

УДК 61:004

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ

<sup>1</sup>Муслов С.А., <sup>2</sup>Маслак А.А., <sup>1</sup>Арутюнов С.Д., <sup>1</sup>Грачев Д.И., <sup>1</sup>Чижмаков Е.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва, e-mail: muslov@mail.ru;

<sup>2</sup>Филиал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Славянск-на-Кубани

Качество жизни (КЖ) стоматологических больных рассмотрено с точки зрения теории латентных переменных, в основе которой лежит метрическая модель Раша. Детальный анализ произведен с помощью диалоговой системы ИЛП – русскоязычного аналога программного обеспечения RUMM и Winsteps. В качестве объектов выступили пациенты с полным отсутствием зубов до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев после протезирования. Получена описательная статистика результатов испытаний, выполнено исследование индикаторов (оценок, стандартного отклонения SD, статистики хи-квадрат, Р (хи-квадрат), характеристических кривых, соответствия экспериментальных данных теоретической модели, кривых распределения категорий и их порогов), а также объектов (баллов, оценок, стандартной ошибки среднего SEM), местоположения индикаторов и объектов и эволюции их констелляции в ходе лечения. Построены матрицы оценок ответов в представлении «категории» и «индикаторы». Сопоставлены «сырые» балльные показатели КЖ пациентов, полученные классическим аддитивным методом (суммированием баллов по пунктам опросника), и рассчитанные на основании теории латентных переменных с помощью модели Раша. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0.994, 0.999 и 0.993 до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев после протезирования, соответственно. Латентные переменные интерпретируются с точки зрения концепции силового поля К. Левина.

**Ключевые слова:** качество жизни, латентные переменные, модель Раша, стоматологическое ортопедическое протезирование

## ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE QUALITY OF LIFE OF DENTAL PATIENTS WITH THE HELP OF MODERN TESTING THEORY

<sup>1</sup>Muslov S.A., <sup>2</sup>Masлак A.A., <sup>1</sup>Arutyunov S.D., <sup>1</sup>Grachev D.I., <sup>1</sup>Chizhnikov E.A.

<sup>1</sup>Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University, Moscow, e-mail: muslov@mail.ru;

<sup>2</sup>Kuban State University, branch, Slavyansk-on-Kuban

The quality of life (QoL) of dental patients is considered from the point of view of the theory of latent variables, which is based on the metric Rush model. The analysis was performed using the ILP dialog system (a Russian-language analogue of the RUMM and Winsteps software). The subjects were patients with complete absence of teeth before, after prosthetics and after 6 months of adaptation. In addition to the descriptive statistics of the test results, the study of indicators (estimates, standard deviation SD, chi-squared, P(chi-squared), characteristic curves, correspondence of experimental data to the theoretical model, curves of the distribution of categories and their thresholds), as well as objects (scores, estimates, standard error of the mean SEM), the location of indicators and objects and their evolution during treatment was performed. The response evaluation matrices in the «categories» and «indicators» view are constructed. The «raw» (unprocessed) score indicators QoL of patients obtained by the classical additive method (summing up the scores according to the questionnaire items) and calculated on the basis of the theory of latent variables in the Rush model are compared. The Pearson correlation coefficient was 0.994, 0.999 and 0.993 before, after prosthetics and the adaptation period, respectively. Latent variables are interpreted from the point of view of K. Lewin's force field concept.

**Keywords:** quality of life, latent variables, Rush model, dental orthopedic prosthetics

Понятие качества жизни (КЖ) возникло в научной литературе в 1960-х гг. как интегральная характеристика физического, психоэмоционального и социального функционирования здорового или больного человека, основанная на его субъективном восприятии [1]. Несмотря на то, что единых критериев и норм исследования КЖ не существует, основными инструментами для изучения КЖ служат стандартизированные опросники, нередко составленные без помощи психометрических методов. Понятие «качество жизни» в полной мере применимо и к стоматологии. В результате поиск и разработка методик определения

качества жизни пациентов с заболеваниями полости рта составляет актуальную проблему зарубежной и отечественной стоматологии [2].

Более двадцати пяти лет успешно используется опросник ОНП-49 (ОНП – Oral Health Impact Profile) [3, 4]. Опросник включает в себя 49 вопросов (или 14 вопросов в укороченном варианте ОНП-14), разделенных на 7 субшкал. Однако опросники ОНП-49 и ОНП-14 отражают общую тенденцию стоматологического здоровья, поэтому нами был составлен специальный опросник ОНП-20 на базе опросника ОНП-49 для целенаправленного выявле-

ния проблем стоматологического здоровья у пациентов с полной утратой зубов, получивших съемные пластиночные конструкции зубных протезов. О валидации и автоматизации OHIP-20 DG сообщалось в публикации [5].

В отечественной медицинской литературе для анализа КЖ применяется, за редким исключением, классическая теория тестирования (КТТ), в зарубежной – преобладает современная теория тестирования Item Response Theory (IRT), представляющая собой часть более общей теории латентных переменных. В настоящей работе параметры качества жизни исследованы именно с помощью латентных переменных.

Как известно, многие переменные являются латентными, т.е. непосредственно не измеряемыми. Такие переменные задаются через набор индикаторов (заданий теста), которые можно непосредственно оценить или измерить [6]. Теория латентных переменных имеет вероятностный характер. Она предполагает, что существует одномерный континуум латентных переменных, на этом континууме происходит вероятностное распределение латентной переменной с определенной плотностью. Мировой опыт измерения и моделирования латентных величин рекомендует использование модели Раша [7], в которой распределение латентных переменных описывается логистической функцией и которая проходит период становления в России.

#### Материалы и методы исследования

Применяли отечественную диалоговую систему ИЛП (Измерение латентных переменных), альтернативную зарубежным аналогам RUMM (Австралия) и Winsteps (США). Данная система позволяет обрабатывать исходные матрицы как дихотомического (две категории 0, 1) так и полиномического вида (число категорий более двух). Использовался вид анализа Partial Credit Model [8].

Опрос N = 50 пациентов (возраст 42–87 лет, 17 женщин и 33 мужчины) с полной утратой зубов после стоматологического ортопедического лечения посредством съемных пластиночных конструкций зубных протезов проводили с помощью опросника КЖ OHIP-20 DG. Анкета заполнялась последовательно с 1 по 20 вопрос. Ответ на каждый вопрос варьировался в диапазоне от 0 до 4 баллов. На каждый вопрос теста мог быть дан только один ответ. Качество жизни пациентов изучалось до протезирования по сравнению с КЖ после адаптации к протезам и после 6 месяцев после протезирования (окончательными значениями).

Динамическая оценка качества жизни стоматологического пациента позволила оценить адекватность проводимого стоматологического лечения. Для проверки гипотезы о нормальности распределения латентных переменных с помощью критерия Колмогорова – Смирнова применяли пакет программ IBM SPSS 26.

#### Результаты исследования и их обсуждение

**Общая статистика.** Результаты описательной статистики качества жизни представлены на рис. 1 и в табл. 1. Группы показателей: индикаторы, объекты, характеристики измерительного инструмента, показатели надёжности. Здесь и в дальнейшем используется терминология, принятая в современной теории тестирования. Под индикаторами понимаются пункты опросника, под объектами – пациенты. Из таблицы следует, что среднее значение логитов объектов увеличивается в ходе лечения от -0.739 до 0.922, при этом статистика хи-квадрат – от 64.897 до 83.330, а P (хи-квадрат) – от 0.377 до 0.890. Критерий согласия хи-квадрат больше 0.05. Вне сомнения, этот показатель считается более чем удовлетворительным и свидетельствует о высокой точности выполненной параметризации. Это означает, что полученные результаты опроса пациентов с помощью представленного в опроснике состава пунктов можно использовать как для измерения рассматриваемой латентной переменной, так и для измерения уровня КЖ.

Разработчики Winsteps индекс сепарабельности (*англ.* separation coefficient) определяют как отношение истинной дисперсии к наблюдаемой [9]. На сайте RUMM [10] его предлагают называть PSI (Person Separation Index) и измерять так:  $r_{yy} = (\sigma_{\beta}^2 - \sigma_{\epsilon}^2) / \sigma_{\beta}^2$ , где  $\sigma_{\beta}^2$  – дисперсия латентной переменной  $\beta_i$  местоположения объектов,  $\sigma_{\epsilon}^2$  – дисперсия стандартной ошибки измерения логитов объектов. В явном виде дисперсия  $\beta$  и дисперсия ошибки среднего  $\beta$  встречаются формуле  $\ln_{sep} = D_{\beta} / D_{\epsilon}$ , в которой индекс сепарабельности больше 1 [11]. Как видно из табл. 1, индекс сепарабельности в процессе лечения изменялся от 0.748 до 0.818 (коэффициент вариации CV 0.085). Согласно [11] он характеризует, являются ли латентные измерения надёжными. Считается, что качественный тест имеет надёжность не менее 0.8. Таким образом, по полученным данным исследуемый конструкт OHIP-20 DG удовлетворяет условиям надёжности с точки зрения его помехоустойчивости.

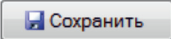
<b>Индикаторы</b>		<b>Объекты</b>	
Среднее значение:	0.000	Среднее значение:	0.017
Ср. квадр. отклонение:	0.282	Ср. квадр. отклонение:	0.601
<b>Характеристики измерительного инструмента</b>			
Число индикаторов:	20	Статистика Хи-квадрат:	70.193
Число объектов:	50	Степени свободы:	80
Число подгрупп объектов:	5	Вероятность Хи-квадрат:	0.775
<b>Показатели надежности</b>			
Индекс сепарабельности объектов:	0.818		
Альфа Кронбаха:	0.780		
			

Рис. 1. Окно описательной статистики параметров КЖ пациентов после адаптации

**Таблица 1**

Сравнительная статистика латентных переменных в точках мониторинга КЖ

	Индикаторы, $\delta^*$		Объекты, $\beta^{**}$		Характеристики измерительного инструмента			Показатели надежности	
	Среднее значение (логит)***	Ошибка измерения (логит)	Среднее значение (логит)	Ошибка измерения (логит)	Статистика хи-квадрат	Число степеней свободы	Вероятность хи-квадрат	Индекс сепарабельности	Альфа Кронбаха
До протезирования	0.000	0.233	-0.739	0.597	83.330	80	0.377	0.777	0.770
После адаптации	0.000	0.282	0.017	0.601	70.193	80	0.775	0.818	0.780
После 6 месяцев	0.000	0.265	0.922	0.596	64.897	80	0.890	0.748	0.764

\* Число индикаторов: 20.

\*\* Число объектов: 50.

\*\*\* В однопараметрической модели Раша имеет значение только разность переменных  $\beta$  и  $\delta$ , а не их абсолютные значения, при этом средние уровни индикаторов принимаются равными 0.

Коэффициент альфа Кронбаха является наиболее эффективным средством измерения надежности на основе согласованности показателей. Он представляет собой оценку разброса каждого вопроса с общим разбросом всей шкалы. Диапазон изменения коэффициента – от 0 до 1. В нашем случае коэффициент альфа Кронбаха лежит в диапазоне 0.764 до 0.780 (коэффициент вариации CV 0.020), что по определению отвечает достаточной самосогласованности пунктов опросника. При этом

изменчивость альфа Кронбаха меньше, чем у индекса сепарабельности, что соответствует их сравнительным характеристикам [10]. По величине альфа Кронбаха и индекс сепарабельности практически не отличаются друг от друга, что вполне объяснимо, поскольку потерянные данные отсутствуют, а число объектов в тесте больше 30.

**Статистика индикаторов.** Статистические показатели индикаторов после протезирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценки индикаторов опросника

Индикатор	Число категорий	Оценка, $\delta$	Ст. ошибка	Хи-квадрат	Степени свободы	P(хи-квадрат)
1	5	0.287856	0.177781	15.94207	4	0.003098
2	5	-0.35616	0.16128	2.019606	4	0.732153
3	5	-0.27079	0.176209	0.512453	4	0.972277
4	5	0.143688	0.155525	1.224968	4	0.873971
5	4	-0.59398	0.188907	2.176358	4	0.70336
6	5	0.280011	0.16877	1.271347	4	0.866218
7	5	-0.06622	0.146984	1.452619	4	0.835
8	5	-0.18033	0.160716	3.730804	4	0.443662
9	5	0.132001	0.171663	1.4746	4	0.831131
10	5	0.508197	0.149619	1.827001	4	0.767539
11	5	-0.14104	0.170514	4.228675	4	0.375942
12	5	-0.12915	0.169776	5.35038	4	0.253198
13	5	0.436892	0.157967	3.513599	4	0.475814
14	5	0.071516	0.163198	3.934076	4	0.415001
15	5	-0.05945	0.169433	4.772963	4	0.311396
16	5	0.043677	0.154555	0.969064	4	0.91445
17	5	0.365402	0.14919	4.475216	4	0.345496
18	5	0.094771	0.151342	3.690743	4	0.449474
19	5	-0.22742	0.145793	5.239797	4	0.263566
20	5	-0.33945	0.161668	2.386476	4	0.665073

За исключением 1-го индикатора значения  $P$  (хи-квадрат) достаточно велики ( $> 0.05$ ), что свидетельствует о высокой точности выполненного моделирования (нулевая гипотеза об отсутствии различий между экспериментальными данными и теоретической моделью на уровне значимости 0.05 подтверждена), а феномен ответов на 1-й вопрос опросника «Как часто Вы испытываете трудности при приеме пищи в связи с проблемами, связанными с полостью рта?» (домен КЖ «Ограничение функций») требует дополнительного анализа. Возможно, он связан с трудностями, которые испытывают пациенты при ответе на этот вопрос, связанными с различным пониманием респондентами категорий «постоянно», «очень часто», «часто», «крайне редко», «никогда», что в итоге привело к достаточно высоким значениям статистики хи-квадрат (15.94207) и низким значениям статистической значимости (0.00309) критерия по 1-му индикатору. Отметим, что такая же ситуация с данным пунктом наблюдалась при мониторинге КЖ до протезирования (показатели 16.45767 и 0.00246) и после 6 месяцев (17.06966 и 0.00187 соответственно).

Качественный подход предполагает построение *характеристических кривых* (англ. expected value curves, EVC) (рис. 2). Число диаграмм соответствует числу индикаторов конструкта. В верхней части диаграмм

представлена информация по выбранному индикатору. Отрезками на шкале логитов отображены средние уровни латентной переменной подгрупп объектов, точками – средние фактических данных по указанным подгруппам объектов. Видно, что «паттерн» (форма и структура) графиков свидетельствуют об адекватности экспериментальных данных модели измерения. Опять же можно отметить только аномалии на рис. 2, а, соответствующие 1-му индикатору (точки на графике лежат достаточно удаленно от кривой), но дифференцирующая способность конструкта по данному пункту (угловой коэффициент линии тренда точек) высокая.

Весьма информативной характеристикой индикаторных переменных в метрической модели измерений Раша является распределение их категорий. *Кривые распределения категорий* (вероятностные кривые, англ. item characteristic curve, ICC) КЖ после протезирования суммированы на рис. 3, а-ф. Количество диаграмм соответствует числу индикаторов – пунктов опросника КЖ. На графиках отображены теоретические на основе модели измерения кривые каждой категории данного индикатора. По оси ординат отложена вероятность события, по оси абсцисс – уровень латентной переменной в логитах. При построении кривых приложением ИЛП была использована общая формула для вероятности до-



стижения случайной полиномической величины  $x_{ni}$  значения  $x$  в однопараметрической модели Раша:

$$P(x_{ni} = x) = \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \dots - \tau_{ix} + x(\beta_n - \delta_i)}}{\sum_{x=0}^{m_i} e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \dots - \tau_{ix} + x(\beta_n - \delta_i)}}, \quad (1)$$

где  $\beta_n$  – месторасположение  $n$ -го объекта на шкале латентной переменной,  $\delta_i$  – месторасположение  $i$ -й индикаторной переменной,  $\tau_{xi}$  – пороги индикаторных переменных,  $m_i$  – число категорий  $i$ -го индикатора соответственно. В случае полиномической переменной  $x_{ni} = 0, 1, 2, 3, 4$  уравнение (1) распадается на пять:

$$\begin{aligned} P(x_{ni} = 0) &= \frac{e^{0(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 1) &= \frac{e^{-\tau_{i1} + 1(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 2) &= \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} + 2(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma}, \quad (2) \\ P(x_{ni} = 3) &= \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \tau_{i3} + 3(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 4) &= \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \tau_{i3} - \tau_{i4} + 4(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \end{aligned}$$

где

$$\gamma = e^{0(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{i1} + 1(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} + 2(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \tau_{i3} + 3(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \tau_{i3} - \tau_{i4} + 4(\beta_n - \delta_i)}$$

и

$$P(x_{ni} = 0) + P(x_{ni} = 1) + P(x_{ni} = 2) + P(x_{ni} = 3) + P(x_{ni} = 4) = 1. \quad (3)$$

Численные значения *порогов категорий* (англ. thresholds) сведены в табл. 3. Они отделяют категории индикатора друг от друга и представляют собой точки на шкале латентной переменной, для которых вероятность выбора соседних категорий совпадает. Например, для первого индикатора первый порог равен -2.082, в этой точке пересекаются кривые категорий 0 и 1, второй порог равен -0.65, здесь пересекаются кривые категорий 1 и 2 и т.д. Другими словами, пороги категорий являются абсциссами точек пересечения соседних вероятностных кривых. Информативность такого представления в том, что из графиков следует, как и на каком интервале шкалы латентной переменной «работает» каждая категория. Более подробный анализ хода кривых и их численных значений дан в [12].

Обращает на себя внимание следующий установленный факт. Есть индикаторы, у которых не все категории имеют свой интервал измерения, где они «работают», в результате не все пороги расположены в порядке возрастания:  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$ . Речь идет об индикаторах 2, 19 и 20. Они соответствуют индикаторам теста: «Как часто при приеме пищи последняя застревает между естественными или искусственными зубами (протезами)?», «Испытываете ли Вы невозможность получать удовольствие от общения с друзьями в связи с проблемами полости рта?» и «Испытываете ли Вы неудовлетворенность жизнью в целом из-за проблем полости рта?». В [12] показано, что реверсные значения порогов (англ. reversed thresholds) и нарушения в порядке следования порогов могут быть обусловлены недостатком данных при исследовании в области соответствующих пороговых значений латентной переменной.

**Статистика объектов.** В опросе о КЖ приняли участие 50 пациентов. Показатели статистики объектов сведены в табл. 4.

Наименьшая зарегистрированная сумма баллов пациентов после адаптации составила 19 баллов из 80, ей соответствовало значение латентной переменной  $\beta = -1.36639$ , также наименьшее из всей шкалы. Наибольшая сумма равнялась 60 баллам, ей соответствовало значение  $\beta = 1.37108$ , также наибольшее из всего множества этой переменной.

На графике (рис. 4) представлены «сырые» (необработанные) балльные показатели КЖ, полученные классическим аддитивным способом простым суммированием баллов по пунктам опросника и рассчитанные на основании теории Раша латентных переменных (в качестве примера для пациентов через 6 месяцев после протезирования). В соответствии с [13] считалось, что интегральный показатель качества жизни в рамках модели пропорционален значению латентной переменной  $\beta$ .

Видно, что результаты, полученные различными методами, достаточно хорошо согласуются друг с другом (коэффициент корреляции Пирсона составил 0.993). Таким образом, оценки, полученные по методу Раша, являются весьма адекватными, но в отличие от традиционного метода оценивания в рамках классической теории тестирования, эти оценки даны по линейной шкале и независимы от специфики составления заданий опросника и особенностей выборки пациентов. Следует также отметить: из диаграммы видно, что чувствительность методики оценки качества жизни путем применения модели Раша не ниже, чем традиционным аддитивным способом.

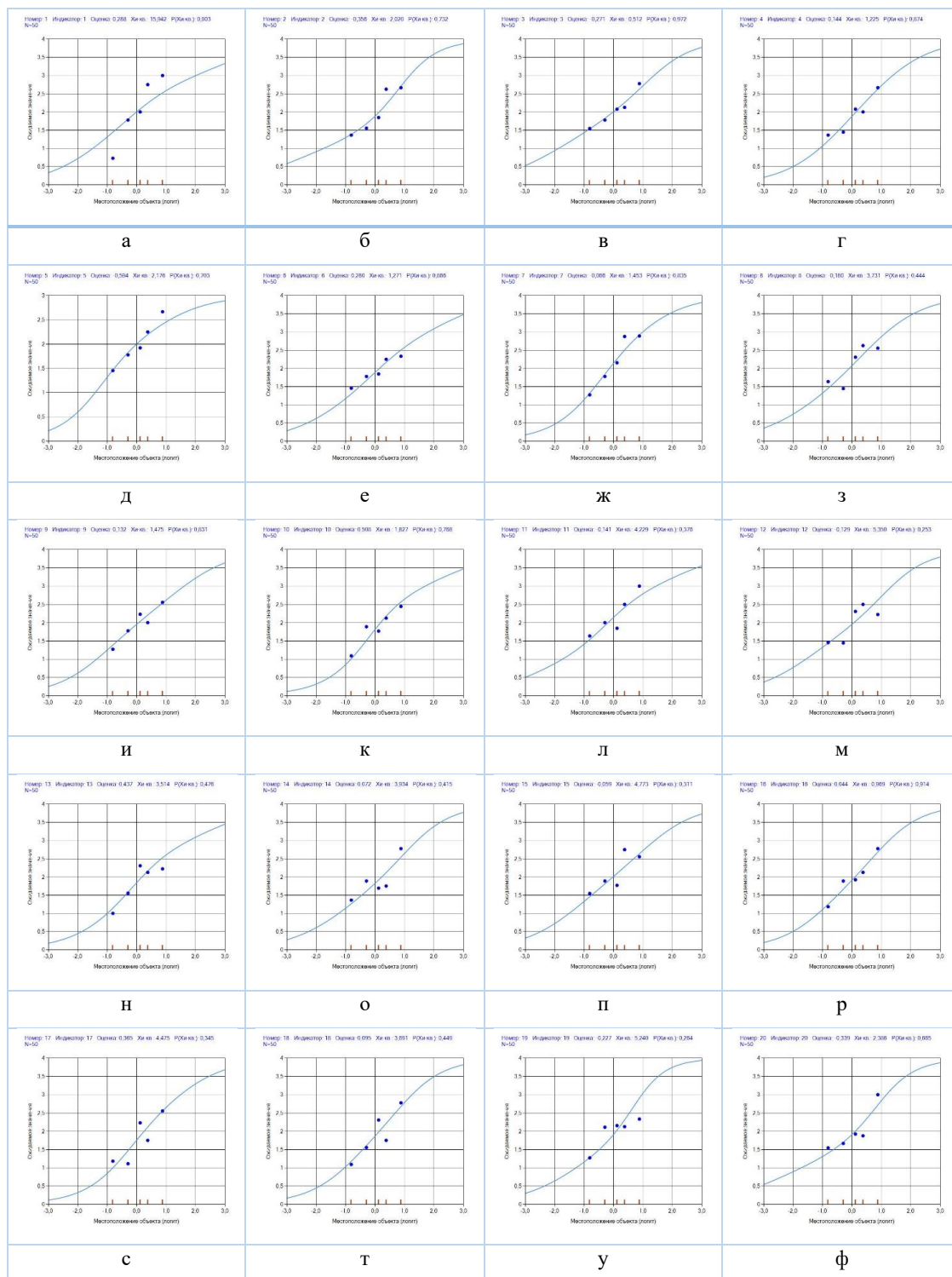


Рис. 2. Характеристические кривые индикаторов опросника КЖ после адаптации.  
Число подгрупп объектов: 5

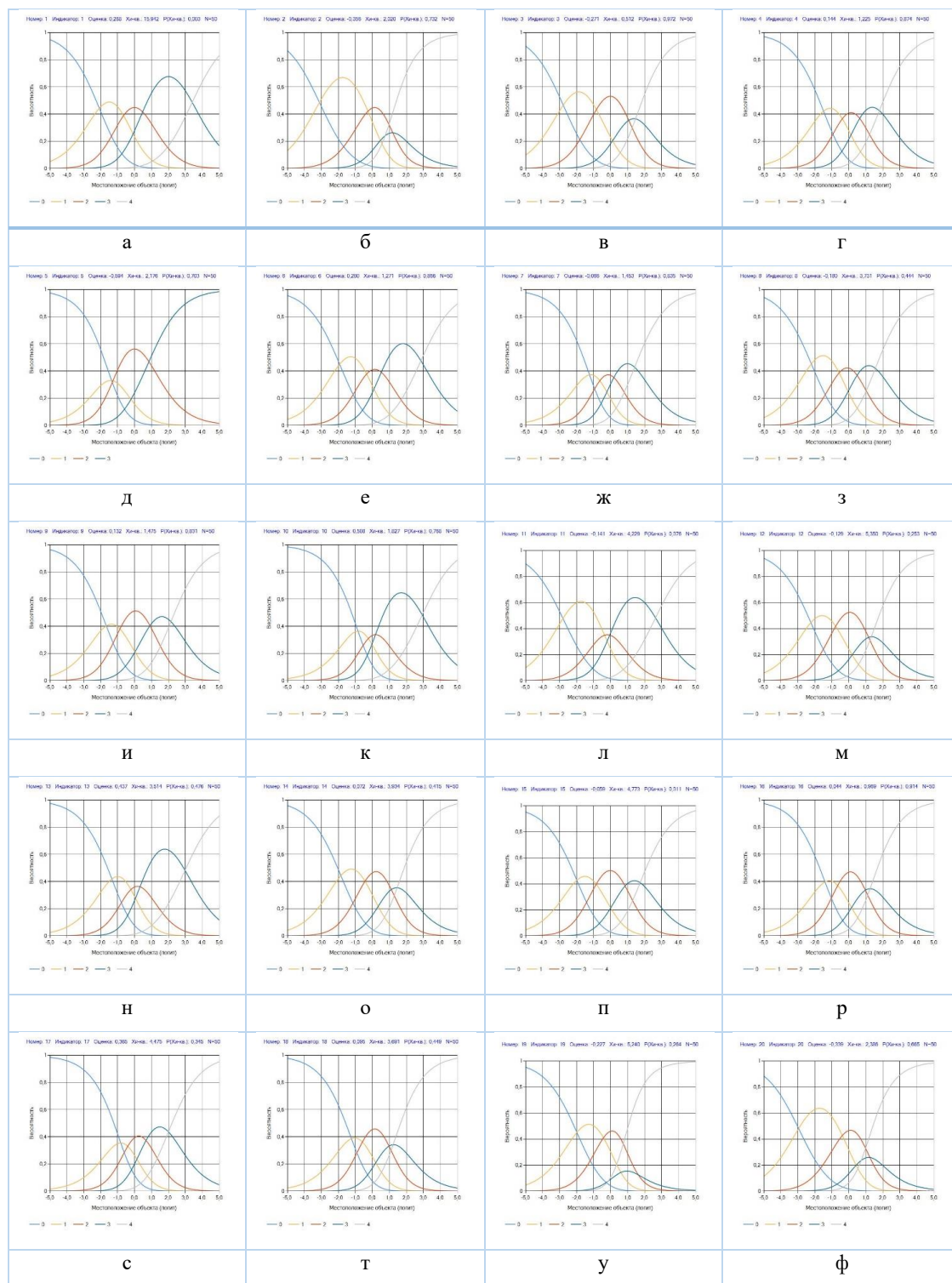


Рис. 3. Характеристические кривые категорий индикаторов опросника КЖ после адаптации. Категории ответов респондентов категорий «постоянно», «очень часто», «часто», «крайне редко», «никогда» соответствуют кривым 0, 1, 2, 3, 4

Таблица 3

Результаты расчета порогов кривых распределения категорий опросника

Индикатор	Оценка	Порог 1	Порог 2	Порог 3	Порог 4
1	0.287856	-2.08223	-0.64993	0.477723	3.405866
2	-0.35616	-3.11551	-0.26205	<b>1.201407</b>	<b>0.751507</b>
3	-0.27079	-2.78731	-0.83511	1.069916	1.469343
4	0.143688	-1.48633	-0.38088	0.641472	1.800491
5	-0.59398	-1.35487	-1.27766	0.850582	–
6	0.280011	-1.92732	-0.33705	0.526854	2.857551
7	-0.06622	-1.23924	-0.63311	0.19241	1.415045
8	-0.18033	-2.20419	-0.56936	0.488118	1.56409
9	0.132001	-1.66991	-0.86363	0.910966	2.150578
10	0.508197	-0.84635	-0.23913	0.185289	2.932984
11	-0.14104	-2.80509	-0.35403	-0.05029	2.645247
12	-0.12915	-2.231	-0.77357	1.167262	1.320717
13	0.436892	-1.34184	-0.21561	0.323888	2.981137
14	0.071516	-1.85339	-0.43265	1.114403	1.457709
15	-0.05945	-1.98665	-0.84508	0.853806	1.740104
16	0.043677	-1.40112	-0.6521	0.976878	1.251051
17	0.365402	-0.81553	-0.40268	0.677566	2.002251
18	0.094771	-1.23207	-0.58615	0.979335	1.217963
19	-0.22742	-1.98322	-0.41741	<b>1.627469</b>	<b>-0.13654</b>
20	-0.33945	-2.95362	-0.38009	<b>1.243554</b>	<b>0.732348</b>

Выделены значения порогов, для которых  $\tau_4 < \tau_3$

Таблица 4

Оценки объектов опросника (после адаптации)

Объект	Баллы	Макс. балл	Число индикаторов	Оценка, $\beta$	Ст. ошибка
1	34	80	20	-0.30072	0.253395
2	31	80	20	-0.49449	0.257178
3	42	80	20	0.198092	0.248876
4	31	80	20	-0.49449	0.257178
5	22	80	20	-1.12633	0.278956
6	42	80	20	0.198092	0.248876
7	44	80	20	0.320939	0.248848
8	41	80	20	0.136554	0.249068
9	60	80	20	1.371087	0.280139
10	58	80	20	1.222827	0.271215
11	48	80	20	0.567316	0.250482
12	47	80	20	0.505471	0.249832
13	38	80	20	-0.04908	0.250291
14	43	80	20	0.259537	0.2488
15	29	80	20	-0.62712	0.260454
16	40	80	20	0.074878	0.24937
17	27	80	20	-0.76337	0.264495
18	52	80	20	0.818727	0.255052
19	34	80	20	-0.30072	0.253395
20	30	80	20	-0.5604	0.258728
21	29	80	20	-0.62712	0.260454
22	28	80	20	-0.69474	0.262371
23	54	80	20	0.948505	0.258704
24	45	80	20	0.382355	0.249028



Окончание табл. 4					
Объект	Баллы	Макс. балл	Число индикаторов	Оценка, $\beta$	Ст. ошибка
25	41	80	20	0.136554	0.249068
26	45	80	20	0.382355	0.249028
27	31	80	20	-0.49449	0.257178
28	35	80	20	-0.23722	0.252456
29	54	80	20	0.948505	0.258704
30	48	80	20	0.567316	0.250482
31	19	80	20	-1.36639	0.291699
32	21	80	20	-1.20406	0.282797
33	42	80	20	0.198092	0.248876
34	26	80	20	-0.83312	0.266846
35	30	80	20	-0.5604	0.258728
36	49	80	20	0.629462	0.251315
37	44	80	20	0.320939	0.248848
38	39	80	20	0.013015	0.249778
39	42	80	20	0.198092	0.248876
40	30	80	20	-0.5604	0.258728
41	41	80	20	0.136554	0.249068
42	41	80	20	0.136554	0.249068
43	40	80	20	0.074878	0.24937
44	52	80	20	0.818727	0.255052
45	39	80	20	0.013015	0.249778
46	46	80	20	0.443843	0.249352
47	45	80	20	0.382355	0.249028
48	36	80	20	-0.17414	0.251628
49	37	80	20	-0.11145	0.250907
50	39	80	20	0.013015	0.249778

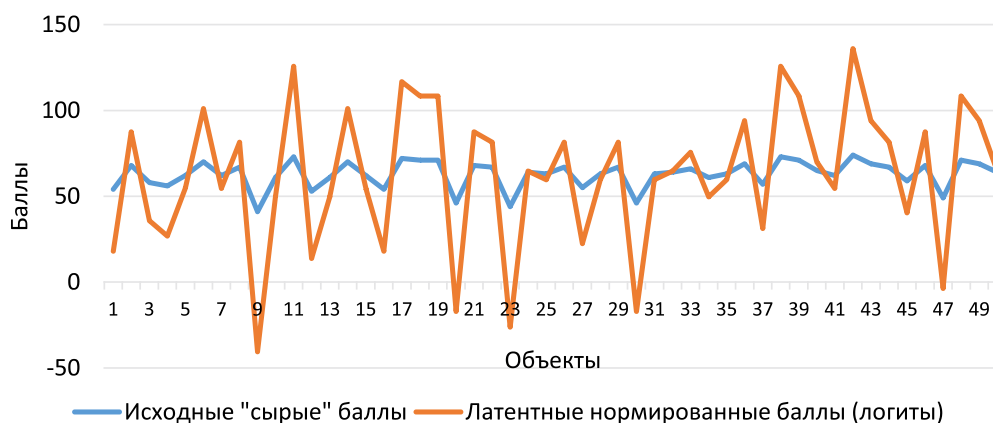


Рис. 4. Вариации интегрального показателя КЖ пациентов через 6 месяцев после протезирования, полученные разными методами

Взаимодействие множеств латентных переменных на единой шкале логит задает вероятность «успеха» в модели Раша по шкалам теста и в итоге характеризует многомерное интегральное восприятие качества жизни респондентов.

**Местоположение латентных переменных и их эволюция по ходу лечения.** На рис. 5–7 в верхней части диаграмм можно видеть расположение объектов, в нижней части представлено расположение индикаторных переменных. Высота столбцов соот-

ветствует числу объектов или индикаторных переменных с заданным местоположением на шкале латентной переменной. На левой оси ординат отображено абсолютное число объектов или индикаторных переменных, на правой – их проценты в выборке.

Хорошо видно, что по мере стоматологической помощи (до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев) местоположение объектов постепенно смещается вдоль положительного направления оси латентных переменных, что соответствует увеличению латентной переменной  $\beta$ . При этом местоположение индикаторов не изменяется, поскольку изначально среднее значение переменной  $\delta$  традиционно принимается равным 0. Те же выводы следуют из визуального анализа диаграмм «box and whiskers» (рис. 8). Поскольку вероятность «успеха» в однопараметрической модели Раша (RM) равна

$$P(x_{ni} = 1) = \frac{e^{\beta_n - \delta_i}}{1 + e^{\beta_n - \delta_i}}, \quad (4)$$

такая динамика в расположении переменных соответствует росту интегрального уровня качества жизни, поскольку из (4) следует, что частная производная от вероятности «успеха»  $\partial P / \partial \beta = \frac{e^{\beta_n - \delta_i}}{(1 + e^{\beta_n - \delta_i})^2} > 0$ , а сама вероятность  $P \rightarrow 1$  при  $\beta \rightarrow \infty$  (куда смещается медиана объектов на рис. 5–7).

Отметим, что зрительно диаграммы на рис. 5–7 соответствуют общим статистикам латентных переменных, отраженных в окне программы (рис. 1): среднее квадратичное отклонение переменной  $\delta$  0.282, переменной  $\beta$  – 0.601 логит, что почти в 3 раза выше. В соответствии с данной нами интерпретацией латентных переменных это свидетельствует о том, что спектр адаптационно-компенсаторных возможностей организма до протезирования плюс комплексность ле-

чебных и реабилитационных мероприятий после протезирования и в период адаптации шире совокупности симптомов (симптомо-комплекса) на шкале логитов.

Более подробный зрительный анализ гистограмм позволяет заключить, что распределение значений переменных  $\beta$  и  $\delta$  близко к нормальному: относительно небольшое число пациентов с низким и высоким уровнем  $\beta$  или  $\delta$  и относительно много со средним значением, что отвечает большинству случайных величин, встречающихся в биологии и медицине. Для удобства врачей-исследователей все полученные данные можно перенести в другие пользовательские программы. Например, действительно количественная проверка гипотезы о нормальности с помощью критерия Колмогорова – Смирнова (применяли пакет программ IBM SPSS 26) дает результат, что проверяемые распределения являются нормальными (табл. 5).

Мы исследовали также параметры распределений латентных переменных асимметрию и коэффициент эксцесса, характеризующие их геометрическую форму. Асимметрия – это показатель симметричности/скошенности кривой функции распределения, а эксцесс, как известно, определяет ее островершинность.

Как видно из полученных параметров, асимметрия распределения переменной  $\beta$  до протезирования умеренная (0.361), после адаптации – незначительная (-0.106), через 6 месяцев после протезирования существенная (-0.583), при этом его скошенность эволюционирует от слева до вправо, что соответствует согласно формуле (5) росту возможности «успеха» и увеличению уровня качества жизни пациентов и в рамках модели, и на основании экспериментальных данных. После адаптации кривые распределения  $\beta$  и  $\delta$  становятся более островершинными, чем кривая Гаусса (коэффициенты эксцесса  $0.015 > 0$  и  $0.181 > 0$  соответственно).

Таблица 5

Статистика проверки гипотезы о нормальности распределения значений латентных переменных с помощью одновыборочного критерия Колмогорова – Смирнова (SPSS 26) и параметры распределений

Этапы лечения	Латентные переменные				Выводы
	Объекты, $\beta$		Индикаторы, $\delta$		
До протезирования	0.078 (0.2)		0.125 (0.2)		Проверяемое распределение является нормальным
	0.361	-0.393	0.031	-0.469	
После адаптации	0.098 (0.2)		0.083 (0.2)		– ii –
	-0.106	-0.137	-0.05	-0.479	
После 6 месяцев	0.115 (0.096)		0.153 (0.2)		– ii –
	-0.583	0.015	-0.385	0.181	

В скобках – асимптот. знач. (двухсторонняя) с коррекцией знач. Лиллиефорса.

Во 2-й строке – асимметрия и эксцесс.

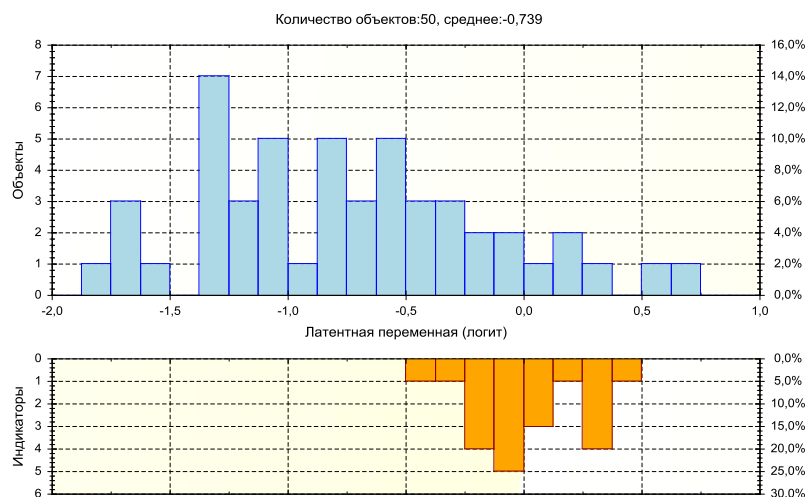


Рис. 5. Местоположение латентных переменных (до протезирования)

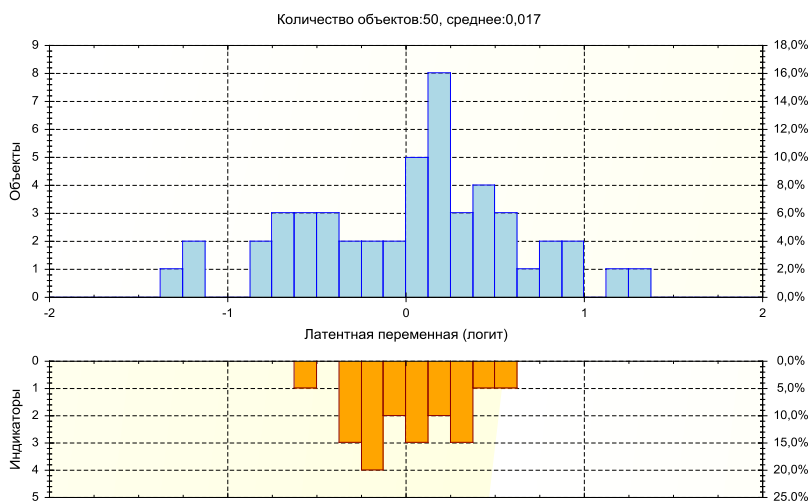


Рис. 6. Местоположение латентных переменных (после адаптации)

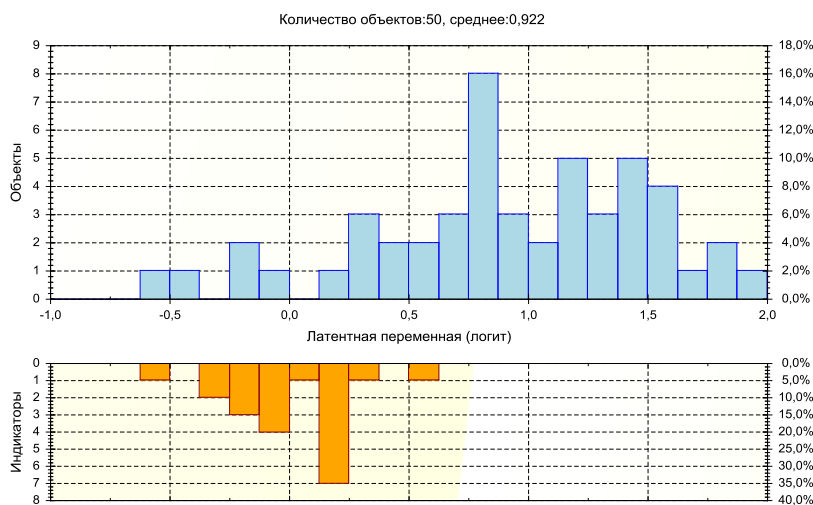


Рис. 7. Местоположение латентных переменных (через 6 месяцев)

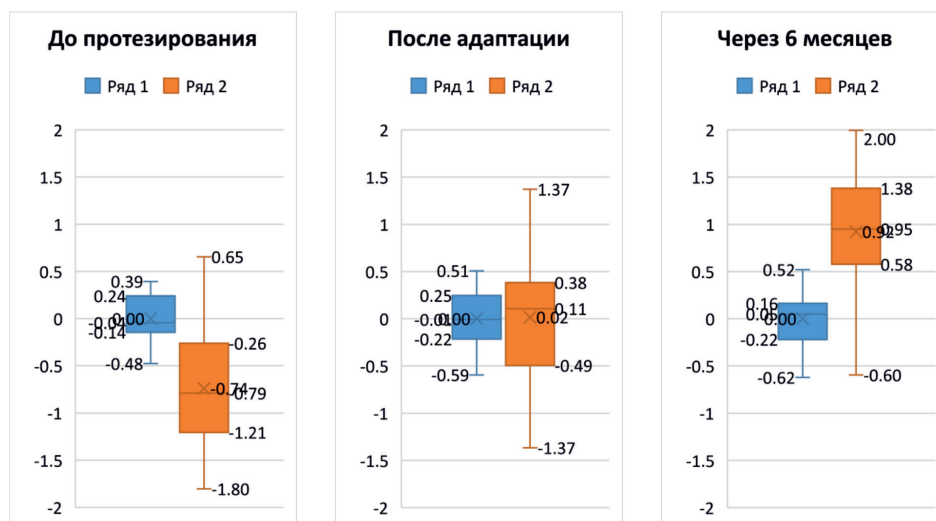


Рис. 8. Местоположение латентных переменных на диаграммах «box and whiskers»

**Матрицы оценок и вероятностей ответов.** От приложения RUMM диалоговая система ИЛП отличается наличием опции построения матриц оценок и вероятностей ответов. Матрицы строятся на основании оценок объектов и индикаторных переменных [14].

В матрице оценок ответов (табл. 6) пациентов после протезирования выделены первая строка, содержащая оценки местоположения индикаторов, и первый столбец с оценками местоположения объектов. Элемент матрицы  $A_{ij}$  определяется следующим образом:

$$A_{ij} = 0 \cdot P(\beta_i, \delta_j, 0) + 1 \cdot P(\beta_i, \delta_j, 1) + 2 \cdot P(\beta_i, \delta_j, 2) + 3 \cdot P(\beta_i, \delta_j, 3) + 4 \cdot P(\beta_i, \delta_j, 4), \quad (5)$$

где  $P(\beta_i, \delta_j, k)$  – вероятность  $i$ -го объекта выбрать категорию  $k$  в  $j$ -м индикаторе.

Для примера рассчитаем значение 1-й ячейки матрицы  $i = 1, j = 1, \beta_1 = -0.300, \delta_1 = 0.287$ , приведенные значения порогов  $\tau_1 = -2.08223 - \delta_1, \tau_2 = -0.64993 - \delta_1, \tau_3 = 0.477723 - \delta_1, \tau_4 = 0.477723 - \delta_1$ . По формуле (4) определим  $\gamma = 19.303$ , по формулам (3)  $P(\beta_1, \delta_1, 0) = 0.051, P(\beta_1, \delta_1, 1) = 0.307, P(\beta_1, \delta_1, 2) = 0.435, P(\beta_1, \delta_1, 3) = 0.199, P(\beta_1, \delta_1, 4) = 0.005$ . Отсюда на основании (5)  $A_{11} = 1.799$ , что соответствует значению  $A_{11}$  в табл. 5.

В матрице оценок цветом ячейки показано соответствие фактических значений в исходной матрице «сырых» данных и ожидаемых в результате расчета категорий (рис. 9). Это позволяет определить, насколько исходные данные отличаются от модели измерений.

Фактическое значение					
Ожидаемое значение	0	1	2	3	4

Рис. 9. Цветами обозначены категории, которые были выбраны объектами в исходной матрице ответов (к табл. 6)

Матрица вероятностей ответов представлена табл. 7. В данном случае элементом матрицы является вероятность  $P(\beta_i, \delta_j, k)$ , где  $k$  – категория, фактически выбранная объектом  $i$  в  $j$ -й индикаторной переменной. Например, в ячейке  $A_{11}$  в табл. 6 (категория 2)  $P(\beta_1, \delta_1, 2) = 0.435$ , что соответствует значению 0.44 в таблице.

0-0.01	0.01-0.05	0.05-1	

Рис. 10. Виджет программы ИЛП, иллюстрирующий степень соответствия наблюдаемых значений теоретическим (к табл. 7)

В матрице вероятностей (рис. 10) ответов цвет ячеек обозначает степень соответствия наблюдаемых значений теоретическим (уровень статистической значимости). В матрице видны несколько ячеек, в которых вероятность выбора категории  $k$  оказалась меньше 0.05. То есть объект с оценкой местоположения  $\beta_i$  при ответе на индикатор с местоположением  $\delta_j$  должен был выбрать другую категорию, а фактически выбранная категория оказалась маловероятной. Это обстоятельство является предметом дополнительного анализа измерительного инструмента, а также оценки исходных данных для применения процедуры измерения латентных переменных.

Таблица 6

Матрица оценок ответов пациентов (этап лечения: после адаптации) \*

$\beta_L, \delta \rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.29	-0.36	-0.27	0.14	-0.59	0.28	-0.07	-0.18	0.13	0.51	-0.14	-0.13	0.44	0.07	-0.06	0.04	0.37	0.09	-0.23	-0.34
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
20	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
21	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
22	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1
23	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2
28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
30	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



[illegible]

\*\* точное значение 1.799 (разобрано в тексте).

Матрица вероятностей ответов пациентов (этап лечения: после адаптации)

$\beta \downarrow \delta \rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.29	-0.36	-0.27	0.14	-0.59	0.28	-0.07	-0.18	0.13	0.51	-0.14	-0.13	0.44	0.07	-0.06	0.04	0.37	0.09	-0.23	-0.34
-0.30	0.44	0.43	0.52	0.38	0.55	0.37	0.37	0.32	0.15	0.30	0.35	0.12	0.13	0.37	0.28	0.44	0.32	0.42	0.43	0.44
-0.49	0.35	0.49	0.49	0.11	0.14	0.41	0.30	0.07	0.11	0.35	0.39	0.36	0.40	0.39	0.12	0.09	0.25	0.38	0.10	0.41
0.20	0.44	0.28	0.52	0.23	0.56	0.41	0.10	0.31	0.51	0.34	0.33	0.52	0.32	0.19	0.26	0.47	0.22	0.46	0.46	0.26
-0.49	0.35	0.49	0.35	0.39	0.52	0.35	0.18	0.37	0.32	0.35	0.22	0.47	0.30	0.41	0.47	0.41	0.31	0.17	0.40	0.46
-1.13	0.18	0.03	0.37	0.44	0.37	0.23	0.23	0.17	0.41	0.46	0.55	0.33	0.43	0.24	0.44	0.31	0.47	0.23	0.51	0.59
0.20	0.44	0.45	0.22	0.26	0.13	0.41	0.15	0.31	0.04	0.22	0.19	0.06	0.02	0.47	0.02	0.47	0.41	0.21	0.25	0.26
0.32	0.43	0.18	0.24	0.20	0.11	0.41	0.34	0.39	0.50	0.38	0.16	0.51	0.36	0.47	0.48	0.09	0.28	0.45	0.45	0.18
0.14	0.32	0.45	0.21	0.41	0.56	0.26	0.36	0.29	0.19	0.34	0.34	0.52	0.36	0.47	0.50	0.20	0.40	0.22	0.46	0.47
0.9	1.37	0.08	0.26	0.37	0.29	0.61	0.43	0.43	0.29	0.19	0.64	0.28	0.61	0.32	0.42	0.39	0.47	0.40	0.18	0.22
1.22	0.60	0.42	0.04	0.25	0.39	0.55	0.45	0.31	0.18	0.61	0.63	0.33	0.59	0.35	0.25	0.27	0.05	0.27	0.58	0.42
0.57	0.44	0.41	0.29	0.35	0.39	0.39	0.29	0.35	0.33	0.46	0.53	0.48	0.16	0.45	0.45	0.43	0.35	0.42	0.14	0.43
0.51	0.42	0.42	0.49	0.39	0.53	0.04	0.30	0.37	0.32	0.44	0.51	0.11	0.35	0.46	0.32	0.14	0.16	0.43	0.14	0.18

Окончание табл. 7

13	-0.05	0.26	0.36	0.53	0.20	0.04	0.23	0.06	0.25	0.51	0.33	0.35	0.25	0.30	0.46	0.50	0.47	0.27	0.16	0.09	0.13
14	0.26	0.35	0.11	0.52	0.22	0.55	0.41	0.37	0.32	0.02	0.36	0.45	0.52	0.34	0.47	0.27	0.04	0.21	0.22	0.23	0.46
15	-0.63	0.38	0.52	0.47	0.17	0.50	0.44	0.18	0.38	0.44	0.36	0.43	0.45	0.41	0.13	0.44	0.08	0.08	0.35	0.45	0.38
16	0.07	0.45	0.32	0.53	0.23	0.56	0.26	0.18	0.42	0.51	0.34	0.34	0.18	0.36	0.17	0.20	0.47	0.40	0.46	0.28	0.47
17	-0.76	0.41	0.55	0.06	0.29	0.09	0.08	0.35	0.36	0.37	0.36	0.47	0.42	0.43	0.46	0.38	0.34	0.35	0.38	0.48	0.52
18	0.82	0.51	0.36	0.17	0.34	0.47	0.47	0.45	0.42	0.42	0.10	0.58	0.09	0.31	0.30	0.15	0.32	0.12	0.32	0.10	0.24
19	-0.30	0.44	0.42	0.52	0.35	0.55	0.38	0.22	0.32	0.07	0.19	0.33	0.50	0.33	0.10	0.49	0.31	0.19	0.42	0.38	0.44
20	-0.56	0.37	0.50	0.37	0.40	0.51	0.12	0.34	0.39	0.33	0.27	0.34	0.37	0.41	0.38	0.45	0.36	0.29	0.18	0.03	0.48
21	-0.63	0.38	0.36	0.47	0.32	0.26	0.33	0.15	0.12	0.34	0.36	0.43	0.45	0.20	0.06	0.09	0.17	0.28	0.37	0.45	0.49
22	-0.69	0.40	0.05	0.01	0.42	0.49	0.45	0.32	0.37	0.42	0.23	0.45	0.40	0.42	0.45	0.37	0.19	0.35	0.37	0.35	0.37
23	0.95	0.54	0.33	0.39	0.42	0.50	0.33	0.45	0.06	0.41	0.57	0.11	0.39	0.54	0.19	0.36	0.33	0.33	0.33	0.31	0.31
24	0.38	0.43	0.13	0.15	0.07	0.34	0.40	0.39	0.11	0.14	0.05	0.48	0.16	0.38	0.47	0.30	0.25	0.18	0.45	0.44	0.21
25	0.14	0.45	0.15	0.53	0.41	0.56	0.26	0.36	0.41	0.51	0.32	0.01	0.19	0.26	0.47	0.50	0.47	0.40	0.46	0.14	0.47
26	0.38	0.39	0.23	0.50	0.40	0.54	0.35	0.14	0.11	0.50	0.33	0.48	0.51	0.36	0.23	0.30	0.16	0.40	0.17	0.44	0.21
27	-0.49	0.35	0.39	0.49	0.14	0.24	0.41	0.18	0.40	0.32	0.14	0.22	0.06	0.40	0.39	0.47	0.41	0.25	0.38	0.40	0.46
28	-0.24	0.44	0.42	0.29	0.34	0.55	0.39	0.37	0.20	0.50	0.31	0.31	0.30	0.34	0.36	0.49	0.30	0.14	0.43	0.44	0.39
29	0.95	0.54	0.26	0.34	0.31	0.50	0.50	0.28	0.43	0.40	0.26	0.60	0.39	0.54	0.38	0.06	0.25	0.33	0.25	0.31	0.25
30	0.57	0.44	0.41	0.48	0.15	0.39	0.39	0.42	0.35	0.47	0.46	0.29	0.12	0.34	0.11	0.33	0.43	0.39	0.42	0.15	0.22
31	-1.37	0.24	0.65	0.53	0.43	0.33	0.29	0.18	0.51	0.42	0.33	0.59	0.21	0.42	0.49	0.45	0.20	0.55	0.38	0.51	0.23
32	-1.20	0.20	0.63	0.51	0.44	0.33	0.21	0.37	0.26	0.41	0.49	0.08	0.48	0.37	0.49	0.31	0.41	0.15	0.38	0.24	0.60
33	0.20	0.44	0.28	0.52	0.26	0.29	0.41	0.35	0.31	0.18	0.34	0.33	0.52	0.32	0.47	0.17	0.47	0.41	0.46	0.15	0.01
34	-0.83	0.43	0.32	0.43	0.28	0.17	0.48	0.36	0.45	0.39	0.20	0.30	0.43	0.23	0.47	0.40	0.39	0.36	0.26	0.49	0.04
35	-0.56	0.37	0.50	0.48	0.33	0.11	0.12	0.16	0.38	0.11	0.12	0.20	0.46	0.29	0.43	0.11	0.39	0.27	0.08	0.11	0.48
36	0.63	0.39	0.40	0.13	0.37	0.41	0.38	0.43	0.39	0.46	0.48	0.54	0.47	0.14	0.15	0.43	0.29	0.36	0.29	0.39	0.42
37	0.32	0.37	0.44	0.24	0.41	0.55	0.41	0.38	0.33	0.28	0.34	0.16	0.22	0.36	0.47	0.28	0.46	0.20	0.18	0.45	0.46
38	0.01	0.45	0.45	0.18	0.06	0.15	0.25	0.37	0.26	0.21	0.26	0.37	0.53	0.26	0.30	0.21	0.24	0.39	0.17	0.30	0.47
39	0.20	0.44	0.28	0.52	0.23	0.56	0.24	0.35	0.19	0.51	0.02	0.33	0.20	0.37	0.47	0.49	0.47	0.04	0.46	0.46	0.10
40	-0.56	0.37	0.37	0.37	0.33	0.51	0.11	0.16	0.39	0.45	0.35	0.34	0.46	0.41	0.38	0.45	0.36	0.29	0.36	0.38	0.40
41	0.14	0.45	0.30	0.53	0.41	0.56	0.41	0.17	0.20	0.51	0.09	0.34	0.19	0.26	0.27	0.05	0.47	0.23	0.07	0.14	0.47
42	0.14	0.20	0.45	0.53	0.41	0.14	0.28	0.36	0.41	0.51	0.32	0.34	0.19	0.30	0.47	0.50	0.21	0.24	0.20	0.46	0.47
43	0.07	0.45	0.15	0.21	0.23	0.26	0.27	0.08	0.22	0.22	0.30	0.34	0.22	0.28	0.04	0.20	0.23	0.22	0.24	0.46	0.47
44	0.82	0.51	0.26	0.33	0.15	0.47	0.11	0.24	0.30	0.39	0.28	0.58	0.43	0.31	0.41	0.39	0.38	0.40	0.37	0.40	0.27
45	0.01	0.45	0.14	0.53	0.22	0.56	0.41	0.37	0.42	0.21	0.11	0.24	0.53	0.07	0.30	0.50	0.18	0.20	0.05	0.30	0.31
46	0.44	0.41	0.21	0.50	0.32	0.36	0.40	0.31	0.14	0.31	0.43	0.30	0.24	0.40	0.02	0.31	0.12	0.40	0.16	0.43	0.20
47	0.38	0.39	0.13	0.50	0.19	0.34	0.20	0.14	0.39	0.50	0.18	0.05	0.23	0.04	0.21	0.48	0.45	0.30	0.45	0.13	0.45
48	-0.17	0.44	0.43	0.27	0.39	0.56	0.34	0.24	0.42	0.50	0.30	0.35	0.52	0.21	0.12	0.50	0.14	0.30	0.10	0.07	0.37
49	-0.11	0.45	0.44	0.16	0.08	0.56	0.21	0.22	0.42	0.51	0.32	0.33	0.27	0.35	0.45	0.24	0.27	0.38	0.28	0.08	0.46
50	0.01	0.45	0.45	0.23	0.41	0.56	0.29	0.19	0.06	0.51	0.11	0.37	0.53	0.26	0.30	0.50	0.47	0.39	0.25	0.46	0.07

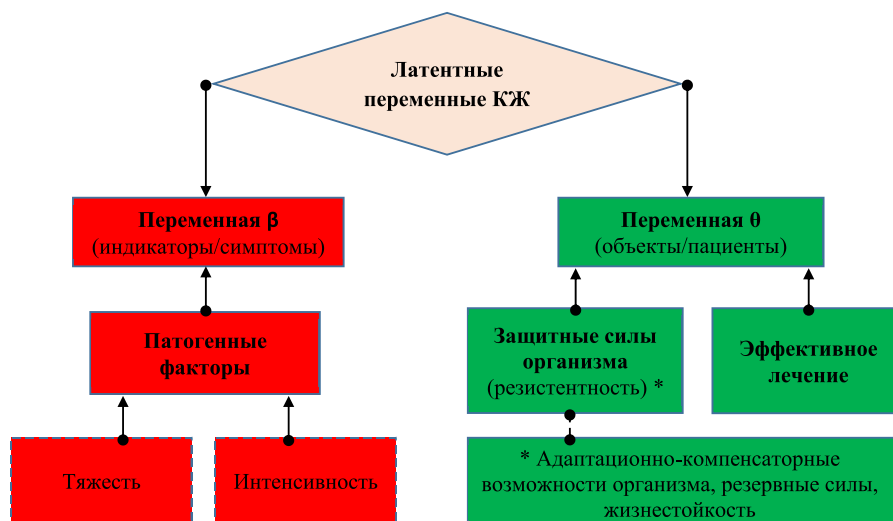


Рис. 11. Схема интерпретации латентных переменных при исследовании качества жизни

**Интерпретация латентных переменных.** В данном сообщении изложены результаты изучения латентных параметров качества жизни стоматологических больных с помощью диалоговой системы ИЛП. Однако остался без ответа один вопрос. Он касается клинического смысла латентных параметров. Ни одна диалоговая система не в состоянии дать интерпретацию введенных для анализа хода лечения и сопутствующего ему изменения уровня качества жизни этих переменных. Мы придерживаемся концепции, вследствие которой латентные переменные в аспектах медицины рассматриваются с позиций психологической теории Курта Левина [15] силового взаимодействия, согласно которой успех в преодолении препятствия контролирует ослабление действия, либо усиление противодействия. С этой точки зрения (баланс двух противоположно направленных систем сил) латентную переменную  $\delta$  обуславливает влияние негативных патогенных факторов, а переменная  $\beta$  определяется адаптационно-компенсаторными возможностями организма (до лечения) плюс эффективность терапевтического или другого лечебного воздействия (после лечения и реабилитации) (рис. 11).

Под успехом, который К. Левин в широком смысле интерпретировал как достижение запланированного личностного результата, понимается достижение намеченной цели лечения.

### Заключение

1. С помощью диалоговой системы ИЛП выполнен детальный анализ и измерены параметры латентных переменных

качества жизни пациентов с полным отсутствием зубов до и после стоматологического ортопедического лечения посредством съемных пластиночных конструкций зубных протезов.

2. Диалоговая система ИЛП обеспечивает высокую точность измерения латентных переменных и выполняемого моделирования. Нулевая гипотеза об отсутствии различий между экспериментальными данными и теоретической моделью Раша на уровне значимости 0.05 подтверждена до и на всех этапах протезирования и адаптации. Оценки, полученные альтернативными методами КТТ и ИРТ, хорошо согласуются друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил 0.994, 0.999 и 0.993 до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев после протезирования соответственно.

3. Выявлена эволюция латентной переменной  $\beta$  местоположения объектов по ходу ортопедического лечения в сторону повышения качества жизни с максимумом через 6 месяцев после протезирования.

4. Распределения значений переменных  $\beta$  и  $\delta$  близки к нормальным на всех этапах лечения (статистика критерия Колмогорова – Смирнова 0.078–0.153). Среднее квадратичное отклонение переменной  $\delta$  0.282, переменной  $\beta$  0.601 логит, что больше чем в 2 раза выше. Это свидетельствует о том, что ширина спектра адаптационно-компенсаторных возможностей организма пациентов до протезирования плюс комплексность лечебных и реабилитационных мероприятий после протезирования и в период адаптации, учитывающее всё разнообразие факторов, спровоцировавших появление симптомов, негативно влияющих

на качество жизни, больше чем ширина симптомокомплекса по шкале логитов больных.

5. Предложена интерпретация латентных переменных в исследованиях качества жизни, связанного со здоровьем, т.е. в медицине, с позиций теории силового поля К. Левина.

6. Полученные результаты опроса пациентов можно использовать как для измерения рассматриваемых латентных переменных, так и для исследования КЖ.

#### Список литературы

1. Новик А.А., Ионова Т.И., Кайнд П. Концепция исследования качества жизни в медицине. СПб.: Элби, 1999. 140 с.
2. Гажва С.И., Гулуев Р.С., Гажва Ю. Качество жизни пациентов с заболеваниями полости рта (обзор литературы) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 7–9.
3. Балин К.Д., Борисова Э.Г., Федичкина М.К. Оценка уровня качества жизни пациентов после стоматологических вмешательств (обзор литературы) // Проблемы стоматологии. 2021. Т. 17. № 1. С. 5–11.
4. Гилева О.С., Халилаева Е.В., Либик Т.В., Подгорный Р.В., Халявина И.Н., Гилева Е.С. Многоступенчатая валидация международного опросника качества жизни «Профиль влияния стоматологического здоровья» OHIP-49-RU // Уральский медицинский журнал. 2009. № 8 (62). С. 104–109.
5. Программа для ЭВМ: «OHIP-20-DG». Номер регистрации (свидетельства): RU 2021613358. Дата регистрации: 05.03.2021. Номер и дата поступления заявки: 2021612179 19.02.2021. Дата публикации: 05.03.2021. Авторы: Арутюнов С.Д., Муслев С.А., Грачев Д.И., Перцов С.С., Мартыненко А.В., Стерликов П.Ф., Чижаков Е.А., Багдасарян Г.Г., Арутюнов А.С., Мальгинов Н.Н.
6. Летова Л.В. Модель Раша как инструмент для объективного измерения уровня учебных достижений по математике // Инновации в образовании. 2014. № 2. С. 139–148.
7. Анисимова Т.С., Маслак А.А., Осипов С.А., Поздняков С.А. Исследование точности измерения латентной переменной в зависимости от числа градаций индикаторных переменных // Теория и практика измерения латентных переменных в образовании. Славянск-на-Кубани: Изд. Центр СГПИ, 2005. С. 12–21.
8. Летова Л.В. Объективные и точные измерения латентных переменных: монография. Москва – Берлин, 2016. 193 с.
9. Reliability and separation of measures. [Electronic resource]. URL: <https://www.winsteps.com/winman/reliability.htm> (date of access: 23.11.2021).
10. Cronbach's  $\alpha$  and the Person Separation Index (PSI). [Electronic resource]. URL: <http://www.rummlab.com.au> (date of access: 23.11.2021).
11. Летова Л.В. Квалиметрический подход в образовании. Объективные измерения и моделирование латентных величин в образовании // Образование и наука. 2013. № 8 (107). С. 75–87.
12. Муслев С.А., Маслак А.А., Арутюнов С.Д., Грачев Д.И., Чижаков Е.А. Кривые распределения категорий в модели Раша и их применение для анализа качества жизни в медицине // Научное обозрение. Биологические науки. 2021. № 3. С. 32–39.
13. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Требунцева Л.В. Модель интегральной оценки AQLQ, основанная на латентных переменных // Проектное управление в строительстве. 2019. № 4 (17). С. 91–96.
14. Осипов С.А., Маслак А.А. Оценивание параметров модели Раша методом парных сравнений // Теория и практика измерения компетенций и других латентных переменных в образовании: материалы XV (3–5 февраля 2011 года) и XVI (1–3 июля 2011 года) Всероссийских (с международным участием) научно-практических конференций. Изд. Центр СГПИ. 2011. С. 65–72.
15. Аванесов В.С. Три источника становления метрической системы Георга Раша (RM) // Педагогические измерения. 2004. № 1. С. 15–21.