

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ КАК МЕТОД ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В АПК

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Гурина, аспирантка, Ал-й Л. Мисун,
Ал-р Л. Мисун, студенты (БГАТУ)

Аннотация

Установлены профессионально значимые психофизиологические и личностные качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники (тракториста-машиниста, механизатора, комбайнера), необходимые для выполнения им производственных функций и снижения риска травматизма. Приведено выражение для установления функциональной связи между результатами тестирования операторов мобильной сельскохозяйственной техники и показателем их профессиональной пригодности, определяемой экспертным путем.

Meaningful psychophysiological and personal qualities of the operator of mobile agricultural technique (driver-operator, mechanization expert, combine operator) that are necessary for implementation of production functions and decline of risk of injury rate, are set professionally. Expression for establishment of functional connection between the results of testing of operators of mobile agricultural technique and index of their professional fitness, which is determined by experts is given.

Введение

Как научные исследования, так и практика, показывают, что далеко не любой человек соответствует требованиям профессии и может успешно выполнять соответствующую работу. Если индивидуальные личностные и 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 резко повышается вероятность профессиональных срывов в критических ситуациях, увеличивается риск производственного травматизма. Так, анализ травматизма в агропромышленном комплексе (АПК) Республики Беларусь за период с 2004 по 2010 гг. показал, что самая травмоопасная отрасль сельскохозяйственного производства – это растениеводство, на долю которой приходится почти 25% от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым исходом и почти 30% со смертельным, а наиболее травмоопасными профессиями являются тракторист-машинист, механизатор и комбайнер (20% от всех пострадавших на производстве в АПК). Сложившаяся ситуация стала возможной из-за того, что многие работники перечисленных профессий по ряду своих личностных и психофизиологических качеств не соответствовали требованиям профессии, нарушали трудовую и производственную дисциплину, инструкции по охране

труда и требования безопасности при эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники, имели недостаточную профессиональную подготовку.

Задачу снижения производственного травматизма, определения соответствия индивидуальных качеств оператора мобильной сельскохозяйственной техники профессиональным требованиям решает профотбор – научно обоснованный допуск людей к определенному виду производственной деятельности.

Основная часть

Особое место среди направлений профотбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники занимает психофизиологический, который подразумевает проведение следующих этапов:

- изучение трудового процесса работника и выявление профессионально значимых психофизиологических и личностных качеств для выполнения требуемых производственных функций;
- составление профессиограммы производственной деятельности;
- обоснование психодиагностических методик для выявления профессионально значимых качеств;
- проведение тестирования на основе подобранных методик.

Изучение трудового процесса предполагает получение комплексного знания о профессии [1]. Сложившиеся приемы и принципы изучения профессий оформляются в специальный подход – профессио-

графию, под которой понимают описательно-техническую и психофизиологическую характеристику профессиональной деятельности. Профессиограмму также понимают, как научно обоснованные нормы и требования профессии к качествам личности специалиста. Подбор методик для оценки профессионально важных качеств, например, оператора мобильной сельскохозяйственной техники, предполагает изучение психофизиологических и личностных его свойств: внимания, памяти, интеллекта, логического мышления, зрительного восприятия, эмоциональной устойчивости, ответственности [2-4].

Непрерывный контроль за работой мобильной сельскохозяйственной техники требует от оператора значительного развития свойств внимания (концентрации, переключения, распределения), а необходимость сопоставления текущих показателей выполняемого технологического процесса с требуемыми подразумевает наличие у него хорошо развитой оперативной и долговременной памяти. Кроме того, залогом успешной работы оператора является умение логически мыслить. Это позволяет предупреждать возникновение аварийной ситуации, правильно выделять из различных отклонений параметров технического средства наиболее существенные, осуществлять оптимальный режим работы.

Не менее важным для анализируемой профессии являются личностные качества работника. Их необходимость определяется высокой напряженностью труда, что требует обязательного наличия у оператора ответственности и эмоциональной устойчивости.

Таким образом, основными профессионально

значимыми психофизиологическими качествами оператора мобильной сельскохозяйственной техники являются внимание, память, технический интеллект, логическое мышление, зрительное восприятие, а личностными – ответственность и эмоциональная устойчивость (табл. 1).

При подборе методик для проведения профессионального отбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники необходимо учитывать ряд требований, главными из которых являются:

– *валидность*, или *прогностическая ценность*.

Это комплексная характеристика теста, включающая сведения об области исследуемых явлений и репрезентативности диагностической процедуры по отношению к ним;

– *надежность теста*. Показатель стабильности результатов, полученных с помощью конкретной методики при повторных исследованиях одного и того же испытуемого;

– *дифференцированность теста*. Данное требование означает, что каждый тест (методика) должен быть направлен на оценку определенного качества или совокупности качеств.

Для определения профессионально значимых качеств любого работника используется текстология, позволяющая объективным путем установить его принадлежность к тому или иному комплексу индивидуально-типологических свойств нервной системы (табл. 2).

Наличие индивидуально-типологических особенностей нервной системы имеет важнейшее значение для профессионального отбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники.

Таблица 1. Профессионально значимые качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники

| Профессионально значимые качества | Свойства | Мотивация значимости |
|-----------------------------------|---|--|
| Психофизиологические: | | |
| Внимание | Устойчивость и распределение внимания. Избирательность и концентрация внимания | Необходимость постоянного контроля технологического процесса, переключения внимания с одного объекта на другой (измерительные приборы, инструмент) |
| Память | Объем кратковременной, долговременной памяти | Запоминание и переработка информации о текущем состоянии и нормах технологического режима |
| Технический интеллект | Уровень развития технического интеллекта | Необходимость понимания технологического процесса, устройства и принципа работы оборудования |
| Логическое мышление | Установление логических отношений, способность обобщения и абстрагирования | Прогностическая природа решаемых задач, умение выявлять отклонения в технологическом процессе |
| Зрительное восприятие | Точность глазомера | Выполнение функций слежения за состоянием подконтрольных объектов, измерение объектов деятельности без помощи инструментов и приборов |
| Личностные: | | |
| Эмоциональная устойчивость | Выдержанность, отсутствие нервного утомления | Высокая напряженность труда |
| Ответственность | Нормативность поведения, деловая направленность | Ответственность за безопасность других работников и материальные ценности |

Таблица 2. Качества, характерные для темпераментов

| Тип темперамента | Свойства, присущие темпераменту |
|---|--|
| Холерический (сильный, безудержный) | Подвижный, неуравновешенный, увлеченный делом, целеустремленный, порывистый, раздражительный, вспыльчивый, прямолинейный, агрессивный |
| Сангвинистический (сильный, живой) | Подвижный, уравновешенный: приспособляемость, общительность, контактность, жизнерадостность, склонность к лидерству, увлеченность интересным делом |
| Флегматический (сильный с инертными нервными процессами) | Спокойный, уравновешенный: управляемость, доброжелательность, миролюбие, осмотрительность, пассивность, упорство |
| Меланхолический (слабый тип, характеризуется слабостью как возбудительного, так и тормозного процессов) | Спокойный, неуравновешенный; выдержка, рассудительность, пессимистичность, тревожность, мнительность, замкнутость |

Завершающим этапом профессионального отбора является установление функциональной связи профессиональной пригодности как показателя снижения аварийности и травматизма операторов мобильной сельскохозяйственной техники от результатов их тестирования, определяемой экспертными оценками. Эту операцию можно осуществить с использованием статистического пакета прикладных программ Sign, в основу которого заложен алгоритм обработки данных знаковым статистическим методом. Знаковый метод является непараметрическим подходом для анализа статистических данных, когда закон распределения неизвестен и выводы основываются не на самих данных, а на знаках определенных функций от них [5]. Знаковый метод позволяет проверить, повлияла ли независимая переменная на выполнение задания испытуемыми. При этом сначала подсчитывают число испытуемых, у которых результаты снизились, а затем сравнивают его с тем числом, которого можно было ожидать на основе чистой случайности, определяя при этом разницу между этими двумя числами. Результаты, свидетельствующие о повышении эффективности, берут со знаком плюс, а о снижении – со знаком минус. Случаи отсутствия разницы не учитывают. Применение знакового метода обусловлено рядом существенных преимуществ: знаковый метод свободен от распределения исходных данных; обладает большой устойчивостью к выбросам данных; при малых выборках обладает высокой точностью оценки неизвестных параметров.

Допустим, Y – вектор значений функции отклика (профессиональной пригодности оператора мобильной сельскохозяйственной техники), а результаты тестирования образуют матрицу X со столбцами x_α :

$$X = \parallel x_\alpha \parallel,$$

где $\alpha = 1, \dots, r$ – номер теста, при этом $(r - 1)$ – число исследуемых психофизиологических качеств; номер испытуемого $i = 1, \dots, n$; n – количество испытуемых операторов мобильной сельскохозяйственной техники.

Связь между величиной Y и результатами тестирования можно выразить уравнением в регрессионной форме:

$$Y = X\theta + \xi, \quad (1)$$

где X – вектор факторов, влияющих на отклик (результаты тестирования); θ – вектор неизвестных параметров регрессии; ξ – вектор независимых случайных ошибок.

При анализе выражения (1) следует иметь в виду, что в классической модели регрессионного анализа случайные величины $\xi = \xi_1, \dots, \xi_n$ статистически независимы. В случае же обработки результатов психофизиологического тестирования это положение не всегда выполняется [6]. Следует также отметить, что в основе знакового метода лежат предположения, что независимые случайные ошибки в схемах линейной регрессии с равными вероятностями принимают как положительные, так и отрицательные значения:

$$P = \{ \xi_i > 0 \} = P(\xi_i < 0) = 1/2, \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, n$.

Оценка параметров $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_r)$ линейной регрессии (1) в знаковом методе сводится к решению следующей задачи [7]:

$$\sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign}(y_i - \sum_{\beta=1}^r x_{i\beta} \cdot \theta_\beta) \right)^2 \Rightarrow \min_{\theta \in R^r}. \quad (3)$$

В статистическом пакете прикладных программ Sign для вычисления знаковых оценок применяется алгоритм, который сводится к последовательной минимизации каждого из слагаемых выражения (3) и состоит из трех этапов для вычисления r - мерных векторных значений $\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))^T$ для $k = 1, 2, \dots, n$. На первом этапе выбирается начальное приближение $\theta(0) = (\theta_1(0), \dots, \theta_r(0))^T$. На втором этапе определяется шаг итерации, который состоит в переходе от $\theta(k-1) = (\theta_1(k-1), \dots, \theta_r(k-1))^T$ к $\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))$,

где T – показатель связанных рангов исследуемых объектов в ранжировке статистических данных:

$$T = \frac{1}{12} \sum (t_k^3 - t_k),$$

где t_k – число равных рангов в k -й группе связанных рангов при ранжировке экспертом.

Анализируемый процесс останавливается на шаге k (третий этап вычислений), если при заданной

вычислительной точности (ε) выполняется следующее неравенство:

$$\sqrt{\sum_{\alpha=1}^r (\theta_{\alpha}(k) - \theta_{\alpha}(k-1))^2} < \varepsilon, \quad (4)$$

либо $\alpha = 1, \dots, r$; при обращении функции (3) в нуль.

Выявление, является ли связь между профессиональной пригодностью операторов Y и результатами тестирования X случайной или нет, то есть являются ли исследуемые психофизиологические качества значимыми для оценки профессиональной пригодности оператора, осуществляется проверкой «нулевой гипотезы» H_0 [5;7]. При этом отвергается условие, при котором $\theta \neq 0$, если статистика критерия

$$\left| \sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign } y_i \right) \right| \geq \text{const}, \quad (5)$$

где $\text{sign } y_i$ – статистика знаков, основанная на знаках наблюдений y_1, \dots, y_n и принимающая значения +1 и -1; const – критическое значение с заданным уровнем значимости ε .

В общем виде используется следующее выражение для проверки гипотезы, когда $\theta = 0$ [7]:

$$\theta = \left\{ Y : \sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign } y_i \right)^2 > \text{const} \right\}. \quad (6)$$

Причем гипотеза H_0 (при выполнении условия $\theta = 0$) отвергается на гарантированном уровне $1 - \varepsilon$ при выполнении условия $0 < \varepsilon < 1$, если

$$(S(Y)) (X \cdot X^T) (S(Y)) > q_{1-\varepsilon}^n, \quad (7)$$

где $q_{1-\varepsilon}^n$ – квантиль уровня $1 - \varepsilon$ случайной величины.

Квантили распределений случайных величин при небольших объемах выборок распределения ($n \leq 16$) вычисляются посредством перебора [8], или же используется метод статистических испытаний Монте-Карло [8], когда $n > 16$.

Заключение

1. Проведенные исследования позволили установить профессионально значимые психофизиологические и личностные качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники, необходимые для выполнения им производственных функций и снижения риска травматизма.

2. Установлена функциональная связь между результатами тестирования операторов мобильной сельскохозяйственной техники и показателем их профессиональной пригодности, определяемой экспертным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбер, Е.И. Методика профессиографии / Е.И. Гарбер, В.В. Козач. – Саратов: Саратовский гос. ун-т, 1992. – 196 с.
2. Бодров, В.А. Психология профессиональной пригодности / В.А. Бодров. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
3. Дормашев, Ю.Б. Психология внимания / Ю.Б. Дормашев, В.Я. Романов. – М.: Флинта, 2002. – 371 с.
4. Рожкова, Г.И. Таблицы и тесты для оценки зрительных способностей / Г.И. Рожкова, В.С. Токарева. – М.: ВЛАДОС ИМПЭ им. А.С. Грибоедова, 2001. – 104 с.
5. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1980. – С. 319–326.
6. Глебова, Е.В. Определение профессиональной пригодности человека-оператора с целью профилактики аварийности и травматизма в нефтегазовых предприятиях / Е.В. Глебова, С.А. Грудина // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2006. – №2. – С. 44–46.
7. Болдин, М.В. Знаковый статистический анализ линейных моделей / М.В. Болдин, Г.И. Симонова, Ю.Н. Тюрин. – М.: Наука, 1997. – 288с.
8. Бусленко, Н.П. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) и его приложения / Н.П. Бусленко, Д.И. Голенко. – М.: Физматгиз, 1962. – 213с.

Измеритель влажности сырья ИВС-1



Измеритель влажности предназначен для экспресс-измерения влажности сырья (зерна, муки, макаронного теста, готовых макарон, сухарей и т.д.) в лабораторных и перерабатывающих цехах. Прибор обеспечивает измерения влажности от 5 до 40% при изменении основной погрешности от 0,5 до 1,5%. Быстрый контроль влажности сырья, например, при производстве макарон позволяет уменьшить расход муки, снизить риск выхода из строя технологического оборудования, не допустить пересушки макарон и тем самым сократить расход энергии и себестоимость производства.

Автор: Корко В.С., кандидат технических наук, доцент