

А.А. Косенков

## КОГДА КРИСТАЛЛИЗОВАННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МОЖЕТ БЫТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО «НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ» ЛИЧНОСТНЫМ КАЧЕСТВОМ ОПЕРАТОРОВ

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Александр Александрович Косенков, e-mail: kossenkov@gmail.com

### РЕФЕРАТ

**Цель:** Обсуждение случая противоположно направленных влияний показателей кристаллизованного и флюидного интеллекта в решающем правиле, предназначенном для прогнозирования профессиональной успешности операторов блочного щита управления (БЩУ) атомных электростанций (АЭС).

**Материал и методы:** Анализируются результаты обследования операторов БЩУ трех атомных станций, работавших в штатном режиме эксплуатации. Из их числа в результате экспертной оценки с применением метода ранжирования были сформированы группы наиболее и наименее успешных операторов. Все операторы прошли психодиагностическое обследование с использованием методики многостороннего исследования личности (ММИЛ), 16-факторного личностного опросника (16-ФЛО) и теста «прогрессивные матрицы» Равена в условиях дефицита времени. Для получения наилучшего линейного дискриминатора, позволяющего прогнозировать профессиональную успешность операторов БЩУ на основе результатов психодиагностического тестирования, был применен метод канонического корреляционного анализа.

**Результаты:** По результатам экспертной оценки были выделены группы операторов с наибольшей и наименьшей профессиональной успешностью. После обработки данных с помощью канонического корреляционного анализа было получено решающее правило, позволяющее прогнозировать профессиональную успешность операторов на основе системы признаков (значений психодиагностических показателей, умноженных на коэффициенты). Неожиданным явилось то, что высокие значения по фактору «В» 16-ФЛО оказались «вредными» для прогноза профессиональной успешности, то есть повышали вероятность отнесения оператора к группе наименее успешных специалистов.

**Заключение:** Фактор «В» 16-ФЛО рассматривался как инструмент для оценки преимущественно кристаллизованного, а тест Равена – флюидного интеллекта. При этом не существует методик, позволяющих измерять данные показатели в чистом виде. Учитывая это, автор полагает, что истинная роль фактора «В» в решающем правиле не отражала нежелательность у операторов БЩУ развитого кристаллизованного интеллекта. Наиболее вероятно, что его противопоставление «желательному» показателю (числу правильно решенных задач теста Равена) позволяло выделить роль именно флюидного интеллекта (либо каких-либо его аспектов более низкого уровня), как качества, профессионально важного для конкретной операторской деятельности.

**Ключевые слова:** операторы АЭС, кристаллизованный интеллект, флюидный интеллект, психодиагностика, тест Равена, 16-ФЛО, фактор В, прогнозирование профессиональной успешности, канонический корреляционный анализ, экспертная оценка

**Для цитирования:** Косенков А.А. Когда кристаллизованный интеллект может быть профессионально «нежелательным» личностным качеством операторов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. № 5. С. 34–37. DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-34-37

DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-34-37

А.А. Kosenkov

## When the Factor of Crystallized Intelligence Can Be a Professionally “Undesirable” Personal Quality of Operators

A.I. Burnazyana Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: A.A. Kosenkov, e-mail: kossenkov@gmail.com

### ABSTRACT

**Purpose:** To discuss the case of oppositely directed influences of the indicators of crystallized and fluid intelligence in the decisive rule designed to predict the professional success of the nuclear power plants (NPPs) operators.

**Material and methods:** This paper analyzes the results of psychodiagnostic examinations of operators of main control rooms (MCR) of NPPs that functioned under normal conditions. All individuals were administered the J. Raven’s “Progressive matrices”, the Russian language adaptation of the Minnesota Multiphasic Personality Inventory (MMPI) and the Sixteen Personality Factor Questionnaire (16PF, form A). A cross-expert review using the ranking method revealed two groups of operators with relatively higher and lower levels of professional success. The method of canonical correlation analysis has been used to obtain the best linear discriminator for predicting the professional success of MCR operators based on indicators of psychodiagnostic tests.

**Results:** Based on the results of the expert assessment, two groups of operators with the highest and lowest professional success were identified. Decisive rule were obtained that make it possible to predict the professional success of operators based on a system of signs (values of the psychodiagnostic tests scales multiplied by coefficients) after the data processing using canonical correlation analysis. Unexpected result was that the high values of 16PF factor «B» turned out to be «undesirable» for the prediction of professional success, that is, these values increased the probability of assigning the operator to the group of the lowest successful specialists.

**Conclusion:** Factor «B» of 16PF was considered as a tool for assessing predominantly crystallized intelligence, and the Raven’s test – for the fluid one. At the same time, there are no methods that allow measuring these indicators in their purest form. Taking this fact into account,

the author believes that the true role of factor B in the decisive rule did not reflect the undesirability of advanced crystallized intelligence among MCR operators. It is most likely that its opposition to the «desirable» indicator (the number of correctly solved tasks of the Raven's test) made it possible to single out the role of fluid intelligence (or some of its lower-level aspects) as a professionally important quality for the particular operator activity.

**Key words:** NPP operators, crystallized intelligence, fluid intelligence, psychodiagnostics, Raven's test, 16PF, factor B, professional success prediction, canonical correlation analysis, expert evaluation

**For citation:** Kosenkov AA. When the Factor of Crystallized Intelligence Can Be a Professionally «Undesirable» Personal Quality of Operators. Medical Radiology and Radiation Safety. 2023;68(5):34–37. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-34-37

## Введение

Методы многомерного статистического анализа являются важными инструментами в психофизиологии и психологии труда [1–3], в частности для математической обработки результатов исследований, имеющих в своей основе психофизиологические цели. Например, использование таких инструментов позволяет сократить число исходных переменных на основе их классификации и определения структуры взаимосвязей между ними (факторный анализ), либо разработать решающее правило, позволяющее прогнозировать профессиональную успешность сотрудников с целью профессионального отбора и профориентации (метод канонических корреляций).

Однако даже при тщательной подготовке к исследованию, включающей анализ деятельности персонала и подбор методик, адекватно отражающих профессионально важные качества, сложность интерпретации полученных интегральных показателей может существенно различаться. Пример, иллюстрирующий получение простых для понимания производных показателей был изложен автором ранее [4]; в работе были получены легко узнаваемые факторы экстраверсии и флюидного интеллекта, имевшие статистически значимую связь с успешностью профессиональной деятельности операторов АЭС.

В настоящей статье с позиций психологии труда и когнитивной психологии рассматривается парадоксальный на первый взгляд результат исследования, полученный при разработке линейного дискриминатора, позволяющего прогнозировать успешность профессиональной деятельности оперативного персонала блочного типа управления (БЩУ) АЭС на основе показателей психодиагностических методик. Противоречие ожидаемому результату заключалось в том, что показатели «число правильных решений» в тесте Равена с одной стороны и 16-ФЛО (фактор «В») с другой стороны вошли в формулу с противоположным знаком.

## Материал и методы

Операторы БЩУ трех атомных станций, работавших в штатном режиме эксплуатации, прошли психодиагностическое обследование с использованием методики многостороннего исследования личности (ММИЛ), 16-факторного личностного опросника Кэттелла (16-ФЛО, форма А) и теста «прогрессивные матрицы» Равена в условиях дефицита времени (на выполнение интеллектуальных задач было отведено 20 минут). Обсуждаемые в данной статье показатели, основанные на результатах решения логических задач, относятся к двум основным факторам интеллектуальных способностей, которые выделил Рэймонд Кэттел (Raymond Cattell), флюидному и кристаллизованному интеллекту [5].

Из числа операторов в результате экспертной оценки с применением метода ранжирования были сформированы группы наиболее ( $n=33$ ) и наименее ( $n=23$ ) успешных операторов. В качестве экспертов выступали другие со-

трудники АЭС, которые постоянно взаимодействовали с оцениваемыми операторами, а именно: их руководители, коллеги по работе на БЩУ, а также представители смежных подразделений. Процедура экспертной оценки была комбинированной и проводилась в два этапа. На первом этапе эксперт работал со списками операторов отдельно по каждой должности, в которых он оценивал их профессиональные знания и навыки, способность работы в сложных (нестандартных и потенциально аварийных) ситуациях и «характер», то есть личностные качества, которые способствуют или мешают эффективному сотрудничеству. Второй этап заключался в ранжировании операторов каждой из должностей по интегральному признаку успешности профессиональной деятельности. В группы наиболее и наименее успешных операторов были включены те из них, которые получили соответствующие и непротиворечивые оценки по результатам опроса всех экспертов. Для получения наилучшего линейного дискриминатора, позволяющего прогнозировать профессиональную успешность операторов БЩУ на основе показателей психодиагностических тестов, был применен метод канонического корреляционного анализа с использованием статистического пакета BMDP (Bio-Medical Data Package).

## Результаты и обсуждение

Лучшие операторы статистически значимо отличались от худших по обоим учитываемым показателям теста Равена: они правильно решили больше задач за 20 мин, а процент ошибок у них был ниже (табл. 1).

Таблица 1

Усредненные значения показателей тестов интеллекта в группах наиболее и наименее успешных операторов БЩУ (значения фактора «В» 16-ФЛО приведены в «сырых» баллах)

Average values of the intelligence tests scores in the groups of the most and least successful main control rooms' operators (the values of the 16PF factor B are given in «raw» scores)

№	Показатель	Тест	Наиболее успешные $\bar{x} \pm \delta$	Наименее успешные $\bar{x} \pm \delta$	Уровень значимости, $p$
1	Фактор «В», В(С)	16-ФЛО	8,55±2,22	8,26±2,32	–
2	Число правильных решений, Пр(R)	Тест Равена	45,21±7,11	37,39±8,86	< 0,01
3	Процент ошибок, % ош(R)		9,94±9,09	18,84±13,45	< 0,05

**Примечание:** \* значения фактора В 16-ФЛО приведены в «сырых» баллах

В то же время из приведенных результатов следует, что работа на БЩУ предъявляет к операторам достаточно строгие требования к развитию кристаллизованного интеллекта (фактор «В» 16-ФЛО); значения по этому показателю в группах, полярных по признаку профессиональной успешности практически не различались.

В связи с этим неожиданными для автора выглядят результаты канонического корреляционного анализа, имевшего цель построения решающего правила для прогнозирования успешности профессиональной деятельности операторов БЦУ по результатам психодиагностического тестирования. С помощью этого метода был получен наилучший дискриминатор или интегральный психодиагностический критерий разделения (ИПКР) наиболее и наименее успешных операторов БЦУ.

Как видно из формулы (1), число правильных решений теста Равена с одной стороны и процент ошибочных решений этого теста и фактор «В» 16-ФЛО с другой стороны вошли в нее с противоположными знаками.

$$\begin{aligned} \text{ИПКР} = & \text{Const} - 0,1 \times \text{Hs}(\text{M}) + 0,18 \times \text{Hy}(\text{M}) + \\ & + 0,15 \times \text{Pd}(\text{M}) + 0,16 \times \text{Ma}(\text{M}) + 0,2 \times \text{B}(\text{C}) - \\ & - 0,18 \times \text{G}(\text{C}) - 0,32 \times \text{I}(\text{C}) - 0,09 \times \text{M}(\text{C}) - \\ & - 0,15 \times \text{Q2}(\text{C}) - 0,1 \times \text{Pr}(\text{R}) + 0,07 \times \text{Ош}(\text{R}) \end{aligned} \quad (1)$$

где Const – константа, а индексы (M), (C) и (R) обозначают принадлежность показателя соответственно к психодиагностическим тестам ММИЛ, 16-ФЛО и «прогрессивные матрицы» Равена. Для вошедших в формулу шкал ММИЛ и 16-ФЛО приводятся варианты их названий, предложенные автором концепции психической адаптации Ф.Б. Березиным [6]. Шкалы ММИЛ: Hs(M) – шкала 1, соматизация тревоги, Hy(M) – шкала 3, вытеснение факторов, вызывающих тревогу, Pd(M) – шкала 4, реализация эмоциональной напряженности в непосредственном поведении, Ma(M) – шкала 9, отрицание тревоги, гипоманиакальные тенденции. Для первичных факторов 16-ФЛО приведены названия верхних полюсов (высокие значения): B(C) – «В» – высокий интеллект, «G» – сила супер-эго (ответственность, добросовестность), «I» – воображение (склонность полагаться на воображение), «M» – «Афины» (индивидуализм, свободомыслие), «Q2» – высокая самодостаточность (ориентировка на собственные критерии). Полные названия показателей теста Равена приведены в табл. 1.

Среднее значение ИПКР для наиболее успешных операторов БЦУ равнялась –1,48, а для наименее успешных – +2,14. Как и ожидалось, высокие значения по показателю «число правильных решений» теста Равена повышали вероятность отнесения оператора к группе наиболее успешных, а по «проценту ошибок» – к группе наименее успешных операторов БЦУ. Неожиданным оказалось то, что фактор «В» 16-ФЛО (число правильно решенных входящих в него логических задач), также как и «Процент ошибок» теста Равена вошел в формулу (1) с положительным знаком. Это означает, что высокие значения по этому показателю

увеличивают вероятность неблагоприятного прогноза профессиональной успешности для работы в должности операторов БЦУ.

Однако простая гипотеза о том, что высокое значение по фактору «В» является профессионально «вредным» показателем для операторов БЦУ АЭС, не выдерживает критики даже при поверхностном рассмотрении, учитывая тот факт, что группы наиболее и наименее успешных операторов продемонстрировали практически одинаковые и высокие результаты по этому показателю. Повидимому, психологические параметры, вошедшие в формулу для расчета линейного дискриминатора, следует рассматривать не изолированно, а в их соотношении; особенно это касается родственных показателей, отражающих различные аспекты одного и того же предмета исследования, в данном случае – интеллектуальных особенностей операторов БЦУ АЭС.

### Заключение

Тест Равена рассматривался как инструмент для оценки преимущественно флюидного [7, 8], а фактор «В» 16-ФЛО – кристаллизованного интеллекта [9]. Если флюидный интеллект относительно независим от опыта и уровня образования и определяется способностью к решению новых задач, то в основе кристаллизованного интеллекта лежат опыт и знания, а также способность их применять на практике [10, 11]. Следует отметить, что не существует методик, позволяющих измерять данные показатели в чистом виде, в частности, между показателями «число правильно решенных задач» в тестах Равена и 16-ФЛО регистрируется устойчивая статистически значимая положительная корреляционная связь. Учитывая это, а также высокие значения фактора «В» в обеих группах, можно предположить, что способность усваивать и адекватно использовать алгоритмы действий для решения различных (в том числе – профессиональных) задач является необходимым условием для работы на БЦУ АЭС. При этом для выполнения операторских функций на самом высоком уровне требуется обладание рядом других индивидуально-личностных особенностей, включая способность к решению новых и нестандартных задач.

Таким образом, истинная роль фактора «В» в решающем правиле не отражала нежелательности у операторов БЦУ развитого кристаллизованного интеллекта. Наиболее вероятно, что его противопоставление «желательному» показателю (числу правильно решенных задач теста Равена) позволило выделить роль именно флюидного интеллекта (либо некоторых его аспектов более низкого уровня), как качества, профессионально важного для конкретной операторской деятельности.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Мельников В.М., Ямпольский Л.Т. Введение в экспериментальную психологию личности. М.: Просвещение, 1985. 319 с.
- Бобров А.Ф. Информационные технологии в медицине труда // Медицина труда и промышленная экология. 2003. № 9. С. 20-26.
- Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов. М.: Флинта, 2003. 336 с.
- Косенков А.А. Соотношение уровней экстраверсии и флюидного интеллекта как предиктор профессиональной успешности операторов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Т.66, № 5. С. 18-22. DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-5-18-22.
- Cattell R.B., Horn J.L. A Check on the Theory of Fluid and Crystallized Intelligence with Descriptions of New Subtest Designs // Journal of Educational Measurement. 1978. No. 15. P. 139-164.
- Березин Ф.Б., Мирошников М.П., Соколова Е.Д. Методика многоаспектного исследования личности. Структура, основы интерпретации, некоторые области применения. М.: Березин Феликс Борисович, 2011. 320 с.
- Ржанова И.Е., Бритова В.С., Алексеева О.С., Бурдукова Ю.А. Флюидный интеллект: обзор зарубежных исследований // Клиническая и специальная психология. 2018. Т.7, № 4. С. 19–43. DOI: 10.17759/psyclin.2018070402. [https://psyjournals.ru/journals/cpse/archive/2018\\_n4/cpse\\_2018\\_n4\\_Rzhanova\\_et\\_al.pdf](https://psyjournals.ru/journals/cpse/archive/2018_n4/cpse_2018_n4_Rzhanova_et_al.pdf) (Дата обращения: 07.04.2023).
- Гаврилова Е.В. Индивидуальные различия в лингвистических способностях и их связь с флюидным и кристаллизованным интеллектом // Современная зарубежная психология. 2018. Т.7, № 2. С. 16–27. DOI:10.17759/jmfr.2018070202.
- Выбойщик И.В. Личностный многофакторный опросник Р. Кэттелла: Учебное пособие / Под ред. Выбойщика И.В.,

- Шакуровой З.А., Челябинск: ЮУрГУ, 2000. 54 с.
10. Horn J.L. Intelligence—Why It Grows, Why It Declines // *Human Intelligence*. Routledge. P. 53–74. DOI:10.1201/9780429337680-5.
  11. Лаптева Е.М. Современные исследования кристаллизованного интеллекта: методы диагностики и связи с когнитивными и личностными переменными // *Вестник ЮУрГУ*. 2017. Т.10, № 4. С. 56–67. DOI:10.14529/psy170406.

## REFERENCES

1. Melnikov V.M., Yampolsky L.T. Introduction To Experimental Psychology of Personality. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 1985. 319 p. (In Russ.).
2. Bobrov A.F. Information Technologies in Industrial Medicine. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya* = Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2003;9:20-26 (In Russ.).
3. Ermolayev O.Yu. Mathematical Statistics for Psychologists. Textbook. Moscow, Flinta Publ., 2003 336 p. (In Russ.).
4. Kosenkov A.A. The Ratio of the Extraversion and Fluid Intelligence Levels as a Predictor of the Operators' Successful Professional Activity. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost* = Medical Radiology and Radiation. 2021;66;5:18-22 (In Russ.). DOI:10.12737/1024-6177-2021-66-5-18-22.
5. Cattell R.B., Horn J.L. A Check on the Theory of Fluid and Crystallized Intelligence with Descriptions of New Subtest Designs. *Journal of Educational Measurement*. 1978;15:139-164.
6. Berezin F.B., Miroshnikov M.P., Sokolova E.D. Method of Multilateral Study of Personality. Structure, Basis of Interpretation, Some Areas of Application. Moscow, Berezin Feliks Borisovich Publ., 2011. 320 p. (In Russ.).
7. Rzhanova I.E., Britova V.S., Alekseyeva O.S., Burdukova Yu.A. Fluid Intelligence: Review of Foreign Studies. *Klinicheskaya i Spetsial'naya Psikhologiya* = Clinical Psychology and Special Education. 2018;7;4:19–43 (In Russ.). DOI:10.17759/psycljn.2018070402.
8. Gavrilova E.V. Individual Differences in Foreign Language Aptitude and Its Relation to Fluid and Crystallized Intelligence. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2018;7;2:16-27 (In Russ.).
9. Vyboyshchik I.V., Shakurova Z.A. Cattell's Personal Multifactorial Questionnaire. Chelyabinsk Publ., 2000. 54 p. (In Russ.).
10. Horn J.L. Intelligence—Why It Grows, Why It Declines. *Human Intelligence*. Routledge. P. 53–74. DOI:10.1201/9780429337680-5.
11. Lapteva E.M. Modern Studies of the Crystallized Intelligence: Diagnostic Tools and Associations with the Personality Variables. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Psychology*. 2017;10;4:56–67 (In Russ.) DOI:10.14529/psy170406.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с одним автором.  
**Поступила:** 20.04.2023. Принята к публикации: 27.05.2023.

**Conflict of interest.** The author declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with one participation of the authors.  
**Article received:** 20.04.2023. Accepted for publication: 27.05.2023.