

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Леонов, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Гурина, аспирантка, Ю.А. Орлова, студентка (БГАТУ)

Аннотация

Разработана модель профессиональной успешности и безопасности операторов мобильной сельскохозяйственной техники, обоснована их градация на успешно и условно пригодные, в зависимости от психофизиологических факторов.

The model of professional success and safety of operators of mobile agricultural machinery is developed. Their gradation on successfully and conditionally suitable depending on psycho-physiological factors is justified.

Введение

Объективными предпосылками травматизма и несчастных случаев на производстве становится неизбежное взаимодействие человека с высокопроизводительным оборудованием, эксплуатирующимся при больших силовых нагрузках, давлениях, скоростях, температурах, уровнях шума, запыленности, вибрации и радиации.

Широкий спектр современных средств механизации АПК, характеризующихся высокими скоростными и силовыми нагрузками, вызывает у оператора повышенную психофизиологическую нагрузку, которая является неотъемлемой частью функционирования системы «оператор–машина–среда» (ОМС). Высокий профессионализм оператора заключается не в том, что он блестяще выходит из аварийных ситуаций, а в том, что, грамотно управляя техникой, он не попадает в них. Тем не менее, безотказно работающих машин и механизмов практически не существует, и поэтому при возникновении аварийной ситуации различной сложности необходимо мгновенное вмешательство оператора. В этот момент для эффективного управления техникой, от оператора, помимо профессионализма, технического интеллекта и опыта работы, требуются высокие личностные качества, такие как скорость реакции, устойчивость внимания, координация движений, так как от своевременности, безошибочности и эффективности его действий зависит сохранность жизни людей и оборудования. Следует также отметить, что основным фактором производственного травматизма в АПК, как с тяжелым, так и со смертельным исходом, является воздействие на работника движущихся и вращающихся элементов технического средства, а наиболее травмоопасной (23 % от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым и смертельным исходом) является профессия оператор мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) (тракторист-машинист, механизатор, комбайнер) [1].

Залогом успешной работы оператора МСХТ служит доскональное знание технологического процесса, требований производственной эксплуатации технического средства и техники безопасности, то есть все то, что называется высоким техническим интеллектом. Это позволяет оператору предупреждать возникновение аварийной ситуации, правильно выделить из множества различных отклонений наиболее существенные и выбрать оптимальный режим работы.

Факторы, которые приводят к травматизму в АПК, можно разделить на две основные группы:

– факторы, вызывающие аварийный выход из строя работающие машины и оборудование (скрытый брак в изготовлении узлов и деталей, незапланированный повышенный их износ, форс-мажорные условия при эксплуатации техники);

– человеческий фактор, связанный с усталостью, потерей внимания, снижением реакции в процессе трудовой деятельности. Анализ научно-технической литературы по этой проблеме показал, что выявление приоритетности факторов, предопределяющих травматизм в системе «оператор – машина–среда», является актуальной задачей и требует своего дальнейшего исследования.

Основная часть

Научные исследования и практика показывают, что если психофизиологические качества человека соответствуют требованиям профессии, то он, при прочих равных условиях, быстро и эффективно овладевает ею, успешно и без срывов выполняет необходимую работу. При отсутствии такого соответствия необходимый уровень мастерства либо не достигается, либо, если и достигается, то исполнитель «платит за это несоразмерно высокую физиологическую цену», работая на пределе своих возможностей. В результате резко повышается вероятность профессионального срыва в критической ситуации, увеличивается риск возникновения и обострения психических расстройств.

Проблема определения соответствия индивидуальных качеств оператора МСХТ профессиональным требованиям должна решаться путём отбора по некоторым научно-обоснованным алгоритмам, важнейшим среди которых является психофизиологический, так как только в случае соответствия психофизиологических факторов оператора характеру его труда, можно ожидать ускоренного приобретения требуемых профессиональных навыков для решения производственных задач. К этому следует добавить, что профессиональную успешность и безопасность работника трактуют как пригодность к данной профессии, и с учетом результатов исследований в других областях производственной деятельности человека (строительстве, на транспорте, металлургии) ее можно спрогнозировать на основе знания таких его психофизиологических факторов, как скорость реакции, устойчивость внимания и координация движений. Количественное определение вышеуказанных факторов осуществляется по известным методикам [2, 3]. Так, скорость реакции r оператора МСХТ определяется тестированием по таблицам Шульте путём определения среднего времени, затраченного на поиск цифр в заданном квадрате [2]. За 5 баллов принимается скорость реакции идеального оператора (табл. 1).

Таблица 1. Оценка пригодности оператора МСХТ от скорости реакции

Пригодность оператора	Скорость реакции r , балл
Успешно пригодные	$4,0 \leq r \leq 5,0$
Условно пригодные	$3,0 \leq r < 4,0$
Непригодные	$2,5 \leq r < 3,0$

Для определения фактора устойчивость внимания b оператору МСХТ предлагается в течение двух минут вычеркнуть из таблицы Анфимова определенное число символов. При этом оценивается общее количество символов, число правильно зачеркнутых, пропущенных и ошибочно вычеркнутых [2]. Устойчивость внимания измеряется в баллах (табл. 2).

Таблица 2. Оценка пригодности оператора МСХТ от устойчивости внимания

Пригодность оператора	Устойчивость внимания b , балл
Успешно пригодные	$4,0 \leq b \leq 5,0$
Условно пригодные	$3,0 \leq b < 4,0$
Непригодные	$2,5 \leq b < 3,0$

Оценить статическую координацию k оператора МСХТ, частоту и устойчивость движений, например кисти руки, можно с помощью довольно простых, не требующих специального оборудования, тестов [3]. Для данных исследований использовался «теппинг-тест»: подсчитывалось количество точек, поставленных оператором МСХТ в каждом из четырех равных квадратов на листе бумаги. Снижение количества точек от квадрата к квадрату свидетельствует о недостаточной устойчивости двигательной сферы и нервной системы, а снижение лабильности нервных про-

цессов ступенеобразно (с увеличением частоты движений во втором или третьем квадратах) – показывает о замедлении вработываемости оператора. В табл. 3 приведена оценка пригодности оператора МСХТ в зависимости от такого психофизиологического фактора, как координация движений.

Таблица 3. Оценка пригодности оператора МСХТ от координации движений

Пригодность оператора	Координация движений k , балл
Успешно пригодные	$4,0 \leq k \leq 5,0$
Условно пригодные	$3,0 \leq k < 4,0$
Непригодные	$2,5 \leq k < 3,0$

Следует отметить, что эффективность труда молодых операторов определяется, прежде всего, факторами, которые свойственны молодости. Так, например, скорость реакции для операторов до 30 лет имеет наибольшую величину, хотя по своим знаниям и опыту молодые, безусловно, уступают более опытным коллегам. Однако операторы в возрасте 30-45 лет характеризуются наиболее высокой стабильностью рассмотренных психофизиологических факторов, эффективнее операторов других возрастных групп набирают знания и опыт в своей профессии. Дальнейшая возрастная динамика изменения профессиональной пригодности рассматриваемых работников АПК определяется биологическим старением организма с соответствующим снижением психофизиологических факторов. Кроме того, было установлено, что в конце рабочей смены скорость реакции операторов МСХТ уменьшалась на 25 %, а устойчивость внимания – на 27 %, что объясняется утомлением оператора в конце рабочей смены и ростом нервно-эмоционального напряжения.

Для изучения влияния перечисленных выше факторов на профессиональную успешность и безопасность операторов МСХТ авторами публикации была принята рандомизация, которая выражалась в том, что операторы, психофизиологические факторы которых исследовались (выборка из 20 человек), подбирались таким образом, что их стаж и возраст случайным образом находились в интервале 2-35 года и 19-55 лет, соответственно. Кроме того, определение психофизиологических факторов этих операторов производилось случайным образом в течение всего рабочего дня.

В качестве параметра оптимизации Y был выбран параметр, характеризующий профессиональную успешность и безопасность оператора МСХТ, который определялся как среднее арифметическое 3-х экспертных оценок. При субъективной оценке эксперты учитывали и технический интеллект оператора, и производственные показатели, и дисциплину труда, и число нарушений разного вида за последние 2-3 года. Словом всё, что в конечном итоге определяет профессионализм, успешность, надёжность и безопасность труда. В качестве экспертов рекомендуется выбирать наиболее опытных и ответственных работников. В нашем

случае в качестве экспертов выступали главный инженер, заведующий мастерскими и инженер по охране труда. В арсенале экспертов были 7 оценок: 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5, так как более подробная градация оценок затруднительна на практике.

Результаты оценки профессиональной успешности и безопасности оператора МСХТ в зависимости от скорости реакции, устойчивости внимания и координации движений приведены в табл. 4. В этой же таблице приведены рассчитанные значения выборочных средних \bar{Y}_j и выборочных дисперсий S_j^2 в каждом опыте ($j = 1, \dots, 20$).

В табл. 5 приведены факторы, интервалы их варьирования и формулы перевода натуральных значений факторов в нормированные и обратно.

Моделирование профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ от выбранных психофизиологических факторов целесообразно начинать с линейной модели (число факторов $k = 3$):

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3. \quad (1)$$

План эксперимента, представленный в табл. 4, не ортогональный, так как $\sum_{j=1}^{20} X_{rj} X_{sj} \neq 0, r, s = 1, 2, 3$ [4].

Это означает, что варьируемые факторы в той или иной степени являются зависимыми. Трудно представить себе оператора, который имея высокую скорость реакции и хорошую устойчивость внимания, обладает низ-

Таблица 4. Оценка профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ

Номер оператора	Факторы, балл			Значение параметра профессиональной успешности и безопасности Y , балл				
	Скорость реакции, r	Устойчивость внимания, b	Координация движений, k	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	\bar{Y}_j	S_j^2
1	4,2	2,5	3,1	3,0	2,5	3,0	2,83	0,083
2	3,0	3,9	3,7	3,5	3,5	4,0	3,67	0,083
3	4,3	3,7	4,5	4,0	4,0	4,5	4,17	0,083
4	3,0	4,5	3,5	3,5	3,5	4,0	3,67	0,083
5	3,8	4,8	2,7	4,0	3,5	4,0	3,83	0,083
6	2,5	3,4	3,5	3,0	2,5	2,5	2,67	0,083
7	3,5	3,6	3,9	3,5	3,5	4,0	3,67	0,083
8	5,0	3,0	3,2	3,5	3,5	4,0	3,67	0,083
9	2,8	3,4	3,4	3,0	3,0	3,5	3,17	0,083
10	3,5	3,8	3,9	3,5	3,5	3,0	3,33	0,083
11	4,0	3,8	4,1	3,5	3,5	4,0	3,67	0,083
12	3,5	4,3	4,1	4,0	3,5	3,5	3,67	0,083
13	3,5	4,2	4,2	3,5	4,0	4,0	3,83	0,083
14	2,5	2,6	4,5	2,5	3,0	3,0	2,83	0,083
15	3,5	3,9	4,0	3,5	3,0	3,5	3,33	0,083
16	5,0	4,0	5,0	4,5	4,5	5,0	4,67	0,083
17	4,7	3,9	4,3	4,0	4,5	4,5	4,33	0,083
18	4,0	4,2	4,5	3,5	4,0	4,0	3,83	0,083
19	4,5	5,0	5,0	4,5	4,5	5,0	4,67	0,083
20	4,0	4,0	4,6	4,0	4,5	4,5	4,33	0,083

Таблица 5. Наименование факторов, уровни и интервалы их варьирования для изучения профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ

Интервалы варьирования факторов	Наименование факторов, балл		
	Скорость реакции, r	Устойчивость внимания, b	Координация движений, k
Основной уровень $X_{r0}, r = 1, 2, 3$	3,75	3,75	3,75
Интервал варьирования $\Delta x_r, r = 1, 2, 3$	1,25	1,25	1,25
Верхний уровень, $X_r = +1, r = 1, 2, 3$	5,0	5,0	5,0
Нижний уровень, $X_r = -1, r = 1, 2, 3$	2,5	2,5	2,5
Формула перевода натуральных значений факторов в нормированные и обратно	$X_1 = \frac{r - 3,75}{1,25},$ $r = 3,75 + 1,25$	$X_2 = \frac{b - 3,75}{1,25},$ $b = 3,75 + 1,25$	$X_3 = \frac{k - 3,75}{1,25},$ $k = 3,75 + 1,25$

кой координацией движения. Дело в том, что психофизиологические факторы, являясь функциональным «продуктом» мозга, определяются степенью развития и совершенства мозга, и это предполагает определённую зависимость между факторами. Поэтому, если два из трёх факторов находятся на высоком уровне, то трудно ожидать, что третий будет на низком уровне. И наоборот, если два из трёх факторов находятся на неприемлемом уровне, то вряд ли третий будет иметь высокое значение. Математически это утверждение формулируется следующим образом: между тремя факторами существует корреляционная связь, которая лишает вектор - столбцы факторов ортогональности. Если множественная корреляция между факторами X_1, X_2, X_3 с доверительной вероятностью 95 % будет статистически значимой, тогда построение уравнения регрессии (1) в таком виде станет невозможно. В этом случае один из факторов придётся исключить.

Поэтому прежде чем рассчитывать коэффициенты уравнения регрессии (1), найдём коэффициенты парной корреляции $R(X_r, X_s)$ и проверим их на статистическую значимость. Коэффициенты парной корреляции рассчитаем по уравнению:

$$R(X_r, X_s) = \frac{\sum_{j=1}^{20} (X_{rj} - \bar{X}_r) \cdot (X_{sj} - \bar{X}_s)}{\sqrt{\sum_{j=1}^{20} (X_{rj} - \bar{X}_r)^2 \cdot \sum_{j=1}^{20} (X_{sj} - \bar{X}_s)^2}}, \quad (2)$$

$$\text{где } \bar{X}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} X_{1j}}{20} = -0,008; \quad \bar{X}_2 = \frac{\sum_{j=1}^{20} X_{2j}}{20} = 0,060;$$

$$\bar{X}_3 = \frac{\sum_{j=1}^{20} X_{3j}}{20} = 0,188,$$

$$\sum_{j=1}^{20} (X_{1j} - \bar{X}_1)^2 = 6,879; \quad \sum_{j=1}^{20} (X_{2j} - \bar{X}_2)^2 = 4,952; \quad \sum_{j=1}^{20} (X_{3j} - \bar{X}_3)^2 = 4,714.$$

Воспользовавшись уравнением (2) и рассчитанными средними значениями факторов и суммой их квадратов, рассчитаем коэффициенты парной корреляции факторов:

$$R(X_1, X_2) = 0,152; \quad R(X_1, X_3) = 0,285;$$

$$R(X_2, X_3) = 0,242.$$

Наличие статистически значимой корреляционной зависимости определим по критерию Стьюдента. Если выполняется неравенство

$$t_s(X_r, X_s) = \sqrt{N-1} \frac{|R(X_r, X_s)|}{\sqrt{1-R^2(X_r, X_s)}} > t_{N-1, p}, \quad (3)$$

то соответствующий коэффициент корреляции следует признать статистически значимым. Так как

$$t_s(X_1, X_2) = \sqrt{20-1} \frac{0,152}{\sqrt{1-0,152^2}} = 0,678 < t_{19,0,95} = 2,090, \quad (4)$$

$$t_s(X_1, X_3) = \sqrt{20-1} \frac{0,285}{\sqrt{1-0,285^2}} = 1,352 < t_{19,0,95} = 2,090, \quad (5)$$

$$t_s(X_2, X_3) = \sqrt{20-1} \frac{0,242}{\sqrt{1-0,242^2}} = 1,120 < t_{19,0,95} = 2,090, \quad (6)$$

где $t_{N-1, p} = t_{19,0,95} = 2,090$ – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы $f = N - 1 = 19$ и доверительной вероятности $p = 0,95$ [4], то анализ уравнений (4) – (6) позволяет сделать вывод о том, что парные коэффициенты корреляции факторов X_1, X_2, X_3 статистически незначимы, и поэтому зависимость выбранного параметра оптимизации Y от всех трёх факторов корректна. Коэффициенты уравнения регрессии первого порядка (1) были найдены путём решения системы 4-х линейных уравнений с 4-мя неизвестными, составленной методом наименьших квадратов:

$$Y = 3,60 + 0,50 \cdot X_1 + 0,55 \cdot X_2 + 0,36 \cdot X_3. \quad (7)$$

Статистическая обработка результатов эксперимента показала, что все 20 выборочных дисперсий S_j^2 ($j = 1, \dots, 20$) однородны по критерию Кохрена, так как $G_j = 0,083 < 0,270 = G_{2,20,0,95}$ [4]:

$$G_j = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^{20} S_j^2} = \frac{0,083}{1,667} = 0,050, \quad (8)$$

где $G_{n-1, N, p} = G_{2,20,0,95} = 0,270$ – табличное значение критерия Кохрена при числе степеней свободы в числителе $f_{числ} = n - 1 = 2$, числе степеней свободы в знаменателе $f_{числ} = N = 20$ и доверительной вероятности $p = 0,95$; $N = 20$ – число опытов; $n = 3$ – число дублей в каждом опыте [4].

Трёхкратное дублирование каждого опыта ($n = 3$) с учетом однородности всех выборочных дисперсий позволяет рассчитать дисперсию воспроизводимости ($S_{воспр}^2$) и ее число степеней свободы ($f_{воспр}$), доверительные интервалы коэффициентов уравнения регрессии $\Delta b_0, \Delta b_1, \Delta b_2, \Delta b_3$ по критерию Стьюдента. Обработка экспериментальных данных позволила установить [4], что:

$$S^2_{\text{воспр}} = \frac{\sum_{j=1}^{20} S_j^2}{N} = \frac{1,667}{20} = 8,33 \cdot 10^{-2},$$

$$f_{\text{воспр}} = N(n-1) = 40, \quad (9)$$

$$S^2(b_0) = \frac{S^2_{\text{воспр}}}{nN} = \frac{8,33 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 20} = 1,39 \cdot 10^{-3}, \quad (10)$$

$$S^2(b_1) = \frac{S^2_{\text{воспр}}}{n \sum_{j=1}^{20} X_{1j}^2} = \frac{8,33 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 6,880} = 4,04 \cdot 10^{-3}, \quad (11)$$

$$S^2(b_2) = \frac{S^2_{\text{воспр}}}{n \sum_{j=1}^{20} X_{2j}^2} = \frac{8,33 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 5,024} = 5,53 \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

$$S^2(b_3) = \frac{S^2_{\text{воспр}}}{n \sum_{j=1}^{20} X_{3j}^2} = \frac{8,33 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 5,421} = 5,12 \cdot 10^{-3}, \quad (13)$$

$$\Delta b_r = t_{N(n-1),0,95} \cdot S(b_r), \quad r = 0, 1, 2, 3, \quad (14)$$

$$\Delta b_0 = 0,08; \quad \Delta b_1 = 0,13; \quad \Delta b_2 = 0,15; \quad \Delta b_3 = 0,15, \quad (15)$$

где $t_{N(n-1),p} = t_{40,0,95} = 2,021$ – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы $f_{\text{знам}} = N = 20$ и доверительной вероятности $p = 0,95$ [4].

Все рассчитанные коэффициенты уравнения регрессии значимы [4], так как для всех коэффициентов выполняется неравенство:

$$\Delta b_r < |b_r|, \quad r = 0, 1, 2, 3. \quad (16)$$

Проверка полученного уравнения регрессии на адекватность производилась по критерию Фишера [4]. Дисперсия адекватности ($S^2_{\text{ад}}$) и ее число степеней свободы ($f_{\text{ад}}$) равны:

$$S^2_{\text{ад}} = \frac{n\phi}{N-B} = \frac{3 \cdot 0,709}{20-4} = 0,133, \quad f_{\text{ад}} = N-B = 16, \quad (17)$$

где $\phi = \sum_{j=1}^{20} (\bar{Y}_j - Y_j^p)^2 = 0,709$ – остаточная сумма квадратов, $B = 4$ – число значимых коэффициентов уравнения регрессии.

Линейное уравнение регрессии (2) с доверительной вероятностью 95 % адекватно по критерию Фишера, так как $F_3 = 1,597 < 1,904 = F_{16;40;0,95}$:

$$F_3 = \frac{S^2_{\text{ад}}}{S^2_{\text{воспр}}} = \frac{0,133}{8,33 \cdot 10^{-2}} = 1,597, \quad \text{так как } S^2_{\text{ад}} > S^2_{\text{воспр}}, \quad (18)$$

где $F_{(N-B);N(n-1),p} = F_{16;40;0,95} = 1,904$ – табличное значение критерия Фишера при числе степеней свободы в числителе $f_{\text{числ}} = N-B = 16$, числе степеней свободы в знаменателе $f_{\text{знам}} = N(n-1) = 40$ и доверительной вероятности $p = 0,95$.

Отметим, что хотя парные коэффициенты корреляции факторов статистически незначимы, и потому уравнение регрессии (7) содержит все три фактора X_1, X_2, X_3 , но всё-таки эти факторы неортогональны. Поэтому, например:

$$S^2(b_1 X_1 + b_2 X_2) = X_1^2 \cdot S^2(b_1) + X_2^2 \cdot S^2(b_2) + 2X_1 X_2 R(X_1, X_2) S(b_1) S(b_2), \quad (19)$$

тогда как для ортогональных факторов X_1, X_2, X_3 , уравнение (19) имело бы следующий вид:

$$S^2(b_1 X_1 + b_2 X_2) = X_1^2 \cdot S^2(b_1) + X_2^2 \cdot S^2(b_2). \quad (20)$$

С учётом различия уравнений (19) и (20), уточнённый расчёт доверительных интервалов коэффициентов уравнения регрессии $\Delta b_0, \Delta b_1, \Delta b_2, \Delta b_3$ даёт несколько большие величины:

$$\Delta b_0 = 0,09; \quad \Delta b_1 = 0,14; \quad \Delta b_2 = 0,17; \quad \Delta b_3 = 0,18. \quad (21)$$

Сравнительный анализ уравнений (14) – (16) и (21) позволяет утверждать, что все коэффициенты уравнения регрессии (7) значимы, даже после их незначительной неортогональности.

Математическая модель прогнозирования профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ в натуральных значениях факторов (табл. 5) имеет следующий вид:

$$Y = 0,40 \cdot r + 0,44 \cdot b + 0,29 \cdot k - 0,63. \quad (22)$$

Ожидаемая оценка профессиональной успешности и безопасности оператора МСХТ в зависимости от основных психофизиологических факторов приведена в табл. 6.

Таким образом, после получения математической

Таблица 6. Ожидаемая оценка профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ

Категория операторов МСХТ	Показатель профессиональной успешности и безопасности, балл	Интервал изменения факторов, балл		
		скорость реакции, r	устойчивость внимания, b	координация движений, k
успешно пригодные	$3,9 \leq Y \leq 5,0$	$4,0 \leq r \leq 5,0$	$4,0 \leq b \leq 5,0$	$4,0 \leq k \leq 5,0$
условно пригодные	$2,8 \leq Y < 3,9$	$3,0 \leq r < 4,0$	$3,0 \leq b < 4,0$	$3,0 \leq k < 4,0$
непригодные	$2,2 \leq Y < 2,8$	$2,5 \leq r < 3,0$	$2,5 \leq b < 3,0$	$2,5 \leq k < 3,0$

модели ($Y = 0,40 \cdot r + 0,44 \cdot b + 0,29 \cdot k - 0,63$) прогнозирование профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ можно делать на базе объективных методик определения психофизиологических факторов, а не по субъективным оценкам, пусть даже опытных и ответственных экспертов.

Заключение

Оценка профессиональной успешности и безопасности оператора МСХТ в 5,0 ... 3,9 баллов характеризует его как специалиста «успешно пригодного», с высокой готовностью к безопасному выполнению работ. Оценка 3,9 ... 2,8 балла показывает, что это «условно пригодный» специалист и если это новичок, только поступивший на работу, то у него могут быть трудности в процессе обучения профессиональным навыкам, а специалист, имеющий практический стаж работы, в сложной производственной ситуации может не справиться со своими обязанностями, принять неверное решение, и, как следствие, травмироваться. Поэтому на некоторое время оператора МСХТ желательно перевести на выполнение менее сложной работы и дополнительно провести соответствующее обучение. При итоговой оценке менее 2,8 балла новичку нужно порекомендовать другую работу, а спе-

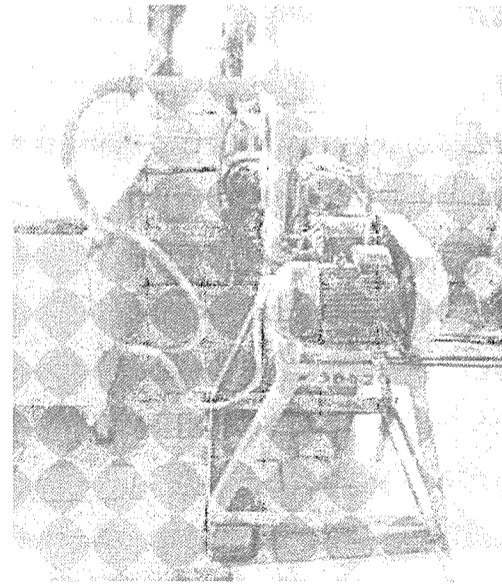
циалисту – комплекс мероприятий, включающий приобретение дополнительных профессиональных навыков для организации безопасного труда и эффективной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование безопасности функционирования системы «оператор – машина – среда» в агропроизводстве / Л.В. Мисун [и др.] // Агропанорама, 2012. – № 2. – С. 32-35.
2. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: практикум; в двух частях. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. – Ч. 2/ Л.В. Мисун, Л.Д. Белехова, Т.А. Миклуш, О.А. Ковалева // Минск: БГАТУ, 2010. – 132 с.
3. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: практикум; в двух частях. Физиология человека. – Ч. 1 / Л.В. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – 128 с.
4. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирования/ А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис // Минск: БГАТУ, 2010. – 276 с.

Вакуумная станция для доильных установок

Предназначена для создания вакуумметрического давления в системах машинного доения коров. Может применяться в отраслях промышленности, технологические процессы которых требуют создания вакуума.



Основные технические данные

Станция вакуумная водокольцевая	ВВН-75
Тип	передвижная
Быстрота действия при вакууме 50%, м ³ /ч	75
Предельное вакуумметрическое давление, кПа	90
Потребляемая мощность, кВт	3,9
Расход рециркуляционной воды, литров в минуту	8
Габаритные размеры, мм	1500x600x1500
Масса, кг, не более	35

Применение установки обеспечивает снижение энергоемкости процесса доения коров до 0,052 кВт/ч/м³ при стабильном вакуумном режиме.