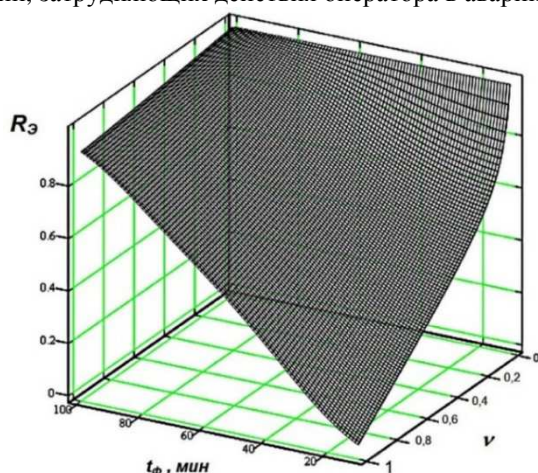


Рис. 8. Зависимости критерия уровня риска  $R_3$  в системе О-М-С от фактического времени  $t_{\Phi}$  (мин), затрачиваемого оператором на управленческие воздействия, и от доли фактически правильно выполненных им управленческих воздействий  $v$

исследуя условия труда ОММ можно отметить, что для них характерна неравномерность рабочей нагрузки, приводящая к значительным колебаниям уровня интенсивности труда.

**Выводы.** Анализ зависимостей показывает резкий характер изменения функциональных возможностей в первый интервал тренажирования после окончания его регламента – периода в 10 мин. Можно заметить, что наименьший риск травмирования ОММ возможен лишь при условии наименьших затрат времени на выполнение программы и наилучшей правильности её выполнения, например, наименьшее значение риска составляет  $R_3=0,03$  при условии времени выполнения программы  $t_{\Phi} \leq 10$  минут и правильности в 100% (или при  $v=1$ ).

Обработка экспериментальных данных и статистического материала позволяет установить взаимосвязь первичного коэффициента квалификации ОММ с дискретными значениями его стажа  $T$  работы на ММ.

Анализ зависимостей тренажа показал, что после цикла пятой повторности нижнее значение показателя квалификации  $P_0$  составляет 0,92, а верхнее – 0,98. Эффективность последующих циклов тренажа цикл дает меньший прирост показателя квалификации, чем предыдущий цикл.

Имея математическую модель процесса тренажирования, полученную в результате проведения бальной экспертной оценки показателя квалификации, можно определить необходимое число повторностей цикла тренажирования для операторов со стажем  $T$  для того, чтобы достичь наперед заданного коэффициента квалификации  $P^*$ .

Литература.

1. Глемба К.В. Оценка потенциальной технологической безопасности подсистемы / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, О.Ф. Скорняков, И.Н. Старунова // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – №12. – С. 40-41.
2. Глемба К.В. Аспекты повышения безопасности подсистемы «оператор» на колесном транспорте / К.В. Глемба, О.Н. Ларин, Ю.И. Аверьянов // АПК России. – 2014. – Т. 70. – С. 34-42.
3. Глемба К.В. Обзор методов определения надежности оператора в динамических эргатических системах / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // Транспорт Урала. – 2012 (январь-март). – №1 (32). – С. 17-22.
4. Глемба К.В. Выявление и совершенствование проблемных взаимосвязей структурных элементов системы безопасности движения мобильных машин / К.В. Глемба, Ю.И. Аверьянов // Вестник ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2013. – Т. 66. – С. 25–34.
5. Глемба К.В. Вопросы применения системного подхода для повышения безопасности дорожного движения / К.В. Глемба, О.Н. Ларин, В.И. Майоров // Ежемесячный научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление». – М.: ВИНТИ РАН, 2013. – №11. – С. 52-55.

6. Глемба К.В. Системный подход к поиску резерва повышения БДД в крупных городах России / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара: СамГТУ, 2013. – С. 165-181.
7. Аверьянов Ю.И. Современные методы оценки безопасности и эргономичности системы «оператор-машина-среда» / Ю.И. Аверьянов, К.В. Глемба, С.А. Спекторук, В.Н. Мельник // Вестник ЧГАУ. – Челябинск: Вестник ЧГАУ, 2005. – Т. 45. – С. 12-17.
8. Глемба К.В. Многокритериальный подход к исследованию оценки безопасности в системах принятия решений при управлении автомобилем // Материалы IV Междун. науч.-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем». – Челябинск: ЮУрГУ, 2012. – С. 45-55.
9. Глемба К.В. Влияние перцептивных процессов пространственного восприятия участников дорожного движения на их безопасность / Вестник ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2012. – Т. 62. – С. 26-31.
10. Глемба К.В. Влияние условий организации дорожного движения на процесс восприятия водителем информации / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // Ежемесячный научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление». – М.: ВИНТИ РАН, 2012. – №11. – С. 55-57.
11. Глемба К.В. Проблемы управления мобильными машинами и обоснование структурных взаимосвязей человеко-машинных систем / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // Материалы междун. науч.-практ. конф. «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2013». – СПб: Ин-т проблем транспорта РАН им. Н.С. Соломенко, 2013. – С. 152-159.
12. Глемба К.В. Проблемы и пути совершенствования элементов пассивной безопасности автомобильного транспорта // Материалы ЛШ междун. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск: ЧГАА, 2014. – Часть IV. – С. 115-120.
13. Глемба К.В. Влияние пертинентности информационного поля на безопасность дорожного движения / АПК России. – 2014. – Т. 68. – С. 7-13.
14. Глемба К.В. Влияние на безопасность движения уровня формализации информационного потока в эргатических системах / К.В. Глемба, С.В. Горбачев // Вестник ОГУ. – Оренбург: ОГУ, 2011. – №10 (129). – С. 88-93.
15. Глемба К.В. Обоснование безопасной скорости движения колесных машин / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, Э.Ю. Кульпин, И.Н. Старунова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – №12. – С. 27-30.
16. Глемба К.В. К вопросу снижения степени тяжести травмирования участников дорожного движения при ДТП / Материалы 66-й науч. конф. «НАУКА ЮУрГУ». – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2014. – С. 218-227.
17. Глемба К.В. Аспекты распределения кинетической энергии удара при ДТП / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // Материалы науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы функционирования систем транспорта». – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – Т. 1. – С. 140-145.
18. Глемба К.В. К вопросу моделирования адаптивной системы поглощения кинетической энергии при ДТП / К.В. Глемба, О.Н. Ларин // IV Междун. науч.-практич. конф. «Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса». – Новокузнецк: КузГТУ, 2014. – С. 275-280.
19. Глемба К.В. Факторы опасности мобильных технологических процессов / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, И.Н. Старунова, С.Ю. Попова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №7. – С. 4-6.
20. Глемба К.В. Интегральный критерий оценки комфортности условий микроклимата в кабинах мобильных сельхозмашин / К.В. Глемба, Ю.И. Аверьянов, В.Н. Кожанов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – №4. – С. 36-38.
21. Глемба К.В. О показателях условий труда и утомляемости операторов мобильных машин сельскохозяйственного назначения / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, И.Н. Старунова // Наука. – 2003. – № 2. – С. 11-17.
22. Глемба К.В. Улучшение условий труда и снижение травматизма операторов мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения: дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2004. – 190 с.
23. Глемба К.В. Улучшение условий труда и снижение травматизма операторов мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Орел, 2004. – 20 с.
24. Глемба К.В. Результаты исследования режимных параметров тренажа операторов мобильных машин / К.В. Глемба, Ю.И. Аверьянов // Материалы конф. – Челябинск: ЧГАА, 2015. – С. 134-140.

25. Глемба К.В. Методы оценки информационной перегрузки оператора в процессе управления машиной / К.В. Глемба, Ю.И. Аверьянов, В.К. Глемба // Вестник ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2010. – Т. 56. – С. 5-10.
26. Глемба К.В. Показатель уровня квалификации оператора мобильной сельскохозяйственной машины / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, О.Ф. Скорняков, Н.В. Светлакова // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – №3. – С. 32.
27. Глемба К.В. Безопасность технического обслуживания машин / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, И.Н. Старунова, Е.В. Шаманова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №11. – С. 21-22.
28. Глемба К.В. Автоматический контроль за исправностью тормозной системы / К.В. Глемба, Ю.Г. Горшков, Ю.И. Аверьянов, И.Н. Старунова, С.Ю. Попова // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – №5. – С. 20-22.
29. Глемба К.В. Автоматическое определение тормозного пути и замедления автомобиля при торможении как фактор обеспечения безопасности дорожного движения. / К.В. Глемба, Ю.И. Аверьянов, А.Н. Загородних, И.В. Гальянов // Вестник ЧГАУ. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – Т. 43. – С. 51-55.
30. Glemba K. V., Averianov Y. I. Substantiation of parameters and operation modes of device for thermal comfort of a mobile machine operator. Procedia Engineering, 2015. Vol. 129, pp. 542-548.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ «ОПЕРАТОР-МАШИНА-СРЕДА» НА ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

*К.В. Глемба<sup>1</sup>, к.т.н, доц., Ю.И. Аверьянов<sup>1</sup>, д.т.н., проф., О.Н. Ларин<sup>2</sup>, д.т.н., проф.*

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Южно-Уральский государственный аграрный университет, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина 76. E-mail: [glemba77@mail.ru](mailto:glemba77@mail.ru)

<sup>2</sup>Российский институт стратегических исследований (РИСИ),  
125413, Москва, ул. Флотская, дом 15Б. E-mail: [larin\\_on@mail.ru](mailto:larin_on@mail.ru)

**Аннотация:** Рассмотрены вопросы системного подхода к исследованию уровня безопасности при транспортных работах и пути повышения безопасности функционирования человеко-машинных систем в транспортном комплексе России. Принципиальные и проблемные вопросы снижения риска травмирования путем предупреждения дорожно-транспортных происшествий, вопросы снижения тяжести их последствий решены не совсем достаточно. При выполнении транспортных работ из-за влияния внешних условий и параметров постоянно изменяющейся производственной среды часто возникают рассогласования между элементами технологической системы О-М-С, что приводит к резкому возрастанию числа их отказов, которые в целом снижают уровень безопасности транспортных работ. В результате анализа влияния основных факторов на уровень риска при выполнении оператором транспортных работ установлено: необходимо исследовать характер изменения входных и внутренних факторов, их влияние на уровень риска подсистемы «оператор»; работа системы О-М проходит в условиях постоянно изменяющихся характеристик входных факторов, т.к. они не подчиняются определенной закономерности и носят случайный характер; количественная оценка подсистемы «оператор» определяется показателем квалификации как функцией от быстродействия и правильности выполнения действий; для повышения уровня выходных факторов системы необходимо повысить функциональную возможность подсистемы «оператор».

**Abstract:** Considered are the issues of a systematic approach to the study of the level of safety in transport operations and ways of increase of safety of functioning of man-machine systems of the Russian transport system. In the world is not enough solved problems reduce the risk of injury by preventing traffic accidents, reducing the severity of their impact. When performing transport works there are often disagreements between elements of the technological system "The Operator, Machine and Environment". Is due to the influence of external conditions and parameters constantly changing environment in the workplace. As a consequence, this leads to a sharp increase in the number of failures of system elements, which reduces the level of safety of transport operations. The analysis of the impact of major factors on the level of risk operators in transport operations has been established: it is necessary to investigate the nature of the change of input and internal factors that influence on the risk level of the subsystem "operator"; system "operator-machine" operates in conditions which are constantly changing and have random in nature; quantitative evaluation