



ВАЛИДНОСТЬ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ, ОСНОВАННОЙ НА РЕГИСТРАЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ НА ПОЛИГРАФЕ

УЧАЕВ А.В.

*Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН «ИП РАН»),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4759>, e-mail: andol@ro.ru*

АПАНОВИЧ В.В.

*Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН «ИП РАН»),
Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ);
Государственный академический университет гуманитарных наук (ФГБОУ ВО «ГАУГН»),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3407-6049>, e-mail: apanovitschvv@yandex.ru*

Построение интегральной модели тестирования на полиграфе подразумевает разработку методики, валидной задаче выявлению факта сокрытия информации. Целью настоящего исследования была проверка критериальной валидности методики тестирования на полиграфе, основанной на регистрации сердечного ритма человека при использовании блокового принципа построения тестов. Эксперимент состоял из двух серий, где испытуемым следовало скрывать различную автобиографическую информацию, выбранную по инструкции (ложь по инструкции, 1-я серия), или по собственному желанию (ложь с целью обмана, 2-я серия). Участниками эксперимента (40 человек в каждой части) были лица, проходящие реальную проверку на полиграфе, что повышало экологическую валидность эксперимента. При апробации использовались показатели, отражающие различные системы регуляции сердечного ритма и относящиеся к разным типам математического обсчета, что позволяло учитывать их межиндивидуальную вариативность. По результатам исследования была разработана модель на основе интерпретации показателей сердечного ритма в рамках системно-эволюционного подхода с эффективностью выявления лжи равной 74,5%.

Ключевые слова: детекция лжи, полиграф, сердечный ритм, вариабельность сердечного ритма, регрессия, апробация модели.

Финансирование. Подготовка статьи осуществлялась при поддержке гранта РФФИ №22-18-00435 (Институт психологии РАН).

Для цитаты: Учаев А.В., Апанович В.В. Валидность методики выявления скрываеваемой информации, основанной на регистрации сердечного ритма при тестировании на полиграфе // Экспериментальная психология. 2023. Том 16. № 1. С. 211—224. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160113>



VALIDITY OF THE TECHNIQUE FOR THE CONCEALED INFORMATION REVEALING BASED ON THE REGISTRATION OF HEART RATE DURING POLYGRAPH TESTING

ANDREY V. UCHAEV

Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4759>, e-mail: andvl@ro.ru

VLADIMIR V. APANOVICH

Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences; Moscow State University of Psychology and Education; State Academic University for Humanities, Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3407-6049>, e-mail: apanovitschvv@yandex.ru

The construction of the integral model of polygraph testing implies the disclosure of a method that will be valid on the task of identifying the fact of information concealment. The aim of this study was to verify the criterion validity of polygraph testing method based on the registration of a person's heart rate with the use of a block test. The experiment was carried out in two series, where the examinees concealed autobiographical information, chosen according to the instruction (lie according to the instruction, 1st series), or at their own request (lie for the purpose of deception, 2nd series). The participants in the experiment (40 people in each part) were people undergoing the real polygraph testing, which increased the environmental validity of the experiment. We used indicators that reflect different systems of heart rate regulation and are observed for different types of mathematical calculation, which made it possible to take into account their interindividual variability. Based on the results of the study, the model based on the interpretation of heart rate indicators in the framework of the system-evolutionary approach was developed with a lie detection efficiency of 74.5%.

Keywords: lie detection, polygraph, heart rate, heart rate variability, regression, model approbation.

Funding. The preparation of the article was supported by the RSF grant No. 22-18-00435 (Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences).

For citation: Uchaev A.V., Apanovich V.V. Validity of the Technique for the Concealed Information Revealing Based on the Registration of Heart Rate during Polygraph Testing. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2023. Vol. 16, no. 1, pp. 211–224. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160113> (In Russ.).

Введение

Полиграф — техническое устройство по симультанной регистрации ряда физиологических показателей с целью выявления сокрытия информации респондентом [7; 15]. Несмотря на широкую распространенность проверок на полиграфе в государственной и коммерческой сфере, а также в частной практике, нет общепринятых методологических оснований процедуры. Каждая модель описывает лишь отдельные аспекты комплексного поведения по сокрытию информации [см., например: 9; 24]. С нашей точки зрения, возможно построение интегральной теоретической модели поведения по сокрытию информации, реализуемого в проверках на полиграфе, на основе системно-эволюционного подхода В.Б. Швыркова [18]. В таком случае акт лжи понимается как целостное и целе-



направленное поведение, обеспечиваемое реализацией соответствующих функциональных систем. Таким образом, отсутствует описание акта лжи через призму других параллельно протекающих психических процессов или явлений, как это происходит в других теориях. Кроме того, появляется возможность для сопоставления схожего поведения по сокрытию информации в самом тестировании на полиграфе, а также в предтестовой беседе перед его началом [19].

Согласно системно-эволюционному подходу [1; 2; 21; 22] любое поведение является целенаправленным и обеспечивается одновременной актуализацией функциональных систем (ФС) разного онтогенетического возраста и степени дифференцированности. При этом под ФС понимается комплекс взаимодействующих элементов организма для достижения полезного приспособительного результата при соотношении со средой. «Психическое» и «физиологическое» рассматриваются как разные аспекты описания единых системных процессов. С такой позиции изменчивость сердечного ритма возможно рассматривать как отражение включенности сердца в общеорганизменные ФС. Вариабельность ритма является результатом процесса согласования активности различных элементов организма и зависит от характеристик системной организации реализуемого поведения [6; 23].

В проверках на полиграфе традиционно анализируются такие показатели, как изменение потоотделения, дыхания, сердечно-сосудистой деятельности и движений [7; 15]. Активность сердечно-сосудистой системы анализируется по изменениям плетизмограммы (кровенаполнение периферических сосудов). При этом электрокардиографические метрики не используются ввиду их избыточности. Использование вариабельности (изменчивости) сердечного ритма для выявления лжи ранее встречалось в различных работах. В проведенных исследованиях [38; 39], однако, использовались только спектральные показатели и при реализации ложных ответов в свободной беседе, а не в ситуации, приближенной к проверке на полиграфе. При анализе кардиоритма используются различные метрики, отражающие отдельные аспекты регуляции сердечного ритма, обусловленной включением сердца в различные функциональные системы [5]. К ним относят: частоту сердечных сокращений, дисперсию, моду и амплитуду RR-интервалов, вариационный размах, спектральные характеристика ритма и мн. др. [13; 30]. Также существуют нелинейные метрики: энтропийные показатели [6; 23; 29], фрактальные размерности и пр.

Одна из используемых в ходе проведения тестирования на полиграфе методик – выявление скрываемой информации (МВСИ). Она предполагает предъявление испытуемому ряда однородных вопросов, касающихся какого-либо аспекта расследуемого события: суммы украденных денег, орудия взлома и пр. Также возможно ее применение в качестве предваряющего теста, когда обследуемого просят скрыть какой-либо факт биографии: имя, год рождения и т.д. [15]. Обычно интервал между предъявляемыми вопросами не превышает 15–30 секунд [8], что недостаточно при регистрации вариабельности сердечного ритма. Однако существует работа, где были получены достоверные различия в спектральных показателях сердечного ритма на материале анализа 40-секундных записей ложных и честных ответов [28].

Согласно ряду проведенных метаисследований критериальная валидность тестов МВСИ, рассчитанная как площадь под ROC-кривой, составляет в среднем 0,94 и зависит от используемых в моделях переменных (показателей центральной и периферической нервной системы). При этом стоит отметить, что использование только частоты сердечных сокращений снизило качество модели до 0,71 [35; 36]. Достаточно важным вопросом в психофизиологических исследованиях поведения по сокрытию информации является



их экологическая валидность. Большинство из них проводятся в лабораторных условиях с последующей попыткой экстраполяции на реальные проверки. А второй решающий фактор — использование парадигмы вынужденной лжи, когда испытуемого просят врать на отдельные конкретные вопросы теста [10; 25].

Целью настоящего исследования была проверка критериальной валидности методики выявления сокрытия информации, основанной на анализе показателей сердечного ритма в условиях тестирования на полиграфе. В более широком смысле наше предположение заключалось в том, что выявление сокрытия информации возможно на основе системно-эволюционной интерпретации показателей сердечного ритма.

Методика

Процедура исследования. Данный эксперимент проводился во время кадровой проверки на полиграфе, что обеспечивало его экологическую валидность. На первом этапе участников исследования знакомили с процедурой тестирования на полиграфе, проводился сбор сведений о текущем самочувствии, подписывались необходимые бумаги. Далее осуществлялась постановка датчика сердечного ритма и проводилась беседа с участниками по проверяемым на полиграфе событиям. Затем проходило непосредственно тестирование по разработанной нами методике.

С целью решения проблемы, связанной с малым интервалом между предъявляемыми вопросами, использовался блоковый тест В.В. Коровина [19]. Он предполагает предъявление вопросов без перемешивания, позволяя объединять их в единую временную эпоху для последующего анализа (табл. 1). В каждой серии участнику исследования задавалось 4 вопроса с 20-секундной задержкой, что в сумме дает 80-секундный интервал анализа. Информация сходного опыта (например, об имени) предъявлялась вместе, а пауза между вопросами одного блока составляла 30 секунд. Интервал между разными тестами (к примеру, об имени и годе рождения) был также не менее 30 секунд.

Таблица 1

Классический и блоковый варианты предъявления тестов МВСИ

Классический тест				
1-е предъявление	«Ваше имя Михаил?»	«Ваше имя Олег?»	«Ваше имя Евгений?»	«Ваше имя Сергей?»
2-е предъявление	«Ваше имя Олег?»	«Ваше имя Сергей?»	«Ваше имя Михаил?»	«Ваше имя Олег?»
Блоковый тест				
1-е предъявление	«Ваше имя Михаил?»	«Вас зовут Михаил?»	«По паспорту Ваше имя Михаил?»	«Ваше имя Михаил?»
2-е предъявление	«По паспорту Ваше имя Олег?»	«Вас зовут Олег?»	«Ваше имя Олег?»	«Вас зовут Олег?»

В ходе эксперимента участникам исследования следовало скрывать различную автобиографическую информацию. Выбор скрываемых сведений был обусловлен их распространенностью в реальных исследованиях на полиграфе, например, в предваряющих тестах [15]. Кроме того, скрываемая информация отражала поведение, приобретенное на разных этапах онтогенеза и связанное с разными субдоменами опыта [19].



В ходе *первого эксперимента* участнику исследования по инструкции следовало солгать на вопросы о собственном имени; годе рождения; типе школы, в которой учился; оценке по предмету в школьном аттестате; названии компании, в которую трудоустраивается; а также о своем возрасте. В каждом случае предъявлялся однородный ряд вопросов, из которых один относился к нему/ней. Перед началом тестов участникам исследования давалась инструкция солгать только на тот вопрос, что относится к ним, а на другие ответить честно (ложь по инструкции). Каждый отдельный тест состоял из трех серий вопросов (одной с ложью и двух — без лжи).

Во *втором эксперименте* участникам исследования также следовало скрывать информацию, приобретенную на разных этапах индивидуального развития: имя и фамилию; год рождения и школьную оценку; место трудоустройства и недавний выезд за пределы Москвы; возраст и количество лет после недавнего значимого события. В каждом блоке (например, об имени и фамилии) было по одному вопросу, где испытуемый лгал и где отвечал честно. Перед началом тестирования участнику выдавался лист бумаги, содержащий указанные сведения, в котором он/она отмечали те факты (по одному в каждой паре), которые затем будут скрываться (ложь с целью обмана). Лист с отмеченными элементами находился у участника исследования для того, чтобы он/она могли сверяться с выбранными сведениями до начала каждого теста, и отдавался в конце эксперимента исследователю для последующего анализа данных.

Для позиционного уравнивания вопросы в тестах перемешивались, а также для каждого участника изменялся порядок предъявления самих тестов. Перед началом каждой экспериментальной серии обследуемым сообщалось, что данный тест используется для оценки их способности лгать для последующего использования при анализе результатов тестирования.

Участники исследования. В первом исследовании приняли участие 40 человек (из них 11 женщин) в возрасте от 20 до 46 лет ($M = 24,65$; $Med = 23$; $SD = 4,87$). Во втором исследовании также приняли участие 40 человек (из них 15 женщин) в возрасте от 20 до 40 лет ($M = 24,38$; $Med = 22,5$; $SD = 4,75$). Ни один человек не участвовал сразу в двух экспериментах. Все участники не имели жалоб на физическое недомогание или психологический дискомфорт. Перед началом тестирования каждый участник дал письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Регистрация и обработка данных. В ходе проведения эксперимента производилась запись сердечного ритма с использованием датчика Zephyr (HxM BT) и специальной программы для телеметрической регистрации показателей [16].

В анализе использовались последовательности RR-интервалов, вычисляемые как интервалы между двумя соседними R-зубцами кардиокомплексов. В первом эксперименте по каждому участнику были получены последовательности для 6 ложных ответов на вопросы и 12 правдивых (по 2 вопроса в 6 сериях), а во втором для 4 ложных и правдивых соответственно. Из полученных записей исключались те, в которых содержались артефакты.

После обработки каждой RR-последовательности были сформированы сводные таблицы, содержащие данные по каждому эксперименту. По первой серии были получены 472 записи, где реализовывалось поведение по честному ответу, и 245 записей, где участники исследования лгали, согласно инструкции. Для второй серии были получены 134 и 123 записи соответственно.

Выбор анализируемых в эксперименте характеристик (табл. 2) был основан на том, что они, с одной стороны, отражают разные аспекты многоконтурной и иерархически ор-



ганизованной системы регуляции сердечного ритма, обусловленной включением сердца в различные функциональные системы [5]. Например, амплитуда моды отражает активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы, а индекс централизации показывает, насколько выше активность центрального контура по отношению к автономному. С другой стороны, выделенные показатели отражают разные классы математико-статистических методов обработки: общей вариабельности (например, амплитуда моды, ЧСС), периодических составляющих (спектральный анализ) и внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов (нелинейная динамика) [5].

Обработка и статистический анализ данных проводился в программах MATLAB R2020a и IBM SPSS Statistics 23.0. Для проверки валидности методики использовалась бинарная логистическая регрессия. Ее выбор был обусловлен тем фактом, что в качестве независимых переменных могут выступать данные, измеренные в любой шкале, а зависимой переменной является дихотомия (ложь/правда).

Результаты

В результате проведенного анализа были получены расчетные показатели сердечного ритма (табл. 2). Сложность построения модели, позволяющей разграничивать ложь и правду по какому-либо одному показателю, заключалась в том, что каждый из них статистически значимо не отличался ($p > 0,05$) для ситуации лжи и правды при межгрупповом сравнении. Значимость обнаруживалась только при внутрииндивидуальном анализе, однако и в этом случае показатель мог изменяться разнонаправленно, т.е. увеличиваться или уменьшаться в зависимости от типа предъявляемого вопроса, или же вообще не отличаться (для ситуации лжи по инструкции [подробнее см.: 19]).

Таблица 2

Список вычисляемых характеристик последовательностей RR-интервалов и их значения

№	Название	Сокращение	mean (SD), ложь	mean (SD), правда
1	Амплитуда моды RR-интервалов [5; 13; 14]	AMode	7,86 (3,05) 7,61 (2,69)	8,08 (3,13) 8,21 (3,20)
2	Фрактальная размерность Хигучи [26; 27]	HFD	1,89 (0,07) 1,91 (0,05)	1,90 (0,06) 1,88 (0,08)
3	Частота сердечных сокращений [5; 13; 14]	HR	80,78 (12,33) 81,11 (12,49)	80,33 (11,99) 82,17 (13,54)
4	Индекс централизации (соотношение суммы низко- и высокочастотных осцилляций к ультранизким, выделяемых в спектре RR-интервалов) [5]	IC	5 (4,03) 6,22 (5,34)	5,03 (4,24) 7,53 (5,13)
5	Фрактальная размерность Каца [26; 27]	KFD	2,34 (0,46) 2,31 (0,39)	2,36 (0,45) 2,25 (0,46)
6	Соотношение низко- и высокочастотных осцилляций, выделяемых в спектре RR-интервалов [5; 13]	LF/HF	3,09 (2,88) 3,04 (2,28)	2,86 (2,67) 3,21 (2,59)
7	Алгоритм Лемпеля—Зива [37]	LZ	0,85 (0,15) 0,88 (0,14)	0,86 (0,15) 0,82 (0,17)



№	Название	Сокращение	mean (SD), ложь	mean (SD), правда
8	Показатель адекватности процессов регуляции (соотношение амплитуды моды к моде RR-интервалов) [13; 14]	PAPR	0,11 (0,006) 0,011 (0,005)	0,011 (0,006) 0,012 (0,006)
9	Выборочная энтропия (размерность = 2; фильтрующий фактор = 0,5*σ) [27; 37]	SampEn	0,73 (0,21) 0,76 (0,18)	0,74 (0,21) 0,71 (0,20)
10	Энтропия Шеннона [27]	ShannonEn	0,82 (0,15) * 10 ⁹ 0,74 (0,16) * 10 ⁹	0,82 (0,14) * 10 ⁹ 0,74 (0,17) * 10 ⁹
11	Ширина основания среднеквадратичной треугольной интерполяции наиболее высокого пика гистограммы, построенной по всем RR-интервалам [5]	TINN	0,15 (0,05) 0,15 (0,05)	0,14 (0,05) 0,13 (0,05)

Примечание: в столбцах «mean (SD)» в верхней части ячейки представлены результаты первого эксперимента, а в нижней — второго.

При построении бинарной логистической регрессии строилось уравнение регрессии (1): значение каждого предиктора (x_i) умножается на соответствующий ему коэффициент (b_i). Если полученный показатель (p) более 0,5, то поведение испытуемого классифицируется как ложь, если менее 0,5 — то наоборот.

$$p = \frac{1}{1+e^{-z}}, \text{ где } z = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n + a \quad (1)$$

По результатам обработки первой экспериментальной серии была получена таблица, отражающая эффективность выявления факта сокрытия информации (табл. 3А). В левой части таблицы показана ситуация классификации, основанная на критерии принятия решения, находящемся в стандартной точке $p = 0,5$. В таком случае максимально верно выявляется ложь и неправильно — правда. В правой части представлена ситуация в случае установления критерия в среднем значении ($p = 0,3417$).

При обработке результатов второй серии эксперимента, где сокрытие происходило не по инструкции, а на основе самостоятельного выбора участников исследования, были получены результаты, представленные в табл. 3Б. Качество классификации их ответов в ситуации установки критерия принятия решения на уровне $p = 0,5$ соответствует 72,4%. При этом оценки в каждой подгруппе не смещены, а распределены равномерно. Смещение критерия принятия решения на уровень среднего ($p = 0,4862$) приводит к снижению качества модели (70,8%). А введение зоны неопределенности (например, $0,2 \cdot SD$), куда относится 9,2% ответов, наоборот, повышает ее качество (74,5%). Она обусловлена тем, что при вынесении решения по результатам проведенного теста в рамках проверки на полиграфе существуют три зоны: ложь не обнаружена (No Deception Indicated, NDI), ложь обнаружена (Deception Indicated, DI) и неопределенность (Inconclusive, INC) [см., например: 32]. Дальнейшее изменение зоны неопределенности позволяет варьировать качество модели (табл. 4). Кроме того, это позволило нивелировать тот факт, что итоговые оценки, рассчитанные по регрессионной формуле, смещены в большей степени к центру, чем к краям (рис. 1).

Дополнительный анализ полученной таблицы по критерию χ^2 выявил высокую связанность полученных оценок ($p < 0,001$).



Таблица 3

А). Классификации ответов участников исследования по результатам первого эксперимента

Предсказанные \ Наблюдаемые	Предсказанные			Наблюдаемые		
	Ложь	Правда	Эффективность	Ложь	Правда	Эффективность
Ложь	468	4	99,2%	254	218	53,8%
Правда	239	6	2,4%	110	135	55,1%
			50,8%			54,5%

Примечание: в левой части критерий принятия решения $p = 0,5$, а в правой $p = 0,3417$ (на уровне среднего); объяснение в тексте.

Б). Классификации ответов участников исследования по результатам второго эксперимента

Предсказанные \ Наблюдаемые	Предсказанные			Наблюдаемые		
	Ложь	Правда	Эффективность	Ложь	Правда	Эффективность
Ложь	93	37	71,5%	83	27	75,5%
Правда	33	90	73,2%	29	81	73,6%
			72,4%			74,5%

Примечание: в левой части критерий принятия решения $p = 0,5$, а в правой введена зона неопределенности; объяснение в тексте.

Таблица 4

Соотношение величины зоны неопределенности (Inconclusive, INC) и эффективности модели

Величина, $x \cdot SD$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Эффективность, %	72,4	72,1	72,1	74,2	74,5	75,7	75,5	76,3	76,6
Данных в зоне, %	0	2,5	3,6	6,7	9,2	13,1	15,9	17,5	20,6

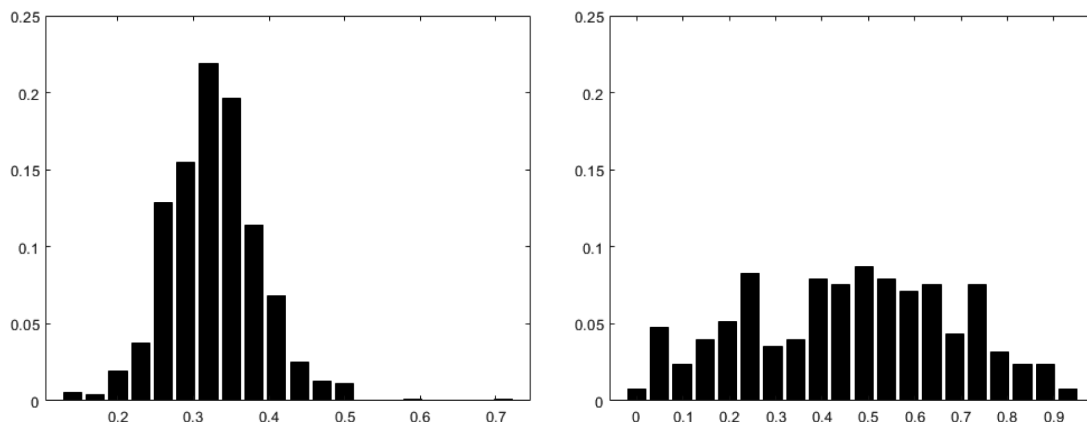


Рис. 1. Гистограмма распределения относительных оценок ответов участников исследования для последующей классификации их как честные или ложные. Левая часть — первый эксперимент, правая часть — второй эксперимент



Обсуждение

При рассмотрении результатов первой серии эксперимента, где ложь происходит по заданию экспериментатора, выявляется снижение качества классификации ответов испытуемых в качестве правдивых или ложных (табл. 3А). Оценки резко смещены в сторону «оправдания», когда практически сто процентов участников исследования классифицируются как честные (ошибка первого рода). Сдвиг критерия на уровень среднего позволил добиться равномерного распределения оценок для подгрупп честных и ложных ответов. Однако общее качество классификации осталось на уровне случайного угадывания (54,5%).

Наибольшую теоретическую и практическую значимость составляет рассмотрение второй экспериментальной серии, где участники исследования самостоятельно выбирали тот вопрос, который он или она затем будут скрывать. В таком случае повышается экологическая валидность эксперимента, что является давним предметом дискуссий при рассмотрении исследований лжи [10; 25; 33]. Касательно полученных результатов было выявлено, что качество классификации сердечного ритма во время реализации респондентами требуемого поведения составляет порядка 72,4% (табл. 3Б). При этом процент правильных попаданий внутри подгрупп также гомогенен. Значимость критерия ² ($p < 0,001$) подтверждает значимость смещения оценок в сторону правильности классификации.

Как было сказано ранее, при вынесении решений по результатам проведения проверок на полиграфе существует не две, а три градации выводов: сокрытие, отсутствие сокрытия, неопределенность [32]. Введение зоны неопределенности в виде процента от среднеквадратичного отклонения оценок позволило повысить качество предложенной модели. В литературе [например: 31; 34] описано, что процент неопределенных результатов может достигать 20–30% в ситуации экспертной обработки данных и 10% в ситуации использования компьютерных алгоритмов. Данные в табл. 4 показывают, что увеличение указанной зоны не приводит к существенному возрастанию качества классификации. На наш взгляд, оптимальным будет установить зону неопределенности на уровне $0,2 * SD$. В таком случае эффективность модели будет составлять 74,5%, а неопределенными будут только 9,2% результатов. Полная формула будет выглядеть следующим образом:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \text{ где } z = 0,672 * AMode + 14,13 * HFD + 0,043 * HR - 0,086 * IC - 0,985 * KFD + 0,077 * \frac{LF}{HF} + 3,874 * LZ - 419,952 * PAPER - 0,674 * SampEn - 2,373 * 10^9 * ShannonEn + 18,614 * TINN - 31,914$$

При $p < 0,4548$ принимается решение о том, что в данной серии реализовывалось поведение по честному ответу, а при $p > 0,5452$ делается вывод о реализации поведения лжи. При попадании значения в промежуток между ними вывод не производится.

Получение эффективности модели на уровне 74,5% является низким по сравнению с эффективностью проверок на полиграфе, основанных на регистрации различных показателей вегетативной нервной системы и составляющих порядка 90–95% [17]. Однако, как отмечалось ранее, использование только частоты сердечных сокращений снижало качество модели до 0,71 [35; 36]. В нашем исследовании использовался набор различных показателей variability сердечного ритма, что все же позволило несколько увеличить ее эф-



фективность. Кроме того, преимущество разработанной модели состоит в ее валидности двум задачам — на выявление лжи и на анализ системной организации поведения по продуцированию лжи и правды [19].

Классические тесты по методике выявления скрываемой информации предполагают использование порядка четырех вопросов с реализацией честных ответов на один с ложью [15]. В нашем случае во второй экспериментальной серии было по одной серии с честными и ложными ответами. Как указывает Е. Мејег с соавт. [36], следует отдавать предпочтение большему числу повторений одних и тех же вопросов, а не увеличению числа вопросов внутри одного теста. По результатам проведенного исследования использование подобной схемы не привело к существенному снижению качества модели.

Отдельный аспект значимости работы заключается в психометрической проверке методики. В большинстве классических руководств по психометрике [например: 3; 11; 20] требование эмпирической проверки психометрических характеристик относят к методикам, построенным на субъективных самоотчетах (опросниках), вместе с тем проблема проверки экспериментальных процедур чаще носит теоретический характер (оценка конструктивной валидности). В современной литературе существует относительно малое количество экспериментальных процедур, построение которых сопровождается проверкой их психометрических характеристик [см., например: 4; 12].

Заключение

По результатам проведенного исследования была разработана модель тестирования на полиграфе, основанная на регистрации сердечного ритма с последующим выделением различных показателей, отражающих его регуляцию и учитывающая межиндивидуальную вариативность. В процессе предъявления вопросов использовалось блоковое построение тестов. Полученные данные позволяют заявить об адекватной эффективности модели, согласующейся с другими подобными исследованиями.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на апробацию методики, основанной на одновременной регистрации сердечного ритма и других показателей вегетативной нервной системы в блоковом тесте. Также возможна апробация указанной модели в рамках тестов по методике контрольных вопросов [15].

Литература

1. Александров Ю.И. В.Б. Швырков: формирование новой парадигмы в психологии и смежных науках // Выдающиеся ученые Института психологии РАН / Под ред. А.Л. Журавлева. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2020. С. 218–255.
2. Александров Ю.И. Дифференциация и развитие // Теория развития: Дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н.И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур. 2009. С. 17–28.
3. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. 7-е изд. СПб.: Питер, 2007. 688 с.
4. Апанович В.В., Тищенко А.Г., Знаков В.В., Александров Ю.И. Конструирование блоков аналитических и холистических задач и их эмпирическая проверка // Вопросы психологии. 2020. № 4. С. 142–154.
5. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127.
6. Бахчина А.В., Александров Ю.И. Сложность сердечного ритма при временной системной дедифференциации // Экспериментальная психология. 2017. Том 10. № 2. С. 114–130.
7. Винокуров Э.А. К вопросу об использовании полиграфа в уголовном судопроизводстве // Проблемы правоохранительной деятельности. 2018. № 2. С. 20.
8. Журнов С.И., Притуляк Ю.В. Скрининг / Под ред. Л.Г. Алексеева. М.: Перо, 2016. 221 с.



9. *Исайчев Е.С., Исайчев С.А.* Методологические аспекты инструментальной «детекции лжи» // Мир психологии. 2016. Том 4. № 88. С. 202–214.
10. *Киреев М.В.* Системная организация работы мозга при обеспечении целенаправленного поведения: дисс. ... д-ра биол. наук: 03.03.01. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2017. 304 с.
11. *Клайн П.* Справочное руководство по конструированию тестов. Киев, 1994.
12. *Корнилова Т.В., Корнилов С.А., Чумакова М.А.* Лонгитюдное исследование динамики успешности решения студентами аналитических, творческих и практических заданий // Психологическая наука и образование. 2010. № 1. С. 55–68.
13. *Кулаишев А.П.* Статистическое исследование диагностической информативности показателей variability сердечного ритма // Функциональная диагностика. 2012. Том 36. № 1. С. 56–64.
14. *Михалев В.И., Реуцкая Е.А., Корягина Ю.В.* Влияние кислородно-воздушной смеси с содержанием кислорода 93% на variability сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2012. № 11. С. 12–15.
15. *Оглоблин С.И., Молчанов А.Ю.* Инструментальная «детекция лжи»: академический курс // Ярославль: Ньюанс, 2004.
16. *Полевая С.А., и др.* Телеметрические и информационные технологии в диагностике функционального состояния спортсменов // Современные технологии в медицине. 2012. № 4. С. 94–98.
17. *Учаев А.В.* Современные методы выявления скрываемой информации // Психологический Журнал. 2022. Том 43. № 1. С. 42–50.
18. *Учаев А.В., Александров Ю.И.* Системно-эволюционный подход (СЭП) как методологический базис проверок на полиграфе // Психология служебной деятельности: достижения и перспективы развития: Ананьевские чтения-2020 (в честь 75-летия Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.). СПб.: Скифия-принт, 2020. С. 545–546.
19. *Учаев А.В., Александров Ю.И.* Обусловленные стрессом особенности актуализации субъективного опыта в процессе сокрытия информации // Российский психологический журнал. 2022. Том 19. № 1. С. 158–172.
20. *Фер Р., Бакарак В.Р.* Психометрика: Введение. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.
21. *Швырков В.Б.* Введение в объективную психологию: Нейрональные основы психики: Избранные труды. М.: Институт психологии РАН, 2006. 592 с.
22. *Alexandrov Y.I., et al.* Neuronal Bases of Systemic Organization of Behavior // In Cheung-Hoi Yu.A., Li L. (Eds.). Systems Neuroscience. Advances in Neurobiology. Springer, Switzerland. 2018. Vol. 21. P. 1–33.
23. *Bakhchina A.V., et al.* Sample entropy of the heart rate reflects properties of the system organization of behaviour // Entropy. 2018. Vol. 20. № 6. P. 449.
24. *Ben-Shakhar G., Furedy J.J.* Theories and applications in the detection of deception: A psychophysiological and international perspective. New York, Springer-Verlag Publ. 2012.
25. *Bruni T.* Cross-cultural variation and fMRI lie-detection // In Van den Berg B., Klaming L. (Eds.). Technologies on the stand: Legal and ethical questions in neuroscience and robotics. Nijmegen: Wolf Legal Publishers. 2013. P. 129–148.
26. *Garner D.M., De Souza N.M., Vanderlei L.C.M.* Heart rate variability analysis: Higuchi and Katz's fractal dimensions in subjects with type 1 diabetes mellitus // Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases. 2018. Vol. 25. № 3. P. 289–295.
27. *Henriques T., et al.* Nonlinear methods most applied to heart-rate time series: A review // Entropy. 2020. Vol. 22. № 3. P. 309.
28. *Hirota A., et al.* Heart rate and heart rate variability in psychophysiological detection of deception // Japanese Journal of Science and Technology for Identification. 2000. Vol. 5. № 1. P. 33–54.
29. *Kamal S.M., et al.* Complexity-based decoding of the coupling among heart rate variability (HRV) and walking path // Frontiers in Physiology. 2020. Vol. 11. DOI:10.3389/fphys.2020.602027
30. *Kim H.G., et al.* Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature // Psychiatry Investigation. 2018. Vol. 15. № 3. P. 235.
31. *Kircher J.C., et al.* Human and computer decision-making in the psychophysiological detection of deception // USA, The University of Utah ProQuest Dissertations Publ., 2005.



32. Krapohl D.J., Dutton D.W. Believing Is Seeing: The Influence of Expectations on Blind Scoring of Polygraph Data // *Polygraph*. 2018. Vol. 47. № 2.
33. Levine T.R. Ecological validity and deception detection research design // *Communication Methods and Measures*. 2018. Vol. 12. № 1. P. 45–54.
34. Matsuda I., Ogawa T., Tsuneoka M. Broadening the use of the concealed information test in the field // *Frontiers in Psychiatry*. 2019. Vol. 10. Article 24. DOI:10.3389/fpsy.2019.00024
35. Meijer E.H., et al. Deception detection with behavioral, autonomic, and neural measures: Conceptual and methodological considerations that warrant modesty // *Psychophysiology*. 2016. Vol. 53. № 5. P. 593–604.
36. Meijer E.H., et al. Memory detection with the Concealed Information Test: A meta-analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data // *Psychophysiology*. 2014. Vol. 51. № 9. P. 879–904.
37. Spilka J., et al. Using nonlinear features for fetal heart rate classification // *Biomedical Signal Processing and Control*. 2012. Vol. 7. № 4. P. 350–357.
38. Sung M., Pentland A. PokerMetrics: Stress and lie detection through non-invasive physiological sensing // *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences: the official journal of the Biomedical Fuzzy Systems Association*. 2009. Vol. 14. № 2. P. 111–118.
39. Swee T.T., et al. Formulation of a novel HRV classification model as a surrogate fraudulence detection schema // *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2020. Vol. 16. №1. P. 121–127.

References

1. Alexandrov Yu.I. V.B. Shvyrvkov: formirovanie novoy paradigmy v psihologii i smezhnyh naukah // *Vydayushchiesya uchenye Instituta psihologii RAN* / Pod red. A.L. ZHuravleva. M.: Izd-vo «Institut psihologii RAN», 2020. Pp. 218–255.
2. Alexandrov Yu.I. Differenciatsiya i razvitiye // *Teoriya razvitiya: Differencionno-integratsionnaya paradigma* / sost. N.I. CHuprikova. M.: Yazyki slavyanskikh kul'tur, 2009. Pp. 17–28.
3. Anastazi A., Urbina S. Psihologicheskoe testirovanie. 7-e izd. SPb.: Piter, 2007. 688 p.
4. Apanovich V.V., Tishchenko A.G., Znakov V.V., Alexandrov Yu.I. Konstruirovaniye blokov analiticheskikh i holisticheskikh zadach i ih empiricheskaya proverka // *Voprosy Psihologii*, 2020. No. 4, pp. 142–154.
5. Baevskiy R.M., Ivanov G.G. Variabel'nost' serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosti klinicheskogo primeneniya // *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*, 2001. No. 3, pp. 108–127.
6. Bahchina A.V., Alexandrov Yu.I. Slozhnost' serdechnogo ritma pri vremennoy sistemnoy dedifferentsiatsii // *Ekspertsional'naya psihologiya*, 2017. Vol. 10, no. 2, pp. 114–130.
7. Vinokurov E.A. K voprosu ob ispol'zovanii poligrafa v ugolovnom sudoproizvodstve // *Problemy pravoohranitel'noy deyatel'nosti*, 2018. No. 2, pp. 20.
8. Zhirnov S.I. Skringing / Zhirnov S.I., Pritulyak Yu.V.; pod red. Alekseeva L.G.M.: Izdatel'stvo «Pero», 2016. 221 p.
9. Isajchev E.S., Isajchev S.A. Metodologicheskie aspekty instrumental'noy «detekcii lzhi» // *Mir Psihologii*, 2016. Vol. 4, no. 88, pp. 202–214.
10. Kireev M.V. Sistemnaya organizatsiya raboty mozga pri obespechenii celenapravlennoy povedeniya: dis. ... dok. biol. nauk.: 03.03.01. Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet, Sankt-Peterburg, 2017. 304 p.
11. Klajn P. Spravochnoe rukovodstvo po konstruirovaniyu testov. Kiev, 1994.
12. Kornilova T.V., Kornilov S.A., Chumakova M.A. Longityudnoye issledovaniye dinamiki uspekhnosti resheniya studentami analiticheskikh, tvorcheskikh i prakticheskikh zadaniy // *Psihologicheskaya nauka i obrazovaniye*, 2010. Vol. 1, pp. 55–68.
13. Kulaichev A.P. Statisticheskoye issledovaniye diagnosticheskoy informativnosti pokazateley variabel'nosti serdechnogo ritma // *Funktsional'naya diagnostika*, 2012. Vol. 36, no. 1, pp. 56–64.
14. Mihalev V.I., Reuckaya E.A., Koryagina Yu.V. Vliyaniye kislorodno-vozdushnoy smesi s sodержaniem kisloroda 93% na variabel'nost' serdechnogo ritma i system vneshnego dyhaniya sportsmenov // *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2012. No. 11, pp. 12–15.
15. Ogloblin S.I., Molchanov A.Yu. Instrumental'naya «detektsiya lzhi»: akademicheskij kurs // YAroslavl': Nyuans, 2004.



16. Polevaya S.A., et al. Telemetrichekie i informacionnye tekhnologii v diagnostike funkcional'nogo sostoyaniya sportsmenov // *Sovremennye tekhnologii v medicine*, 2012. No. 4, pp. 94–98.
17. Uchaev A.V. Sovremennye metody vyyavleniya skryvaemoj informacii // *Psihologicheskij Zhurnal*, 2022. Vol. 43, no. 1, pp. 42–50.
18. Uchaev A.V., Alexandrov Yu.I. Sistemno-evolyucionnyj podhod (SEP) kak metodologicheskij bazis proverok na poligrafe // *Anan'evskie chteniya—2020. Psihologiya sluzhebnoj deyatelnosti: dostizheniya i perspektivy razvitiya (v chest' 75-letiya Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne 1941–1945 gg.)*. 2020. Pp. 545–546.
19. Uchaev A.V., Alexandrov Yu.I. Obuslovlennye stressom osobennosti aktualizacii sub"ektivnogo opyta v processe sokrytiya informacii // *Rossijskij psihologicheskij zhurnal*, 2022. Vol. 19, no. 1, pp. 158–172.
20. Fer R., Bakarak V.R. Psihometrika: Vvedenie. Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU, 2010.
21. Shvyrvkov V.B. Vvedenie v ob"ektivnyu psihologiyu: Nejrional'nye osnovy psihiki: Izbrannye trudy. M.: Izd-vo «Institut psihologii RAN», 2006. 592 p.
22. Alexandrov Y.I., et al. Neuronal Bases of Systemic Organization of Behavior // Cheung-Hoi Yu. A., Li L. (Eds.). *Systems Neuroscience. Advances in Neurobiology*, 2018. Vol. 21, pp. 1–33.
23. Bakhchina A.V., et al. Sample entropy of the heart rate reflects properties of the system organization of behaviour // *Entropy*, 2018. Vol. 20, no. 6, pp. 449.
24. Ben-Shakhar G., Furedy J.J. Theories and applications in the detection of deception: A psychophysiological and international perspective. New York, Springer-Verlag Publ. 2012.
25. Bruni T. Cross-cultural variation and fMRI lie-detection // In Van den Berg B., Klaming L. (Eds.). *Technologies on the stand: Legal and ethical questions in neuroscience and robotics*, Nijmegen: Wolf Legal Publishers. 2013. Pp. 129–148.
26. Garner D.M., De Souza N.M., Vanderlei L.C.M. Heart rate variability analysis: Higuchi and Katz's fractal dimensions in subjects with type 1 diabetes mellitus // *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 2018. Vol. 25, no. 3, pp. 289–295.
27. Henriques T., et al. Nonlinear methods most applied to heart-rate time series: A review // *Entropy*, 2020. Vol. 22, no. 3, pp. 309.
28. Hirota A., et al. Heart rate and heart rate variability in psychophysiological detection of deception // *Japanese Journal of Science and Technology for Identification*, 2000. Vol. 5, no. 1, pp. 33–54.
29. Kamal S.M., et al. Complexity-based decoding of the coupling among heart rate variability (HRV) and walking path // *Frontiers in physiology*, 2020. Vol. 11. DOI:10.3389/fphys.2020.602027
30. Kim H.G., et al. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature // *Psychiatry Investigation*, 2018. Vol. 15, no. 3, pp. 235.
31. Kircher J.C., et al. Human and computer decision-making in the psychophysiological detection of deception. USA, The University of Utah ProQuest Dissertations Publ., 2005.
32. Krapohl D.J., Dutton D.W. Believing Is Seeing: The Influence of Expectations on Blind Scoring of Polygraph Data // *Polygraph*, 2018. Vol. 47, no. 2.
33. Levine T.R. Ecological validity and deception detection research design // *Communication Methods and Measures*, 2018. Vol. 12, no. 1, pp. 45–54.
34. Matsuda I., Ogawa T., Tsuneoka M. Broadening the use of the concealed information test in the field // *Frontiers in Psychiatry*. 2019. Vol. 10, Article 24. DOI:10.3389/fpsyt.2019.00024
35. Meijer E.H., et al. Deception detection with behavioral, autonomic, and neural measures: Conceptual and methodological considerations that warrant modesty // *Psychophysiology*, 2016. Vol. 53, no. 5, pp. 593–604.
36. Meijer E.H., et al. Memory detection with the Concealed Information Test: A meta-analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data // *Psychophysiology*, 2014. Vol. 51, no. 9, pp. 879–904.
37. Spilka J., et al. Using nonlinear features for fetal heart rate classification // *Biomedical signal processing and control*, 2012. Vol. 7, no. 4, pp. 350–357.
38. Sung M., Pentland A. PokerMetrics: Stress and lie detection through non-invasive physiological sensing // *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences: the official journal of the Biomedical Fuzzy Systems Association*. 2009. Vol. 14. № 2. P. 111–118.
39. Swee T.T., et al. Formulation of a novel HRV classification model as a surrogate fraudulence detection schema // *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2020. Vol. 16, no. 1, pp. 121–127.



Информация об авторах

Учаев Андрей Владимирович, аспирант лаборатории психофизиологии имени В.Б. Швыркова, Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН «ИП РАН»), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4759>, e-mail: andvl@ro.ru

Апанович Владимир Викторович, кандидат психологических наук, младший научный сотрудник лаборатории психофизиологии имени В.Б. Швыркова, Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН «ИП РАН»); научный сотрудник центра нейрокогнитивных исследований индивидуального опыта, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ); заместитель декана факультета психологии, Государственный академический университет гуманитарных наук (ФГБОУ ВО «ГАУГН»), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3407-6049>, e-mail: apanovitschvv@yandex.ru

Information about the authors

Andrey V. Uchaev, PhD Student of the Laboratory of Psychophysiology named after V.B. Shvyrkov, Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4759>, e-mail: andvl@ro.ru

Vladimir V. Apanovich, PhD in Psychology, Junior Researcher of the Laboratory of Psychophysiology named after V.B. Shvyrkov, Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences; Researcher of the Laboratory of Neurocognitive Studies of Individual Experience, Moscow State University of Psychology and Education; Assistant Dean of the Faculty of Psychology, State Academic University for Humanities, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3407-6049>, e-mail: apanovitschvv@yandex.ru

Получена 02.08.2022

Received 02.08.2022

Принята в печать 01.03.2023

Accepted 01.03.2023