

А. Л. Мисун

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: LLM_90@mail.ru*

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ И БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация. Рассмотрены факторы, формирующие условия труда, параметры безопасности, оценочные показатели безопасного выполнения регулировочных воздействий технического средства при эксплуатации. Предложено патентное техническое решение для повышения работоспособности оператора технического средства при выполнении регулировочных воздействий.

Ключевые слова: безопасность, эксплуатация технического средства, регулировочные воздействия, условия труда.

A. L. Misun

*EI "Belarusian State Agrarian Technical University"
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: LLM_90@mail.ru*

ASSESSMENT OF CONDITIONS AND SAFETY OF EXECUTION ADJUSTMENT INFLUENCES DURING OPERATION OF TECHNICAL MEANS

Abstract. Factors shaping working conditions, safety parameters, and estimated indicators for the safe implementation of the regulatory effects of a technical device during operation are considered. A patent technical solution has been proposed to improve the performance of the operator of a technical device when performing regulatory actions.

Keywords: safety, operation of technical equipment, ease of performing regulatory actions, working conditions.

Введение

Процессы труда всегда динамичны, а технологии со временем устаревают. При этом этап идентификации опасностей характеризуется многообразием труднопредсказуемых во времени последствий опасностей при их воздействии на объект. Поэтому в общем случае при идентификации факторов, формирующих условия труда при эксплуатации технического средства (рисунок 1), принимаются во внимание все опасности, которые вызываются оборудованием и материалами, используемыми в производственном процессе, его технологическими особенностями, состоянием производственной среды и уровнем организации охраны труда [1–3]. Разные, порой не совпадающие, а иногда и противоположные взгляды на повышение безопасности производства объясняются высоким уровнем развития индустриального труда, активным применением техники и промышленных технологий, а также тем, что занимаются вопросами повышения безопасности специалисты из разных областей знаний, используя при этом свои методические подходы, зачастую не отражающие специфику функционирования производственных циклов и производственной среды.



Рисунок 1 – Классификация факторов, формирующих условия труда при эксплуатации технического средства

Основная часть

Решение проблемы повышения безопасности труда во многом зависит и от выбора эффективной системы управления производственными рисками [4]. Из года в год средние значения коэффициентов тяжести и частоты несчастных случаев на производстве остаются довольно высокими [5]. Причиной этому служит и то, что работы выполняются в условиях изменяющегося состояния производственной среды. При этом значительное количество травм с тяжелым исходом случается при выполнении технологических регулировок технических средств [6]. Так, при выполнении механизированных работ в условиях изменяющегося параметра состояния производственной среды оператору технического средства приходится многократно (десяtkи раз за смену) выполнять регулировки технического средства, что в дальнейшем сказывается на утомляемости и приводит к повышению риска травмирования оператора. Повышение безопасности (активной и пассивной) при эксплуатации технического средства требует разработки новых научно-методических подходов по выявлению «адресности» факторов риска, прогнозированию развития рискогенных ситуаций, своевременной разработки мер по снижению последствий их влияния [7, 8].

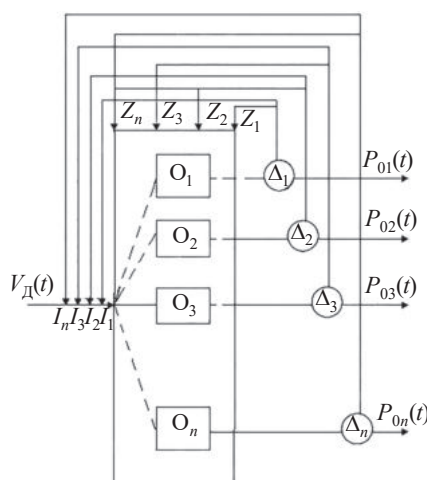


Рисунок 2 – Параметры активной безопасности технического средства при его эксплуатации: где $V_d(t)$ – скорость технического средства; $P_{01}(t)–P_{0n}(t)$ – вероятность безопасного выполнения регулировочного воздействия на техническое средство при нахождении операторов $O_1–O_n$ в опасной зоне срабатывания предохранительного устройства; $\Delta_1–\Delta_n$ – оптимальные допуски на отклонение параметров технологических воздействий (регулировок) от настроечных; $I_1–I_n$; $Z_1–Z_n$ – обратные связи, характеризующие управление активной безопасностью при эксплуатации технического средства с целью соблюдения оптимальных допусков на отклонения параметров $P_{01}–P_{0n}$ от настроечных регулировок

Изменение состояния активной безопасности при эксплуатации технического средства рассмотрим на примере механизированного ухода за клюквенным покровом промышленных чеков (поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника). Следует отметить, что скорость движения технического средства в составе машинно-тракторного агрегата можно рассматривать как возмущающий входной параметр (рисунок 2), влияющий на уровень активной безопасности технического средства при обеспечении требуемой производительности и качества выполнения технологического процесса.

Выходные параметры – $P_{01}(t)$, $P_{02}(t)$, $P_{03}(t)$, – $P_{0n}(t)$ с учетом показателей обратных связей оцениваются вероятностно-статистическими характеристиками случайной последовательности дискретных значений P_{0i} [9].

$$\begin{aligned} P_{01i} &= \frac{t_{01i}}{\left(T_{\text{см}} - \sum_{i=1}^m t_{01i}\right)}, \\ P_{02i} &= \frac{t_{02i}}{\left(T_{\text{см}} - \sum_{i=1}^m t_{02i}\right)}, \\ P_{03i} &= \frac{t_{03i}}{\left(T_{\text{см}} - \sum_{i=1}^m t_{03i}\right)}, \\ &\dots\dots\dots, \\ P_{0ni} &= \frac{t_{0ni}}{\left(T_{\text{см}} - \sum_{i=1}^m t_{0ni}\right)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $T_{\text{см}}$ – время рабочей смены, ч; t_{0ni} – продолжительность выполнения i -й технологической регулировки оператором технического средства, ч; m – количество технологических регулировок.

Следует также отметить, что обратные связи $I_1 - I_n$, $Z_1 - Z_n$ активной безопасности технического средства (рисунок 2) зависят от:

- параметров технологического процесса, выполняемого техническим средством при соблюдении эксплуатационных допусков $\Delta_{1\text{э}} - \Delta_{0_{\text{нэ}}}$;
- повышения эффективности методов и технических средств охраны труда от соблюдения исполнительных допусков $\Delta_{1\text{н}} - \Delta_{\text{ни}}$.

Операторы технического средства ($O_1 - O_n$) в контексте рассматриваемой системы (рисунок 2) при выполнении регулировочных воздействий в опасных зонах технического средства представляют собой рейтинги безопасности или амплитудно-частотные характеристики активной безопасности $[R_{\sigma 1}(\omega)]^2 - [R_{\sigma n}(\omega)]^2$ [9]. В случае нормального распределения ординат процессов $V_d(t)$ и $P_{01}(t) - P_{0n}(t)$, а также принадлежности их к классу стационарных и линейности модели, для управления активной безопасностью технического средства предлагается использовать метод идентификации, основанный на анализе свойств динамической системы, характеризующихся соотношением спектральных плотностей процессов на входе и выходе:

$$\begin{cases} r_{\sigma 1}(i\omega) = \frac{S_{P_{01}, V_d}(\omega)}{S_{P_{01}}(\omega)}, \\ r_{\sigma 2}(i\omega) = \frac{S_{P_{02}, V_d}(\omega)}{S_{P_{02}}(\omega)}, \\ r_{\sigma 3}(i\omega) = \frac{S_{P_{03}, V_d}(\omega)}{S_{P_{03}}(\omega)}, \\ \dots\dots\dots, \\ r_{\sigma n}(i\omega) = \frac{S_{P_{0n}, V_d}(\omega)}{S_{P_{0n}}(\omega)}; \end{cases} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [R_{\sigma_1}(\omega)]^2 = \frac{S_{P01}(\omega)}{S_{V_d}(\omega)}, \\ [R_{\sigma_2}(\omega)]^2 = \frac{S_{P02}(\omega)}{S_{V_d}(\omega)}, \\ [R_{\sigma_3}(\omega)]^2 = \frac{S_{P03}(\omega)}{S_{V_d}(\omega)}, \\ \dots\dots\dots, \\ [R_{\sigma_n}(\omega)]^2 = \frac{S_{P0n}(\omega)}{S_{V_d}(\omega)}, \end{array} \right. \quad (3)$$

где $r_{\sigma_1}(\omega)$, $r_{\sigma_2}(\omega)$, $r_{\sigma_3}(\omega)$, $\dots$, $r_{\sigma_n}(\omega)$ – частотные характеристики активной безопасности технического средства при настроечных регулировках, предусмотренных для предохранительных устройств ($i = 1; 2; 3 - n$); $[R_{\sigma_1}(\omega)]^2$, $[R_{\sigma_2}(\omega)]^2$, $[R_{\sigma_3}(\omega)]^2 - [R_{\sigma_n}(\omega)]^2$ – амплитудно-частотные характеристики активной безопасности технического средства при выполнении оперативных регулировок предохранительных устройств ($i = 1; 2; 3 - n$); $S_{V_d}(\omega)$, $S_{P01}(\omega)$, $S_{P02}(\omega)$, $S_{P03}(\omega) - S_{P0n}(\omega)$ – спектральные плотности процессов $V_d(t)$ и $P_{01}(t) - P_{0n}(t)$ выполнения технологических регулировок предохранительных устройств ($i = 1; 2; 3 - n$); $S_{P01V_d}(\omega)$, $S_{P02V_d}(\omega)$, $S_{P03V_d}(\omega) - S_{P0nV_d}(\omega)$ – взаимные спектральные плотности процессов $V_d(t)$ и $P_{01}(t) - P_{0n}(t)$ при технологических регулировках соответствующих предохранительных устройств ($i = 1; 2; 3 - n$).

Согласно выражению (3), амплитудно-частотные характеристики $[R_{\sigma_1}(\omega)]^2 - [R_{\sigma_n}(\omega)]^2$ могут быть аппроксимированы выражениями вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} [R_{\sigma_1}(\omega)]^2 = \frac{(a_1\omega^2 + I_1)K_1^2}{C_{I_1}\omega^4 + C_{Z_1}\omega^2 + I_1}, \\ [R_{\sigma_2}(\omega)]^2 = \frac{(a_2\omega^2 + I_2)K_2^2}{C_{I_2}\omega^4 + C_{Z_2}\omega^2 + I_2}, \\ [R_{\sigma_3}(\omega)]^2 = \frac{(a_3\omega^2 + I_3)K_3^2}{C_{I_3}\omega^4 + C_{Z_3}\omega^2 + I_3}, \\ \dots\dots\dots, \\ [R_{\sigma_n}(\omega)]^2 = \frac{(a_n\omega^2 + I_n)K_n^2}{C_{I_n}\omega^4 + C_{z_n}\omega^2 + I_n}; \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [R_{\sigma_1}(\omega)]^2 = \frac{(d_{I_1}\omega^4 + d_{z_1}\omega^2 I_1)K_1^2}{C_{01}\omega^6 + C_{I_1}\omega^4 + C_{z_1}\omega^2 + I_1}, \\ [R_{\sigma_2}(\omega)]^2 = \frac{(d_{I_2}\omega^4 + d_{z_2}\omega^2 I_2)K_2^2}{C_{02}\omega^6 + C_{I_2}\omega^4 + C_{z_2}\omega^2 + I_2}, \\ [R_{\sigma_3}(\omega)]^2 = \frac{(d_{I_3}\omega^4 + d_{z_3}\omega^2 I_3)K_3^2}{C_{03}\omega^6 + C_{I_3}\omega^4 + C_{z_3}\omega^2 + I_3}, \\ \dots\dots\dots, \\ [R_{\sigma_n}(\omega)]^2 = \frac{(d_{I_n}\omega^4 + d_{z_n}\omega^2 I_n)K_n^2}{C_{0n}\omega^6 + C_{I_n}\omega^4 + C_{z_n}\omega^2 + I_n}, \end{array} \right. \quad (5)$$

которым соответствуют передаточные функции:

$$\left\{ \begin{array}{l} O_1(S) = K_1^2 \frac{\tau_{z1}S + I_1}{T_{z1}^2 S^2 + T_{z1}S + I_1}, \\ O_2(S) = K_2^2 \frac{\tau_{z2}S + I_2}{T_{z2}^2 S^2 + T_{z2}S + I_2}, \\ O_3(S) = K_3^2 \frac{\tau_{z3}S + I_3}{T_{z3}^2 S^2 + T_{z3}S + I_3}, \\ \dots\dots\dots, \\ O_n(S) = K_n^2 \frac{\tau_{zn}S + I_n}{T_{zn}^2 S^2 + T_{zn}S + I_n}, \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} O_1(S) = K_1^2 \frac{\tau_{I1}^2 S^2 + \tau_{z1}S + I_1}{T_{I1}^3 S^2 + T_{z1}^2 S^2 + T_{z1}S + I_1}, \\ O_2(S) = K_2^2 \frac{\tau_{I2}^2 S^2 + \tau_{z2}S + I_2}{T_{I2}^3 S^2 + T_{z2}^2 S^2 + T_{z2}S + I_2}, \\ O_3(S) = K_3^2 \frac{\tau_{I3}^2 S^2 + \tau_{z3}S + I_3}{T_{I3}^3 S^2 + T_{z3}^2 S^2 + T_{z3}S + I_3}, \\ \dots\dots\dots, \\ O_n(S) = K_n^2 \frac{\tau_{In}^2 S^2 + \tau_{zn}S + I_n}{T_{In}^3 S^2 + T_{zn}^2 S^2 + T_{zn}S + I_n}, \end{array} \right. \quad (7)$$

где $a_1 \dots a_n$, $d_{I1} \dots d_{In}$, $C_{z1, I1} \dots C_{zn, In}$, $T_{z1, I1} \dots T_{zn, In}$, $\tau_{z1, I1} \dots \tau_{zn, In}$ – коэффициенты, устанавливаемые в зависимости от факторов, влияющих на активную безопасность технического средства при его эксплуатации; K_n^2 – коэффициент усиления влияния n -го фактора на активную безопасность технического средства при его эксплуатации.

На основании результатов поисковых исследований важнейшим фактором, влияющим на состояние активной безопасности технического средства для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника, является момент регулировки предохранительной муфты технического средства. Затягивание предохранительной муфты до полного схождения витков ее пружины соответствует состоянию отсутствия муфты на техническом средстве, так как вся силовая цепь от вала приема мощности до срабатывания муфты продолжает работать. В этом случае возможна ситуация деформации элементов рабочего органа технического средства – сдвоенных зубьев (технологический отказ). Это происходит при контакте зубьев с посторонними предметами на чеке, попадающими с его откосов и дамб в результате технологического отвода воды с чека в водоем-накопитель (эту воду используют в зимний период для затопления плантации и послойного вмораживания растений в лед). Если предохранительная муфта затянута слабо, то она срабатывает неоправданно часто, что снижает производительность механизированных работ по уходу за клюквенным чеком. Рациональной регулировкой предохранительного устройства считается та, при которой время ее выполнения ($t_{on i}$) при нахождении оператора технического средства в опасных зонах регулировки будет минимальным ($t_{on i} \rightarrow \min$). При этом зависимость $P(t) = f(n, t)$ достигается за счет сокращения количества технологических регулировок (m) и времени их выполнения (t) при неизменном их количестве.

В связи со случайным характером распределения технологических регулировок по отдельным исполнительным органам технического средства, а также вероятностью их выполнения в опасных зонах при его эксплуатации, оптимальное количество технологических регулировок по условию максимальной безопасности оператора технического средства обосновывается, исходя из

вероятностно-статистических характеристик процессов $P_{01}(t) - P_{0n}(t)$, которые, в свою очередь зависят от вероятностно-статистических характеристик процесса $V_d(t)$ и амплитудно-частотных характеристик $[R_{\sigma 1}(\omega)]^2 - [R_{\sigma n}(\omega)]^2$ активной безопасности технического средства. Стратегия оптимизации этих характеристик определяется исходя из физического смысла функции спектральных плотностей $S_{P_{01}}(\omega) - S_{P_{0n}}(\omega)$ процессов $P_{01}(t) - P_{0n}(t)$, что позволяет определить преобладающий спектр $\omega_{01} - \omega_{0n}$ колебаний параметра и соответствующую ему дисперсию процесса. Исходя из логической сущности этих процессов, параметры $\omega_{01} - \omega_{0n}$ характеризуют преобладающую частоту технологических регулировок, а $D_{01} - D_{0n}$ – длительность их сохранения.

Для обоснования оценочных показателей удобства безопасного проведения технологической регулировки технического средства использовался математический аппарат теории целенаправленной механики человека, поскольку тело человека можно моделировать в виде агрегата твердых тел (звеньев), связанных между собой при помощи как подвижных, так и неподвижных соединений [10]. Положение рассматриваемой модели – модели руки человека, состоящей из трех звеньев («трехзвенник») и способной вращаться относительно вертикальной оси, определялось углами ориентации звеньев «трехзвенника» в его плоскости, если точка крепления опорного сустава «трехзвенника» к плечевому суставу неподвижна или движется заранее заданным образом. Результаты проведенных исследований позволяют оценивать область удобства (досягаемости) технологической регулировки (F) с учетом физиологически возможных показателей положения тела и рук работника (таблица 1), антропометрических его характеристик и условий выполнения регулировочных работ [10]:

$$F = \left[\sqrt{(x_E - x_D)^2 + (y_E - y_D)^2} - (l_1 + l_2 + l_3/2) \right] K_a K_{т.р.}, \quad (8)$$

где x_E, y_E – координаты конечной точки «трехзвенника», принадлежащей звену, имитирующему кисть руки, находящуюся в положении после выполнения регулировки; x_D, y_D – координаты точки крепления опорного сустава «трехзвенника» (руки) к плечевому суставу (надплечью); l_1, l_2, l_3 – длины звеньев «трехзвенника», имитирующих соответственно плечо, предплечье, кисть; K_a – коэффициент, учитывающий антропометрические характеристики (таблица 2); $K_{т.р.}$ – коэффициент, учитывающий условия выполнения технологической регулировки технического средства (таблица 1).

Область удобства (досягаемости) для выполнения технологической регулировки технического средства оценивается в пять баллов (наивысший балл), если выполняется условие [10]:

$$\left[\sqrt{(x_E - x_D)^2 + (y_E - y_D)^2} - (l_1 + l_2 + l_3/2) \right] K_a K_{т.р.} < 0. \quad (9)$$

Показатель безопасности проведения регулировочных работ определяется с учетом вероятности нахождения оператора технического средства в опасных зонах при выполнении технологических регулировок, наличия (отсутствия) дополнительного оборудования и др.

Таблица 1 – Исходные данные для оценки «удобства» выполнения технологической регулировки технического средства [10]

Положение тела оператора технического средства	Положение рук	Коэффициент $K_{т.р.}$	
		Оценка	
		в отн. ед.	баллах
1. Стоя или сидя	перед собой на уровне груди	1,0	5
2. То же, что в п. 1	над головой	0,8	4
3. Стоя или сидя с поворотом или наклоном туловища до 90°	то же, что в п. 1	0,8	4
4. В приседе	то же, что в п. 1	0,6	3
5. То же, что в п. 3	сбоку с изгибом, работа левой рукой	0,4	2
6. Стоя, в приседе или сидя с поворотом и наклоном туловища до 90°	то же, что в п. 1	0,4	2
7. Сидя, стоя, подтягиваясь	над головой или сбоку	0,2	1
8. Лежа на спине	перед собой на уровне груди, сбоку, над головой	0,2	1
9. Работа с использованием дополнительных опор и др.	перед собой на уровне груди, сбоку, над головой	0,2	1

Таблица 2 – Результаты исследований антропометрических характеристик работников [10]

Количество замеров	Группа роста	Длина, мм						Коэффициент, K_a
		плечо		предплечье		кость		
		муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.	
5	А	317	291	238	220	172	160	0,91
5	Б	331	295	251	227	177	168	0,91
5	В	335	301	254	236	182	173	0,92
5	Г	337	312	277	244	189	181	0,94
5	Д	340	319	280	251	199	191	0,92

Частое выполнение регулировочных воздействий на техническое средство при неудобном расположении узлов технологических регулировок приводит к повышению физической нагрузки в области шейного и поясничного отдела позвоночника, быстрому утомлению оператора, болевым ощущениям в суставах. Эти последствия могут стать причиной как развития ряда профессиональных заболеваний, так и причиной снижения производственной безопасности. Для повышения пассивной безопасности эксплуатации технического средства, улучшения условий труда, снижения негативных последствий выполнения регулировочных воздействий в труднодоступных местах нами предлагается специальное техническое устройство (рисунок 3), устанавливаемое под мышцу спинного или шейного отделов позвоночника. Оператор технического средства, надавливая своим весом на выступы технического устройства, ориентируется на появление небольшой боли в мышцах. При этом в момент надавливания происходит рефлекторное расслабление сжатой мышцы. Время массажа на одном участке позвоночника составляет от двух до пяти минут. Снятие мышечного спазма способствует освобождению корешков спинного мозга, улучшает функции внутренних органов, нервируемых этими нервными каналами [12], что в итоге способствует повышению работоспособности оператора технического средства при выполнении регулировочных работ.

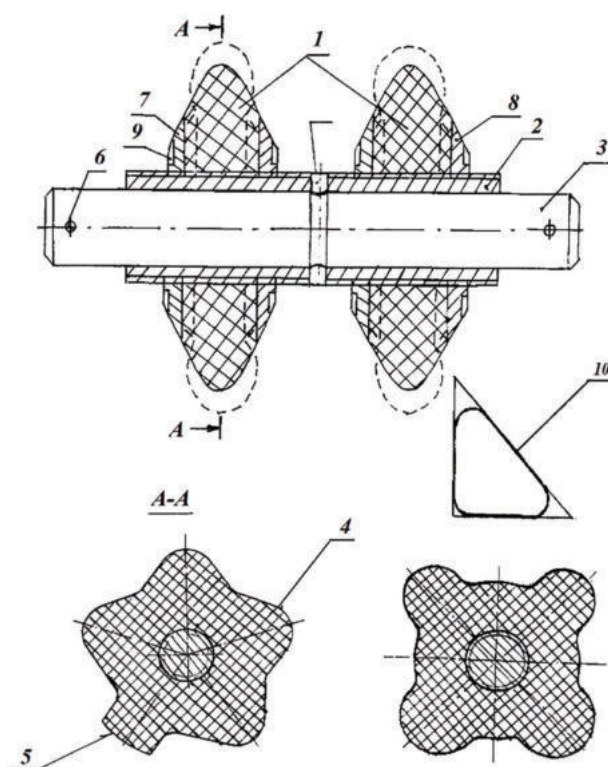


Рисунок 3 – Техническое устройство для массажа мышц спины и шеи [11]:

1 – корпус; 2 – втулка; 3 – ось; 4, 5 – массирующий элемент; 6 – верхнее отверстие;
7 – левый прижимной диск; 8 – правый прижимной диск; 9 – ребра-зацеп; 10 – опорная поверхность

Заключение

В результате проведенных исследований обоснованы параметры активной безопасности и оценочные показатели удобства безопасного проведения технологических воздействий на узел технического средства. Предложено патентное решение для поддержания работоспособности оператора технического средства при выполнении труднодоступных регулировок.

Список использованных источников

1. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «Об охране труда» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2003–2024. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=N10800356> (дата обращения: 10.10.2024).
2. Алексеенко, А. С. Условия труда и безопасность работы операторов мобильных сельскохозяйственных машин в АПК Республики Беларусь / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 280–285.
3. Производственный травматизм операторов сельскохозяйственных машин в Республике Беларусь и пути его профилактики и минимизации / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, А. Н. Кудрявцев [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1. – С. 90–93.
4. Мисун, А. Л. Анализ причин и видов профессиональных рисков / А. Л. Мисун, И. Н. Мисун // Инновационная деятельность в модернизации АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Курск, декабрь 2016 г. / Курск. гос. с.-х. акад. ; редкол.: В. А. Семькин [и др.]. – Ч. 2. – Курск, 2017. – С. 241–245.
5. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун, В. А. Агейчик, А. Л. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2012. – 192 с.
6. Мисун, А. Л. Оценка производственного риска при возделывании сельскохозяйственных культур / А. Л. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 11. – С. 134–139.
7. Мисун, А. Л. Прогнозирование безопасного использования сельскохозяйственных машин в растениеводстве по их показателю приспособленности к выполнению технологических регулировок / А. Л. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2021. – № 3. – С. 2–10.
8. Мисун, Л. В. Профессиональный отбор операторов мобильной сельскохозяйственной техники как метод предупреждения производственного травматизма в АПК / Л. В. Мисун, А. Н. Гурина, А. Л. Мисун // Агропанорама. – 2011. – № 5. – С. 45–48.
9. Белова, Т. И. Обеспечение технологической безопасности картофелеуборочных машин / Т. И. Белова, Л. М. Маркарянц. – Брянск : Брянская ГСХА, 2011. – 251 с.
10. Мисун, А. Л. Прогнозирование удобства выполнения технологических регулировок технических средств с учетом антропометрических характеристик работника и условий их проведения / А. Л. Мисун // Горная механика и машиностроение. – 2023. – № 1. – С. 75–81.
11. Патент ВУ 13205. Устройство для самомассажа глубоких мышц спины и шеи оператора мобильной сельскохозяйственной техники при проведении регулировочных работ лежа в случае неудобного расположения узлов технологических регулировок : опубл. 30.04.2023 / А. Л. Мисун, Л. В. Мисун, О. Г. Агейчик, В. А. Агейчик.
12. Мисун, Л. В. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности : учеб.-метод. пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, И. Н. Мисун. – Минск : БГАТУ, 2021. – 200 с.