

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430331>

# Автоматизированный алгоритм диагностики кровотечений из желудочно-кишечного тракта

А.В. Будыкина

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование:** желудочно-кишечное кровотечение (ЖКК) является осложнением множества заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (эрозивно-язвенные поражения, сосудистые мальформации, дивертикулы, опухолевые заболевания и др.). В развитых странах уровень летальности от ЖКК составляет от 5 до 15%, а в группе пациентов с тяжёлым рецидивирующим кровотечением достигает 30–40%.

**Цель:** создание автоматизированного алгоритма диагностики пациентов с желудочно-кишечными кровотечениями.

**Методы:** с помощью инженерии знаний извлечены термины и связи между ними из научной литературы предметной области ЖКК. После согласования с экспертами информация о диагностике и лечении пациентов с ЖКК упорядочивалась в табличном редакторе MS Excel. Для построения правил по локализации ЖКК в исследование вошли данные историй болезней 280 пациентов в возрасте 20–94 лет (61 [44; 74]), 47,5% из которых женщины, остальные — мужчины. Данные пациенты проходили диагностику и лечение в ГКБ № 31 за период 2008–2021 годов. Для проверки работы алгоритма использованы данные историй болезней 514 пациентов в возрасте 20–96 лет (62 [46; 74]), 57% из которых мужчины, остальные — женщины. Исследуемые пациенты проходили диагностику и лечение в ГКБ № 17 и ГКБ № 31 в 2008–2022 годах. По каждому объекту исследования имеются данные о 37 признаках, 19 из которых клинические, 3 — лабораторные и 15 — эндоскопические. Статистический анализ данных проведён с использованием программного пакета Statistica 13, языка программирования R Project и онлайн-калькулятора GraphPad. Программная реализация полученного алгоритма осуществлена с помощью языка программирования JavaScript.

**Результаты:** с помощью полиномиальной логистической регрессии создан алгоритм дифференциальной диагностики ЖКК по предварительной локализации источника кровотечения. Имея данные восьми клинико-лабораторных показателей с вероятностью, можно определить предварительную локализацию источника кровотечения: вероятность локализации кровотечения в верхних отделах ЖКТ составляет 84%, 95% доверительный интервал (ДИ) [78%; 89%], в средних отделах ЖКТ — 84%, 95% ДИ [74%; 91%] и вероятность локализации кровотечения в нижних отделах ЖКТ — 75%, 95% ДИ [69%; 80%]. Разработан и реализован в виде web-сервиса итоговый алгоритм поддержки принятия клинических решений при ведении пациентов с ЖКК ([sergisa.smrtp.ru/medical/edit.html](http://sergisa.smrtp.ru/medical/edit.html)), работающий с эффективностью 92,2%. Последовательность действий работы алгоритма диагностики кровотечений из ЖКТ следующая.

1. Получение клинико-лабораторных признаков пациента с подозрением на ЖКК.
2. Определение характера кровотечения (явное / скрытое) на основе данных литературы, определение степени тяжести кровопотери (лёгкая / средняя / тяжёлая) на основе классификации А.И. Горбашко, определение предварительной локализации кровотечения (верхний отдел ЖКТ / средний / нижний) на основе регрессионного уравнения.
3. Рекомендации по выбору метода исследования на основе продукционных правил и экспертных мнений.
4. Получение эндоскопических признаков.
5. Определение локализации и источника кровотечения на основе продукционных правил.
6. Рекомендации по остановке / профилактике ЖКК на основе данных литературы и экспертных мнений.

**Заключение:** впервые в Российской Федерации разработан алгоритм поддержки принятия клинических решений для ведения пациентов с ЖКК с учётом характера клинических проявлений, степени тяжести кровопотери и причины кровотечения, основанный на экспертных мнениях, продукционных правилах и с использованием полиномиальной логистической регрессии. Данный алгоритм позволяет предполагать предварительную локализацию источника кровотечения, реализован как web-сервис и может быть встроен в медицинскую информационную систему на автоматизированное рабочее место (АРМ) врача-хирурга, АРМ врача-эндоскописта и АРМ врача-гастроэнтеролога для поддержки принятия клинических решений при ведении пациентов с ЖКК.

**Ключевые слова:** ЖКТ; желудочно-кишечный тракт; ЖКК; желудочно-кишечное кровотечение; логистическая регрессия; автоматизированный алгоритм; СППКР; система поддержки принятия клинических решений.

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 05.06.2023

Опубликована Online: 10.07.2023

**КАК ЦИТИРОВАТЬ**

Будыкина А.В. Автоматизированный алгоритм диагностики кровотечений из желудочно-кишечного тракта // *Digital Diagnostics*. 2023. Т. 4, № 1 Supplement. С. 17–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430331>

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Savides T.J. Gastrointestinal bleeding // Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease. 9th ed. Philadelphia : Saunders Elsevier, 2010.
2. Вербицкий В.Г. Клинические рекомендации (протокол) по оказанию скорой медицинской помощи при желудочно-кишечном кровотечении. 2007.
3. Gerson L.B., Fidler J.L., Cave D.R., Leighton J.A. ACG Clinical Guideline: Diagnosis and Management of Small Bowel Bleeding // *Am J Gastroenterol*. 2015. Vol. 110, N 9. P. 1265–1287. doi: 10.1038/ajg.2015.246
4. Rondonotti E.C., Spada C., Adler S., et al. Small-bowel capsule endoscopy and device-as-sisted enteroscopy for diagnosis and treatment of small-bowel disorders: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Technical Review // *Endoscopy*. 2018. Vol 50, N 4. P. 423–446. doi: 10.1055/a-0576-0566
5. Triantafyllou K., Gkolfakis P., Gralnek I.M., et al. Diagnosis and management of acute lower gastrointestinal bleeding: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline // *Endoscopy*. 2021. Vol. 53, N 8. P. 850–868. doi: 10.1055/a-1496-8969
6. Будыкина А.В., Тихомирова Е.В., Киселев К.В., и др. Формализация знаний о желудочно-кишечном кровотечении неясного генеза для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия врачебных решений // *Вестник новых медицинских технологий*. 2020. № 4. С. 98–101. doi: 10.24411/1609-2163-2020-16741
7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва : Медиа Сфера, 2002. 312 с.

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430331>

## Automated algorithm for diagnosing gastrointestinal bleeding

Anna V. Budykina

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

**ABSTRACT**

**BACKGROUND:** Gastrointestinal bleeding (GIB) is a complication of many diseases of the gastrointestinal tract (GIT), including erosive and ulcerative lesions, vascular malformations, diverticula, and tumors. In developed countries, the GIB mortality rate ranges from 5% to 15%, reaching 30%–40% in the group of patients with severe recurrent bleeding.

**AIM:** The study aimed to develop an automated diagnostic algorithm for patients with GIB.

**METHODS:** Knowledge engineering is used to extract terms and their relationships from the scientific literature related to the GIT. After agreement with the experts, information on the diagnosis and treatment of patients with GIB was arranged using a MS Excel spreadsheet editor. For building GIB localization rules, the study included data from histories of 280 patients aged 20–94 years (61 [44; 74]); of these, 47.5% were women, while all others were men. The patients were diagnosed and treated at the Municipal Clinical Hospital No. 31 between 2008 and 2021. For testing the algorithm, data from histories of 514 patients aged 20–96 years (62 [46; 74]) were used; of these, 57% were men, while the rest were women. The patients under study were diagnosed and treated at the Municipal Clinical Hospital No. 17 and the Municipal Clinical Hospital No. 31 between 2008 and 2022. For each study subject, data were available on 37 signs, including 19 clinical, 3 laboratory, and 15 endoscopic signs. Statistical data analysis was performed using the Statistica 13 software package, R Project programming language, and GraphPad online calculator. The software implementation of the algorithm was performed using the JavaScript programming language.

**RESULTS:** Using polynomial logistic regression, an algorithm for differential diagnosis of GIB according to the preliminary localization of the bleeding source was developed. Having the data from 8 clinical and laboratory parameters with probability, a preliminary localization of the bleeding source may be determined. Thus, the probability of bleeding localization in the upper, middle, and lower GIT accounts for 84% (95% CI [78%; 89%]), 84% (95% CI [74%; 91%]), and 75% (95% CI [69%; 80%]), respectively. A final algorithm to support clinical decision-making in the management of patients with GIB ([sergisa.smrtp.ru/medical/edit.html](http://sergisa.smrtp.ru/medical/edit.html)) was developed and implemented as a web-service, working with 92.2% efficiency.

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 05.06.2023

Опубликована Online: 10.07.2023

The sequence of operations of the algorithm for diagnosing GIB is as follows:

1. Obtaining clinical and laboratory signs of a patient with suspected GIB.
2. Determining the nature of bleeding (overt/occult) using literature data, assessing the severity of bleeding (mild/medium/severe) based on Gorbashko classification, and detecting the preliminary localization of bleeding (upper/middle/lower GIT) by regression equation.
3. Providing recommendations for selecting a research method based on production rules and expert opinions.
4. Obtaining endoscopic signs.
5. Determining the localization and source of bleeding using the production rules.
6. Providing recommendations for stopping/preventing GIB based on literature and expert opinions.

**CONCLUSIONS:** An algorithm to support clinical decision-making for the management of patients with GIB, considering the nature of clinical manifestations and the severity and the cause of bleeding based on expert opinions, production rules, and polynomial logistic regression, which allows to assume a preliminary localization of the source of bleeding, was developed for the first time in the Russian Federation. The developed algorithm is implemented as a web-service and may be integrated into the medical information system at the automated workstation of a surgeon, an endoscopist, and a gastroenterologist to support clinical decision-making in the management of patients with GIB.

**Keywords:** GIT; gastrointestinal tract; GIB; gastrointestinal bleeding; logistic regression; automated algorithm; CDSS; clinical decision support system.

### FOR CITATION

Budykina AV. Automated algorithm for diagnosing gastrointestinal bleeding. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1S):17–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430331>

### REFERENCES

1. Savides TJ. Gastrointestinal bleeding. In: *Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease*. 9th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2010.
2. Verbitskii VG. *Klinicheskie rekomendatsii (protokol) po okazaniyu skoroi meditsinskoi pomoshchi pri zheludочно-kishechnom krovotечenii*. 2007. (In Russ).
3. Gerson LB, Fidler JL, Cave DR, Leighton JA. ACG Clinical Guideline: Diagnosis and Management of Small Bowel Bleeding. *Am J Gastroenterol*. 2015;110(9):1265–1287. doi: 10.1038/ajg.2015.246.
4. Rondonotti EC, Spada C, Adler S, et al. Small-bowel capsule endoscopy and device-as-sisted enteroscopy for diagnosis and treatment of small-bowel disorders: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Technical Review. *Endoscopy*. 2018;50(4):423–446. doi: 10.1055/a-0576-0566.
5. Triantafyllou K, Gkolfakis P, Gralnek IM, et al. Diagnosis and management of acute lower gastrointestinal bleeding: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. *Endoscopy*. 2021;53(8):850–868. doi: 10.1055/a-1496-8969
6. Budykina AV, Tikhomirova EV, Kiselev KV, et al. Formalization of knowledge about gastrointestinal bleeding of unknown origin for use in intelligent clinical decision support systems. *Journal of New Medical Technologies*. 2020;(4):98–101. (In Russ). doi: 10.24411/1609-2163-2020-16741
7. Rebrova OYu. *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA*. Moscow: Media Sfera; 2002. 312 p. (In Russ).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

\* Будыкина Анна Владимировна;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8888-743X>;  
eLibrary SPIN: 5035-9988; e-mail: budykina.rsmu@yandex.ru

### AUTHOR'S INFO

\* Anna V. Budykina;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8888-743X>;  
eLibrary SPIN: 5035-9988; e-mail: budykina.rsmu@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author