

ЧАСТЬ I. ПАРАДИГМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Хорошева Татьяна Александровна

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ РАННЕГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕСТА ШТРАСМАЙЕРА

Ключевые слова: анализ эффективности, информационное обеспечение, оценка раннего развития ребенка.

В работе исследуется математический аппарат формализации обработки теста Штрасмайера, применяемого для оценки раннего социально-психологического развития детей с ограниченными возможностями в условиях социально-реабилитационных центров. Предложен алгоритм оценки раннего развития ребенка, который реализован в программе для ЭВМ «Мониторинг раннего развития ребенка».

Keyword: efficiency analysis, information support, rating of development of preschool-aged children.

This paper describes the mathematical apparatus for formalizing Shtrasmayer test used to rate social and psychological development of preschool-aged children with limited opportunities in social rehabilitation centres. The paper introduces the algorithm to rate development of preschool-aged children implemented in the computer program «Monitoring of the development of preschool-aged children».

В настоящее время задача использования математического аппарата для оценки индивидуального развития является актуальной, поскольку формализация задач, возникающих в социальных системах, дает возможность отслеживать состояния человека на грани нормы и патологии, что особенно важно для оценки развития детей раннего возраста, когда малейшие изменения оказывают огромное влияние на состояние их здоровья.

Возраст с рождения до 5 лет является наиболее важным периодом в жизни ребенка. Пластичность мозга ребенка раннего возраста, период формирования

многих функций на этом возрастном этапе определяют большие потенциальные возможности для проведения медико-психолого-педагогического процесса реабилитации. Наличие ранней и адекватной помощи ребенку позволяет более эффективно компенсировать нарушения в психофизическом развитии малыша и тем самым смягчить, а возможно, и предупредить уже имеющиеся отклонения, значительно снизить степень социальной недостаточности детей, достичь более высокого их уровня развития, а также более успешной адаптации в обществе.

Поэтому важным в процессе принятия решений о необходимости реабилитационных воздействий является наличие формализованного аппарата оценки и анализа развития ребенка, что в свою очередь, позволит применять средства вычислительной техники. Именно математические методы обеспечивают обоснованность получаемых оценок для целей мониторинга и анализа индивидуального развития ребенка, имеющего отклонения в психосоциальном развитии.

Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, принятая 54-й сессией ассамблеи Всемирной организации здравоохранения 22 мая 2001 года, утвердила новый подход к инвалидности, уйдя от медицинского взгляда на патологические последствия заболеваний, перейдя к «биопсихосоциальной модели», которая определяет инвалидность как динамическое взаимодействие между состоянием здоровья с одной стороны, и окружающими и личностными факторами с другой стороны [2].

Инвалидность в детском возрасте – социальная недостаточность вследствие первоначального отсутствия функций органов или систем, выражающаяся в ограничении жизнедеятельности, прежде всего, снижении способности к игровой деятельности и обучению, общению в коллективе сверстников, контролю над собой и т. д.

Методологической основой исследования являются положения системного анализа, прикладной статистики и анализа данных, информационного моделирования.

Объект исследования: оценка раннего развития ребенка.

Предмет исследования: алгоритм оценки раннего развития ребенка.

Цель: разработать алгоритм оценки раннего развития на основе теста Штрасмайера с целью информационного обеспечения процесса реабилитации детей с ограниченными возможностями на этапе диагностики, коррекционных воздействий и оценки эффективности реабилитационных мероприятий.

Задачи:

- Исследование математического аппарата, применяемого при получении индивидуальных оценок.
- Изучение и формализация теста Штрасмайера.
- Разработка и апробация алгоритма оценки раннего развития ребенка, использующего показатели теста Штрасмайера.
- Программная реализация алгоритма для целей оценки раннего развития ребенка.

Применение математического аппарата, а также возможностей программных средств в ранней диагностике отклонений от нормального развития детей позволит специалистам своевременно оказывать реабилитационную помощь, а также оценивать эффективность реабилитационных мероприятий и постреабилитационного сопровождения.

Ранее проведенные исследования показали, что процесс реабилитации условно делится на этапы, т.е. промежутки времени между последовательными процедурами комплексного оценивания состояния ребенка при мониторинге (рис. 1) [1].

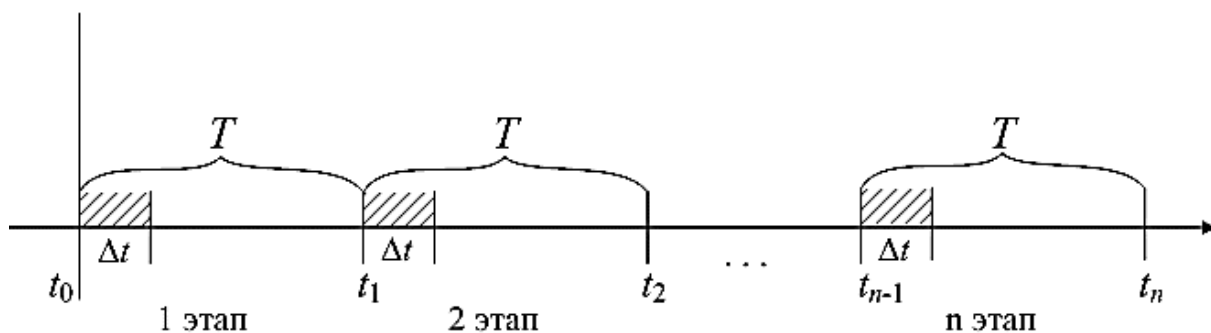


Рис. 1. Этапы процесса реабилитации

На каждом из этапов осуществляется комплекс мероприятий (стадий), включающий:

- 1) оценку состояния ребенка;
- 2) разработку индивидуальной программы реабилитации на временном интервале Δt ;
- 3) реализацию реабилитационных воздействий на временном интервале $T - \Delta t$.

Моменты времени $t_n = t_0 + nT$ характеризуют начало n -го этапа. Временной интервал Δt обязательно включает стадию текущей оценки степени индивидуального развития.

Для оценки раннего развития ребенка (от 3 месяцев до 5 лет) на каждом этапе реабилитации в условиях учреждений, работающих с семьей и детьми с ограниченными возможностями, используется тест Штрасмайера [3].

Оценка производится по пяти важнейшим функциональным составляющим психосоциального развития (табл. 1).

Таблица 1

<i>Наименование показателя</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Определение</i>
самообслуживание	P_1	социальное развитие, способность самостоятельно выполнять свои личные потребности и умение взаимодействовать с окружающими
Мелкая (тонкая) моторика	P_2	двигательная деятельность, обусловленная работой мелких мышц руки и требующая хорошей зрительно-моторной координации
Общая моторика	P_3	двигательная деятельность, обусловленная работой крупных мышц тела
Язык (речь)	P_4	умение общаться с окружающими
Мышление и восприятие	P_5	понимание ребенком того, что ему говорят

Каждая из функциональных составляющих имеет определенный набор навыков, которые формируются у ребенка от 0 до 5 лет в разные периоды жизни. В каждом ряду тестового листа задания расположены снизу-вверх – в порядке возрастания трудности выполнения задания. При проведении диагностики специалист выявляет отдельные навыки у ребенка, которые остаются неразвитыми, показывая, насколько он отстает в разных областях развития

Тест Штрасмайера выбран за основу алгоритма оценки раннего развития потому, что он позволяет специалистам, работающим с детьми в условиях социально-реабилитационных центров, провести комплексную оценку психосоциального развития ребенка в раннем возрасте. С его помощью специалисты могут оценить его психосоциальное развитие и сравнить его с возрастной нормой.

Оценка состояния ребенка производится специалистами реабилитационных центров и служит основой для принятия решений при разработке индивидуальной программы реабилитации и анализе ее эффективности.

В основе математического аппарата обработки и анализа данных лежат функции: диагностическая, аналитическая, функция формирования решения и реализация решения.

Диагностическая функция выполняет сбор данных о ребенке. Основными методами которой являются наблюдение, тестирование, изучение документов.

Аналитическая функция – анализ и обработка информации. Ее методы экспертно аналитические, графические (диаграммы, гистограммы, графики).

Формирование решений для разработки и обоснования управленческого решения. Используются методы моделирования фактического и желаемого состояния исследуемого ребенка.

Реализация решений – это оценка эффективности результатов внедрения решений, используются графические и экспертно-аналитические методы.

Основные требования к нормировке:

- относительная простота и адекватность. Динамика нормированных показателей должна в точности повторять динамику исходных показателей;
- единообразие. Нормирующая функция должна быть одинакова для всего множества индикаторов.

Выбор нормирующей функции определяется конкретной задачей, требованиями к отображению информации. В предложенном алгоритме целесообразно использовать сравнение с эталонным (пороговым) значением:

$$x_i = \frac{z_i}{z_3} \quad (1)$$

где x_i – нормируемое значение показателя; z_i – его фактическое значение; z_3 – эталонное значение, к которому должен стремиться показатель z_i .

Достоинством такой нормировки является простота в применении. Однако, эталонное значение показателя во многих случаях отсутствует. Кроме того, данная функция является безграничной, и в случае существенного превышения индикатором порогового значения анализ динамики его может быть затруднительным.

Тест Штрасмайера дает непосредственные числовые, балльные оценки, которые являются абсолютными. Их можно интерпретировать, сопоставив с каким-нибудь стандартом, как правило, с нормами выполнения данного теста в выборке стандартизации. Понятие «Норма» используется для анализа результатов диагностики и сравнения результатов разных обследований в различные моменты времени.

Существенным недостатком теста для целей анализа индивидуального развития ребенка является то, что показатели привязаны к определенному периоду жизни ребенка, что не позволяет сравнить результаты мониторинга в разные моменты времени. Также показатели измеряются в разных единицах измерения времени. Так показатели P_1, P_4, P_5 измеряются в месяцах, а показатели P_2, P_3 – в декадах.

Важнейшей задачей формализации используемого теста является нахождение математического аппарата для перехода от абсолютных значений теста к относительным, не привязанным к определенному моменту времени, а ориентированным на понятие «Норма», которое связано с возрастной нормой развития. Решение этой задачи позволит использовать тест не только на диагностическом этапе, но и на этапе анализа эффективности реабилитационных мероприятий и дальнейшего постреабилитационного периода.

Чтобы перейти к более точным результатам конкретного оцениваемого ребенка, полученный результат переводится в некую относительную меру (стандартизованную оценку). Таким образом, оценки преобразуются в нормированные, применяется их отображение на отрезок $[0; 1]$. При этом показатели заменяются безразмерными индексами, которые удобно анализировать, например, с помощью лепестковой диаграммы. Лепестковая диаграмма – это тип круговой диаграммы, которая используется как средство сравнения данных. Особенность этого типа диаграмм заключается в том, что горизонтальная ось значений расположена по кругу. Таким образом, она позволяет более наглядно отобразить различия между объектами по нескольким категориям. В большинстве случаев, после нормировки теряется размерность, но сохраняется структура изменения отдельных показателей, появляется реальная возможность их сравнения и отображения в единой системе координат.

Пусть имеются данные мониторинговых измерений ребенка. Оценка состояния производится специалистами, непосредственно работающими с ребенком. Методика оценки состояния ребенка произведена на основе измерений теста Штрасмайера.

Сформулируем задачу формализации теста Штрасмайера для оценки раннего развития ребенка.

Дано:

- Данные оценки состояния ребенка по тесту Штрасмайера (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5).
- Возраст ребенка на момент тестирования (в месяцах).
- Значение $P_i^{(H)}$ – значение показателя, являющееся значением «Норма» в данном периоде развития ребенка (по тесту Штрасмайера).

Требуется:

Разработать алгоритм оценки раннего развития ребенка относительно его возраста на основе теста Штрасмайера, включающего визуализацию результата оценки.

В тесте Штрассмайера разные показатели фиксируют норму в разных моментах времени. Для показателей самообслуживание, речь, мышление норма фиксируется по месяцам, а для показателей тонкая моторика и общая моторика норма фиксируется по декадам. Поэтому важно перевести единицы измерения «Месяцы» в «Декады». Для этого используется формула:

$$t_{дек} = \left[\frac{8 \times t_{мес}}{12} \right] \quad (2)$$

Для визуализации результата измерений используем лепестковую диаграмму, на которой отражаются значения оценки раннего развития ребенка, полученные и норма возраста ребенка. Лепестковая диаграмма позволяет давать качественную оценку состояния ребенка для данного периода развития и для последующих периодов развития после реабилитационных мероприятий, выделяя те показатели, по которым ребенок нуждается в реабилитации и постреабилитационном сопровождении.

Учитывая особенности теста В. Штрассмайера и целей его применения, в работе предложен следующий алгоритм, который реализуется в следующих шагах:

1. Определить возраст ребенка в месяцах (t).
2. Определить значение «Норма» для временного периода жизни ребенка

$$P^{(н)} = (P_1^{(н)}, P_2^{(н)}, P_3^{(н)}, P_4^{(н)}, P_5^{(н)})$$

3. Определить индивидуальную оценку ребенка,

$$P = (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5)$$

4. Рассчитать

$$z_i = \frac{P_i}{P_i^{(н)}} \quad (3)$$

где z_i – нормированные показатели. Если $z_i > 1$, $z_i \equiv 1$

Построить лепестковую диаграмму, на которой в качестве дополнительной информации вывести значение 1, соответствующее понятию «Норма». Если значения z_i располагаются ниже контрольной линии, то делается вывод об отставании в развитии ребенка относительно понятия «Норма». Данная диаграмма может быть использована как реабилитационный профиль ребенка [1].

Разработанный алгоритм позволяет формализовать задачу индивидуальной оценки раннего развития ребенка. Покажем на примере работу алгоритма при оценивании ребенка, проведенного специалистом.

Пример 1.

Ребенок был протестирован в возрасте 11 и 14 месяцев (до и после прохождения реабилитации). Применяв формулу (2), получим, что возраст в декадах соответственно равен 7 и 9 декады. Специалист оценивал ребенка по пяти показателям индивидуального развития, выставляя максимальное достижение ребенка на момент тестирования. «Сырые» баллы и значения «Норма», получаемые по тесту Штрасмайера, приведены в таблице 2.

Таблица 2

	11 месяцев	14 месяцев
P1 Самообслуживание	9	13
P2 Тонкая моторика	6	8
P3 Общая моторика	5	7
P4 Речь	10	14
P5 Мышление, восприятие	10	14

На рисунке 2 представлена диаграмма в виде графика, на которой представлены результаты теста, а также значения «Норма» для каждого показателя.

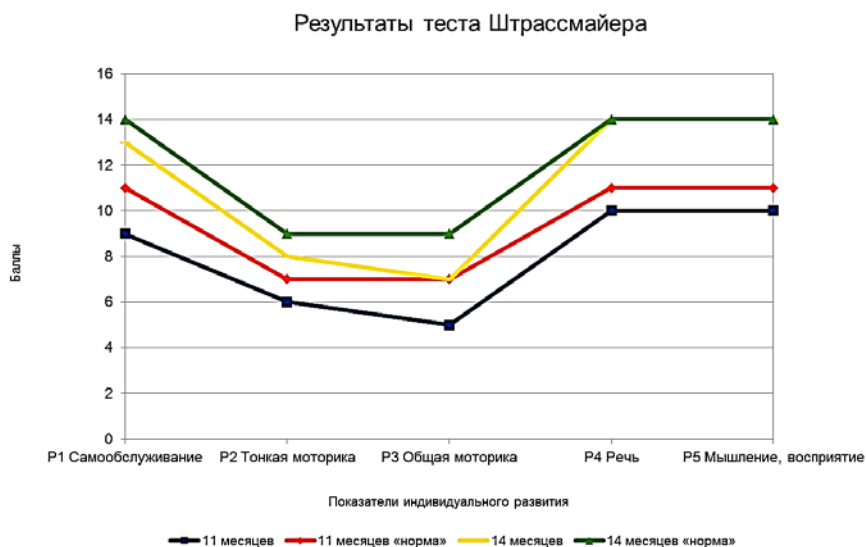


Рис. 2. Результаты теста Штрассмайера

Интерпретируя полученные результаты, специалист определяет направления индивидуального социально-психологического развития, которые нуждаются в реабилитационных воздействиях. В данном случае наблюдается общее отставание в развитии, но наибольшее отклонение от нормы показывают показатели общей и тонкой моторики. Именно развитие этих навыков, в первую очередь, должно быть положено в основу индивидуальной программы реабилитации (ИПР).

На этапе анализа результатов воздействия специалист принимает решение, повлияли ли реабилитационные мероприятия положительно на индивидуальное развитие ребенка или нет.

Необходимость каждый раз выносить значение «Норма» на график, а также несоизмеримость показателей при двух исследованиях, разграниченных временным периодом, делают процедуру анализа трудоемкой. Повысить эффективность принимаемых решений при диагностике и анализе изменений индивидуального развития во времени позволяет применение алгоритма.

Проведем нормировку показателей, используя шаги 1-4. Результат представлен в таблице 3.

Таблица 3

	11 месяцев	14 месяцев
z1 Самообслуживание	0,82	0,93
z2 Тонкая моторика	0,86	0,89
z3 Общая моторика	0,71	0,78
z4 Речь	0,91	1
z5 Мышление, восприятие	0,91	1

Лепестковая диаграмма, построенная на шаге 5, приведена на рисунке 3.



Рис. 3. Результат применения алгоритма оценки раннего развития ребенка

Таким образом, применяя алгоритм, мы получаем оценку раннего развития ребенка относительно его возрастной нормы. Такая оценка позволяет сравнивать показатели индивидуального социально-психологического развития в разные моменты времени, отслеживая как положительную, так и отрицательную динамику. А также позволяет оценить результат действия ИПР, используя шкалу, предложенную в [1].

2 – произошли значимые изменения (Все показатели соответствуют возрастной норме);

1 – произошло улучшение оценки раннего развития ребенка (положительные изменения по одному или нескольким показателям);

0 – нет изменений (нет положительных сдвигов в оценке раннего развития ребенка).

В данном случае, проведенные реабилитационные мероприятия ИПР можно оценить, как 1 – произошли положительные изменения по нескольким параметрам оценки раннего развития ребенка.

Для проверки алгоритма проведен корреляционный анализ оценок, данных специалистом и полученных в результате использования алгоритма.

Было проведено 31 исследование детей в возрасте от 9 месяцев до 4,5 лет по тесту Штрасмайера. Для проверки алгоритма проведен корреляционный анализ оценок, данных специалистом и полученных в результате использования алгоритма.

Гипотезы:

H₀ – корреляция между оценками равна нулю (связь статистически незначима);

H₁ – корреляция между оценками значимо отличается от нуля (оценки, полученные с помощью теста и алгоритма, одинаково оценивают состояние ребенка).

Проверка осуществлялась в пакете анализа Excel. Значение коэффициента корреляции для пяти показателей оказались следующими:

$$r_1 = 0,61; r_2 = 0,64; r_3 = 0,62; r_4 = 0,67; r_5 = 0,63.$$

Критическое значение коэффициента корреляции: $r_{кр.} = 0,471$. Таким образом, мы принимаем гипотезу H₁: оценки, полученные с помощью теста и алгоритма, одинаково оценивают состояние ребенка.

Полученные результаты говорят о тесной прямолинейной связи между оценками, что в свою очередь показывает адекватность применения алгоритма для оценки индивидуального социально-психологического развития ребенка.

Существенным преимуществом в использовании алгоритма является то, что получаемые оценки не зависят от временных рамок и могут использоваться для

сравнения уровня развития ребенка, результатов реабилитационных мероприятий, анализа их эффективности.

Формализация оценки раннего развития ребенка на основе теста Штрасмайера позволило разработать программу для ЭВМ «Мониторинг раннего развития ребенка», которая существенно облегчает процесс тестирования и анализа данных специалистами. Данная программа может быть использована в качестве информационного обеспечения на каждом из этапов разработки и реализации ИПР, а также в постреабилитационном периоде для отслеживания качественных изменений индивидуальных показателей социально-психологического развития ребенка.

Программа использует функционал Microsoft Office и возможности языка VBA. Это обосновано тем, что данный пакет, как правило, имеется в реабилитационных центрах, специалисты, работающие с детьми, являются уверенными пользователями, нет необходимости в дополнительном обучении работе с программой.

Интерфейс программы ориентирован на стандартный вид окон в Microsoft Office. Ввод результатов тестирования автоматизирован и производится в привычной для специалистов форме теста Штрасмайера (рисунок 4).

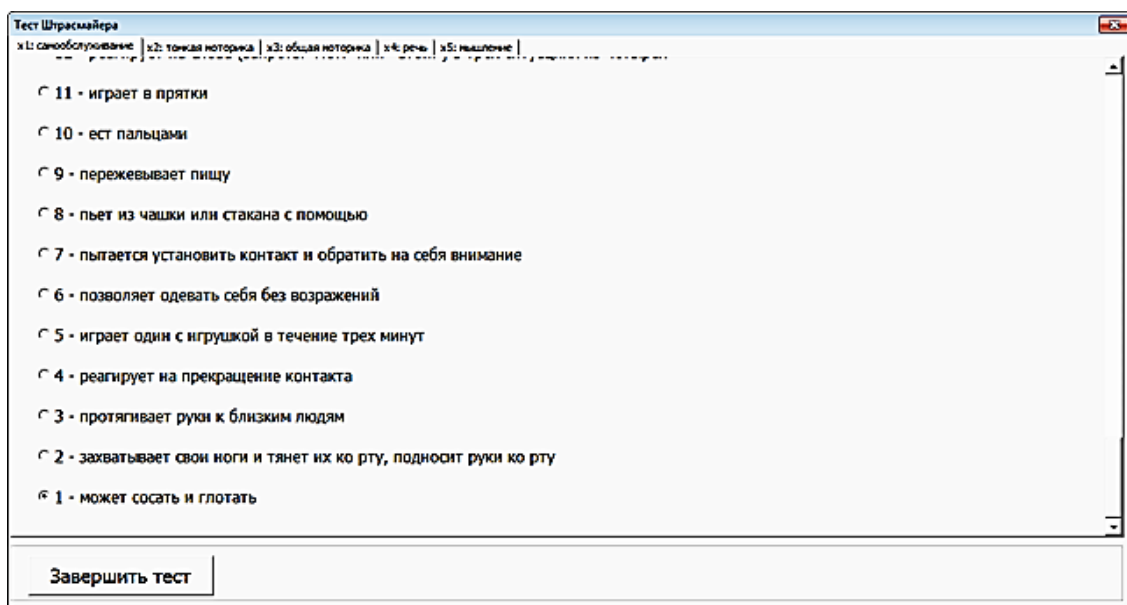


Рис. 4. Окно ввода результата теста Штрасмайера

Результатом работы программы является документ Excel, в котором представлены информация о ребенке, результаты его тестирования (в баллах), лепестковая диаграмма, отражающая оценку раннего развития ребенка по пяти показателям и степень его соответствия понятию «Норма» (рис. 5).

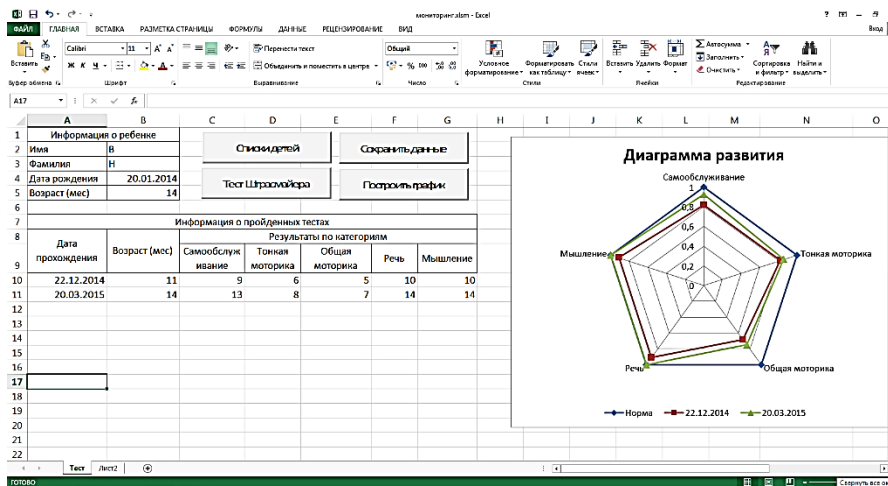


Рис. 5. Результат работы программы

Результаты теста и информация о ребенке хранится в базе данных Access. Схема данных представлена на рисунке 6.

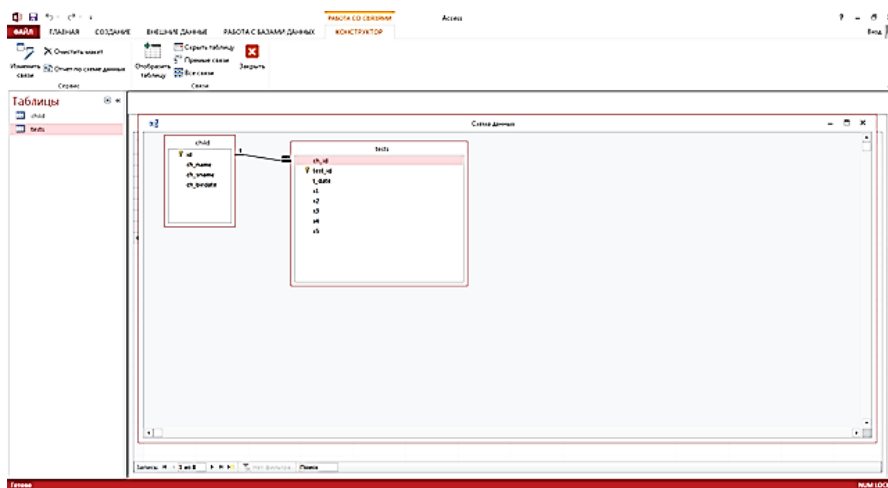


Рис. 6. База данных программы «Мониторинг раннего развития ребенка»

Таким образом, в работе достигнуты следующие результаты:

- определены особенности оценки раннего развития ребенка в условиях социально-реабилитационных центров, работающих с детьми с ограниченными возможностями;
- выделены критерии оценки раннего развития ребенка, ориентированные на биосоциальную модель инвалидности;
- проведена формализация задачи оценки раннего развития ребенка на основе теста Штрассмайера, предложен алгоритм;
- разработана программа для ЭВМ, реализующая алгоритм оценки раннего развития ребенка.

В работе обобщены функции математического аппарата анализа данных, дана классификация методов нормировки. Применение предложенного в работе алгоритма и его реализация на ЭВМ позволяют проводить раннюю диагностику основных психосоциальных функций ребенка, выделяя основные направления реабилитационных воздействий, а также давать оценку реабилитационным и постреабилитационным мероприятиям, проводимым в учреждениях, работающих с детьми с ограниченными возможностями. Собранные материалы и предложенные выводы могут быть использованы в работе социально-реабилитационных центров, отдельных специалистов, работающих с детьми, в разработке курсов по математическому моделированию в социальных системах.

Список литературы

1. Карташов В.Я. Управление процессом социальной реабилитации на основе моделирования: монография / В.Я. Карташов, Т.А. Хорошева, А.И. Юдина; ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2010. – 107 с.
2. Методика проведения медико-социальной экспертизы и формирование заключений о реабилитационных мероприятиях у детей: методическое пособие / под редакцией В.Г. Помникова, Г.О. Пениной, О.Н. Владимировой. – СПб: СПБИУВЭК Минтруда России, 2014. – 281 с.

3. Штрасмайер В. Обучение и развитие ребенка раннего возраста / В. Штрасмайер. – М.: Академия, 2002. – 220 с.

Хорошева Татьяна Александровна – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Россия, Кемерово.
