

## **Техника ғылымдары**

shows that the enterprise is an open system that consists of a large number of interconnected subsystems interacting with the surrounding social and production environment. Within the framework of the system approach several basic conceptual directions are highlighted, on the basis of which it is advisable to build occupational safety and health management at enterprises in the near future: improving the organization of work at all stages and stages of labor and production processes; change the strategy of ensuring labor safety through a transition to managing industrial risk. Undoubtedly, it is of interest for specialists to use the technique of identifying and ranking dangerous and harmful production factors in the activities of the organization, the main activity of which is the implementation of technical diagnostics.

УДК 502.175: 504.5 (574.1)

Жапаков Г.М., магистрант

Кухта В.С., кандидат технических наук, доцент

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г.

Уральск, Республика Казахстан

### **К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

#### **Аннотация**

Многообразие решаемых в промышленном производстве задач требует применения большого числа мобильных колесных машин различного назначения. Увеличение производства продукции невозможно без рационального использования каждой единицы мобильной техники, что непосредственно связано с улучшением условий и охраны труда производственного персонала. Высокий уровень травматизма наносит предприятиям и экономике в целом существенный ущерб, при этом одной из наиболее травмоопасных является профессия оператора мобильных колесных машин. Множество научных трудов и методик посвящены анализу причин травмирования, однако на сегодняшний день нет единого комплексного подхода, позволяющего дать достаточно объективную количественную оценку степени тяжести травмирования с учетом основных влияющих факторов. Разработка новых и совершенствование существующих таких методик позволит на основе оценки тяжести травмирования проектировать средства активной и пассивной безопасности для действующих мобильной техники. В настоящей статье на основе анализа литературных источников, результатов ранее проведенных исследований и официальных статистических данных выявляются причины травматизма операторов мобильных колесных машин, определяются источники и факторы опасностей, действующих на систему «оператор - машина - среда». На основе проведенного анализа предлагаются структурная схема обеспечения безопасности транспортно-технологического процесса, алгоритм анализа и оценки рисков травмирования операторов, включающий идентификацию и анализ источников опасности, выработку эффективных мероприятий по уменьшению их уровня.

*Ключевые слова: мобильные колесные машины, оператор, безопасные условия труда, система «оператор-машина-среда», опасные источники и факторы, методика оценки, травматизм, риск, организационные и технические мероприятия.*

Большинство мобильных транспортно-технологических машин во всех отраслях промышленности представлено такими колесными машинами, как легковые, грузовые и специальные автомобили, колесные тракторы и спецтехника, другими видами. Колесные машины обладают высокой маневренностью и повышенными скоростями движения, что при всех преимуществах, определяет их как опасные объекты в системе «оператор-машина-среда». И в первую очередь, они представляют потенциальную опасность для работника, управляющего такой машиной, то есть оператора. Особые условия труда операторов мобильных машин, неудовлетворительное состояние и значительный износ техники предопределяют высокий уровень риска травмирования операторов.

Особенности выполняемой работы затрудняют создание отвечающих требованиям безопасности условия труда, которые у операторов мобильных колесных машин во многом зависят от состояния внешней среды, конструкции техники и других факторов. Используемые в настоящее время колесные машины, как правило, служат более установленного срока и не достаточно оборудованы системами активной и пассивной безопасности. Их движение во время работы осуществляется либо по бездорожью, либо по

дорогам, требующим ремонта. При этом наличие вредных и опасных факторов обуславливает высокие риски заболеваемости работников, включая травматизм, в том числе и с летальным исходом. По данным Всероссийского научно-исследовательского института охраны труда, количество погибших операторов мобильных машин составляет около 50 % от всех погибших на производстве.

Система обеспечения безопасности при работе мобильных колесных машин включает в себя четыре основных направления (рисунок 1): безопасность дорожного движения; безопасность колесных машин;

безопасность участников движения; безопасность грузов.



Рисунок 1 - Структурная схема обеспечения безопасности транспортно-технологического процесса

## Техника ғылымдары

Все перевозки по дорогам осуществляются мобильными колесными машинами, управление которыми осуществляет оператор. В связи с этим анализировать мобильные колесные машины по аспекту безопасности дорожного движения, можно лишь во взаимной связи с человеком (по данным Министерства внутренних дел Республики Казахстан, в 80% дорожно-транспортных происшествий (ДТП) виновен водитель), учитывая дорожные факторы, влияние окружающей среды и состояние перевозимых грузов.

Официальная статистика ДТП в Республике Казахстан учитывает только то их количество, в которых есть погибшие и пострадавшие, а также число последних. В таблице 1 приведены статистические данные по совершенным дорожно-транспортным происшествиям за 2014-2016 гг. по Республике Казахстан и Западно-Казахстанской области [1].

Данные, представленные в таблице, позволяют заключить, что аварийность в республике не только не снижается, но даже существенно возросла. Не снижается уровень ДТП и по Западно-Казахстанской области. Так, за 2014 год в Западно-Казахстанской области было совершено 404 ДТП, а уже за 2016 год 448 случая, т.е. рост аварийности составил 10,9%. Выросло и количество погибших соответственно с 84 до 92 человек (рост на 9,5%).

Таблица 1 - Статистические данные по совершенным ДТП за 2014-2016 гг.

№ п/п	Наименование регионов	Количество Д"Т"П, ед			Погибло, чел.			Ранено, чел.		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
1	Западно Казахстанская область	404	503	448	84	99	92	573	642	546
2	По Республике Казахстан	20378	18890	17984	2585	2453	2390	25942	24055	23389

К безопасности мобильных колесных машин предъявляются следующие основные требования: они должны обладать такими техническими характеристиками, которые помогут оператору уверенно и надежно управлять машиной с минимальными затратами энергии, хорошо ориентироваться в разных дорожных и транспортных ситуациях, а так же обеспечат сохранность жизни водителю и пассажирам в результате возможных ДТП [2].

Согласно первому требованию, мобильная колесная машина должна быть спроектирована так, чтобы снизить вероятность возникновения ДТП, а в критическом состоянии оператор мог бы найти правильное решение. Более 60% несчастных случаев с летальным исходом на мобильной технике происходит в результате ДТП при холостом пробеге техники к месту работы и обратно, при перевозке грузов, людей.

В процессе производственной деятельности при функционировании системы «оператор - машина - среда» на оператора воздействуют следующие основные источники и факторы опасности (рисунок 2) [3].

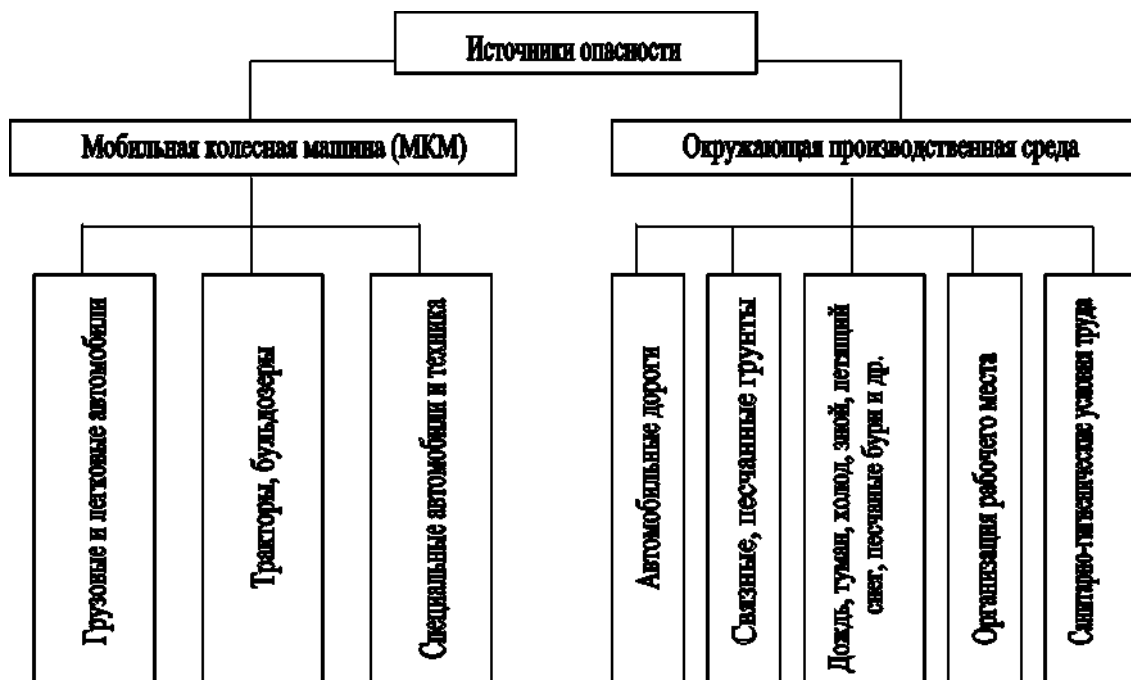


Рисунок 2 - Источники опасности в системе «оператор - машина - среда»

В группе источников опасности «окружающая производственная среда» одним из важнейших является неудовлетворительное состояние автомобильных дорог, которое отражается на эксплуатационных качествах транспортного средства. Проблема бездорожья остро стоит в Казахстане. В таблице 2 представлены данные, характеризующие обеспеченность автомобильными дорогами с твердым покрытием как в целом по Республике Казахстан, так и по Западно-Казахстанской области [1].

Таблица 2 - Показатели, характеризующие обеспеченность автомобильными дорогами с твердым покрытием

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя по годам				
		2012	2013	2014	2015	2016
1	Протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием, км: по Республике Казахстан, по Западно-Казахстанской области,	86217 2531	87140 3101	86581 2251	86419 2262	86244 2221

Как видно из представленных данных, сеть автомобильных дорог не только не растет, но и снижается. Так, в целом по республике данный показатель с 2013 по 2016 гг. снизился с 87140 до 86244 км или на 1,04%, по Западно-Казахстанской области с 3101 до 2221 км или на 39,6%. Указанные значения показателей предопределяют высокий потенциальный уровень аварийности на вышеуказанных дорогах с его последующим ростом.

К другой группе, влияющей на безопасность труда оператора, относится сложность управления мобильной техникой. В производстве мобильные колесные машины работают в смешанных дорожных условиях: бездорожье зачастую сменяется усовершенствованным покрытием и наоборот. Также реальная работа техники характеризуется большим разнообразием условий, неравномерностью объемов перевозок и сезонностью транспортных работ. Так, периоды перевозок на малые расстояния сменяются периодами перевозок на дальние расстояния для доставки грузов и оборудования. Способность мобильных колесных машин работать в различных условиях характеризуется одним из ее эксплуатационнотехнических свойств - проходимостью, под которой следует понимать возможность их использования по бездорожью и на дорогах со скользким покрытием, находящимся в неудовлетворительном состоянии, с условием выполнения при этом возложенных на нее функций [4].

Решение проблемы повышения проходимости и увеличения тягово-сцепных свойств мобильных колесных машин имеет огромное значение для производства. В настоящее время увеличение проходимости

## **Техника гылымдары**

и тягово-сцепных свойств указанных машин осуществляется за счет: увеличения числа ведущих колес (полное использование сцепного веса); уменьшения удельного давления на грунт (применение шин низкого давления и шин с переменным давлением); подбора конструкции протектора, обеспечивающего наилучшие сцепные качества; ликвидации или ограничения буксования ведущих колес и других. Основная причина ограниченного передвижения технически исправной мобильной колесной машины по размокшей и скользкой несущей поверхности - недостаточное сцепление колес с грунтом в ходе работе на промышленных площадках. Такое же явление наблюдается при буксовании колесных машин на укатанных снежных и обледенелых дорогах [5].

Увеличение количества мобильных колесных машин приводит к повышению интенсивности движения на дорогах. В связи с этим значительно усложняется проблема обеспечения безопасности движения. Управляя колесной машиной, водитель постоянно изменяет ее скорость движения в зависимости от состояния дороги и окружающей обстановки. Иногда возникает необходимость экстренной ее остановки в случае появления внезапного препятствия (например: пешеход на проезжей части дороги, неподвижные предметы). При этом могут нарушаться курсовая и боковая устойчивость машины, что приводит к ее заносу и опрокидыванию, удару шин о неподвижное препятствие и другим происшествиям.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что, несмотря на создание новых, более усовершенствованных машин, уровень травматизма операторов остается достаточно высоким. В связи с этим возникает важная проблема - повышение безопасности системы «оператор - машина - среда» в транспортно-технологическом процессе промышленного производства. Проведенный обзор позволил сформулировать следующий вывод: повысить уровень безопасности системы «оператор - машина - среда» возможно путем совершенствования безопасности и охраны труда оператора и основных систем транспортных технологических машин.

Исследование взаимовлияния элементов системы «оператор - машина - среда» дает возможность выявить опасные факторы, возникающие в процессе выполнения технологических операций и на их основе обосновать и разработать методы и технические средства улучшения условий и охраны труда операторов мобильных колесных машин. Создание эффективной системы человек-оператор заключается в поиске оптимального сочетания возможностей машины и человека.

Основным фактором, вызывающим утомление оператора и приводящая к его возможному травмированию, является интегральная экстенсивная напряженность деятельности (нагрузка). Кроме этого, на степень развития утомления сказывается еще ряд факторов, среди которых необходимо выделить следующие: переменный (чередующийся статический или динамический) характер нагрузки, ее интенсивность и характер (распределение во времени).

Статическая физическая нагрузка ведет к большему развитию утомления, чем динамическая, причем субъективно ощущение усталости в этом случае выражено особенно отчетливо.

Время наступления утомления и его характеристики зависят от степени интенсивности нагрузки следующим образом: при увеличении интенсивности нагрузки утомление наступает раньше, при уменьшении интенсивности нагрузки время наступления утомления не изменяется (в последнем случае производительность труда значительно снижается). Существует определенные параметры оптимальной интенсивности нагрузки, при которой утомление развивается медленнее всего.

Помимо величины нагрузки существует и ряд дополнительных, способствующих развитию утомления, факторов. Отдельно друг от друга они не ведут к развитию утомления, однако, в сочетании с действием основного фактора, способствуют более раннему и выраженному наступлению утомления. Эти факторы можно разбить на три следующих группы: микроклимат, использование техники и нарушение режима труда и отдыха.

К первой группе относятся: пониженное содержание кислорода в воздухе рабочей среды, повышенное содержание углекислого газа, высокая температура среды, повышенная влажность, изменение барометрического давления и другие.

Факторами, обуславливающими вторую группу, являются: изменение состава воздуха загрязненность его различными газами (например, продуктами неполного сгорания топлива); действие механических сил, ведущих к вибрации, тряске, ускорениям; воздействие электромагнитных колебаний, шумов и ультразвука; изменение освещенности; неудобство рабочей позы и многое другое.

К третьей группе относятся факторы, связанные, в основном, с нарушением режима труда и отдыха: недостаточность времени для восстановления сил после утомления, неправильное использование перерывов между работой, непродуманная организация времени работы и отдыха.

Как указывалось выше, основные аспекты безопасности труда операторов мобильных колесных

машин необходимо рассматривать в рамках единой системы «оператор-машина- среда». Установлено, что на безопасность протекания транспортно-технологических процессов в производственных условиях значительное влияние оказывают характеристики самого оператора (его квалификация, возраст, физическое и психофизиологическое состояние, другие параметры). Разработанные и эксплуатируемые в настоящее время конструкции мобильных колесных машин далеки от совершенства с точки зрения обеспечения безопасности их функционирования.

Анализ ранее проведенных исследований по вопросам оценки уровня безопасности труда операторов мобильных колесных машин показал, что существующие в настоящее время оценочные методы либо не определяют все количественные характеристики безопасности системы «оператор - машина - среда», либо могут быть использованы в качестве оценки лишь отдельных показателей безопасности функционирования такой системы. Кроме того, многие из таких методов чрезвычайно трудоемки. Все вышеизложенное предопределяет следующую проблему: с одной стороны в настоящее время разрабатываются и внедряются более совершенные мобильные колесные машины, призванные облегчить и обезопасить труд операторов, с другой стороны, травматизм и профзаболеваемость при эксплуатации мобильной техники так и остается на высоком уровне. В связи с этим возникает важная научная и практическая задача повышения уровня безопасности и улучшения условий труда операторов при функционировании системы «оператор - машина - среда» в транспортно-технологическом процессе.

Ряд ученых в сфере охраны труда предлагает оценивать (качественно или количественно) уровень опасности окружающих его производственных процессов или явлений по критерию риска. Анализ и оценка рисков позволяет:

- управлять рисками эффективно планировать и целенаправленно расходовать средства на снижение уровня риска и повышение безопасности труда;
- снизить вероятность возникновения негативных событий до уровня, который можно обеспечить при использовании современной техники и технологии с учетом экономической целесообразности;
- создать основу для страхования ответственности за причинение вреда при возникновении техногенных аварий и несчастных случаев.

Алгоритм анализа и оценки рисков должен включать в себя:

- идентификацию опасностей и рисков;
- анализ источников опасности и их измерение по потенциальному уровню последствий воздействия на производственный персонал и окружающую среду;
- анализ эффективности экономических и административных мероприятий по уменьшению уровня рисков;
- разработку мер по исключению или снижению таких рисков.

Довольно высокий уровень травматизма в промышленности наносит предприятиям и экономике в целом существенный совокупный материальный, социальный и моральный ущерб, при этом одной из наиболее травмоопасных является профессия оператора мобильных колесных машин. Конструктивные особенности самой машины (удобство работы, доступность и безопасность технологических регулировок, мощностные и скоростные возможности машины, тягово-сцепные и тормозные качества, курсовая и боковая устойчивость) в первую очередь должны обеспечивать безопасность подсистемы. Главным элементом этой подсистемы является оператор, который управляет этой машиной и технологическим процессом.

В связи с этим целью проводимых исследований ставится разработка показателя, позволяющего достаточно объективно, с минимальными затратами, оценить риск системы «оператор - машина - среда» в транспортно-технологическом процессе. Степень опасности мобильных колесных машин, как указывалось выше, можно оценить с помощью показателя риска травмирования ( $0 < R < 1$ ), который определяет вероятность получения оператором травм различной степени тяжести. Обоснованное повышение уровня безопасности операторов невозможно без результатов оценки условий труда, дающей не только количественную информацию о состоянии условий труда, но и позволяющей выработать эффективные организационные и технические мероприятия по охране труда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Агенства по статистике Республики Казахстан. Здравоохранение // <http://stat.gov.kz>.
2. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник для вузов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2001. - 247 с.

## **Техника ғылымдары**

3. Олянич Ю.Д. О механизме формирования производственных опасностей в строительстве и путях их реализации в травмах // Сб. науч. тр. ВНИИ ОТ. - Орел: ВНИИОТ, 2006. -С.28-38.

4. Гребенщикова О. А. Улучшение условий труда оператора повышением динамических качеств колес мобильных машин на скользких несущих поверхностях // Матер. междунар. I науч.-практ. конф. - Т. 6. - Челябинск, ЧГАА, 2011. - С.70-78.

5. Пугачев И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие.- М.: Изд. центр «Академия», 2009.- 272 с.

### **ТҮҮН**

Өнеркәсіптік ендірісте қарастырылатын алуан түрлі міндеттер әр түрлі мақсаттағы мобильді доңғалакты машиналардың кептеген түрін қолдануды талап етеді. Ошм ендіріш ұлғайту мобильді машиналардың әр қайсысын тиімді пайдаланусыз мүмкін емес, ал ол ез кезеңде ендірістік қызметкерлердің еңбек жағдайымен және еңбекті ұйымдастырумен тәуелді байланысты. Жарақаттанудың жоғары деңгейі кәсіпорынға, тұтастай алғанда экономикаға едәуір шығын келтіреді. Жарақат ауытқу мамандықтарының бірі - мобильді машиналар операторы мамандығы. Кептеген ғылыми еңбектер мен әдістемелер жарақаттанудың себептерін талдау жасау үшін арналған, бірақ әзір кезде негізгі факторларды ескере отырып, жарақаттанудың ауырлығы деңгейіне объективті баға беруге мүмкіндік беретін бірыңғай кешенді әдіс табылған жоқ. Осындай әдістердің жаңасын жасау және кенесіп жеткізуге жарақаттанудың ауырлығы деңгейін бағалау арқылы мобильді техника үшін белсенді және белсенді емес қауіпсіздік құралдарын жобалауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада әдебиет кездерін талдау, етүзілген зерттеулер нәтижелерін және ресми статистикалық мәліметтерді талдау негізінде мобильді доңғалакты машиналар операторларының жарақаттану себептерін анықталған. Жүргізілген талдаулар негізінде келісім-технологиялық процесстің ауытқудың қамтамасыз етудің қорылымдығы сулбасы, талдау және ауытқу кездерін табу, талдау, ауытқу деңгейін төмендетудің тиімді шараларын жасаудан тұратын операторлардың жарақаттану тәуекелін бағалаудың алгоритмін ұсынылған.

### **RESUME**

The variety of solved tasks in industrial production requires the use of a large number of mobile wheeled vehicles for various purposes. The increase in the production of products is impossible without the rational use of each unit of mobile equipment, which is directly related to the improvement of conditions and labor protection of production personnel. A high level of injuries inflicts significant damage on enterprises and the economy as a whole, while one of the most traumatic is the profession of the operator of mobile wheeled vehicles. A lot of scientific papers and techniques are devoted to the analysis of the causes of injury, but to date there is no single integrated approach that allows to give a fairly objective quantitative assessment of the severity of injury involving the main influencing factors. The development of new and improvement of existing such techniques will allow to design active and passive safety equipment for operating mobile equipment on the basis of an assessment of the severity of injury. In this article, based on the analysis of literature sources, the results of previous studies and official statistics, the causes of injuries of operators of mobile wheeled vehicles are identified, sources and hazards factors affecting the «operator - machine - environment» system are identified. Based on the analysis, we propose a structural scheme for ensuring the safety of the transport and technological process, an algorithm for analyzing and assessing the risks of trauma to operators, including identifying and analyzing sources of danger, and developing effective measures to reduce their level.

УДК 502.175: 504.5 (574.1)

Каиров А.Ж., магистрант

Ширванов Р.Б., кандидат технических наук, доцент

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г.

Уральск, Республика Казахстан

### **АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

#### **Аннотация**

Минимизировать риск травмирования производственного персонала до величины, соответствующей сложившемуся на конкретном этапе научно-технического прогресса уровню развития