

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Филимонова Ю.А., Филимоновой Д.С. Современные методы эндоскопической диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта с применением искусственного интеллекта // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2023. – №2 (февраль). – АРТ 11-эл. – 0,3 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

### **РУБРИКА: МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ**

**УДК 616-072.1-71**

**Филимонов Юрий Андреевич,**

студент 6 курса, лечебный факультет

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»,

г. Омск, Российская Федерация

e-mail: [7kreg7@gmail.com](mailto:7kreg7@gmail.com)

**Филимонова Дарья Сергеевна,**

студентка 6 курса, лечебный факультет

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»,

г. Омск, Российская Федерация

e-mail: [agapochkina\\_d@mail.ru](mailto:agapochkina_d@mail.ru)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Аннотация:* В этой статье рассмотрены современные технологии проведения эндоскопии. Кратко описана их суть, а также области соприкосновения этих методов с компьютерными технологиями.

*Ключевые слова:* эндоскопия, искусственный интеллект, опухолевые заболевания, желудочно-кишечный тракт.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

**Filimonov Yuri Andreevich,**

6th year student, Faculty of Medicine

Omsk State Medical University,

Omsk, Russian Federation

e-mail: [7kreg7@gmail.com](mailto:7kreg7@gmail.com)

**Filimonova Darya Sergeevna,**

6th year student, medical faculty

Omsk State Medical University,

Omsk, Russian Federation

e-mail: [agapochkina\\_d@mail.ru](mailto:agapochkina_d@mail.ru)

## **MODERN METHODS OF ENDOSCOPIC DIAGNOSIS OF DISEASES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

*Abstract:* This article discusses modern technologies of endoscopy. Their essence is briefly described, as well as the areas of contact of these methods with computer technologies.

*Keywords:* endoscopy, artificial intelligence, tumor diseases, gastrointestinal tract.

Эндоскопия в настоящее время плотно укрепилась в клинической практике современной медицины. Это неудивительно, ведь исследование позволяет проводить не только диагностику, но и лечение многих заболеваний различных органов и систем организма человека. В исследовании заболеваний

желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) могут применяться различные техники и приборы.

Трудно переоценить возможности современных эндоскопических исследовательских систем. Такие методы обладают высокими показателями точности диагностики, качества изображения, удобностью, но в то же время требуют высокой квалификации специалиста. Соответственно, прогноз пациента нередко зависит от опыта и профессионализма врача. В литературном обзоре мы рассмотрим, какие разработки и клинические исследования существуют в области развития искусственного интеллекта, и как они способны снизить влияние человеческого фактора.

Заболевания органов пищеварения широко распространены по всему миру, их социальная и экономическая значимость определяют актуальность своевременной диагностики и профилактики на ранних стадиях патологических процессов [1]. Более 69 000 человек погибло от болезней органов пищеварения в 2017 в РФ, заняв 5 место в структуре причин смерти [2]. В настоящее время рост заболеваемости продолжается [1].

Воспалительные заболевания ЖКТ часто не проявляются активной симптоматикой и могут длительное время оставаться недиагностированными. Постоянная травматизация и регенерация тканей, согласно теории Рудольфа Вирхова, может привести к опухолевому преобразованию [3]. Онкологические заболевания, в свою очередь, являются важной проблемой современного здравоохранения, занимая второе место в структуре причин смерти [4].

Таким образом, раннее выявление предраковых состояний органов ЖКТ является крайне важной задачей, которая с трудом осуществима с помощью стандартных эндоскопических методов в связи с их довольно низкой чувствительностью и специфичностью [5]. Ни один из современных методов эндоскопии не является универсальным, они обладают разными показателями

точности. Также эндоскопическая визуализация и интерпретация результатов исследования являются сложными задачами, отнимающими много времени врача-эндоскописта [6, 7].

Стандартная эндоскопия может позволить исследовать только поверхностные слои слизистой оболочки органов в малом увеличении. Поэтому разработка новых методик являлось необходимостью, и сегодня возможности эндоскопии позволяют не только подробно изучить слизистую оболочку, но также провести гистологическое исследование *in vivo* [8].

В хромоэндоскопии применяют растворы для окрашивания слизистой оболочки, что значительно повышает частоту выявления патологических очагов [9, 10]. Однако распылять краситель требуется равномерно, что повышает стоимость оборудования и не всегда возможно. В связи с этим появились методы без использования окраски - виртуальная хромоэндоскопия. Они основаны на законах оптики и включают в себя узкополосную хромоэндоскопию с применением оптических фильтров, а также методики FICE и i-Scan, которые используют компьютерную обработку изображения.

Метод ZOOM-эндоскопии состоит в применении подвижных линз, которые позволяют получать изображения высокого качества с увеличением до 150 раз. Обычно методика применяется вместе с окрашиванием слизистой оболочки, что позволяет гораздо надежнее идентифицировать объем поражения. Этот метод является высокочувствительным и специфичным при воспалительных заболеваниях кишечника [11].

Еще одной технологией основанной на законах оптики является спектроскопия. Она включает целый комплекс методов, которые используют различия длины волны исследуемой ткани и источника света. Это позволяет

определить специфичные поражения для различных патологических процессов [12].

Используя специальные флуоресцирующие красители и лазерный источник света при конфокальной лазерной эндомикроскопии, можно получить 1000-кратное увеличение слизистой оболочки. С помощью этого метода удастся визуализировать строение крипт, капилляров и воспалительных клеток [13].

С помощью контактного микроскопа и предварительной окраски слизистой оболочки красителем появляется возможность рассмотреть слизистую оболочку в увеличении до 1400 раз. Эндоцитоскопию можно применять для исследования слизистой оболочки различных отделов кишечника, выявления границ нормальной ткани при опухолевых заболеваниях, а также для дифференцирования инвазивного рака с аденомой толстой кишки [14].

Искусственный интеллект (ИИ) — это комплекс технологий и процессов, объединяемых в систему, которая обладает возможностями, свойственными человеческому разуму. ИИ способен понимать язык, обучаться, анализировать и синтезировать информации, решать самые разные задачи [15].

Развитие искусственного интеллекта стремительно набирает обороты, и очевидно, что рано или поздно эти технологии были бы внедрены в медицину. В гастроэнтерологии эндоскопия является одним из основных методов визуализации и диагностики многих заболеваний ЖКТ, что делает применение ИИ в этой области перспективным.

Некоторые исследователи проявили интерес к выявлению опухолевых заболеваний ЖКТ с помощью эндоскопических методов в целях ранней диагностики, уменьшения количества ошибочных диагнозов, а также

уменьшения расхождений в интерпретации полученных данных разными специалистами. Эти работы показали положительные стороны применения ИИ в этой области [16-18]. В некоторых отделах ЖКТ чаще выявляются явления дисплазии, ранней неоплазии, метаплазии и плоскоклеточной карциномы пищевода, а также рака желудка [19]. Также существует мнение, что с помощью ИИ может быть решена проблема выявления ранней неоплазии методами эндоскопии в белом свете и узкоспектральной визуализации [20]. Таким образом, ИИ потенциально может не только сориентировать врача в прицельной биопсии, но и самостоятельно определить стадию процесса.

В исследованиях, которые были посвящены эндоскопической визуализации дисплазии и ранней аденокарциномы пищевода, часто применялись модели DL [20-23]. Такие модели были способны дифференцировать нормальные и неопластически измененные изображения с точностью 89,9% и выше, что превосходит результаты начинающих врачей-эндоскопистов. Алгоритм DL для выявления ранней неоплазии, разработанный De Groof с соавт. на основе 490 000 снимков, достиг более высокого уровня точности и, вдобавок, смог определить оптимальное место биопсии в 97% случаев [21]. Другая модель, разработанная на основе ResNet Ebigbo и соавт., смогла отличать пищевод Баррета и раннюю аденокарциному пищевода с точностью 89,9%, чувствительностью 83,7% и специфичностью 100% [22].

Исследуя проблему диагностики плоскоклеточной карциномы пищевода, исследователи разрабатывали различные алгоритмы машинного обучения, которые бы помогли обнаружить плоскоклеточную карциному [24, 25]. Хотя их точность, чувствительность и специфичность были неоднородны, все они показали достаточно хорошие результаты, а некоторые из них превзошли в точности врачей-специалистов. Так, например, Fukuda и др.

разработали модель DL, которая существенно превзошла в точности и чувствительности данные, обработанные экспертами [24]. Стоит отметить два исследования, проведенные японскими исследователями Nakagawa с соавт. и Shimamoto с соавт., которые использовали свои модели DL для определения глубины злокачественного процесса [26, 27]. Эти алгоритмы смогли достичь высоких показателей точности 89,2% и 91%, чувствительности 70,8% и 90,1% и специфичности 94,4% и 95,8% соответственно.

Говоря об опухолях желудка и предраковых состояниях, следует упомянуть множество исследований, в которых авторы достигли хороших результатов в выявлении этих состояний с точностью 86,5-98,7%, чувствительностью 80,0-96,7% и специфичностью 89,2-100% [26, 27, 28, 29]. К примеру, Wu с соавт. используя 9000 изображений, смогли обучить алгоритм выявлять карциномы желудка с точностью 92,5%, чувствительностью 94,0% и специфичностью 91,0%, что лучше показателей врачей-эндоскопистов [30]. Авторы также отметили, что система обращает внимание на подозрительные поражения и контролирует “слепые зоны” во время исследования. Zhu и др. с помощью модели на основе ResNet-50, которая использовала эндоскопические снимки, смогли определить глубину инвазивности процесса с точностью 89,2%, что значительно лучше врачей специалистов, точность в определении у которых составила 71,5% [31]. Авторы отметили, что система сводит к минимуму завышение глубины процесса, и, соответственно, число необоснованных резекций желудка.

Колоноскопия является золотым стандартом в выявлении предраковых состояний и злокачественных образований толстой кишки [32]. Среди множества факторов качественной колоноскопии, стоит выделить опытность и внимательность врача, проводящего исследование [33]. Thakkar с соавт. разработали модель DL и научили ее оценивать качество колоноскопии во

время процедуры, используя критерии качества [34]. Это позволяет врачу получать обратную связь о своей работе в реальном времени, что должно положительно сказаться на качестве оказания медицинской помощи. Стоит отметить, что согласно исследованиям, второй врач, наблюдающий за проведением колоноскопии, способствует уменьшению количества пропущенных поражений [35-37]. Следовательно, целесообразна разработка ИИ-ассоциированной системы для роли второго объективного наблюдателя.

Рерісі и др. в своем исследовании обнаружили, что показатель выявления аденом у эндоскопистов, использовавших GI-Genius-модуль составил 54,8%, в то время как у эндоскопистов контрольной группы всего 40,4% [38]. Аналогичные результаты получили Wang с соавт., в исследовании которых показатель контрольной группы увеличился с 20,34% до 29,12% при использовании ИИ-ассистента для выявления полипов и аденом [39].

Другие исследователи продемонстрировали способность алгоритмов ИИ определять полипы в толстом кишечнике со специфичностью до 93,7% и чувствительностью до 98,5% [40]. Kudo с соавт. разработали модель на основе технологии EndoBRAIN, которая была обучена с помощью 69 000 снимков [41]. Это позволило добиться точности в обнаружении опухолевых поражений толстой кишки при использовании колоноскопии с хромоэндоскопией и узкоспектральной визуализации в 98,0% и 96,0% соответственно.

Таким образом, технический прогресс и развитие компьютерных технологий вносит существенный вклад в развитие медицины и, в частности, гастроэнтерологии. Неуклонно растущие мощности вычислительной техники позволяют разработать и внедрить в клиническую практику новые методики диагностических процедур и улучшить те, что известны сейчас. Применение искусственного интеллекта способствует снижению диагностических ошибок врачей, уменьшению времени исследования на каждого пациента. Безусловно,

описанные технологии не заменяют квалифицированного врача, но значительно облегчат ему работу и спасут немало человеческих жизней, повышая качество медицинской помощи.

#### Список использованной литературы:

1. Антипов М. О., Миндлина А. Я. Болезни органов пищеварения инфекционной и неинфекционной природы. Эпидемиологическая взаимосвязь. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2019; 18 (1): с. 55-66
2. Федеральная служба государственной статистики. Число умерших по основным классам причин смерти за 2017; 2017. Доступно по: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/demo/demo24.xls](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/demo24.xls) Ссылка активна на 5 декабря 2018
3. Петров, С. В. Общая хирургия : учебник / Петров С. В. - 4-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 832 с.
4. World Health Organization. Он-лайн доступ: [who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer](http://who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer). Последнее посещение 18.01.2023
5. White J.R. [et al.] Narrow band imaging and serology in the assessment of premalignant gastric pathology. Scand J Gastroenterol. 2018 ; 53 : p. 1611-1618
6. Morita F.H. [et al.] Narrow band imaging vs lugol chromoendoscopy to diagnose squamous cell carcinoma of the esophagus: a systematic review and meta-analysis. BMC Cancer. 2017 ; 17 : p. 54
7. Pannala R. [et al.] Artificial intelligence in gastrointestinal endoscopy. VideoGIE. 2020 ; 5 : p. 598-613
8. Neumann H., Neurath M. F., Mudter J. New endoscopic approaches in IBD. World J Gastroenterol 2011 ; 17 (1) : p. 63—68
9. Kiesslich R. [et al.] Methylene blue-aided chromoendoscopy for the detection of intraepithelial neoplasia and colon cancer in ulcerative colitis. Gastroenterology 2003 ; 124 : p. 880—888
10. Hurlstone D.P. [et al.] Further validation of high-magnification chromoscopic-colonoscopy for the detection of intraepithelial neoplasia and colon cancer in ulcerative colitis. Gastroenterology 2004 ; 126 : p. 376—378
11. Hurlstone D.P. [et al.] High-magnification chromoscopic colonoscopy in ulcerative colitis: a valid tool for in vivo optical biopsy and assessment of disease extent. Endoscopy 2006 ; 38 : p. 1213—1217
12. Hommes D.W., van Deventer S.J. Endoscopy in inflammatory bowel diseases. Gastroenterology 2004 ; 126 : p. 1561—1573
13. Watanabe O. [et al.] Confocal endomicroscopy in patients with ulcerative colitis. J Gastroenterol Hepatol 2008 ; 23 (2) : p. 286—290
14. Neumann H., Vieth M., Neurath M.F. Endocytoscopy-Based Detection of Focal High-Grade Intraepithelial Neoplasia in Colonic Polyps. Clin Gastroenterol Hepatol 2010 ; Epub ahead of print
15. Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Пospelов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. — М.:Радио и связь, 1992. — 256 с.
16. Calderaro J., Kather J.N. Artificial intelligence-based pathology for gastrointestinal and hepatobiliary cancers. Gut. 2021 ; 70 : p. 1183-1193
17. Le Berre C. [et al.] Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology. Gastroenterology. 2020 ; 158 : p. 76-94

18. Kather J.N., Calderaro J. Development of AI-based pathology biomarkers in gastrointestinal and liver cancer. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2020 ; 17 : p. 591-592
19. Mori Y. [et al.] Artificial intelligence and upper gastrointestinal endoscopy: Current status and future perspective. *Dig Endosc.* 2019 ; 31 : p. 378-388
20. Hashimoto R. [et al.] Artificial intelligence using convolutional neural networks for real-time detection of early esophageal neoplasia in Barrett's esophagus (with video). *Gastrointest Endosc.* 2020 ; 91 : p. 1264-1271
21. de Groof A.J. [et al.] Deep-Learning System Detects Neoplasia in Patients With Barrett's Esophagus With Higher Accuracy Than Endoscopists in a Multistep Training and Validation Study With Benchmarking. *Gastroenterology.* 2020 ; 158 : p. 915-929
22. Ebigbo A. [et al.] Real-time use of artificial intelligence in the evaluation of cancer in Barrett's oesophagus. *Gut.* 2020 ; 69 : p. 615-616
23. Trindade A.J. [et al.] Endoscopic Surveillance of Barrett's Esophagus Using Volumetric Laser Endomicroscopy With Artificial Intelligence Image Enhancement. *Gastroenterology.* 2019 ; 157 : p. 303-305
24. Fukuda H. [et al.] Comparison of performances of artificial intelligence vs expert endoscopists for real-time assisted diagnosis of esophageal squamous cell carcinoma (with video). *Gastrointest Endosc.* 2020 ; 92 : p. 48-855
25. Li B. [et al.] Comparative study on artificial intelligence systems for detecting early esophageal squamous cell carcinoma between narrow-band and white-light imaging. *World J Gastroenterol.* 2021 ; 27 : p. 281-293
26. Nakagawa K. [et al.] Classification for invasion depth of esophageal squamous cell carcinoma using a deep neural network compared with experienced endoscopists. *Gastrointest Endosc.* 2019 ; 90 : p. 407-414
27. Shimamoto Y, Ishihara R, Kato Y, Shoji A, Inoue T, Matsueda K, Miyake M, Waki K, Kono M, Fukuda H, Matsuura N. [et al.] Real-time assessment of video images for esophageal squamous cell carcinoma invasion depth using artificial intelligence. *J Gastroenterol.* 2020 ; 55 : p. 1037-1045
28. Guimarães P. [et al.] Deep-learning based detection of gastric precancerous conditions. *Gut.* 2020 ; 69 : p. 4-6
29. Hirasawa T. [et al.] Application of artificial intelligence using a convolutional neural network for detecting gastric cancer in endoscopic images. *Gastric Cancer.* 2018 ; 21 : p. 653-660
30. Wu L. [et al.] A deep neural network improves endoscopic detection of early gastric cancer without blind spots. *Endoscopy.* 2019 ; 51 : p. 522-531
31. Zhu Y. [et al.] Application of convolutional neural network in the diagnosis of the invasion depth of gastric cancer based on conventional endoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2019 ; 89 : p. 806-815
32. Федянин М.Ю. [и др.] Злокачественное новообразование толстой кишки. Клинические рекомендации. 2022
33. Кашин С.В. [и др.] Стандарты качественной колоноскопии (пособие для врачей). Доказательная гастроэнтерология. 2019 ; 8 (1) : с. 2003-2032
34. Thakkar S. [et al.] Use of Artificial Intelligence-Based Analytics From Live Colonoscopies to Optimize the Quality of the Colonoscopy Examination in Real Time: Proof of Concept. *Gastroenterology.* 2020 ; 158 : p. 1219-1221
35. Samadder N.J. [et al.] Characteristics of missed or interval colorectal cancer and patient survival: a population-based study. *Gastroenterology.* 2014 ; 146 : p. 950-960

36. Lee C.K. [et al.] Participation by experienced endoscopy nurses increases the detection rate of colon polyps during a screening colonoscopy: a multicenter, prospective, randomized study. *Gastrointest Endosc.* 2011 ; 74 : p. 1094-1102
37. Aslanian H.R. [et al.] Nurse observation during colonoscopy increases polyp detection: a randomized prospective study. *Am J Gastroenterol.* 2013 ; 108 : p. 166-172
38. Repici A. [et al.] Efficacy of Real-Time Computer-Aided Detection of Colorectal Neoplasia in a Randomized Trial. *Gastroenterology.* 2020 ; 159 : p. 512-520
39. Wang P. [et al.] Real-time automatic detection system increases colonoscopic polyp and adenoma detection rates: a prospective randomised controlled study. *Gut.* 2019 ; 68 : p. 1813-1819
40. Misawa M. [et al.] Development of a computer-aided detection system for colonoscopy and a publicly accessible large colonoscopy video database (with video). *Gastrointest Endosc.* 2021 ; 93 : p. 960-967
41. Kudo S.E. [et al.] Artificial Intelligence-assisted System Improves Endoscopic Identification of Colorectal Neoplasms. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2020 ; 18 : p. 1874-1881
42. Martin D.R. [et al.] A Deep Learning Convolutional Neural Network Can Recognize Common Patterns of Injury in Gastric Pathology. *Arch Pathol Lab Med.* 2020 ; 144 : p. 370-378
43. Shichijo S. [et al.] Application of Convolutional Neural Networks in the Diagnosis of Helicobacter pylori Infection Based on Endoscopic Images. *EBioMedicine.* 2017 ; 25 : p. 106-111
44. Ding Z. [et al.] Gastroenterologist-Level Identification of Small-Bowel Diseases and Normal Variants by Capsule Endoscopy Using a Deep-Learning Model. *Gastroenterology.* 2019 ; 157 : p. 1044-1054
45. Tsuboi A. [et al.] Artificial intelligence using a convolutional neural network for automatic detection of small-bowel angioectasia in capsule endoscopy images. *Dig Endosc.* 2020 ; 32 : p. 382-390
46. Wang X. [et al.] Celiac disease diagnosis from videocapsule endoscopy images with residual learning and deep feature extraction. *Comput Methods Programs Biomed.* 2020 ; 187 : p. 105236
47. He J.Y. [et al.] Hookworm Detection in Wireless Capsule Endoscopy Images With Deep Learning. *IEEE Trans Image Process.* 2018 ; 27 : p. 2379-2392
48. Yao H. [et al.] Fully automated endoscopic disease activity assessment in ulcerative colitis. *Gastrointest Endosc.* 2021 ; 93 : p. 728-736
49. Maeda Y. [et al.] Fully automated diagnostic system with artificial intelligence using endocytoscopy to identify the presence of histologic inflammation associated with ulcerative colitis (with video). *Gastrointest Endosc.* 2019 ; 89 : p. 408-415
50. Klang E. [et al.] Deep learning algorithms for automated detection of Crohn's disease ulcers by video capsule endoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2020 ; 91 : p. 606-613

**Дата поступления в редакцию: 01.02.2023 г.**

**Опубликовано: 01.02.2023 г.**

**© Академия педагогических идей «Новация».**

**Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2023**

**© Филимонова Ю.А., Филимоновой Д.С., 2023**