

Гарт Виктория Алексеевна

Аспирант, Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС»
(Москва, Россия)
E-mail: gart_v@mail.ru

Gart Viktoriya Alekseevna

Post-graduate Student, National University of
Science and Technology MISiS
(Moscow, Russia)
E-mail: gart_v@mail.ru

Нгуен Ольга Ивановна

Кандидат технических наук, доцент,
Череповецкий государственный
университет
(Череповец, Россия)
E-mail: Oisolovyeva@mail.ru

Nguen Olga Ivanovna

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: Oisolovyeva@mail.ru

Потоцкий Евгений Павлович

Кандидат технических наук, профессор,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»
(Москва, Россия)
E-mail: pep@disto.misis.ru

Pototskiy Evgenij Pavlovich

PhD in Technical Sciences,
Professor, National University of Science and
Technology MISiS
(Moscow, Russia)
E-mail: pep@disto.misis.ru

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
К АНАЛИЗУ СТРУКТУРЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПРИГОДНОСТИ**

**SYSTEM APPROACH
TO THE ANALYSIS OF THE
STRUCTURE OF THE
PROFESSIONAL SUITABILITY**

Аннотация. Авторы рассматривают влияние человеческого фактора на производственный травматизм путем анализа профессиональной пригодности оперативного персонала действующего объекта энергетического комплекса.

В работе предлагается способ классификации персонала по степени выраженности личностных качеств с применением метода кластерного анализа.

Abstract. The need to assess the professional suitability of personnel is determined by the high level of injuries caused by errors of workers. An approach to professional suitability assess developed for occupational injuries reduction is proposed on the basis of psychological testing of personnel. The requirements for the employee were formulated, and professionally important qualities were singled out. An assessment of professionally important qualities was made in selected personal questionnaires, which allowed obtaining information about the behavior and reactions of the employee in various situations. The arrays of individual employee profiles are automatically classified by the cluster analysis method. The described approach to the assessment of professional suitability allows to reduce production injuries and other emergencies.

Ключевые слова: профессиональная пригодность, человеческий фактор, травматизм, классификация персонала, кластерный анализ

Keywords: professional suitability, human factor, injury, classification of personnel, cluster analysis

Введение

Повышение технологического уровня производства и рост степени автоматизации приводит к усложнению содержания трудовых функций обслуживающего персонала и, как следствие, возрастанию ответственности за результат работы. Анализ статистических данных показывает, что 75 % групповых, тяжелых несчастных случаев, несчастных случаев со смертельным исходом произошло под влиянием «человеческого фактора». Данное влияние обусловлено наличием противоречий между профессиональными требованиями, сформированными спецификой деятельности, и психологическими особенностями работника. Отсутствие или недостаточная выраженность определенных качеств работника негативно сказывается на эффективности труда в целом, ведет к возникновению ошибочных действий и также может оказывать вредное и опасное воздействие на человека.

«Профессиональная пригодность» по своей сути отражает как различные индивидуальные особенности человека, необходимые для успешного выполнения трудовой (учебной) деятельности, его пригодность для конкретной деятельности, так и характеристики объекта труда (содержания, средств, условий, организации деятельности) с точки зрения их соответствия возможностям человека (или профессиональной совокупности лиц), т.е. пригодности труда для человека [2]. Поэтому изучение влияния человеческого фактора на результаты деятельности работника необходимо проводить с позиций системного подхода, отражающего взаимосвязь элементов системы «человек – машина». Данный подход позволяет проанализировать сущность явлений, определяющих характер происхождения ошибок работника. В связи с этим формируется задача выявления составляющих (элементов) профессиональной пригодности и способа их организации.

Основная часть

Подход к оценке взаимодействия «человек – машина» основывался на проведении эксперимента с участием оперативного персонала ТЭЦ Череповецкого металлургического комбината. Объем выборки составил 30 работников, среди которых – машинисты паровых турбин, машинисты котлов, машинисты-обходчики, аппаратчики химической водоочистки. На основе проведенного анализа проектно-технологической документации, распространяющейся на данные рабочие места, в структуре профессиональной пригодности, как системной характеристике человека, выделены компоненты и элементы, обеспечивающие достижение заданных показателей трудового процесса (рис. 1).

Когнитивный компонент – способность к логическому мышлению и анализу фактов действительности, к систематизации и прогнозированию, к самостоятельной организации собственной деятельности и оценке ее результатов. В состав когнитивного компонента входят: уровень интеллекта (интегральный показатель общих способностей), переключение, концентрация, избирательность внимания, объем памяти (рис. 1).

Эмоциональный компонент – способность к сохранению организованного поведения, работоспособности и эмоциональной устойчивости в обычных и стрессовых ситуациях. В состав эмоционального компонента входят: экстраверсия, интроверсия, нейротизм, импульсивность.

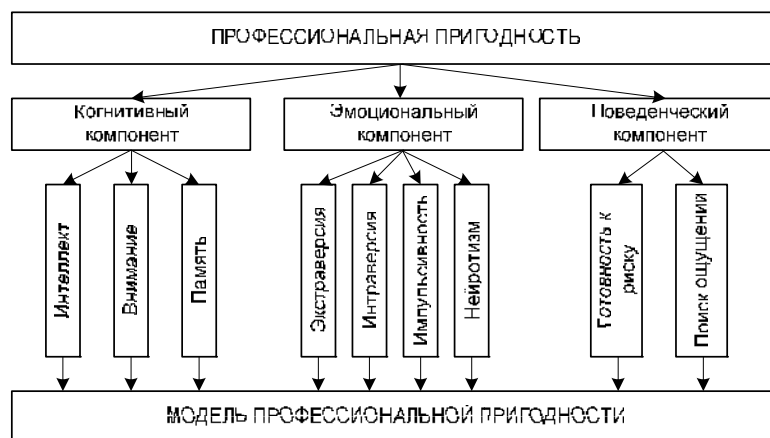


Рис. 1. Структура профессиональной пригодности оперативного персонала

Поведенческий компонент – выполнение производственного задания в соответствии с установленными требованиями, проявление настойчивости в достижении поставленных целей, отсутствие склонности к рискованным действиям. В состав поведенческого компонента входят: готовность к риску, поиск ощущений.

Модель профессиональной пригодности имеет гибкую структуру, изменяющуюся в зависимости от содержания трудовой функции работника. Поэтому личностные качества, выделенные для каждой профессии, были объединены по принципу адекватной универсализации, что позволило оценить профессиональную пригодность для группы профессий.

Для проведения количественной оценки профессиональной пригодности разработана методика, содержащая комплекс личностных опросников, направленных на определение степени выраженности личностных качеств (табл. 1).

Таблица 1

Методики для оценки личностных качеств

Компоненты профессиональной пригодности	Элементы профессиональной пригодности (личностные качества)	Методики для оценки личностных качеств
1. Эмоциональный компонент	1.1 Экстраверсия. 1.2 Интроверсия. 1.3 Нейротизм. 1.4 Импульсивность.	1.1-1.3 Опросник Г.Ю. Айзенка. 1.4 Опросник В.А. Лосенкова
2. Поведенческий компонент	2.1 Готовность к риску. 2.2 Поиск ощущений	2.1 Опросник А.М. Шуберта. 2.2 Опросник М. Цукермана
3. Когнитивный компонент	3.1 Уровень интеллекта. 3.2 Внимание. 3.3 Память	3.1 Тест В.Н. Бузина, Э.Ф. Вандерлика. 3.2 Методика Ф.Д. Горбова, тесты Пьерона-Рузера и Г. Мюнстерберга. 3.3 Методики Н.В. Макаренко

Опросники содержат вопросы или утверждения с возможными вариантами ответов. Достоверность проведенного тестирования подтверждается оценкой по «шкале

лжи». Результаты проведенного тестирования оперативного персонала контрольной выборки представлены в виде таблицы (матрицы) типа «объект – признак», состоящей из значений признаков X_1 – X_{10} (табл. 2).

Таблица 2

Результаты тестирования оперативного персонала

№ п/п	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	15	10	8	42	5	22	7	2	8	4
2	11	8	-30	41	1	14	6	4	6	5
3	14	8	-29	42	5	18	6	5	6	4
4	11	11	-30	48	4	13	7	3	8	4
5	13	5	16	38	7	14	9	4	3	4
6	14	1	-20	32	3	26	2	4	7	4
7	11	3	-9	27	4	28	9	5	10	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	13	10	-9	29	5	26	7	4	2	5

Примечание: N п/п – идентификационный номер персонала, в качестве которого выступают фамилия, имя, отчество работника; X_1 – экстраверсия, X_2 – нейротизм, X_3 – готовность к риску, X_4 – импульсивность, X_5 – поиск ощущений, X_6 – уровень интеллекта, X_7 – переключение внимания, X_8 – концентрация внимания, X_9 – избирательность внимания, X_{10} – память

Поскольку возможность найти структуру в полученных данных при визуальном обследовании отсутствует, то поиск латентных группировок наблюдений производился по всем исходным значениям элементов профессиональной пригодности методом кластерного анализа с помощью статистического пакета SAS 9.4. Преимуществом кластерного анализа, в сравнении с другими математико-статистическими методами, является возможность разбивки объектов по совокупности признаков практически произвольной природы.

На первом этапе проведения кластерного анализа матрица «объект – признак» (табл. 2) преобразовывается в матрицу расстояний между объектами, отражающих меру сходства объектов между собой по всей совокупности используемых признаков. Два объекта идентичны, если описывающие их переменные принимают одинаковые значения. В этом случае расстояние между ними равно нулю. Мера расстояния (метрика) обычно зависит от выбора шкалы (масштаба) измерений. Одним из наиболее используемых расстояний, в случае количественных признаков, является евклидово расстояние (метрика Евклида), определяемое как:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^v (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

где d_{ij} – расстояние между i -м и j -м объектами, x_{ik} – численное значение k -й переменной для i -го объекта, x_{jk} – численное значение k -й переменной для j -го объекта, v – количество переменных, которыми описываются объекты [4].

Используя метрику Евклида, получим симметричную матрицу расстояний, содержащую исходные данные для проведения кластерного анализа. Объединение

объектов в кластеры все более высокой общности на основе заданного критерия и, в конечном результате, разбиение некоторого множества объектов на естественное число кластеров, реализовано при помощи метода Уорда, который обеспечивает минимальную вариацию расстояний в получаемых кластерах.

Графическое представление результатов кластеризации персонала по оценкам личностных качеств представлено в виде дендрограммы (рис. 2). По оси *X* располагаются классифицируемые объекты (на одинаковом расстоянии друг от друга). По оси *Y* – расстояния, на которых происходит объединение объектов в кластеры.

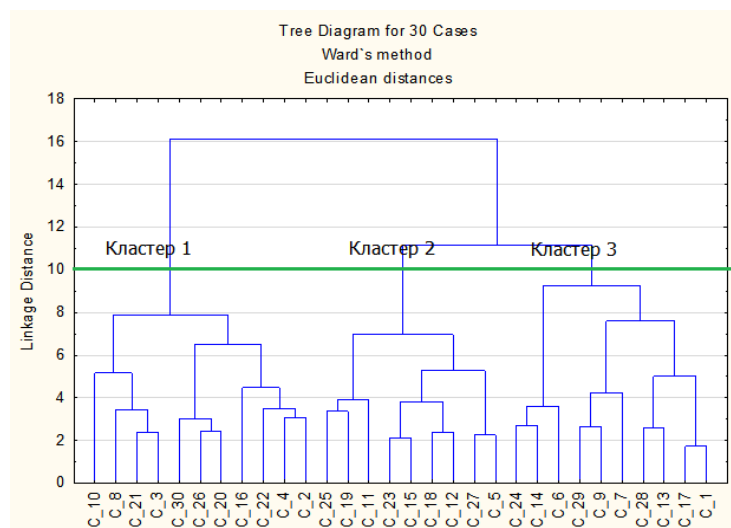


Рис. 2. Дендрограмма кластеризации наблюдений по значениям личностных качеств работников

На основе визуального анализа полученной дендрограммы можно констатировать: порог межкластерных расстояний для данной модели находится на уровне 10 единиц по вертикальной оси, поэтому целесообразно выделить 3 кластера с наименьшей дисперсией межкластерного расстояния, наиболее пригодных для последующей интерпретации. В результате выделено три группы персонала, различающихся между собой по группообразующим признакам (табл. 3). Системный учет данных признаков и результаты кластеризации позволили охарактеризовать каждый кластер по уровню профессиональной пригодности.

В кластер «1» входят работники (90 % всего объема выборки) с высокими результатами развития общих умственных способностей и способностей к обучению. Им свойственна познавательная активность, быстрое формирование необходимых навыков, высокая скорость переработки информации и выраженная способность сосредоточения внимания на одном или нескольких объектах. Доля экстравертированного персонала группы составляет 70 %, им характерна невысокая степень выраженности качества (экстраверсии). При этом 80 % всего протестированного персонала, относящегося к кластеру «1», имеют низкую готовность к риску, остальные – проявляют ситуативное поведение.

Принадлежность к кластерам

Номер кластера	Наименование кластера	Количество персонала	Идентификационный номер персонала (№ п/п в табл. 2)
1	«Успешно» пригодные	10	24, 14, 6, 29, 9, 7, 28, 13, 17, 1
2	«Условно» пригодные	11	10, 8, 21, 3, 30, 26, 20, 16, 22, 4, 2
3	Непригодные	9	25, 19, 11, 23, 15, 18, 12, 27, 5

По уровню импульсивности превалируют объекты со средним уровнем выраженности свойства, у которых инициативность, решительность и оперативность действий сочетается с планомерностью и продуманностью поступков. Это согласуется с результатами тестирования на «поиск ощущений», 80 % персонала имеют низкий уровень выраженности данного свойства.

Оценка персонала на «нейротизм» показала, что 90 % работников, отнесенного к кластеру «1», обладают низким уровнем нейротизма, т.е. являются эмоционально устойчивыми. Как правило, такие работники не испытывают трудности в общении с коллегами и вышестоящим руководством, неконфликтны, замотивированы на выполнение поставленных задач.

Кластер «2» характеризуется работниками, имеющими средний уровень и уровень «выше среднего» развития общих умственных способностей. Большинство работников, составивших группу (73 %), имеют слабовыраженную тенденцию к интраверсии либо являются глубокими интравертами. Соответственно, оставшийся персонал отнесен к категории работников экстравертированного типа.

В кластер «3» входят работники, имеющие низкие показатели интеллекта. Исследование памяти и избирательности внимания также показало низкий уровень развития качеств. Данный персонал, вероятно, будет испытывать затруднения в процессе обучения и дальнейшей профессиональной деятельности. Доля персонала экстравертированного типа составляет 67 % со средним уровнем импульсивности, при этом из них 33 % имеют склонность к риску, остальные работники осторожны в принятии решений и допускают риск лишь в известных пределах. Работники данной группы имеют наибольший средний балл по шкале «поиск ощущений» среди всех работников выборки. По шкале «нейротизм» 45 % персонала имеют средние значения данной характеристики, определяющей эмоциональную стабильность или устойчивость/неустойчивость, свойственную человеку в той или иной степени, в зависимости от вегетативной нервной системы, отвечающей за поведение в стрессе.

На основании сравнения групп и анализа взаимной компенсации личностных качеств можно охарактеризовать каждый кластер по уровню профессиональной пригодности:

- кластер 1 («успешно» пригодные) – уровень развития личностных качеств достаточен для выполнения возложенных на работника обязанностей с требуемой надежностью при минимальных психологических затратах. Психологические противопоказания к работе отсутствуют;

- кластер 2 («условно» пригодные) – уровень развития личностных качеств обеспечивает выполнение должностных обязанностей работником с возможным проявлением ошибок в процессе труда, не оказывающих существенного влияния на эффективность эксплуатации технических систем;

- кластер 3 (непригодные) – уровень развития личностных качеств характеризуется наличием неблагоприятных показателей, определяющих противопоказания к работе.

Таким образом, работники, отнесенные к группам риска: «условно» пригодные, непригодные, в большей мере подвергнуты травматизму.

Выводы

В рамках исследования по изучению профессиональной пригодности с применением принципов системного подхода выделены:

- элементы (личностные качества работника);
- внутренние связи (взаимная компенсация личностных качеств);
- внешние связи (обусловленность личностных качеств в зависимости от требований, предъявляемых профессией);
- уровни профессиональной пригодности.

Использование данного подхода позволило рассматривать ошибки персонала и происшедшие с ним несчастные случаи на производстве как закономерное проявление его психологических особенностей. При этом периодический мониторинг, в рамках предложенной модели, обеспечит возможность выявления предпатологических состояний. Важное прикладное значение имеет выделение групп риска, характеризующихся недостаточным уровнем развития тех или иных личностных качеств. Применение к ним персонифицированных мероприятий окажет положительное влияние на функциональное состояние работников и, как следствие, будет способствовать предупреждению несчастных случаев на производстве.

Литература

1. Антонов А.В. Системный анализ. М., 2006. 454 с.
2. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. М., 2001. 511 с.
3. Волохина А.Т., Глебова Е.В., Иванова М.В. Влияние человеческого фактора на безопасность эксплуатации газотранспортных систем // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2009. №3. С. 46–48.
4. Ким Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М., 1989. 215 с.
5. Котик М.А. Психология и безопасность. Таллин, 1981. 448 с.
6. Плашенков В.В. Основы системного анализа. Череповец, 2002. 170 с.
7. Потоцкий Е.П., Гарт В.А. Подход к оценке профессиональной пригодности персонала на основе изучения склонности к риску травмирования // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. №4. С. 481–489.

References

1. Antonov A.V. *Sistemnyi analiz* [System analysis]. Moscow, 2006. 454 p.
2. Bodrov V.A. *Psikhologiya professional'noi prigodnosti* [Psychology of professional suitability]. Moscow, 2001. 511 p.

3. Volohina A.T., Glebova E.V., Ivanova M.V. Vliianie chelovecheskogo faktora na bezopasnost' ehkspluatacii gazotransportnyh system [The influence of human factor on safe operation of gas transmission systems]. *Upravleniie kachestvom v neftegazovom komplekse* [Quality Management in Oil and Gas Industry], 2009, no. 3, pp. 46–48.
4. Kim Dzh.-O., M'yuller CH.U., Klekka U.R. *Faktornyi, diskriminantnyi i klasternyi analiz* [Factorial, discriminant and cluster analysis]. Moscow, 1989, 215 p.
5. Kotik M.A. *Psikhologiya i bezopasnost'* [Psychology and safety]. Tallinn, 1981. 235 p.
6. Plashenkov V.V. *Osnovy sistemnogo analiza* [Basics of system analysis]. Cherepovets, 2002. 170 p.
7. Potockiy E.P., Gart V.A. Podhod k ocenke professional'noi prigodnosti personala na osnove izucheniia sklonnosti k risku travmirovaniia [Approach to assessing personnel occupational fitness based on the injury risk tolerance study]. *Gornyi informacionno-analiticheskii byulleten'* [Mining informational and analytical bulletin], 2017, no. 4, pp. 481–489.

Для цитирования: Гарт В.А., Нгуен О.И., Потоцкий Е.П. Системный подход к анализу структуры профессиональной пригодности // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. №3(84). С. 16–23. DOI: 10.23859/1994-0637-2018-3-84-2.

For citation: Gart V.A., Nguen O.I., Pototskiy E.P. System approach to the analysis of the structure of the professional suitability. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2018, no. 3 (84), pp. 16–23. DOI: 10.23859/1994-0637-2018-3-84-2.