

УДК 614.8.015

Яговкин Н.Г., д.т.н.

профессор кафедры «Техносферная безопасность и управление качеством»

ФГБОУ ВО «СамГТУ»

г. Самара

Русскин С.В.

Магистрант САУ (ТЭК)22мз-1

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

г. Тюмень

Yagovkin N.G., Doctor of Technical Sciences

professor of the department "Technospheric safety and quality management"

FGBOU VO "SamGTU"

Samara

Russkin S.V.

Master student of SAU (TEK)22mz-1

FGBOU VO "Tyumen Industrial University"

Tyumen

ОПТИМИЗАЦИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Предложена оригинальная методика тестирования персонала, позволяющая оценить его готовность к осуществлению безопасной деятельности, осуществить профессиональный отбор и воспитать профессионально значимые качества. Она дает возможность уменьшить число экспериментов с одновременным увеличением статистической достоверности, исследовать влияние конкретных видов тестирования на безошибочность, точность или скорость выполнения рабочих операций специалистом, учесть индивидуальные особенности и найти оптимальную форму тестирования.

Ключевые слова: человеческий фактор, техносферная безопасность, профессиональный отбор, психологический тест, профессиограмма, безошибочная деятельность, профессионально значимое качество, качество деятельности.

OPTIMIZING THE PREPAREDNESS OF PERSONNEL TO CARRY OUT TECHNOLOGICAL SAFETY

Abstract: The original methodology of personnel testing is offered; it enables to estimate personnel readiness to carry out safe activity, to carry out professional selection and to bring up professionally significant qualities. It makes it possible to reduce the number of experiments with simultaneous increase of statistical reliability, to study the influence of particular types of testing on error-freeness, accuracy or speed of work performance by a specialist, to take into account individual features and to find the optimal form of testing.

Key words: human factor, techno-sphere safety, professional selection, psychological test, profессиogram, error-free activity, professionally significant quality, quality of activity.

При обеспечении техносферной безопасности причинами несчастных случаев и других происшествий являются ошибочные или опасные действия персонала, отказы оборудования, опасное влияние рабочей среды на людей и оборудование, нарушения технологии и правил производства работ [1]. Статистика говорит, что большинство происшествий связано с человеческим фактором [2]. Причины происшествий в результате ошибочных или опасных действий человека приведены на рисунке. Готовность персонала к осуществлению безопасной деятельности осуществляется устранением причин аварий и несчастных случаев, методами профессионального отбора персонала, воспитанием у него профессионально значимых качеств и обучением его безопасной деятельности [3]. Проведение этой работы связано с тестированием персонала [4,5]. При этом имеется ряд недостатков определенных формированием тестов, методикой их применения и оценкой эффективности этой деятельности человека. Этим вопросом техносферной безопасности посвящается предлагаемая работа.

Профессиональный отбор работающих и оценка их профессионально значимых с целью повышения их уровня проводится методами психологического тестирования [6].

Психологический тест – это инструмент для исследования психологических

качеств работающих и их сопоставление между собой в разные моменты жизни.

Он должен быть:

- объективным (результат не зависит от проверяющих);
- надежным (не реагирует на случайности, при любом повторе дает аналогичные результаты);
- валидным (соответствует назначению, измеряет то, что нужно);
- экономичным (недорогим, простым в использовании).

Тесты подразделяются:

по способу представления на вербальные, осуществляемые с помощью слов, невербальные, осуществляемые с помощью знаков и имитационные, воссоздающие обстановку, близкую к реальной;

- по способу постановки задачи на стандартизированные и не стандартизированные;
- по способу представления задания на прямые, четко сформулированные косвенные в виде абстрактных рисунков;
- по характеру требований к ответу на свободные и связанные;
- по содержанию отражающие свойства личности, их достижения, интеллект и общие способности (логическое мышление, комбинирование, классифицирование, понимание смысла поступающей информации и пр.), специальные способности, интересы и склонности, профессионализм, психофизиологическое состояние, темперамент, склонность к обучению, профессионально значимые качества.

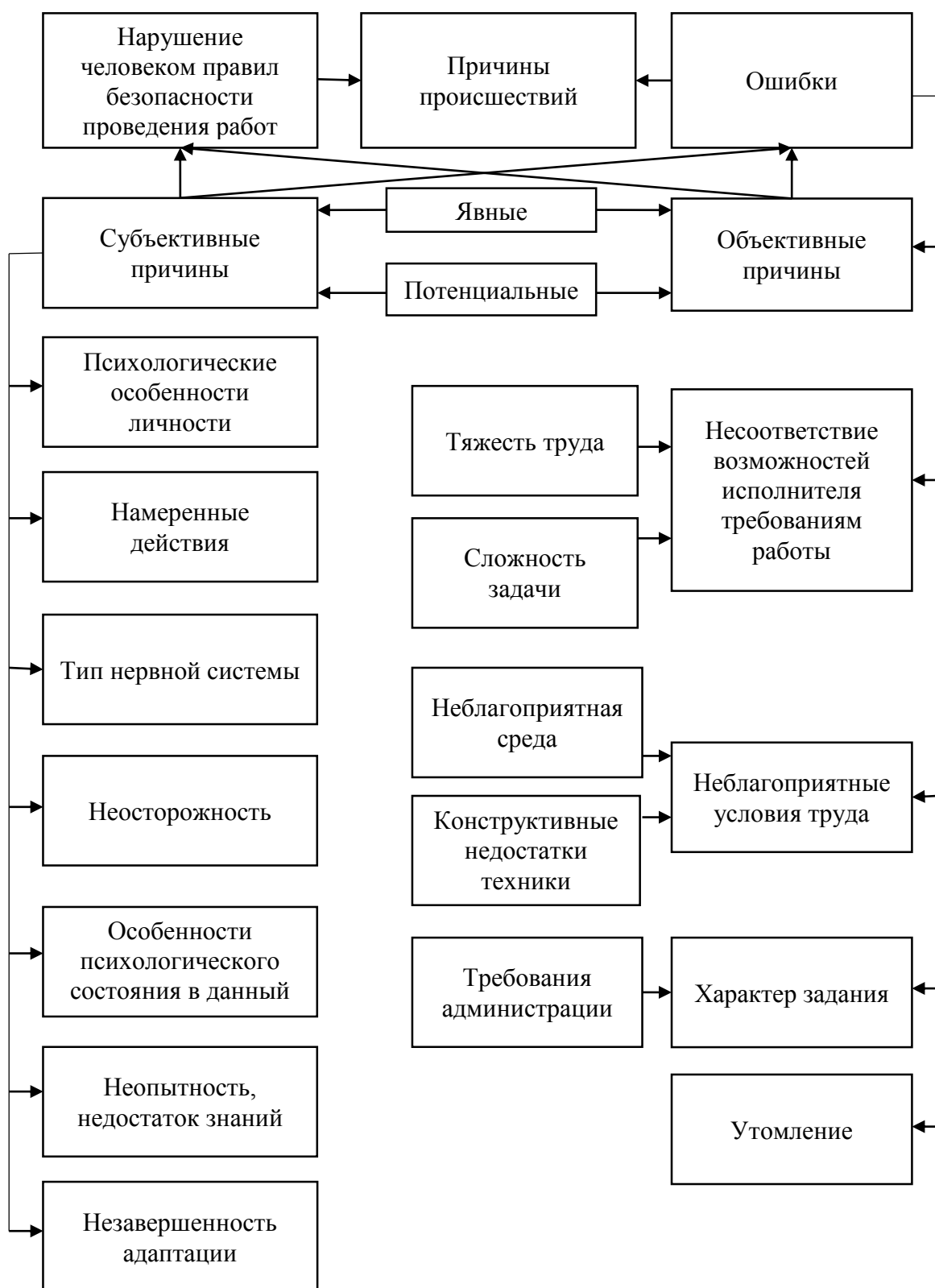


Рис. 1. Причины происшествий при обеспечении техносферной безопасности

Тестирование проводится в три этапа [7]. На первом составляется профессиограмма работающего, документ содержащий описание особенностей

профессии, трудового процесса и требований к исполнителю. Она содержит следующие разделы:

- общую характеристику профессии, которая содержит описание деятельности и ее результатов, роли работающих в данный момент и в перспективе.
- особенности трудового процесса и выполняемой работы, отражающей специфику деятельности, степень самостоятельности работника, линию взаимодействия работников в коллективе, условия и режим труда, систему мотивации персонала к экономичности безопасной деятельности;
- психограмму профессии, определяющей совокупность требований к работнику (восприятие информации, внимание, установки на деятельность, волевые качества, работоспособность и т.п.)
- требования к личностным, деловым и профессиональным качествам работающего (способностям, чертам характера, психофизиологическим характеристикам, уровню подготовки).

На втором этапе осуществляется отбор психодиагностических характеристик, позволяющих количественно оценить возможность выполнения необходимой деятельности и уровень профессионально значимых качеств.

На втором этапе для тестирования качеств, обеспечивающих безошибочную деятельность отбирают требуемые их хорошо известных методик тестирования [7]. Наиболее часто применяются восемь методик.

1. «Установление закономерностей», применяемую для изучения процесса мышления.
2. «Циклы» для изучения процессов памяти.
3. «Отыскание чисел с переключением» для изучения процессов внимания
4. «Тест Беннета» для оценки процессов технического мышления.
5. «Краткий ориентированный тест» для оценки структуры познавательной деятельности.
6. «Шестнадцати факторный личностный опросник Кеттелла» предназначенный для определения интеллектуальных особенностей.

7. «КОС-1» предназначенный для оценки коммуникативных и организаторских способностей человека.

8. «Поведение в конфликтных ситуациях» для определения преобладающего типа поведения человека в межличностном конфликте.

Классификация психодиагностических тестов для оценки профессионально значимых качеств работающих приведена в таблице.

В каждой из методик тесты должны быть одинаковой трудности. Трудность предъявляемых тестов предварительно определяют методом экспертных оценок с последующей корректировкой полученных результатов по данным экспериментов. Для этого вначале весь массив тестов по трудности восприятия разбивают на v групп ($v = 1, 2, \dots, 10$), каждая из которых характеризуется своим коэффициентом трудности с числовым значением, лежащим в пределах $0 \dots 1$.

Таблица

Классификация тестов для оценки психодиагностических профессионально значимых качеств.

№ ПП	Профессионально значимое качество	№ психодиагностического теста
Интеллектуальные		
1.	Аналитическое мышление	1,5
2.	Пространственное мышление	5
3.	Техническое мышление	4
4.	Кратковременная память	3
5.	Внимание (распределение, переключаемость, устойчивость).	3,5
Психофизиологические		
6.	Скорость мыслительных процессов	1,2, 4,5
7.	Эмоциональная стабильность	6,5
Личностные		
8.	Ответственность	6
9.	Коммуникабельность	7
10.	Организаторские способности	7
11.	Поведение в конфликтной ситуации	8

Конкретное значение коэффициента трудности μ для каждой j -й пары тестов

определяется по формуле

$$\mu_j = \frac{\sum_{i=1}^m v_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m v_{ij}},$$

где v_{ij} номер группы трудности восприятия информации, к которой отнесена I экспертом j -я пара тестов;

m – число экспертов;

n – число тестов, предъявляемых i -му эксперту.

Значения μ_i уточняют после реализации тестов по среднему времени принятия решений о принадлежности j -ой пары тестов к v -й паре и числу допущенных ошибок классификации по одной из четырех альтернатив (нормально, отклонение от нормы, значение управляемого параметра больше или меньше нормы).

Трудность каждого теста определяется по сумме значений μ_j . Эффективность принятия решений человеком по отнесению совокупности пар тестов по каждому из группы тестов к одной из четырех альтернатив оценивают по критерию

$$\xi_i = \frac{1}{\tau} \sum_{j=1}^n \mu_j \left(1 - \frac{x_i}{x_{\max}} \right),$$

где x_i – число ошибок, допущенное i -м человеком по данному тесту;

x_{\max} – максимальное число ошибок классификации, допущенное по данному тесту одним из испытуемых;

τ – суммарное время, затраченное человеком на реализацию данного теста.

После каждого теста время восприятия информации и принятия решений уменьшается, причем для каждого из испытуемых существует свой порог его снижения, определяемый в основном уровнем профессиональной и специальной

подготовки, мотивацией и личностными особенностями человека. При отсутствии перерывов в работе этот порог достигается после выполнения человеком 4 ... 6 тестов.

Эффективность принятия решений при многоальтернативном представлении информации заметно ухудшается после длительного перерыва в работе. Поэтому для повышения объективности при оценке эффективности принятия решений необходимо предварительно проводить тренировку о.хг до получения ими устойчивых результатов по времени реализации тестов и числу допускаемых ошибок.

На третьем этапе проводится психодиагностическое тестирование, которое требует длительного времени (несколько часов). Эффект тестирования во многом зависит от порядка предъявления тестов, который определяется по разработанной методике.

Каждый конкретный вид тестов оценивается набором показателей $Y = (Y_1, \dots, Y_m)$, зависящих от параметров X_c элементов z , составляющих c . Для каждого показателя $Y_i (i = \overline{1, m})$, указывается направление желательного изменения и допустимые его пределы [8].

Если необходимо увеличение (уменьшение) показателя Y_i , то он называется максимизируемым (минимизируемым). Любой максимизируемый показатель $Y_i^+ > 0$ можно преобразовать в минимизируемый положительный, например, если взять $Y_i = Y_{i^+ \max} - Y_i^+$, где $Y_{i^+ \max}$ - достаточно большое число, или $Y_i = 1/Y_i^+$. В дальнейшем будем считать, что все показатели минимизируемые и положительные.

При тестировании вводятся допустимые значения каждого показателя $Y_{i \text{доп}}$, причем $Y_i \leq Y_{i \text{доп}}, i = \overline{1, m}$.

Удобно ввести нормированные показатели $y_i = Y_i/Y_{i \text{доп}}$. Тогда, поскольку $y_{i \text{доп}} = 1$, ограничения на значения показателей можно записать в виде

$$y \in \Omega_y, \langle \Omega_y = \{y \mid 0 \leq y_i \leq 1, i = \overline{1, m}\} \rangle$$

Отношение предпочтения на множестве Ω_y выражаются с помощью целевой функции $F(y)$, которая удовлетворяет основному требованию: если набор y' лучше набора y'' , то $F(y') < F(y'')$. В случае $F(y') < F(y'')$, наборы y' и y'' считаются равноценными. Таким образом, целевая функция позволяет создать совершенный квазипорядок на множестве допустимых вариантов.

Общую постановку задачи выбора оптимального порядка тестирования можно разделить на две части. В первую часть входит целевая функция $F(y)$ совместно с множеством Ω_y , т.е. пара

$$\langle F(y) \rightarrow \min, y \in \Omega_y \rangle,$$

которая определяет отношение предпочтения для всех значений y , поскольку $y' \in \Omega_y$ заведомо предпочтительней $y'' \notin \Omega_y$.

Во второй части общей постановки задается множество альтернативных вариантов порядка тестирования, причем для каждого варианта $c \in M$ определяются:

1) функциональные зависимости

$$y = f_c(X_c),$$

где X_c - вектор параметров элементов, составляющих тест c ;

2) ограничения на X_c , вытекающие из физических или других объективных законов и определяющие область Ω_c допустимых значений X_c , т.е.

$$X_c \in \Omega_c.$$

Совокупность данных формул можно рассматривать как задачу отыскания вектора X_c^* , доставляющего экстремальное значение целевой функции $F(f_c(X_c))$

$$F(f_c(X_c^*)) = \min_{X_c} F(f_c(X_c)), F(f_c(X_c)) \in \Omega_y, X_c \in \Omega_c.$$

Задачу оптимизации порядка тестирования можно сформулировать как задачу отыскания подмножества M^* множества M

$$M^* = \left\{ c^* \mid \min_c F(f_c(X_c^*)) = F(f_{c^*}(X_{c^*}^*)); c, c^* \in M \right\}.$$

Для каждого вида тестирования $c \in M$ необходимо определить и зафиксировать оптимальное значение набора параметров X_c^* , а затем выбрать вариант структуры с наименьшим значением целевой функции.

Показателями Y порядка тестирования являются объем тестового материала по отдельному виду, важность этих тестов для решения главной задачи обеспечения необходимых навыков для безопасности выполнения трудовой деятельности, а также уровень подготовленности по этой группе тестов, т.е. желательно было бы научить обучаемого в первую очередь тем вопросам, которые имеют наибольшую важность и характеризуются минимальным объемом тестового материала, а также минимальным уровнем подготовки.

Элементы, входящие в состав тестовой системы можно разбить на две группы:

- элементы, имеющие один параметр - важность (задачи подготовки);
- элементы, имеющие три параметра - важность, объем информации и уровень подготовленности тестируемого.

Показатели и параметры совпадают, если они являются одноименными [8], причем важность является мультипликативным показателем, а объем информации и уровень подготовки тестируемого - аддитивными показателями.

Данные показатели преобразуются в минимизируемые и удовлетворяющие условию $y \in \Omega_y$, где $\Omega_y = \{ y \mid 0 \leq y_i \leq 1, i = \overline{1, m} \}$, следующим образом

$$y^v(c) = 1 - \prod_{z \in c} v_z,$$

$$y^U(c) = \frac{\sum_{z \in c} U_z}{U_{\max}},$$

$$y^Y(c) = \frac{\sum_{z \in c} Y_z}{\sum_{z \in c} U_z}$$

где c - вариант тестового задания;

z - элемент;

y^v , y^U , y^Y - показатели, характеризующие важность, объем информации и уровень подготовленности тестируемого соответственно;

v_z - важность элемента z ;

U_z - объем информации, соответствующий элементу z (измеряется в байтах);

U_{\max} - максимально возможный объем информации для всех возможных тестовых структур;

Y_z – уровень подготовленности испытуемого, соответствующий элементу z (измеряется в байтах).

В этом случае целевая функция задается следующим выражением:

$$F(y) = y^v \cdot (K_U y^U + K_Y y^Y),$$

где K_U – вес показателя y^U ;

K_Y – вес показателя y^Y .

Оценка влияния качества тестирования при профессиональном отборе специалистов или воспитания у них профессионально значимых качеств может быть выполнена на основании экспертных исследований.

Для максимально возможного исключения элементов субъективизма при постановке, проведении таких экспертных исследований и обработке полученных результатов целесообразно использовать математическую теорию планирования экспериментов. Применение этой теории при экспериментальном исследовании

влияния на качество и эффективность деятельности специалистов позволяет решить следующие задачи:

- ограничить число факторов или показателей, характеризующих качество тестирования;
- уменьшить число экспериментов с одновременным увеличением статистической достоверности за счет одновременного варьирования нескольких тестов;
- исследовать влияние конкретных видов тестирования на безошибочность, точность или скорость выполнения рабочих операций специалистом;
- исследовать влияние индивидуальных особенностей специалистов, имеющих наихудшие или наилучшие показатели по безошибочности, точности и быстрдействию при использовании одной и той же системы тестирования;
- найти оптимальную форму тестирования (формат, размещение информации, вид представления информации, вид и качество носителя информации и т.д.).

Основная задача экспертного исследования - нахождение оптимальной области условий деятельности заключается в определении совокупности варьируемых тестов, при которых выбранные показатели качества деятельности специалиста принимают оптимальное значение. При этом выполняется минимальное число экспериментов, позволяющее на каждом этапе провести эффективную статистическую интерпретацию полученных результатов.

Для решения указанной задачи пользуются следующими методами [9]:

- экспертного и экспериментального отсеивания незначимых факторов;
- полного и дробного факторных экспериментов;
- использования планов 2^n при дрейфе выходных параметров во времени (n – число варьируемых факторов);
- крутого восхождения по поверхности отклика.

Экспертное отсеивание факторов основано на том, что факторы, которые согласно априорной информации могут оказывать на исследуемый объект существенное влияние, ранжируются в порядке убывания вносимого ими вклада. Один из методов отсеивания факторов базируется на опросе ряда

экспертов-специалистов, работающих в области профессионального отбора, и статистического усреднения. Так как эксперты приписывают факторам ранги, то при обработке результатов требуется использовать методы обработки ранговых оценок. По результатам ранжирования выбирают виды тестов, подлежащие отсеиванию.

На этапе экспертного отсеивания видов тестов главное внимание должно быть направлено на максимальное сокращение числа экспериментов. Задача экспериментального отсеивания заключается в том, чтобы получить предварительные сведения об относительном ранге факторов из группы выбранных в результате ранжирования. Отсеивающий эксперимент проводится методом случайного баланса, использующего идею расщепления поля факторов на значимые и шумовые (незначимые). Применение метода случайного баланса возможно при следующем допущении: среди большого числа возможных факторов имеется лишь несколько действительно значимых, а все остальные могут быть отнесены к шумовым. Математическая модель объекта исследования (в данном случае тестируемого специалиста при реализации им заданного вида деятельности) представляется в виде уравнения регрессии, связывающего параметр оптимизации y и влияющие на него значимые факторы x (входы объекта исследования). Это уравнение имеет вид

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где y – функция отклика;

x – число значимых видов тестов.

В качестве правой части уравнения регрессии наиболее часто применяются отрезки степенных рядов - алгебраические полиномы. Для случая двух значимых факторов, зависящих от степени полинома, уравнение регрессии имеет следующий вид

для полинома нулевой степени

$$y = b_0;$$

для полинома первой степени

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n;$$

для полинома второй степени

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1^2 + b_{22}x_2^2 \dots,$$

где b_0 – свободный член полинома;

b_i – коэффициент при независимом значимом виде теста $x_i (i = \overline{1, n})$;

b_{ij} – коэффициент при зависимых значимых видах тестов x_i и $x_j (i, j = \overline{1, n}, i \neq j)$.

Для определения показателей качества деятельности специалиста при небольшом числе факторов (четыре-пять) целесообразно использовать полный факторный эксперимент, который заключается в том, что реализуются все возможные неповторяющиеся комбинации уровней независимых переменных и предусматривается одновременное изменение каждого из тестов $x_i (i = \overline{1, n})$ на двух уровнях: нижнем $x_{iн}$ и верхнем $x_{iв}$, отличающихся от базового $x_{iб}$ на шаг варьирования $\pm \Delta x_{iб}$. Число комбинаций $N = 2^n$ определяет тип планирования. Математическое описание связи параметра оптимизации с исследуемыми видами тестов представляется в виде уравнения

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i,j=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n x_{ii} x_i^2 + \dots,$$

коэффициенты которого имеют смысл частных производных

$$b_i = \partial y / \partial x_i; b_{ij} = \partial^2 y / \partial x_i \partial x_j; b_{ii} = \partial^2 y / \partial x_i^2.$$

Величина y носит случайный характер в связи с наличием неуправляемых и неконтролируемых переменных, поэтому уравнение регрессии не дает точной связи между показателями, характеризующими качество тестирования (x_1, \dots, x_n), и качеством деятельности специалиста (y). Левая часть уравнения фактически должна быть представлена условным математическим ожиданием случайной величины y . Следовательно, задача сводится к отысканию по результатам эксперимента уравнения регрессии с правой частью в виде некоторого полинома.

При минимальном числе экспериментов использование полного факторного эксперимента неэффективно и вместо него применяют дробный факторный эксперимент, при котором реализуется часть (дробная реплика) полного факторного эксперимента, позволяющая получить линейное приближение искомой функциональной зависимости

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i$$

где $y = M(y)$

При исследованиях имеется целый ряд неуправляемых факторов, таких как изменение навыков специалистов от эксперимента к эксперименту, утомление и т.д. Действие этих факторов вызывает нестационарное изменение выходного параметра y (временной дрейф). В случаях, когда известно только то, что выходной параметр убывает или растет, следует считать это изменение линейным. Случай линейного дрейфа наиболее прост с точки зрения вычисления к организации планирования. Предполагается, что в процессе эксперимента выполняется условие аддитивности дрейфа. Такой дрейф можно интерпретировать как смещение поверхности отклика без деформации самой поверхности. При этом выходной параметр представляет собой аддитивную смесь функции отклика $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, временного дрейфа $y(t)$ и некоторого нормального шума ε с нулевым средним и ограниченной дисперсией

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + b_0 + y(t) + \varepsilon.$$

При использовании математической теории планирования экспериментов экспериментальные данные могут обрабатываться способом экспертного отсеивания незначимых факторов, когда результаты опроса экспертов представляют в виде матрицы рангов и подсчитывают разность между суммой рангов каждого фактора и средней суммой рангов

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^{\mu} r_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{\mu} r_{ij}}{n} = \sum_{j=1}^{\mu} r_{ij} - T_{cp},$$

где $\sum_{j=1}^{\mu} r_{ij}$ – сумма рангов i -го фактора μ экспертов;

r_{ij} – ранг каждого i -го фактора j -го эксперта;

μ – число экспертов;

n – число факторов.

Затем рассчитывают коэффициент конкордации K_k характеризующий степень согласованности мнений экспертов, по формуле

$$K_k = \frac{S}{\frac{1}{12} \mu^2 (n^3 - n) - \mu \sum_{j=1}^{\mu} T_i},$$

где $S = \sum_{j=1}^{\mu} \Delta_i^2$;

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j);$$

t_j – число одинаковых рангов, данных экспертами i -му фактору.

После этого проверяют значимость коэффициента конкордации по критерию χ^2 . Значение χ^2 рассчитывают по формуле

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \mu n(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{\mu} T_j}$$

Полученное значение χ^2 сравнивают с табличным, и если для 5%-ного уровня значимости при заданном числе степеней свободы табличное значение χ^2 меньше расчетного, то гипотеза о наличии согласия мнений экспертов принимается. По результатам экспертного ранжирования строят диаграмму рангов, по которой и выбирают наиболее значимые факторы.

Оптимизация готовности персонала к осуществлению деятельности по обеспечению техносферной безопасности позволяет уменьшить число происшествий и тем самым обеспечить снижение числа аварий и несчастных случаев.

Использованные источники

1. Алекина, Е. В. Теоретические основы формирования интегративной системы управления безопасностью производства: монография / Е. В. Алекина, Д. А. Мельникова, Г. Н. Яговкин; под редакцией Г. Н. Яговкина. — Самара: АСИ СамГТУ, 2018. — 275 с
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для среднего профессионального образования / С. В. Белов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 638 с.
3. Кривова М.А., Обучение персонала предприятий безопасной деятельности с использованием методов педагогического тестирования. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. - 2021. - Т. 18. - №2. - С. 75-86
4. Мехтиханова Н. Н. Психологическая оценка персонала: учеб. пособие / Н. Н. Мехтиханова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль:

ЯрГУ, 2013. — 116 с.

5. Зеер, Э. Ф., Русанова, Ю. Л. Психологическая оценка персонала: теория и практика. Образование и наука, -2005. (3), 104-112.
6. Гласс, Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.
7. Яцкевич, А. Ю. Информационные технологии для прогнозирования и повышения эффективности профессионального отбора / А. Ю. Яцкевич, И. Г. Шупейко // Big Data and Advanced Analytics. – 2020. – № 6-3. – С. 258-262. – EDN HEIRHL.
8. Савельев С. Н., Яговкин Н. Г. Математическая модель комплекса программ развития для оценки принимаемых в них решений // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. 2005. №38.
9. Губинский А.И. Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л.: Судостроение, 1997. 224 С.