

УДК 616.33/341-008-053.2-07-089-048.34

Стоева Т.В., Дзгагашвили О.В., Мельниченко М.Г., Федин М.В.  
Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина

Stoeva T., Dzhagiashvili O., Melnichenko M., Fedin M.  
Odessa National Medical University, Odessa, Ukraine

## Оптимизация ранней диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств у детей с применением метода эффективной сегментации

Optimization of early diagnostics of functional gastrointestinal disorders in children using effective segmentation method

---

### Резюме

---

Цель исследования – оптимизация диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств (ФГИР) у детей с помощью метода эффективной сегментации. В основу работы положены данные из историй болезней 401 ребенка с болевым абдоминальным синдромом. Для достижения поставленной цели применен метод деревьев решений, с помощью которого выделены наиболее информативные критерии диагностики ФГИР, а именно: интенсивность, локализация и эпизоды болевого синдрома в анамнезе, метеоризм, диарея, пузырьные симптомы, лихорадка, нарушение сна, изменения в гемограмме. Полученные результаты позволяют использовать предложенный алгоритм для повышения эффективности ранней диагностики ФГИР на первичном звене медицинской помощи и выбора наиболее оптимального маршрута пациента.

**Ключевые слова:** дети, функциональные гастроинтестинальные расстройства, болевой абдоминальный синдром, метод деревьев решений.

---

### Abstract

---

The aim of the study is optimization of diagnostics of functional gastrointestinal disorders (FGID) in children, using the effective segmentation method. The work is based on the data from the case histories of 401 children with abdominal pain syndrome. To achieve the main goal, the "decision trees" method was used. The most informative criteria were identified, using the effective segmentation method for diagnosing FGID, namely the intensity, localization and episodes of the pain syndrome in the anamnesis, flatulence, diarrhea, cystic symptoms, fever, sleep disorders, changes in the hemogram. The obtained results let to use the proposed algorithm to improve the efficiency of early diagnostics of FGID on the primary link of medical care and to choose the most optimal route for the patient.

**Keywords:** children, functional gastrointestinal disorders, abdominal pain syndrome, "decision trees" method.

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Сегодня вопросы первичной диагностики на начальном этапе оказания медицинской помощи высоко актуальны в связи с необходимостью своевременного принятия решений для верификации диагноза, особенно при состояниях, характеризующихся неспецифичностью проявлений. Эффективный диагностический процесс предполагает использование различных методов регистрации и обработки информации, для интерпретации которой необходим многоуровневый анализ связей, учитывающий взаимозависимости множества факторов.

К числу автоматизированных методов многомерного анализа относится метод деревьев решений (decision trees) – наиболее известный и действенный инструмент Data Mining, отличающийся наглядностью и удобством представления закономерностей, позволяющий эффективно решать задачи классификации (например, отнесение изучаемого показателя к определенному классу, типу, виду), задачи регрессии и прогнозирования различных показателей [1–3].

В медицинской практике на современном этапе многие задачи решаются с помощью методов интеллектуального анализа данных, а именно прогнозирование течения заболевания, воздействия препарата или группы препаратов, уровня смертности; обследование для постановки диагноза на основе совокупности симптомов; классификация с целью уточнения диагноза; поиск ассоциаций с определением скрытых зависимостей между различными показателями здоровья пациентов [4–6]. Согласно данным Illhoi Yoo и соавторов, метод деревьев решений является наиболее распространенным алгоритмом классификации в системах интеллектуальной обработки медицинских данных благодаря возможности отображения процесса принятия решения в понятной эксперту форме [5]. В работе Абрамовича М.С. и соавторов показана высокая эффективность метода деревьев решений (95,38%) в прогнозировании результатов лечения пациентов с хронической сердечной недостаточностью по сравнению с другими статистическими методами классификации, в частности дискриминантного анализа (80%) и др. [7].

Своевременное оказание медицинской помощи зависит от качества первичной диагностики и корректного маршрута пациента. При этом в педиатрической практике важным является то, что многие состояния характеризуются неспецифичностью проявлений, в частности болевой абдоминальный синдром может быть проявлением различной патологии как органического, так и функционального характера.

В настоящее время функциональные гастроинтестинальные расстройства (ФГИР) рассматриваются как наиболее распространенная патология желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), которая согласно современным данным представляет собой расстройство взаимодействия «ЖКТ – головной мозг» [8]. Патологическую основу ФГИР составляют комбинированные морфологические и физиологические отклонения, связанные с висцеральной гиперчувствительностью, нарушениями моторики ЖКТ, защитного слизистого барьера, иммунной функции и состава кишечной микробиоты, а также расстройствами со стороны центральной нервной системы [9]. Римские критерии IV пересмотра четко регламентируют подходы к диагностике ФГИР, однако на этапе

первичного звена оказания медицинской помощи их интерпретация не всегда однозначна.

Болевой абдоминальный синдром (БАС) является зачастую ведущим проявлением ФГИР у детей. Особенности его течения в детском возрасте обусловлены морфофункциональной незрелостью органов брюшной полости, нарушением общего гомеостаза, особым течением воспалительных и адаптационных реакций [10, 11]. Генерализация и неспецифичность реакций организма ребенка на воспаление, сходные клинические проявления при различных заболеваниях (боль в животе, температура, рвота, расстройства стула) создают значительные трудности в диагностике БАС, при этом пациент может быть госпитализирован как в соматическое, так и в хирургическое или инфекционное отделение, что отсрочит проведение необходимых медицинских манипуляций.

Так, до 75% госпитализаций в хирургический стационар связаны с БАС, однако далеко не во всех случаях требуется проведение оперативного вмешательства. При этом пролонгирование диагностического поиска не только снижает эффективность оказания медицинской помощи, но имеет неблагоприятные экономические последствия, что противоречит основным положениям современной реформы системы здравоохранения.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оптимизация диагностики ФГИР у детей с помощью метода эффективной сегментации.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены данные обследования 401 ребенка с абдоминальным синдромом, госпитализированного в хирургические отделения областной детской клинической больницы Одессы. Соотношение мальчиков и девочек составило 3:2, средний возраст пациентов –  $10,9 \pm 4,5$  года. Для достижения поставленной цели был применен метод C&RT (Classification And Regression Tree – дерево классификации и регрессии) – алгоритм бинарного дерева решений. Позиции принятых решений соответствуют так называемым узлам. В результате разбиения узла на основании математического анализа образуются линии – ветви, соединяющие его с полученными узлами. Конечные (терминальные) узлы называют листьями, каждый из которых – это конечный результат последовательного принятия решений в алгоритме [12].

В методе C&RT каждый узел при разбиении дает только двух потомков, при этом алгоритм действует путем деления на каждом шаге множества примеров ровно напополам – по одной ветви идут те примеры, в которых правило выполняется (правый потомок – right), по другой – те, в которых правило не выполняется (левый потомок – left). В основе построения дерева с помощью метода C&RT лежит принцип уменьшения неоднородности в узле. Расщепление узла происходит так, чтобы узел-потомок был более однородным, чем его узел-родитель. В абсолютно однородном («чистом») узле все наблюдения или объекты принадлежат к одной и той же категории целевой переменной [12, 13]. Окончание процесса ветвления позволяет принять решение и оптимизировать диагностический поиск.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования в общую базу данных вошли 24 признака, из которых с помощью метода C&RT были выделены наиболее значимые критерии: характеристика БАС (интенсивность, локализация, эпизоды в анамнезе), метеоризм, диарея, лихорадка, нарушение сна, пузырьные симптомы, изменения в гемограмме. В качестве целевой переменной нами была выбрана интенсивность БАС на момент поступления в стационар, все остальные признаки использовались как предикторы.

На рис. 1 представлено графическое изображение полученного нами алгоритма в виде дерева решений. В исходной позиции алгоритма находится корневой узел (Узел 0), который включает данные всех пациентов (n=401), вошедших в базу данных. В каждом узле обозначено процентное соотношение и количество наблюдений в категориях целевой переменной. Как видно из рис. 1, в корневом узле представленного

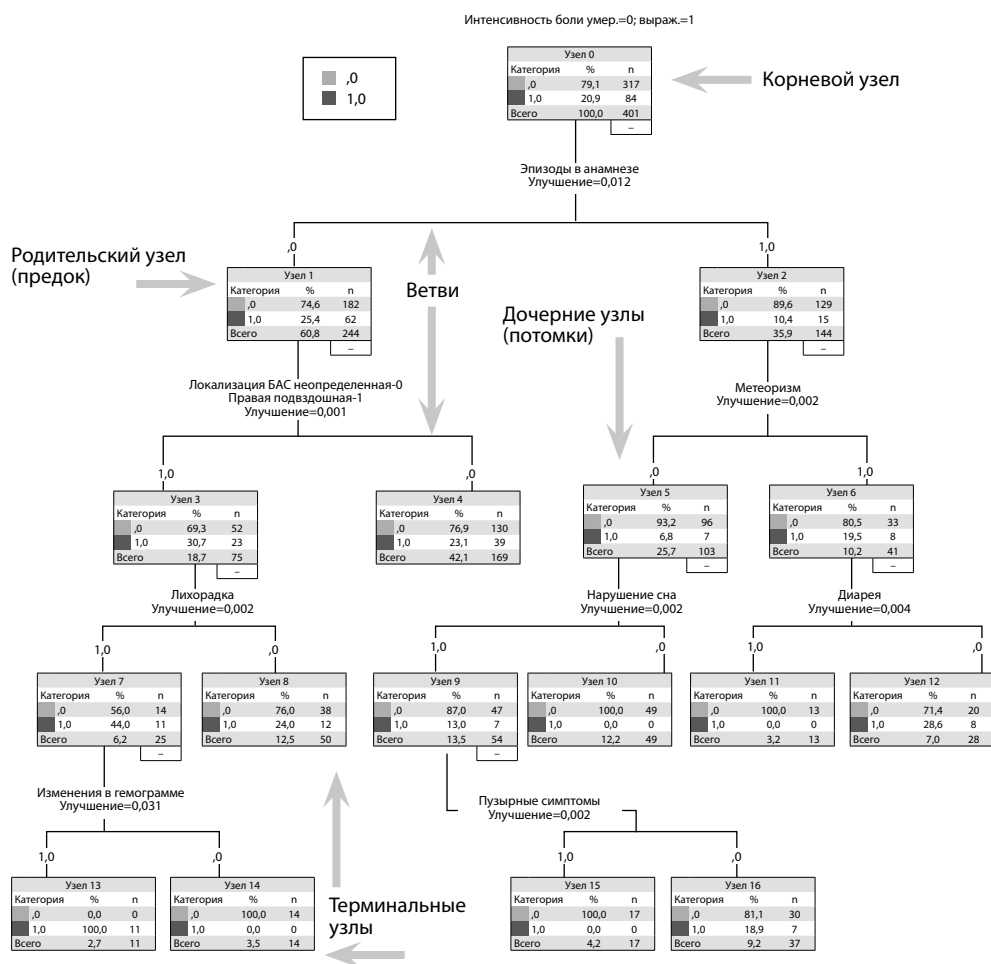


Рис. 1. Общая структура диагностического алгоритма на основе дерева решений

алгоритма 79,1% (n=317) наблюдений попали в категорию «умеренная боль» и 20,9% (n=84) наблюдений были отнесены в категорию «выраженная боль». Таким образом, оценка интенсивности боли на этапе первичной диагностики является первостепенным критерием, от которого зависит дальнейшая структура алгоритма.

Непосредственно под корневым узлом находится метка переменной «эпизоды БАС в анамнезе», которая как предиктор наиболее оптимально разделяет всех пациентов по интенсивности болевого синдрома.

Иными словами, программа «деревья решений» автоматически определила, что показатель «интенсивность боли» в первую очередь требует оценки анамнестических данных в отношении ранее подобных эпизодов БАС, что согласуется с Римскими критериями IV, в соответствии с которыми анамнестическая продолжительность БАС должна составлять не менее 2 месяцев до постановки диагноза. Однако в нашем исследовании почти у двух третей детей (64,1%) данный эпизод болей в животе был зарегистрирован впервые, у 25,4% характеризовался выраженной интенсивностью, что затрудняло постановку диагноза ФГИР и требовало более углубленного обследования данной группы пациентов для исключения органической патологии.

В то же время в группе детей с положительным анамнезом в 89,6% случаев преобладал болевой синдром умеренной интенсивности, что свидетельствовало в пользу функционального характера БАС.

Для детального рассмотрения ключевых позиций общая схема алгоритма была сегментирована на отдельные фрагменты (сегмент А и В), каждый из которых отражает ход последовательного принятия решений с конечным результатом.

Начальным предиктором сегмента А (рис. 2) является локализация боли. У большинства пациентов (42,1%) боли в животе не имели четкой локализации, однако у 18,7% пациентов – локализовались в правой подвздошной области. Среди данного числа пациентов количество детей с выраженным БАС составило 30,7%, что требовало исключения «тревожных» признаков, одним из которых является лихорадка. Именно этот признак был выбран программой в качестве следующего анализируемого предиктора. Повышение температуры установлено у 6,2% пациентов, что указывало на возможный воспалительный процесс в организме. Отсутствие температурной реакции позволяло предположить ФГИР. При наличии признака «лихорадка» на фоне БАС выраженной интенсивности программа рекомендовала анализ признака «изменения в гемограмме» для выделения терминальных узлов. Воспалительные изменения в общем анализе крови были выявлены у 2,7% пациентов. Следует отметить, что показатели в терминальных узлах полностью однородны, т.е. принадлежат к одной и той же категории целевой переменной, что подчеркивает их информативность. Так, в узле 13, отражающем данные о пациентах с выявленными сдвигами в гемограмме, у всех пациентов (100%) БАС характеризовался выраженной интенсивностью, что с большей вероятностью свидетельствовало в пользу возможной хирургической патологии у данного числа пациентов.

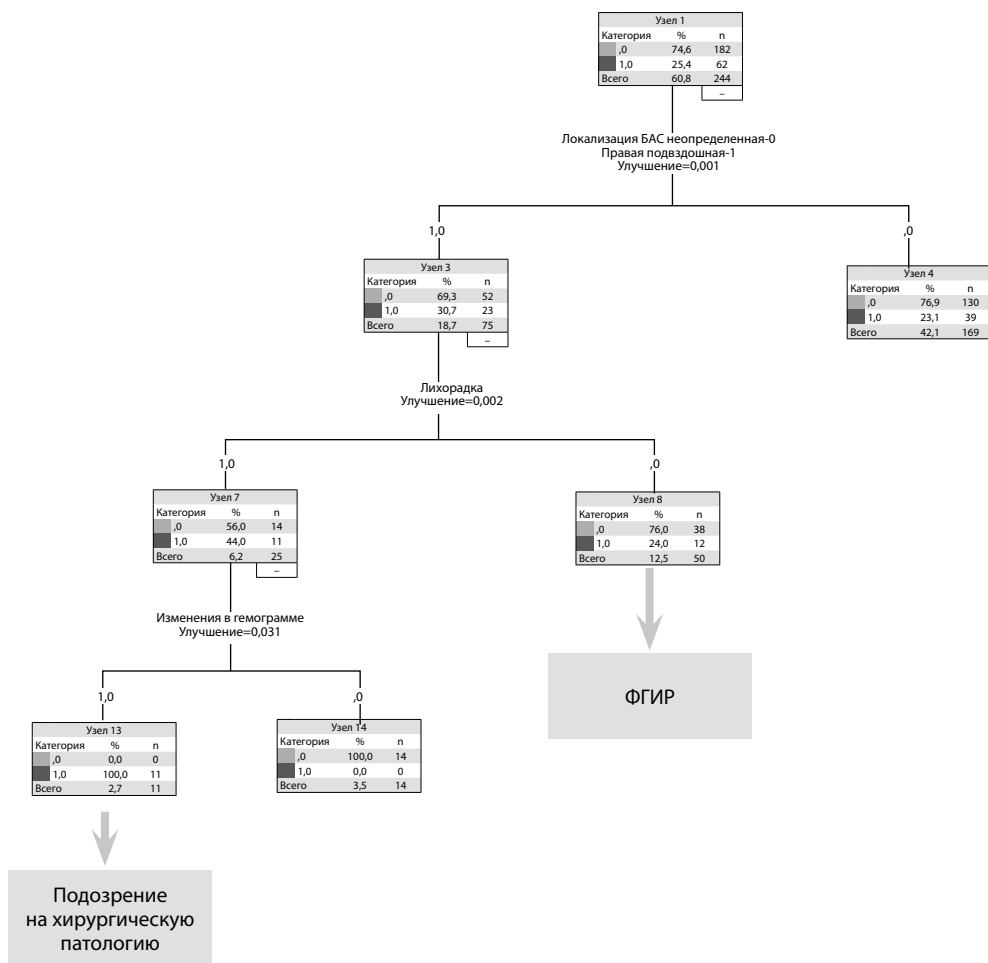


Рис. 2. Сегмент А диагностического алгоритма

Сегмент В (рис. 3) отражает данные о пациентах с наличием ранее эпизодов БАС в анамнезе. Исходным показателем в данном сегменте, предложенным программой, явилось наличие метеоризма, который является одним из ведущих проявлений ФГИР, в частности синдрома раздраженного кишечника. Диспептические явления в виде сочетания метеоризма, который установлен у 10,2% пациентов, и диареи диктуют необходимость исключения инфекционной патологии. По нашим данным, 3,2% пациентов нуждались в консультации инфекциониста и дополнительном обследовании в условиях инфекционного стационара.

В случае отсутствия признака «метеоризм» для дальнейшего анализа в качестве предиктора был выбран признак «нарушение сна». Нарушение сна выявлено у 13,5% пациентов, у большинства из них (87%)

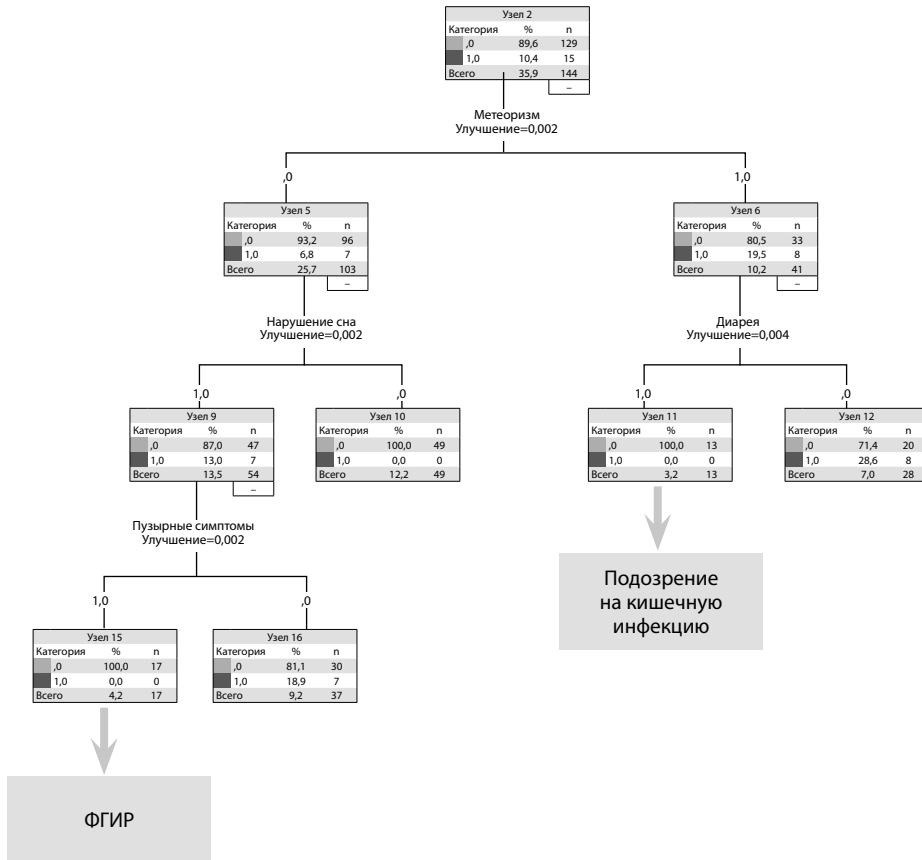


Рис. 3. Сегмент В диагностического алгоритма

преобладали абдоминальные боли умеренной интенсивности. По рекомендациям Римских критериев IV наличие абдоминальной боли, сопровождающееся нарушением сна, требует исключения органической патологии. В то же время, согласно данным некоторых авторов, ночной болевой синдром может определяться у детей с функциональными расстройствами билиарного тракта, в частности дисфункцией сфинктера Одди [14, 15]. Как видно из рис. 3, у 4,2% пациентов наблюдалось сочетание ночных пробуждений, обусловленных болевым синдромом с положительными пузырными симптомами при объективном осмотре, что свидетельствовало в пользу дисфункции сфинктера Одди. В нашем исследовании наличие функциональных расстройств билиарного тракта выявлено у 53,6% детей, что было подтверждено результатами УЗИ органов брюшной полости с определением эвакуаторной функции желчного пузыря и тонуса сфинктера Одди.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что алгоритм, полученный в результате математического анализа

множества признаков, позволил отобрать и распределить по уровню значимости 9 наиболее важных диагностических предикторов (критериев) при БАС. Использование предложенных критериев дает возможность учесть и исключить развитие возможных патологических состояний, сопровождающихся БАС, и оптимизировать диагностику ФГИР на начальном этапе медицинской помощи.

## ■ ВЫВОДЫ

1. Применение эффективной сегментации с помощью метода деревьев решений для диагностики ФГИР позволило из совокупности симптомов выбрать и оценить наиболее информативные критерии: интенсивность, локализация и эпизоды БАС в анамнезе; метеоризм, диарея, пузырьные симптомы; лихорадка, нарушение сна; изменения в гемограмме.
2. Предложенный алгоритм позволяет повысить эффективность ранней диагностики, ФГИР, сократить объем диагностических манипуляций на первичном звене медицинской помощи и выбрать наиболее оптимальный маршрут для пациента.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Gruzdev A. (2018) *Prognoznoe modelirovanie v IBM SPSS Statistics, R i Python. Metod derev'ev reshenij i sluchajnyj les* [Predictive modeling in IBM SPSS Statistics, R and Python. Decision trees method and random forest]. DMK-Press. (in Russian)
2. Prokopenko N. (2017) *Sistemy podderzhki prinyatiya reshenij* [Decision Support Systems]. N. Novgorod, NNGASU. (in Russian)
3. Lipinskij L., Kushnareva T., Dyabkin E., Popov E. (2014) Gibridnyj evolyucionnyj algoritm avtomatizirovannogo formirovaniya derev'ev prinyatiya resheniya [Hybrid evolutionary algorithm for automated design of decision trees]. *Vestnik SibGAU*, vol. 57, no 5, pp. 85–92.
4. Bure M., Sherbakova A. (2013) Primenenie diskriminantnogo analiza i metoda derev'ev prinyatiya reshenij dlya diagnostiki oftalmologicheskikh zabolevanij [The use of discriminant analysis and the method of decision trees for diagnostics of ophthalmic diseases]. *Vestnik sankt-peterburgskogo universiteta*, vol. 10, no 1, pp. 70–76.
5. Yoo I., Alafaireet P., Marinov M., Pena-Hernandez K., Gopidi R., Chang J.F., Hua L. (2012) Data mining in healthcare and biomedicine: a survey of the literature. *Journal of medical systems*, vol. 36, no 4, pp. 2431–2448. doi:10.1007/s10916-011-9710-5
6. Baranov A., Namazova-Baranova L., Smirnov I., Devyatkin D., Shelmanov A., Vishneva E., Antonova E., Smirnov V., Latyshev A. (2015) Sistemnyj analiz v medicine i biologii. Metody i sredstva kompleksnogo intellektualnogo analiza medicinskih dannyh [System analysis in medicine and biology. Methods and means of complex intellectual analysis of medical data]. *Trudy ISA RAN*, vol. 65, no 2, pp. 81–93.
7. Abramovich M., Atroschenko E. O prognozirovanii effektivnosti lecheniya bolnyh hronicheskoj serdechnoj nedostatochnostyu [On prediction of effectiveness of treatment of patients with chronic heart failure]. *Klin. inform. telemed*, vol. 11, no 12, pp. 57–62.
8. Drossman D.A., Hasler W.L. (2016) Rome IV – Functional GI disorders: disorders of Gut-Brain interaction. *Gastroenterology*, vol. 150, no 6, pp. 1262–1279. doi: 10.1053/j.gastro.2016.03.035



9. Maidannyk V. (2016) Rymski kryterii IV (2016): shcho novoho? [Rome IV (2016) criteria: what is new?] *International Journal of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology*, vol. 10, no 1, pp. 8–18.
10. Belousova O. (2009) Abdominalnyj sindrom u detej: principy diagnostiki i terapii [Abdominal syndrome in children: principles of diagnostics and therapy]. *Simejna medicina*, no 2, pp. 44–47.
11. Talachian E., Bidari A., Zahmatkesh H. (2015) Abdominal pain-related functional gastrointestinal disorders based on Rome III criteria in a pediatric gastroenterology clinic. *Med J Islam Repub Iran*, vol. 247, no 29, pp. 1–7.
12. Gruzdev A. (2016) *Prognoznoe modelirovanie v IBM SPSS Statistics i R. Metod derev'ev reshenij* [Predictive modeling in IBM SPSS Statistics and R. Decision trees method]. Moskva, DMK Press, Gevissta. (in Russian)
13. Kulakova V. (2015) *Prognozirovanie gipoksicheski-ishemicheskikh porazhenij mozga ploda pri kompleksnoj ocenke adaptacionnyh osobennostej sistemy "mat-placenta-plod"* [Prediction of hypoxic-ischemic fetal brain damage in integrated assessment of the adaptation features of the "mother-placenta-fetus" system] (PhD Dissertation). Rostovskij nauchno-issledovatel'skij institut akusherstva i pediatrii, Rostov-na-Donu.
14. Loranskaya I. (2013) *Funkcionalnye rasstrojstva biliarnogo trakta* [Functional disorders of the biliary tract]. Moskva, Forte print. (in Russian)
15. Bobrova V. (2013) Diagnostic algorithm and rational therapy of sphincter oddi dysfunction in children [Diagnosticheskiy algoritm i racionalnaya terapiya disfunkcii sfinktera oddi u detej]. *Perinatologiya i pediatriya*, vol. 56, no 4 pp. 51–55.

---

Поступила/Received: 11.05.2018

Контакты/Contacts: olga\_vd@rambler.ru