

DOI: <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2021-25-6-483-493>

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



Качество жизни пациентов с полной утратой зубов и психометрические свойства опросника OHIP-20 DG. Часть 3. Исследование латентных переменных

С.А. Муслов¹, Н.С. Рузуддинов², С.Д. Арутюнов¹, Е.А. Чижмаков¹, С.И. Моисеев³, А.А. Маслак⁴, А.А. Пивоваров¹, М.С. Платонова¹

¹ Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, г. Москва, Российская Федерация;

² Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан;

³ Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация;

⁴ Кубанский государственный университет, г. Славянск-на-Кубани, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. При реабилитации пациентов с полной утратой зубов важным аспектом является изучение качества их жизни (КЖ) как показателя, отражающего эффективность лечения.

Цель – с помощью латентных переменных и управления их величиной контролировать развитие или подавление симптомов у пациентов.

Материал и методы. В рамках современной теории латентных переменных исследовано КЖ пациентов с полной утратой зубов на различных этапах стоматологического ортопедического лечения.

Результаты. Средняя относительная ошибка прямого и обратного преобразования «политомические балльные показатели — латентные переменные» составила 3,69%, что говорит о весьма высокой точности измерений латентных переменных. Оценки КЖ, полученные разными методами, хорошо согласуются друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил до и после протезирования 0,991, 0,999 и 0,982 соответственно. Характеристические кривые пунктов опросника близки к экспериментальным балльным показателям ($p < 0,05$). Рассчитаны параметры латентных переменных на различных этапах лечения. С помощью критерия Колмогорова–Смирнова показано, что их распределение является нормальным, а медианы на числовой оси движутся по мере ортопедического лечения в различных направлениях, что соответствует повышению КЖ в данной схеме лечения и адаптации. Предложена интерпретация латентных переменных: θ_i — резистентность («уровень резервов») организма i -го пациента до протезирования / эффективность лечения и адаптации после протезирования; β_j — выраженность, интенсивность (тяжесть) патогенных факторов при развитии j -го симптома; P_{ij} — вероятность снятия j -го симптома у i -го пациента.

Заключение. Установлено, что, определив и измеряя латентные переменные, а также управляя их величиной, мы можем контролировать уровень развития или подавления симптомов у пациентов.

Ключевые слова: качество жизни; опросник; OHIP-20 DG; латентные переменные; модель Раша; цифровая медицина.

Как цитировать:

Муслов С.А., Чижмаков Е.А., Арутюнов С.Д., Моисеев С.И., Маслак А.А., Пивоваров А.А., Платонова М.С. Качество жизни пациентов с полной утратой зубов и психометрические свойства опросника OHIP-20 DG. Часть 3. Исследование латентных переменных // Российский стоматологический журнал. 2021. Т. 25, № 6. С. 483–493. DOI: <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2021-25-6-483-493>

DOI: <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2021-25-6-483-493>

ORIGINAL STUDY ARTICLE

Quality of life of patients with complete loss of teeth and the psychometric properties of the OHIP-20 DG questionnaire.

Part 3. Investigation of latent variables

Sergey A. Muslov¹, Nurmukhmet S. Ruzuddinov², Sergey D. Arutyunov¹, Evgeny A. Chizhnikov¹, Sergey I. Moiseev², Anatoliy A. Maslak³, Anton A. Pivovarov¹, Maria S. Platonova¹

¹ A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University, Moscow, Russian Federation;

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

³ Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation;

⁴ Kuban State University, Slavyansk-on-Kuban, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: In the rehabilitation of patients with complete loss of teeth, an important aspect is the study of their quality of life (QL) as an indicator reflecting the effectiveness of treatment.

AIM: Use latent variables and control their magnitude to control the development or suppression of symptoms in patients.

MATERIAL AND METHODS: Within the framework of the modern theory of latent variables, the study examined the QL of patients with complete loss of teeth at various stages of dental orthopedic treatment.

RESULTS: The average relative error of the forward and reverse conversion of the “polytomic score indicators, i.e., latent variables,” was 3.69%, which indicated a very high accuracy of measurements of latent variables. The QL estimates obtained by different methods were in good agreement with each other, and the Pearson correlation coefficients were 0.991, 0.999, and 0.982 before and after prosthetics. The characteristic curves of the questionnaire items were close to the experimental score indicators ($p < 0.05$). The parameters of the latent variables at various stages of treatment were calculated using the Kolmogorov–Smirnov criterion, which showed that their distributions were normal, and the medians moves in different directions, which corresponded to an increase in QoL during treatment and adaptation. The interpretation of latent variables is proposed: θ_i is the resistance (“reserve level”) of the body of the i -th patient before prosthetics or the effectiveness of treatment and adaptation after prosthetics; β_j presents the severity and intensity of pathogenic factors in the development of the j -th symptom, and P_{ij} is the probability of the removal of the j -th symptom in the i -th patient.

CONCLUSION: It has been established that by identifying and measuring latent variables, as well as controlling their magnitude, we can control the level of development or suppression of symptoms in patients.

Keywords: quality of life; questionnaire; OHIP-20 DG; latent variables; the Rush model; digital medicine.

To cite this article:

Muslov SA, Chizhnikov EA, Arutyunov SD, Moiseev SI, Maslak AA, Pivovarov AA, Platonova MS. Quality of life of patients with complete loss of teeth and the psychometric properties of the OHIP-20 DG questionnaire. Part 3. Investigation of latent variables. *Russian Journal of Dentistry*. 2021;25(6):483–493.

DOI: <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2021-25-6-483-493>

АКТУАЛЬНОСТЬ

При реабилитации пациентов с полной утратой зубов важным аспектом является качество жизни (КЖ) как показателя, отражающего эффективность лечения [1, 2].

Ранее были изложены результаты изучения КЖ пациентов с полной утратой зубов на различных этапах стоматологического ортопедического лечения с помощью опросника OHIP-20 DG [3, 4], которые обрабатывали на основании аддитивного метода — баллы ответов на вопросы суммировались по определенным правилам. В результате этого сформировался интегральный показатель для каждого пациента. Традиционная аддитивная модель обработки матриц опроса и анкетирования обладает такими достоинствами, как хорошо разработанный математический аппарат, простота и наглядность получаемых выводов, а также несложная организация вычислительных процедур. Однако она имеет ряд существенных недостатков, достаточно полно изложенных в работе [5]. В частности, в рамках классической теории тестирования невозможно добиться полной объективности оценок, а преобразовать наблюдения в измерения можно только в рамках некоторой математической модели.

Недостатки традиционной теории тестирования могут быть устранены при обработке результатов опроса по методике, основанной на вероятностной модели Раша — оценки латентных переменных. В статистике под латентными или скрытыми переменными понимают такие переменные, которые не могут быть измерены в явном виде, а могут быть выведены только через математические модели с использованием наблюдаемых переменных. Таким образом, использование модели Раша для оценки КЖ имеет очевидные предпосылки. Одна из них заключается в том, что само понятие «качество жизни» является типичной латентной переменной, оценить которую удастся лишь на основании некоторых индикаторных переменных, таких как результаты ответов по анкетам или опросникам. Вторая предпосылка заключается в том, что сама концепция оценки КЖ очень хорошо вписывается в современную теорию тестирования (*англ.* Item Response Theory, IRT), базирующуюся на латентно-структурном анализе, в основе которого лежит метрическая модель Раша [6].

1.1 Сравнение интегральных показателей КЖ, полученных аддитивным методом и в теории латентных переменных в модели Раша. На рис. 1–3 представлены «сырые» (необработанные) балльные показатели КЖ,

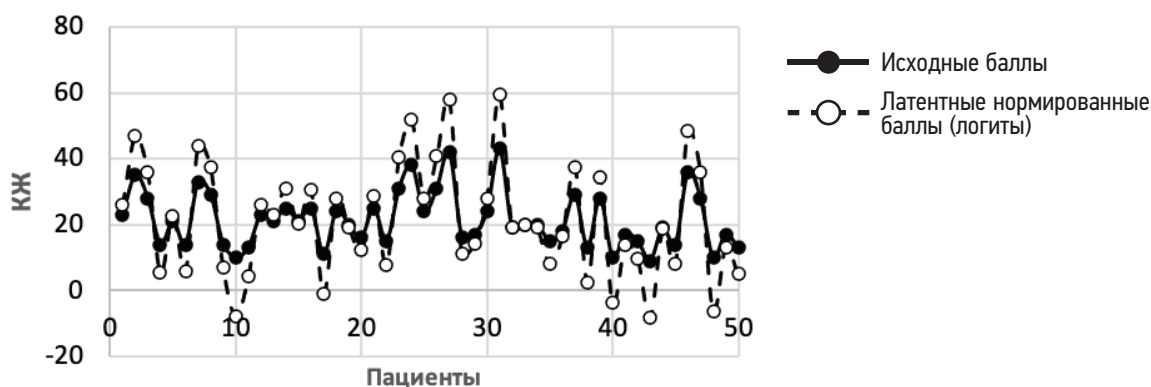


Рис. 1. Варьирование интегрального показателя качества жизни (КЖ) пациентов до протезирования, полученное разными методами.
Fig. 1. Variation of the integral indicator of the quality of life of patients before prosthetics, obtained by different methods.

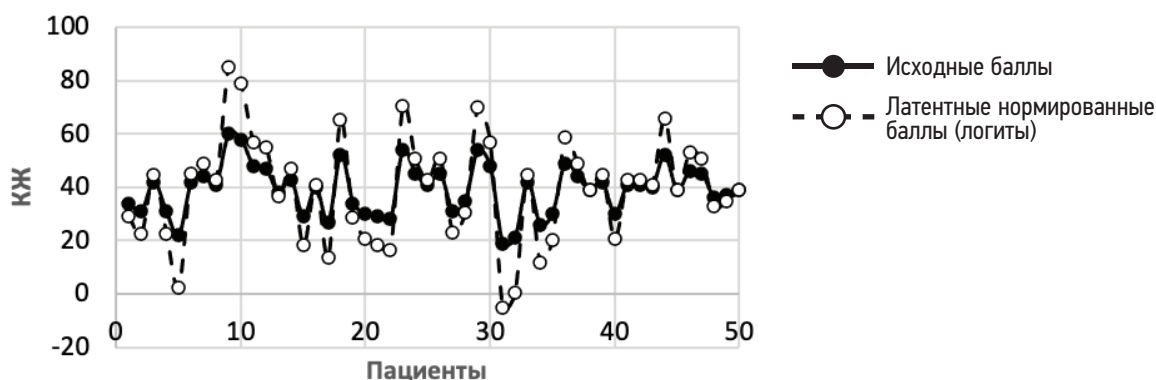


Рис. 2. Варьирование интегрального показателя качества жизни (КЖ) пациентов непосредственно после протезирования, полученное разными методами.
Fig. 2. Variation of the integral indicator of the quality of life of patients immediately after prosthetics, obtained by different methods.

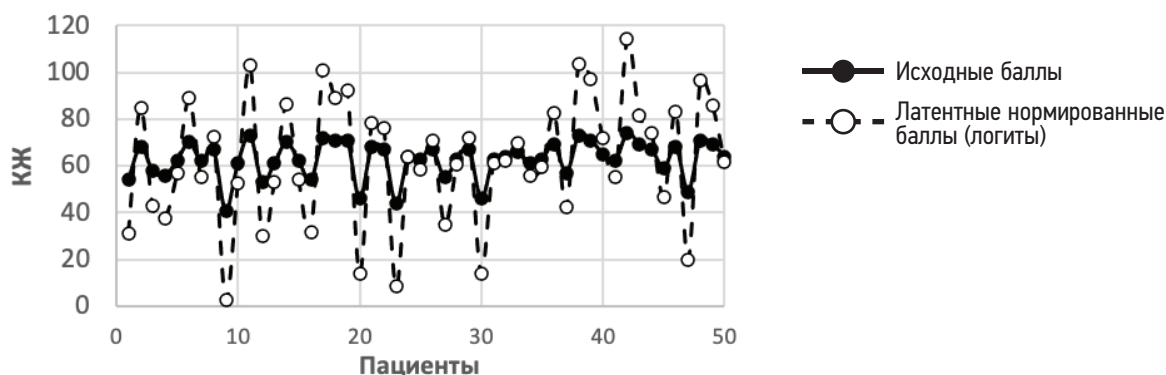


Рис. 3. Варьирование интегрального показателя качества жизни (КЖ) пациентов после (через 3 мес) протезирования, полученное разными методами.

Fig. 3. Variation of the integral indicator of the quality of life of patients after (after 3 months) prosthetics, obtained by different methods.

полученные классическим аддитивным способом (простым суммированием баллов по пунктам опросника) и рассчитанные на основании теории Раша латентных переменных. В соответствии с работой С.А. Баркалова и соавт. [7] считалось, что интегральный показатель КЖ пропорционален значению одной из латентных переменных θ . Расчет выполняли с помощью итерационных процедур по формуле (2) из раздела 1.3 в среде редактора электронных таблиц Microsoft Excel 2016.

Оценки, полученные разными методами, хорошо согласуются друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил до и после протезирования 0,991; 0,999 и 0,982 соответственно. Это подтверждает тот факт, что данные, полученные по методу Раша, являются адекватными, но, в отличие от традиционных методов оценивания, они измеряются по линейной шкале и независимы от специфики составления заданий опросника и выборки пациентов (с субъективным «оптимистическим» / «пессимистическим» восприятием жизни — комфортности внутри себя и в рамках общества).

Следует отметить и факт, вытекающий из анализа диаграмм, что чувствительность методики оценки КЖ путем применения модели Раша выше, чем традиционным аддитивным способом.

Графическая проверка адекватности экспериментальных данных, полученных в результате опроса, модели измерения Раша представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что расчетные характеристические кривые, полученные в модели Раша, достаточно хорошо отвечают экспериментальным точкам, несмотря на то что они несколько сглаживают распределение балльных показателей КЖ для пациентов с маргинальными по значению θ (при малых и больших θ), т. е. дифференцирующая способность изучаемого опросника выше вероятностной модели. Учитывая данные рис. 1–3, на наш взгляд, это несколько неожиданный вывод и требует дальнейшего изучения. Численная степень близости опытных и модельных данных по критерию хи-квадрат

также оказалась хорошей (статистика 1,606; $p=0,01$). Для графического и количественного анализа адекватности опытных данных модели Раша применяли пакет прикладных программ для технических вычислений Matlab (MathWorks, США) (см. рис. 4) и специализированную программу измерения латентных переменных (ИЛП) («Лаборатория объективных измерений», Россия) (рис. 5).

Наиболее известны диалоговые системы RUMM (RUMM Laboratory Pty Ltd, Австралия) и Winsteps (Winsteps, США) в различных модификациях [8], однако в свободном доступе они отсутствуют.

В диалоговой системе ИЛП получена весьма важная характеристика — распределение категорий индикаторных переменных (симптомов). Эта информация для 1-го

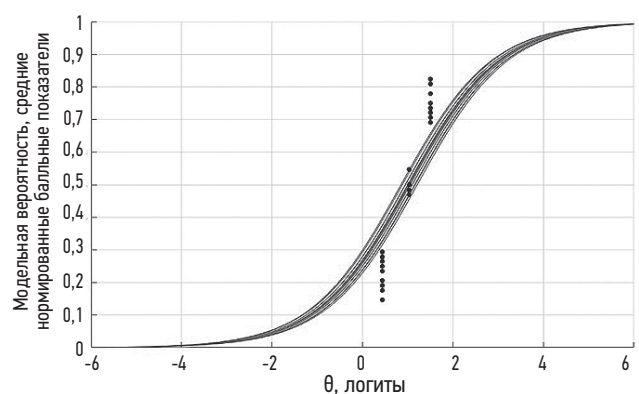


Рис. 4. Характеристические кривые пунктов опросника ($m=20$). Точки — средние значения 3 последовательных групп ранжированных экспериментальных данных (балльных показателей качества жизни). Результаты после протезирования. Система алгебраических вычислений Matlab.

Fig. 4. Characteristic curves of the questionnaire items ($m=20$). Points are the average values of 3 consecutive groups of ranked experimental data (score indicators of quality of life). Results after prosthetics. Matlab algebraic computing system.

Номер: 1 Индикатор: 1 Оценка: 0,288 Хи-кв.: 15,942 P(Хи-кв.): 0,003 N=50

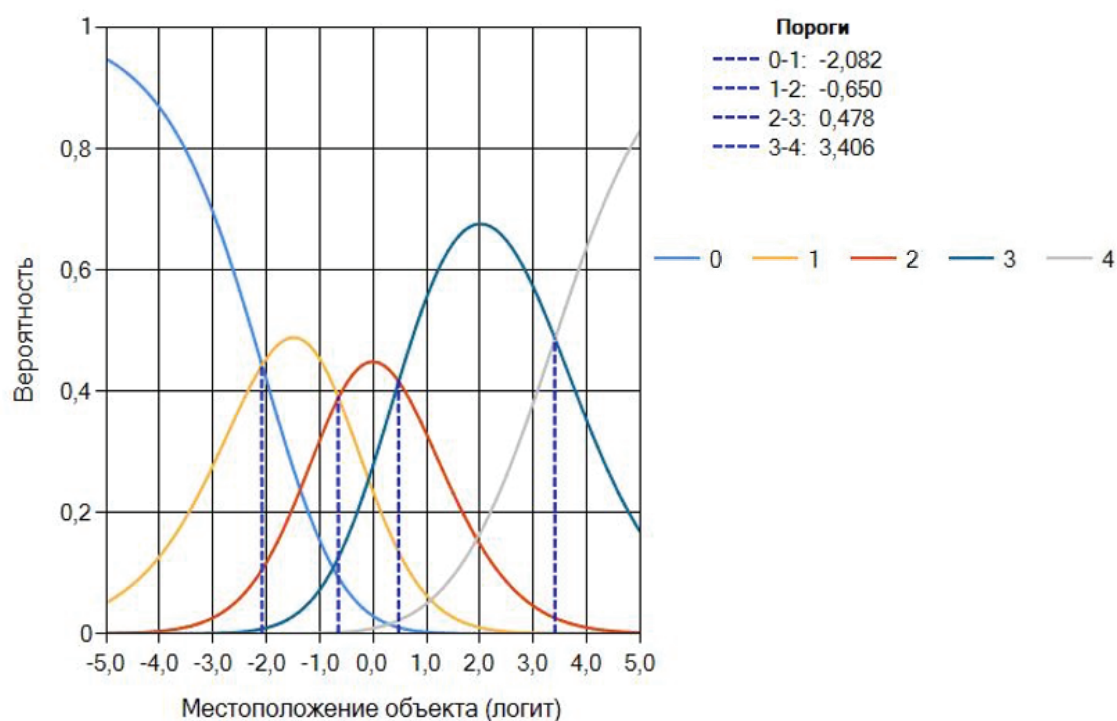


Рис. 5. Характеристические кривые категорий и пороги 1-го пункта опросника (1-го индикатора). Диалоговая система измерения латентных переменных.

Fig. 5. Characteristic curves of categories and thresholds of the 1st item of the questionnaire (1st indicator).

индикатора представлена на рис. 5 с включенным параметром «Пороги». Здесь отображены теоретические кривые на основе модели измерения каждой категории выбранного индикатора. В нашем случае индикаторы описываются пятью категориями: 0, 1, 2, 3 и 4. Пороги отделяют категории индикатора друг от друга. Это точка на шкале латентной переменной, в которой вероятность выбора соседних категорий совпадает. Например, порог 1 равен $-2,082$, порог 2 равен $-0,65$ и т. д. По оси абсцисс отложен уровень латентной переменной θ в логитах, по оси ординат — вероятность события. Из данных рис. 5 видно, как и на каком интервале шкалы латентной переменной работает каждая категория. Так, нулевая категория описывает вероятность того, что пациенты с уровнем латентной переменной θ постоянно «испытывают трудности при приеме пищи в связи с проблемами, связанными с полостью рта», при $\theta < -2,082$ эта категория ответов опросника наиболее вероятна. В интервале $-2,082 < \theta < -0,65$ вероятнее всего категория 1, соответствующая ответу «очень часто испытываю трудности при приеме пищи в связи с проблемами, связанными с полостью рта» и т. д. Были рассчитаны пороги и для других индикаторов (пунктов) опросника.

В свою очередь, анализ переменной β позволяет оценить относительную выраженность патогенных симптомов, снижающих КЖ (рис. 6). Из графика видно,

что максимальную выраженность имеют шкалы, обозначенные как «Ущерб», «Ограничение функции», «Физические расстройства» и «Физический дискомфорт». Возможность напрямую связывать величину латентных переменных θ и β с КЖ обусловлено допустимостью аппроксимировать логистическую функцию (1) линейной с определенной точностью.

Множества латентных переменных на одномерном континууме. Одной из задач модели Раша является установление связи между множествами латентных переменных θ_i и β_j и изучение их распределений на шкале логитов в виде совмещенных гистограмм. На рис. 7–9 в верхней части диаграмм представлено частотное распределение латентной переменной θ_i , в нижней — выраженности (интенсивности) патогенных факторов β_j на одной линейной шкале. В итоге мы смогли наблюдать результат взаимодействия между этими двумя множествами в процессе лечения. Стандартное отклонение SD случайной величины θ до протезирования составило $0,55$, переменной β — $0,20$, т. е. распределение латентной переменной, связанной с резистентностью организма, варьирует в более широком диапазоне, чем переменной, описывающей выраженность патогенных факторов, что согласуется с соответствующими ступенчатыми кривыми на рисунках. Диапазон значений логитов резистентности (средний $2,32$ логит) шире диапазона выраженности симптомов (средний $0,81$ логит). Средний



Рис. 6. Нормированная выраженность симптомов пациентов до протезирования.
Fig. 6. Normalized severity of patients' symptoms before prosthetics.

уровень резистентности организма составил 1,03 логит, что выше на 0,10 логит средней выраженности факторов (0,93 логит), медианы — 1,02 и 0,60 логит соответственно. При этом вероятность «успеха» монотонно увеличивалась от значения 0,43 до лечения, доходя до 0,71 и 0,88 после протезирования. Это означает, что «средний пациент» имел на 7% меньше шансов справиться с развитием симптомов только за счет резервов организма, без назначения эффективного протезирования и на 21% и 38% больше после съемного протезирования (ортопедического лечения).

На этапах лечения центр тяжести (медиана) латентной переменной θ постепенно смещался по числовой оси правее (см. рис. 7–9) или выше (рис. 10), в то время как диапазон изменения латентной переменной β «сползал» левее или ниже в том же самом одномерном континууме логит. При этом варьирование медиан переменных по мере лечения было практически линейным (рис. 11).

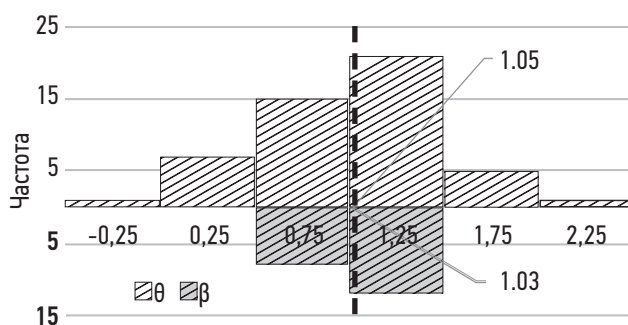


Рис. 8. Распределение латентных переменных θ и β качества жизни на числовой оси непосредственно после протезирования. По горизонтали отложены логиты переменных. Пунктиром — медианы.
Fig. 8. Distribution of latent variables θ and β of quality of life on the numerical axis immediately after prosthetics. The logits of variables are postponed horizontally. Dotted line — medians.

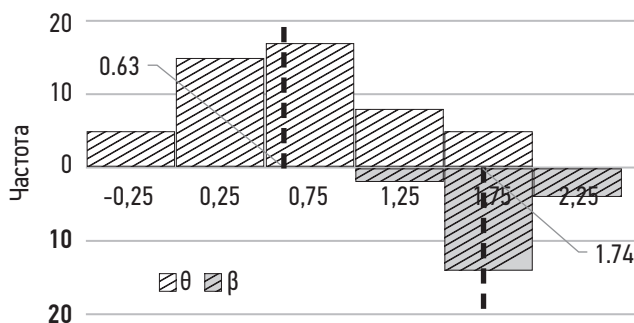


Рис. 7. Распределение латентных переменных θ и β качества жизни на числовой оси до протезирования. По горизонтали отложены логиты переменных. Пунктиром — медианы.
Fig. 7. Distribution of latent variables θ and β of quality of life on the numerical axis before prosthetics. The logits of variables are postponed horizontally. Dotted lines — medians.

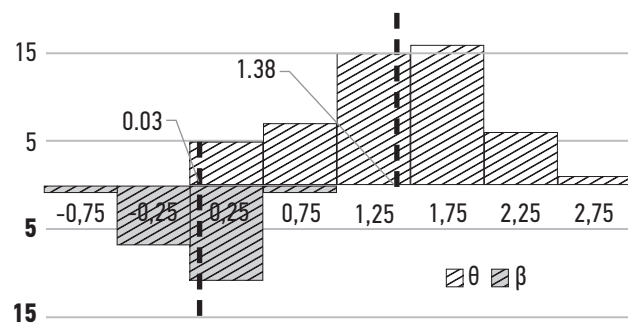


Рис. 9. Распределение латентных переменных θ и β качества жизни на числовой оси после адаптации (через 6 мес). По горизонтали отложены логиты латентных переменных. Пунктиром — медианы.
Fig. 9. Distribution of latent variables θ and β of quality of life on the numerical axis after adaptation (after 6 months). The logits of latent variables are postponed horizontally. Dotted line — medians.

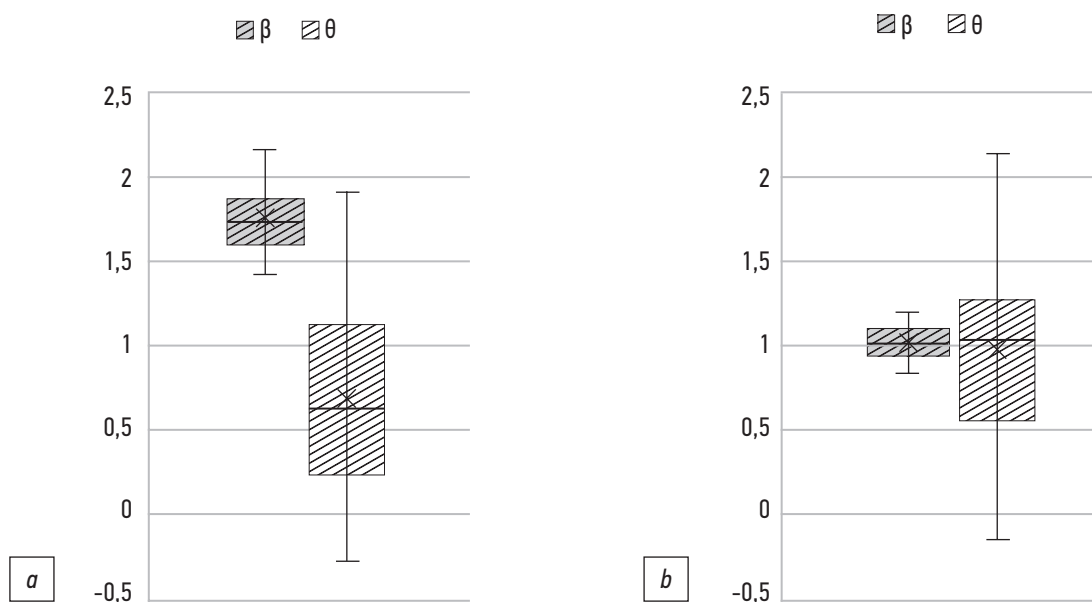


Рис. 10. Варьирование латентных переменных до (a) и после (b) протезирования.
Fig. 10. Variation of latent variables before (a) and after (b) prosthetics.

До протезирования преимущественно $\beta > \theta$, в то время как после $\theta > \beta$, о чем также свидетельствуют данные таблицы. Установлено, что такая динамика взаимного позиционирования множеств переменных модели Раша сопровождается улучшением КЖ. Поскольку в соответствии с теорией Раша вероятность того, что i -пациент имеет более высокую оценку КЖ при ответе на j -вопрос теста, чем уровень его невыполнимости (оба показателя измеряются по одной шкале), определяется базовой логистической функцией это, действительно, соответствует повышению уровня КЖ.

$$P(\theta_i, \beta_j) = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \tag{1}$$

Визуальный анализ гистограмм на рис. 7–9 позволяет заключить, что распределение значений переменной θ близко к нормальному: относительно небольшое число пациентов с низким и высоким уровнем резервов организма и относительно много больных со средней резистентностью к заболеванию. Те же самые показатели справедливы и для характеристики кривых симптомокомплекса. Количественная проверка гипотезы

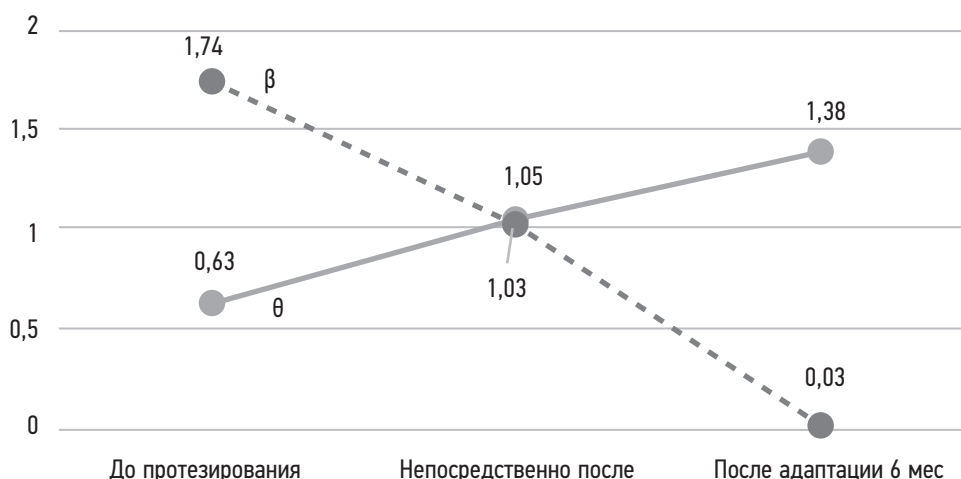


Рис. 11. Эволюция медиан латентных переменных до и после протезирования.
Fig. 11. Evolution of medians of latent variables before and after prosthetics.

Параметры латентных переменных качества жизни θ и β пациентов до и после протезирования и модельные вероятности «успеха»
Parameters of latent variables of quality of life θ and β of patients before and after prosthetics and model probabilities of «success»

Показатель	До протезирования		После протезирования		В конце периода адаптации, через 6 мес	
	Латентные переменные, логит					
	θ	β	θ	β	θ	β
Min	-0,26731	1,42676	-0,1325	0,84921	0,059294	-0,8028
Max	1,915785	2,16574	2,142309	1,20858	2,547579	0,51501
Среднее	0,693438	1,76640	0,98816	1,0296	1,403558	-0,0089
Медиана	0,632476	1,73885	1,054682	1,02596	1,378874	0,02568
SD	0,548475	0,20027	0,497218	0,10248	0,594972	0,29633
Диапазон	2,183093	0,73897	2,274804	0,35937	2,488285	1,31782
$\theta - \beta$ (медианы)	-1,106376305		0,028721008		1,353186842	
	Модельная вероятность P (θ , β)					
	0,254839384		0,489641537		0,804157303	

о нормальности с помощью критерия Колмогорова–Смирнова (применяли пакет программ IBM SPSS 26) показывает, что проверяемые распределения являются нормальными (статистика критерия 0,196; 0,232 и 0,256 для переменной θ и 0,328; 0,253 и 0,293 для переменной β).

Согласно теории латентных переменных, поэтапное улучшение восприятия КЖ пациентами после протезирования также следует из анализа рис. 11 и таблицы.

Отметим большую дисперсию латентной переменной θ по сравнению с β , что хорошо согласуется с различиями в густоте характеристических кривых, рассчитанных [9].

В таблице средние вероятности — это обратная проекция латентных переменных на балльные нормированные показатели КЖ, представленные в таблице: 0,269048; 0,474167 и 0,784345 соответственно. Средняя

относительная ошибка двойного (прямого и обратного) преобразования данных «политомические балльные показатели — латентные переменные» составила 3,69% (рис. 12), что говорит о весьма высокой точности измерений латентных переменных и аппроксимации.

Интерпретация латентных переменных. Важным моментом исследования КЖ пациентов, получивших съемное протезирование, является осмысление клинического значения латентных переменных.

Анализ эволюции величины латентных переменных позволяет контролировать статус больных в процессе лечения, изменение уровня симптомов и КЖ респондентов в ходе лечебных мероприятий. Методика получения оценок КЖ в модели Раша в среде Microsoft Excel 2016 с помощью надстройки «Поиск решений» подробно описана в работе [10]. В связи с тем, что каждый вопрос опросника

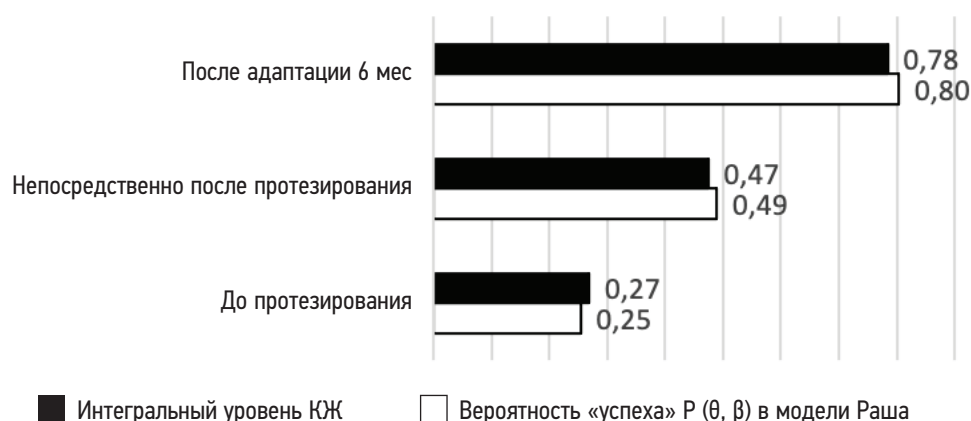


Рис. 12. Сравнение результатов измерений латентных переменных и балльных показателей.
Fig. 12. Comparison of measurement results of latent variables and scoring indicators.

ONIP-20 DG имеет 5 вариантов ответов, применяли поли- томическое расширение модели Раша, которое обобщает дихотомическую модель. Для численного определения оценок латентных переменных по модели Раша и построения расчетных кривых на рис. 1–3 необходимо было приблизить теоретические вероятности к эмпирическим оценкам вероятностей, полученным из опросников.

В результате были решены следующие задачи оптимизации:

$$\sum \sum W_j \times (u_{ij} - P_{ij})^2 = \sum \sum W_j \times \left(u_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min,$$

где w — вес j -пункта опросника (его «важность» для оценки КЖ); u_{ij} — нормированная эмпирическая субъективная оценка КЖ i -пациента по j -пункту анкеты опросника, $i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, M$; θ_i — резистентность («уровень резервов») организма i -пациента; β_j — выраженность, интенсивность (тяжесть) патогенных факторов при развитии j -симптома; P_{ij} — вероятность достижения «успеха» (снятия j -симптома у i -пациента). Таким образом, измеряя латентные переменные и управляя их величиной, мы можем контролировать уровень развития или подавления симптомов больного. Такая интерпретация латентных переменных θ и β в метрической системе Раша для клинических задач предложена нами впервые и, возможно, нуждается в уточнении. Необходимость в подобных изысканиях, на наш взгляд, очевидна и в настоящее время. Это обусловлено тем, что в специальной, в том числе медицинской, литературе до сих пор встречается оперирование латентными переменными просто как с некими неименованными и абстрактными величинами (индикаторами). Аналогичная по смыслу трактовка переменных θ и β дана в работе [11].

Традиционно, согласно теории тестовых заданий, в педагогике и психологии латентные переменные θ и β соответствуют паре «подготовленность испытуемых» и «трудность заданий» [12]. При этом Г. Раш [6] в 1980 г. логично предположил, что, если уровень подготовленности i -испытуемого превышает трудность j -задания,

то испытуемый, скорее всего, ответит правильно на это задание. И наоборот, если уровень способности i -испытуемого меньше трудности j -задания, то испытуемый не ответит на это задание. Концептуально модель Г. Раша имеет вид: $P_{ij} = f(\theta_i, \beta_j)$, которую надо понимать так: вероятность правильного ответа испытуемого под номером i , отвечающего на задание под номером j , зависит только от двух параметров – уровня подготовленности испытуемого (θ_i) и уровня трудности задания (β_j). Очевидно, что в медицине и стоматологии, в частности, клинический смысл латентных переменных должен быть другим, например, таким, как следует из рис. 13.

Полученные результаты подтверждают тот факт, что математическая модель Г. Раша имеет своим истоком теорию силового взаимодействия Курта Левина [13], согласно которой успех в преодолении препятствия может прийти либо вследствие ослабления действия, либо из-за усиления противодействия.

ВЫВОДЫ

В рамках теории латентных переменных и однопараметрической модели Раша исследовано КЖ пациентов с полной утратой зубов на различных этапах стоматологического ортопедического лечения. Средняя относительная ошибка прямого и обратного преобразования «политомические балльные показатели — латентные переменные» составила 3,69%, что говорит о высокой точности измерения латентных переменных на всех этапах лечения.

Оценки КЖ, полученные разными методами, хорошо согласуются друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил 0,991; 0,999 и 0,982 до, после протезирования и адаптации в течение 6 мес соответственно.

Рассчитаны параметры латентных переменных на различных этапах лечения. Показано, что их распределение близко к нормальным (статистика критерия 0,196; 0,232 и 0,256 для переменной θ и 0,328; 0,253 и 0,293 для β). Установлено, что «основная масса» (медианы) параметров θ и β в процессе лечения и адаптации «мигрирует» в противоположных направлениях,

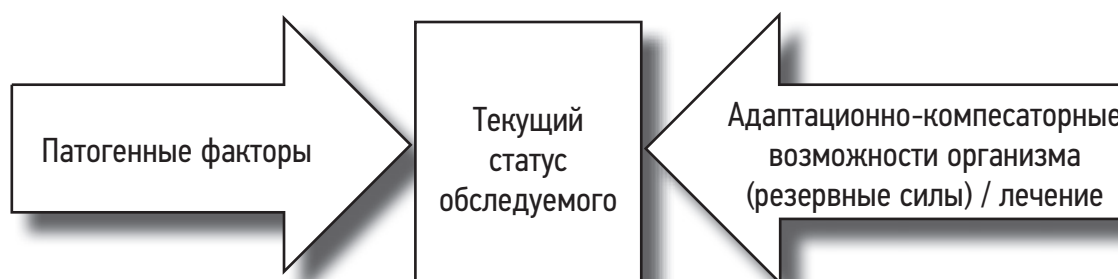


Рис. 13. Схема действия и противодействия в теории латентных переменных.

Fig. 13. Scheme of action and counteraction in the theory of latent variables.

что согласуется с ростом модельного алгебраического и реального уровней КЖ.

Предложено толкование латентных переменных КЖ пациентов, получивших съемное протезирование: θ_i – резистентность («уровень резервов») организма i -пациента до протезирования либо эффективность лечения и адаптации после протезирования; β_j – выраженность, интенсивность (тяжесть) патогенных факторов при развитии j -симптома; P_{ij} – вероятность снятия j -симптома у i -пациента.

Выявлено, что изменчивость тяжести патогенных факторов ниже, чем вариабельность адаптационно-компенсаторных возможностей организма пациентов до протезирования / эффективности лечения после протезирования и адаптации (SD 0,548475 и 0,20027; 0,497218 и 0,10248; 0,594972 и 0,29633 соответственно).

Установлено, что, определив и измеряя латентные переменные, а также управляя их величиной, мы можем контролировать уровень развития или подавления симптомов у пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнов А.С., Шанидзе З.Л., Царева Е.В., Арутюнов С.Д. Особенности ортопедического лечения пациентов с полным отсутствием зубов и послеоперационными дефектами верхней челюсти онкологического генеза // *Стоматология*. 2018. Т. 97, № 1. С. 54–58. doi: 10.17116/stomat201897154-58
2. Розов Р.А., Трезубов В.Н., Герасимов А.Б. и др. Клинический анализ ближайших и отдаленных результатов применения имплантационного протезирования «Трефойл» в России // *Стоматология*. 2020. Т. 99, № 5. С. 50–57. doi: 10.17116/stomat20209905150
3. Арутюнов С.Д., Муслев С.А., Рузуддинов Н.С. и др. Качество жизни пациентов с полной утратой зубов и психометрические свойства опросника OHIP-20 DG: Часть 2. Мониторинг на этапах стоматологического ортопедического лечения // *Российский стоматологический журнал*. 2021. № 5. С. 399–408.
4. Патент РФ на изобретение № 2021613358/ 19.02.2021. Арутюнов С.Д., Муслев С.А., Грачев Д.И., и др. Программа для ЭВМ «OHIP-20-DG». Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45819191>. Дата обращения 16.03.2022.
5. Карданова Е.Ю. Преимущества современной теории тестирования по сравнению с классической теорией тестирования // *Вопросы тестирования в образовании*. 2004. № 10. С. 7–34.
6. Christensen K.B., Kreiner S., Mesbah M., editors. *Rasch Models in Health*. London: ISTE Ltd, 2013.

REFERENCES

1. Arutyunov AS, Shanidze ZL, Tsareva EV, Arutyunov SD. Prosthodontic treatment of edentulous patients with postoperative mandibular defects of oncological origin. *Stomatologiya*. 2018;97(1):54–58. (In Russ). doi: 10.17116/stomat201897154-58.
2. Rozov RA, Trezubov VN, Gerasimov AB, et al. Clinical analysis of the short-term and long-term results of the implant-supported Trefoil

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

7. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Требунцева Л.В. Модель интегральной оценки AQLQ, основанная на латентных переменных // *Проектное управление в строительстве*. 2019. № 17. С. 91–96.
8. Smith R.M. *Rasch Measurement Models: Interpreting WINSTEPS/BIGSTEPS and Facets Output*. Florida: JAM Press, 1999.
9. Арутюнов С.Д., Муслев С.А., Чижмаков Е.А., и др. Качество жизни пациентов с полной утратой зубов и психометрические свойства опросника OHIP-20 DG: Часть 1. Валидизация и автоматизация // *Российский стоматологический журнал*. 2021. № 5. С. 387–397.
10. Маслак А.А., Моисеев С.И., Осипов С.А. Сравнительный анализ оценок параметров модели Раша, полученных методами максимального правдоподобия и наименьших квадратов // *Проблемы управления*. 2015. № 5. С. 58–66.
11. Лапшихина Е.А., Муслев С.А. Исследование качества жизни больных раком предстательной железы и психометрические свойства опросника EORTC QLQ-PR25 // *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2021. № 4. С. 16–31.
12. Маслак А.А. *Теория и практика измерения латентных переменных в образовании: монография*. Москва : Издательство Юрайт, 2020.
13. Аванесов В.С. Три источника становления метрической системы Георга Раша (RM) // *Педагогические измерения*. 2004. № 1. С. 15–21.

dental rehabilitation in Russia. *Stomatologiya*. 2020;99(5):50–57. (In Russ). doi: 10.17116/stomat20209905150

3. Arutyunov SD, Muslov SA, Ruzuddinov NS, et al. Kachestvo zhizni pacientov s polnoj utratoy zubov i psihometricheskie svojstva oprosnika OHIP-20 DG: CHast' 2. Monitoring na etapah stomatologicheskogo ortopedicheskogo lecheniya. *Rossiyskij stomatologicheskij zhurnal*. 2021;(5):399–408. (In Russ)

4. Patent RUS № 2021613358/ 19.02.2021. Arutyunov SD, Muslov SA, Grachev DI, et al. Computer program "OHIP-20-DG". Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45819191> (In Russ)
5. Kardanova EY. Preimushchestva sovremennoj teorii testirovaniya po sravneniyu s klassicheskoj teoriej testirovaniya. *Voprosy testirovaniya v obrazovanii*. 2004;(10):7–34. (In Russ).
6. Christensen KB, Kreiner S, Mesbah M, ed. *Rasch Models in Health*. London: ISTE Ltd; 2013.
7. Barkalov SA, Moiseev SI, Trebuntseva LV. AQLQ integral assessment model based on latent variables. *Proektnoe upravlenie v stroitel'stv*. 2019;(17):91–6. (In Russ).
8. Smith RM. *Rasch Measurement Models: Interpreting WINSTEPS/BIGSTEPS and Facets Output*. Florida: JAM Press; 1999.
9. Arutyunov SD, Muslov SA, Chizhnikov EA, et al. Kachestvo zhizni pacientov s polnoj utratoj zubov i psihometricheskie svojstva

- oprosnika OHIP-20 DG: CHast' I. Validizaciya i avtomatizaciya. *Rossijskij stomatologicheskij zhurnal*. 2021;(5):387–397. (In Russ).
10. Maslak AA, Moiseev SI, Osipov SA. Sravnitel'nyj analiz ocenok parametrov modeli Rasha, poluchennyh metodami maksimal'nogo pravdopodobiya i naimen'shij kvadratov. *Problemy upravleniya*. 2015;(5):58–66. (In Russ)
11. Lapshikhina EA, Muslov SA. Study of the quality of life of patients with prostate cancer and psychometric properties of the eortc qlq-pr25 questionnaire. *Scientific Review*. 2021;(4):16–31. (In Russ)
12. Maslak AA. Theory and practice of measuring latent variables in education. Moscow: Yurayt; 2020. (In Russ).
13. Avanesov VS. Tri istochnika stanovleniya metricheskoj sistemy Georga Rasha (RM). *Pedagogicheskie izmereniya*. 2004;(1):15–21. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

***Муслов Сергей Александрович**, д-р биол. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент;
адрес: Россия, 127018, г. Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9752-6804>;
e-mail: muslov@mail.ru

Рузуддинов Нурмухамет Саурбекович, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8778-2401>;
e-mail: ruzuddinov@rambler.ru

Арутюнов Сергей Дарчоевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6512-8724>;
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru

Чижмаков Евгений Александрович;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1313-3307>;
e-mail: evgeniychigmakov@yandex.ru

Моисеев Сергей Игоревич, канд. физ.-мат. наук, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6136-9763>;
e-mail: moiseevs@mail.ru

Маслак Анатолий Андреевич, д-р тех. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3189-4858>;
e-mail: rasch_measurement@mail.ru

Пивоваров Антон Александрович, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9778-0258>;
e-mail: pivovarovanton@mail.ru

Платонова Мария Сергеевна;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0137-857X>;
e-mail: platonovamaria@yandex.ru

AUTHORS INFO

***Sergey A. Muslov**, Dr. Sci. (Biological, Physico-Mathematical), associate professor;
address: 20, Delegatskaya str., buil. 1, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9752-6804>;
e-mail: muslov@mail.ru

Nurmukhamet S. Ruzuddinov, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8778-2401>;
e-mail: ruzuddinov@rambler.ru

Sergey D. Arutyunov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6512-8724>;
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru;

Evgeny A. Chizhnikov;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1313-3307>;
e-mail: evgeniychigmakov@yandex.ru

Sergey I. Moiseev, Cand. Sci. (Physico-Mathematical), associate professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6136-9763>;
e-mail: moiseevs@mail.ru

Anatoliy I. Maslak, Dr. Sci. (Technical), professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3189-4858>;
e-mail: rasch_measurement@mail.ru

Anton A. Pivovarov, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9778-0258>;
e-mail: pivovarovanton@mail.ru

Maria S. Platonova;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0137-857X>;
e-mail: platonovamaria@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author