



# РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ ЭНДОКАПСУЛЫ ДЛЯ СКРИНИНГ- ДИАГНОСТИКИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

## DEVELOPING THE AUTONOMIC ENDOCAPSULE FOR SCREENING DIAGNOSTICS OF GASTROINTESTINAL TRACT

УДК 681.784.8; 616.33/34

**БАСКИН ВЛАДИМИР АНАТОЛЬЕВИЧ<sup>1</sup>**

*Д. т. н., первый заместитель генерального директора*

*Тел.: +7 (495) 765-79-61*

*bva@niimp.ru*

**BASKIN VLADIMIR A.<sup>1</sup>**

*Sc.D, Vice Director*

*Tel.: +7 (495) 765-79-61*

*bva@niimp.ru*

**СОКОЛОВ ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВИЧ<sup>1</sup>**

*К. т. н., генеральный директор-генеральный конструктор*

*Тел.: +7 (499) 735-44-66*

*sokoloff@niimp.ru*

**SOKOLOV IGOR A.<sup>1</sup>**

*Ph.D, General Director — General Designer*

*Tel.: +7 (499) 735-44-66*

*sokoloff@niimp.ru*

**АСТАШКИН АНДРЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ<sup>2</sup>**

*Ведущий специалист*

*Тел.: +7 (495) 739-84-75*

*andy.astashkin@gmail.com*

**ASTASHKIN ANDREY V.<sup>2</sup>**

*Leading Specialist*

*Tel.: +7 (495) 739-84-75*

*andy.astashkin@gmail.com*

<sup>1</sup> АО «НИИ Микроприборов им. Г. Я. Гуськова»

124460, г. Москва, г. Зеленоград,

ул. Конструктора Гуськова 1, стр. 1

<sup>2</sup> ООО «НИРОКР»

124498, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4806, 6

<sup>1</sup> “Scientific Research Institute of Microdevices named after

G. Guskov” JSC

bld. 1, 1 Konstruktora Guskova St., Zelenograd, Moscow, 124460

<sup>2</sup> “NIROKR” Ltd

6 4806 Lane, Zelenograd, Moscow, 124498

Капсульная эндоскопия — это новый метод, способный заменить традиционную эндоскопию, не требующий применения анестезии. Его преимущества в беспроводной связи и меньшем размере. Все элементы монтируются внутри небольшой капсулы с автономным источником питания. В докладе приведены результаты разработки микроконтроллера и эндокапсулы в целом, оптической системы на базе КМОП-матрицы, батареи специфической конструкции, стенда контроля. Изготовлены опытные образцы эндокапсулы. Проведены испытания. Получены изображения в имитаторе ЖКТ формата 640×480 pix при непрерывной работе в течение 14 часов.

*Ключевые слова:* автономная эндоскопическая капсула; желудочно-кишечный тракт (ЖКТ); КМОП-видеоматрица; RF-канал+FLASH.

Capsular endoscopy is a new method capable of changing traditional endoscopy that does not require anesthesia usage. Its advantages are wireless communication and the small size. All the elements are mounted inside a small capsule with an autonomic source of power. The report presents the results of developing microcontroller and endocapsule in general, optical system on the base of CMOS-matrix, specific construction batteries, control stand. The endocapsule prototypes have been manufactured and tested. Images in the gastrointestinal tract simulator in the inherent resolution of 640x480 pix at continuous operating mode during 14 hours have been received.

*Keywords:* autonomic endocapsule; gastrointestinal tract; CMOS-matrix; RF-channel+FLASH.

### ВВЕДЕНИЕ

Капсульная эндоскопия является инновационным методом диагностики заболеваний ЖКТ. Впервые процедуру начали использовать с применением капсулы фирмы Given Imaging, Израиль, и в настоящее время рынок услуги растет быстрыми темпами [1–2]. В рамках разработки выполнено следующее:

- разработан микроконтроллер и эндокапсула в целом;
- выбран сенсор и разработана оптическая система эндокапсулы;
- разработана батарея специфической конструкции для эндокапсулы;
- разработан и изготовлен стенд контроля макета эндокапсулы;
- изготовлен макет ЭК и проведены его испытания.

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Автономная эндоскопическая капсула (ЭК) предназначена для решения задач неинвазивного исследования и последующей диагностики отдела тонкого кишечника пищеварительного тракта человека путем получения и фиксации фотоизображений внутренних поверхностей желудочно-кишечного тракта. Эндокапсула разрабатывается для создания фото- и (или) видеозаписи (ФВЗ) внутренних поверхностей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) для ее последующего анализа в целях постановки диагноза пациенту.

Предусматривается 3 варианта исполнения эндокапсулы: А — автономный: только локальное (ППЗУ) хранение данных, нет



радиоканала, капсула возвращаемая; **В** — контролируемое (в стационаре) применение: нет ППЗУ, только радиоканал; **С** — совмещенный: гибкое управление хранением данных (ППЗУ + радиоканал), капсула возвращаемая.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНДОКАПСУЛЫ

Полученные технические характеристики ЭК позволяют говорить о конкурентных преимуществах относительно имеющихся на рынке по таким параметрам, как:

- размер и качество получаемых изображений;
- управление работой капсулы (предустановка и, возможно, управление качеством съемки в процессе работы);
- энергетика работы капсулы.

### СТРУКТУРА ЭНДОКАПСУЛЫ

Оптимальная структура ЭК определена с учетом минимальной (обязательной) функциональности, дефицита энергетического бюджета, конструктивных ограничений. Минимальная функциональность ЭК обеспечивается циклическим исполнением набора основных этапов обработки, передачи и сохранения данных. Один цикл работы ЭК соответствует формированию одного кадра видеоданных. Для снижения пиковых нагрузок на источник питания основные этапы цикла распределены по возможности последовательно во времени. На рис. 1 изображена схема цикла работы эндокапсулы.

Ввиду существенно разной требуемой функциональности исполнение основных элементов цикла производится различными аппаратными блоками, количество которых по возможности минимизировано.

Объективный анализ существующей и доступной элементной базы привел к следующему составу аппаратных, функционально законченных аппаратных блоков:

- фоточувствительная КМОП-матрица со схемами автоматического регулирования параметров и предварительной обработки видеоданных;
- скоростная буферная память для промежуточного хранения кадра изображения;
- вычислитель или аппаратура для компрессии изображения;
- микроконтроллер с программой управления отдельными блоками и всей системы в целом;
- энергонезависимый накопитель (память) большой емкости для долговременного хранения множества компрессированных кадров изображения;
- радиопередатчик для передачи в реальном времени компрессированных кадров изображения и радиоприемник для приема внешних команд управления;
- батарея питания.

Для совместной работы перечисленные блоки обладают совместимыми интерфейсами и работают в условиях низкого энергетического бюджета.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящий момент разработана автономная эндокапсула с локальным (ППЗУ) хранением данных, работы по радиоканалу эндокапсулы еще ведутся и находятся в высокой степени проработки. Результаты разработки оформлены полученными патентами [3–5]. Проведены технические испытания опытных образцов с использованием имитатора ЖКТ. Проводится подготовка к госрегистрации эндокапсулы.

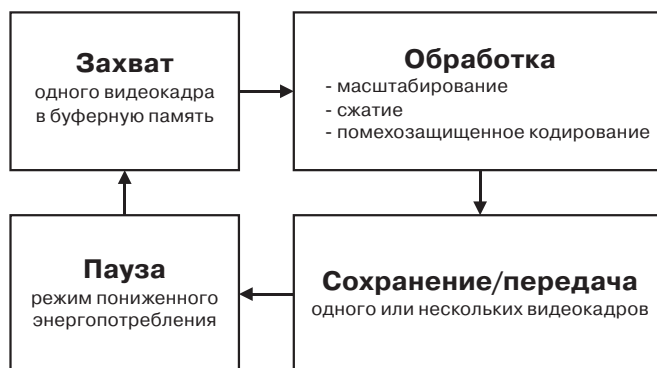


Рис. 1. Схема цикла работы ЭК

Таблица 1. Параметры и технические характеристики капсулы

Наименование параметра, характеристики	Значение, диапазон, тип
Габаритные размеры: диаметр, мм длина, мм	11,2 27,2
Вес, г	4,5
Объем, см <sup>3</sup>	2,3
Электропитание	литиевая батарея (Li/MgO <sub>2</sub> , заказная)
Время непрерывной работы, ч	8, не менее
Угол поля зрения объектива в воде, град.	140, не менее
Частота съемки, кадр/сек	0,2–5
Разрешение получаемых изображений: по горизонтали, цветных точек по вертикали, цветных точек	160–640, с шагом 40 160–480, с шагом 40
Коэффициент сжатия изображений	10 (средний)
Объем внутренней энергонезависимой памяти, Мбайт	512
Скорость интерфейса UART, МБод	1, не менее
Диапазон рабочих температур, °С	+10...+50

### ЛИТЕРАТУРА

1. Moglia A., Meniciassi A., Dario P. Wireless Capsule Endoscopy: from Diagnostic Devices to Multipurpose Robotic Systems, Biomed Microdevices 9:235–243, 2007. doi:10.1007/s10544-006-9025-3.
2. Баскин В.А., Литновский В.Я., Фокин И.А. Современный уровень капсульной эндоскопии. — Научные технологии. Издательство «Радиотехника» (Москва) ISSN: 1999–8465. — 2013. — №9. — С. 112–116.
3. Баскин В.А., Соколов И.А., Асташкин А.В. Заявка ЕАПО на изобретение «Способ управления режимами работы эндоскопической капсулы» № 2017000010 от 21.02.2017 г.
4. Баскин В.А., Соколов И.А., Асташкин А.В. Патент на полезную модель «Гальванический элемент для эндоскопической капсулы». № 168129.
5. Баскин В.А., Соколов И.А., Асташкин А.В. Патент на промышленный образец «Батарейка». № 98737.