

УДК 004.932

Обработка изображений: 45 лет развития

Абламейко Сергей Владимирович

*главный научный сотрудник отдела интеллектуальных информационных систем,
профессор Белорусского государственного университета, доктор технических наук,
профессор, академик НАН Беларуси
E-mail: ablameyko@bsu.by*

Введение. Начало. В статье прослеживается история развития научного направления «Обработка изображений» за прошедшие 45 лет.

Все началось в августе 1978 г., когда С. В. Абламейко был принят на работу в Институт технической кибернетики АН БССР (ИТК АН БССР) на должность стажера-исследователя после окончания механико-математического факультета Белорусского государственного университета. 2 сентября 1977 г. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР ИТК АН БССР был назначен головным исполнителем по разработке автоматизированных картографических систем по заказу Министерства обороны СССР, целью которых было создание цифровых карт местности. Так наступил новый этап в истории ИТК АН БССР.

В первых системах цифрование карт осуществлялось полуавтоматическим способом с помощью дигитайзеров. В 1980 г. параллельно с выполнением ОКР, где применялось ручное цифрование карт, заказчик задумался об автоматическом вводе и распознавании карт. Весной 1980 г. директор ИТК АН БССР О. И. Семенов поручает молодому ученому младшему научному сотруднику С. В. Абламейко заняться вопросами обработки картографических изображений в рамках новой только что начавшейся НИР «Лиричность» и разработать методы и программное обеспечение обработки автоматически сканированных карт. Осенью 1980 г. С. В. Абламейко поступает в аспирантуру ИТК АН БССР. В том же 1980 г. он становится одним из первых в республике, кто стал заниматься вопросами обработки изображений. В декабре 1982 г. НИР «Лиричность» была успешно завершена. Был создан черно-белый сканер, получены и обработаны картографические изображения, а затем преобразованы в векторный вид, показана принципиальная возможность цифрования карт с помощью сканирующих устройств.

В 1984 г. в кандидатской диссертации, которую успешно защитил С. В. Абламейко, показана принципиальная возможность автоматической обработки и векторизации картографических изображений на имеющихся в то время компьютерах. Необходимо отметить, что это были пионерские работы не только в СССР, но и в мире по данной тематике. Работы были продолжены дальше, в частности, в рамках ОКР «Привада», и их результаты внедрены затем в производство.

В 1986 г. С. В. Абламейко возглавил образованную в институте лабораторию проблем обработки изображений. Одной из основных ее задач была разработка математических и программных средств для распознавания картографических изображений и снимков земной поверхности.

В 1989 г. была издана монография «Обработка информации в растровых графических системах» (соавторы: О. И. Семенов, В. И. Берейшик, В. В. Старовойтов), в 1990 г. С. В. Абламейко защищает докторскую диссертацию, которая была посвящена автоматическому вводу, обработке и распознаванию картографических изображений с целью создания цифровых карт (обе его диссертации были защищены в Институте кибернетики АН УССР).

С. В. Абламейко руководил лабораторией 26 лет. Научная школа, которой он занимался, затем трансформировалась и распространилась по разным организациям и странам. Основными направлениями исследований данной школы являются: теоретические вопросы обработки изображений, распознавание графических изображений, анализ медицинских изображений и изображений земной поверхности, мониторинг движения динамических объектов, анализ видеопоследовательностей и др.

Результаты. Хронология

80-е годы 20-го века

Обработка картографических изображений. Работы по созданию автоматизированных картографических систем в ИТК НАН Беларуси велись с 1980 г. Технологии цифрования карт (дигитайзерная и сканерная) разрабатывались коллегами из лаборатории обработки и распознавания изображений С. В. Абламейко, В. И. Берейшиком, О. В. Францкевичем, Н. И. Парамоновой, М. И. Хоменко, О. А. Пацко, В. В. Старовойтовым, Г. П. Апариним и лаборатории автоматизированных картографических систем и технологий А. Н. Крючковым, Л. Н. Соболев, Е. Е. Сотиковой, С. Б. Бочаровым, С. П. Боричевым, В. А. Лазаревичем.

В 1980–1990-е гг. были созданы системы цифрования карт, основанные на сканерной технологии и работавшие также на СМ ЭВМ. В 1991–1995 гг. был осуществлен переход на IBM PC и созданы сканерные технологии, работавшие в операционной системе MS DOS. С 1996 г. стали разрабатываться технологии, работающие в операционной среде WINDOWS. За 20 лет было разработано множество систем для автоматизированного цифрования карт, которые по сей день успешно работают на многих предприятиях в различных странах.

Были заложены теоретические основы обработки и векторизации графических изображений. На базе экономного представления изображений модифицированными длинами серий создана технология векторизации двумерных изображений большого размера. Разработаны быстрые и эффективные алгоритмы фильтрации шумов, выделения контуров, утоньшения и векторизации бинарных изображений (рис. 1). Предложен способ представления векторизованных графических изображений, который позволяет компактно хранить всю необходимую информацию о графических объектах и их компонентах, и ориентирован на структурно-лингвистическое распознавание объектов.

Разработаны теоретические основы распознавания линейных, дискретных и площадных объектов графических изображений. Для распознавания линейных объектов предложен метод, использующий атрибутивную грамматику, сформулированы правила описания основных классов линейных объектов и представлены процедуры грамматического разбора с целью определения класса распознаваемого объекта. Для распознавания дискретных объектов предложены методы, основанные на скелетном и контурном представлении объектов. Для распознавания площадных объектов графических изображений разработаны эффективные алгоритмы на базе дистанционного преобразования.

1990-е годы 20-го века

Обработка чертежно-графических изображений. Одной из очень важных является проблема быстрого, точного и недорогого ввода технических чертежей в системы САПР. Сотрудники лаборатории обработки и распознавания изображений С. В. Абламейко, В. И. Берейшик, О. В. Францкевич, Н. И. Парамонова, М. И. Хоменко и О. А. Пацко разработали методы и создали ряд систем распознавания чертежно-графических изображений, которые позволили обрабатывать цветные изображения и преобразовывать их в векторный формат. Разработанные системы осуществляют следующие функции: бинаризацию и растр-векторное преобразование цветных изображений, распознавание некоторых классов объектов документа, редактирование объектов графического документа, формирование цифровой модели документа (рис. 2).

По результатам исследований было издано несколько книг на русском языке. Кроме того, в 1997 г. в США издана монография "An Introduction to interpretation of graphic images" и в 2000 г. в издательстве Springer в Англии – монография "Interpretation of line-drawing images" (совместно с Т. Pridmore). Это были первые в мире и ставшие классическими монографии в области распознавания графических изображений.

Теория пиксельных силовых полей. Совместно с В. В. Бучей была разработана теория пиксельных силовых полей для решения задач обработки изображений. По сравнению с традиционными методами предложенный подход предлагает простое и эффективное средство для выполнения операций обработки как цветных, так и полутоновых изображений. Рассмотрены основные свойства пиксельных силовых полей, их отличия от других скалярных и векторных полей, разработаны практические применения. Показаны применения пиксельного силового

поля для получения обобщенной дистанционной карты, поля направлений, утоньшения цветных изображений, сегментации цветных изображений, выделения линейных и площадных объектов на аэрокосмических изображениях и т. д. (рис. 3).

Совместно с А. М. Белоцерковским предложен способ описания изображения с помощью векторов ахроматической и хроматической области, позволяющий качественно выделять объекты, характеризуемые как «бесцветные» с точки зрения восприятия. Способ использует квазиполутоновое преобразование, сохраняющее информацию о цвете объектов с ярко выраженной хроматической компонентой и повышающее контраст полутоновых областей.

Первое десятилетие 21-го века

Анализ изображений земной поверхности. Разработаны методы, алгоритмы и программные средства (2001–2010) для обработки оптических спутниковых изображений с целью обновления и создания цифровых карт (совместно с А. Н. Крючковым и его коллегами). Предложен способ оперативного совмещения цифровой карты и снимка, позволяющий ускорить процесс выбора снимка, определяющий снимок и карту за счет анализа и количественной оценки имеющихся на снимке искажений (рис. 4).

Совместно с Н. И. Мурашко и А. Н. Крючковым была решена задача оперативного совмещения цифровых одиночных аэрокосмоснимков центральной проекции и векторных карт по опорным точкам в специализированной геоинформационной системе. Разработан способ оперативного совмещения аэрокосмоснимков и карт, позволяющий ускорить процесс совмещения, повысить его точность и эффективность (рис. 4). Разработаны методы обнаружения изменений на аэрокосмоснимках.

Системы создавались сотрудниками лаборатории обработки и распознавания изображений В. В. Старовойтовым, Д. И. Самалем, Г. П. Апариным, А. М. Белоцерковским, лаборатории автоматизированных картографических систем и технологий А. Н. Крючковым, Л. Н. Соболев, Е. Е. Сотиковой, С. П. Боричевым и лаборатории системотехники Н. И. Мурашко, А. С. Лакерником, Л. В. Орешкиной, С. Л. Кравцовым. Созданные системы позволяют автоматизировать процесс дешифрирования снимков и обновления цифровых карт; повышать оперативность и эффективность информации, получаемой с аэро- и космоснимков; сокращать время получения оперативной обстановки на местности.

Обработка медицинских изображений. В лаборатории был выполнен большой цикл исследований по анализу медицинских изображений, разработано множество алгоритмов анализа разных видов медицинских изображений для постановки более четкого диагноза.

Анализ цитологических изображений для постановки диагноза рака щитовидной железы. В 2000–2003 гг. в рамках проекта МНТЦ были разработаны методика, методы, алгоритмы и экспертная система, предназначенные для помощи врачу-цитологу в постановке и верификации диагноза основных форм заболеваний щитовидной железы. Разработаны методы сегментации, выделения и оконтуривания объектов на цитологических изображениях (рис. 5). Для постановки диагноза выделены и проанализированы основные признаки объектов, такие как структура клеток (размеры) и их ядер, структура цитоплазмы, характер и состав клеточных агрегатов, наличие внеклеточных структур и др.

Была создана система анализа цитологических изображений для диагностики рака щитовидной железы. Ее особенностями являются предложенный перечень параметров, наиболее полно характеризующих патологические изменения клеток, ядер и агрегатов тироцитов и служащих для постановки диагноза, а также разработанные эффективные алгоритмы вычисления этих параметров. Основными разработчиками системы были сотрудники лаборатории обработки и распознавания изображений С. В. Абламейко, Н. И. Парамонова, О. А. Пацко, О. П. Чиж.

Анализ гистологических изображений. Совместно с А. М. Недзьведом в первом десятилетии 20-го века был разработан ряд методов обработки медицинских изображений.

Была разработана методика анализа гистологического препарата нервных клеток для определения герпетической инфекции. Анализ клеточного изображения рассматривается как образ задачи сегментации, где клетки и их ядра разделяются как отдельные объекты, для которых определяются геометрические характеристики, включая ядерно-цитоплазматическое отноше-

ние (рис. 6). Автоматизация процесса анализа препаратов с вирусным поражением позволяет оценить степень и стадию заболевания.

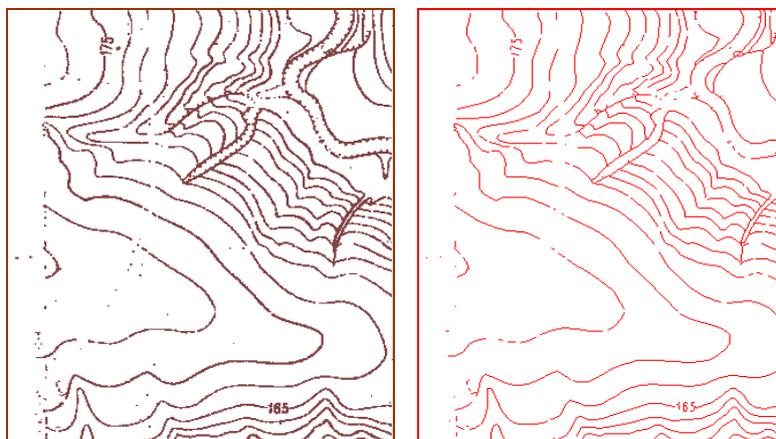


Рис. 1. Сканированная карта (оригинал «Рельеф») и результат векторизации

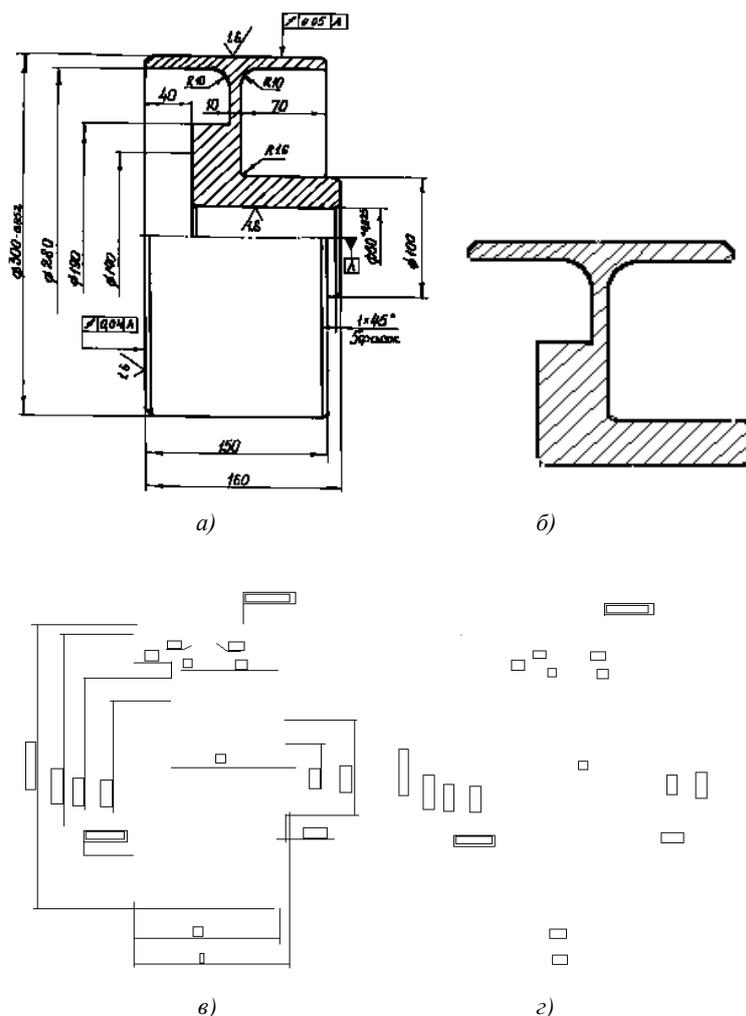


Рис. 2. Исходный чертеж (а) и результат распознавания штриховки (б), размерностей (в) и текста (г)

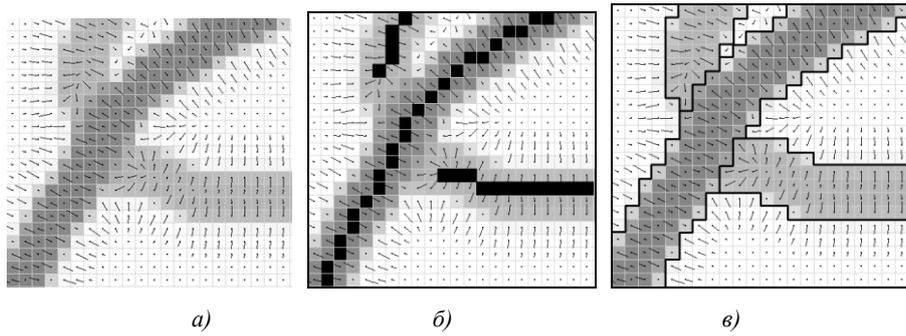


Рис. 3. Пиксельные силовые поля (а); пиксели покоя (б) и результат сегментации (в)

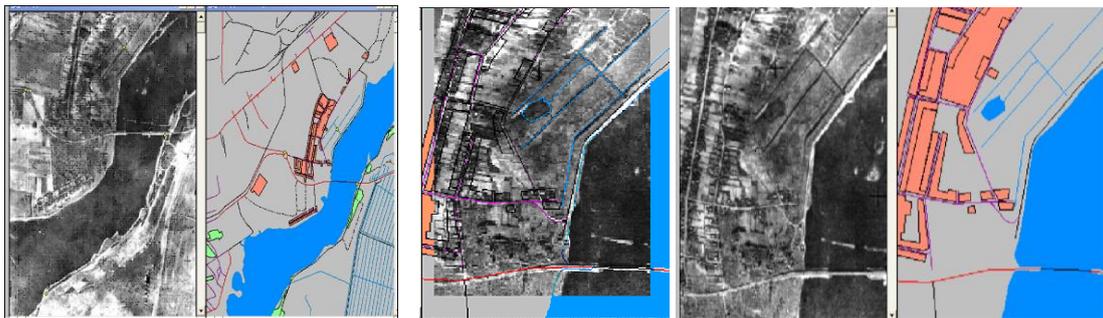


Рис. 4. Обновление карт по снимкам земной поверхности

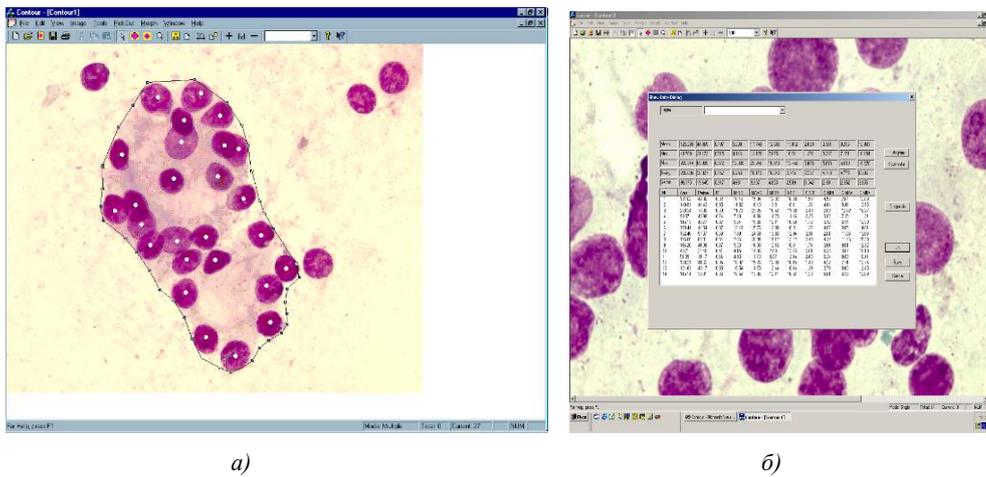


Рис. 5. Пример выделения клеток (а) и построения морфометрической базы данных (б)

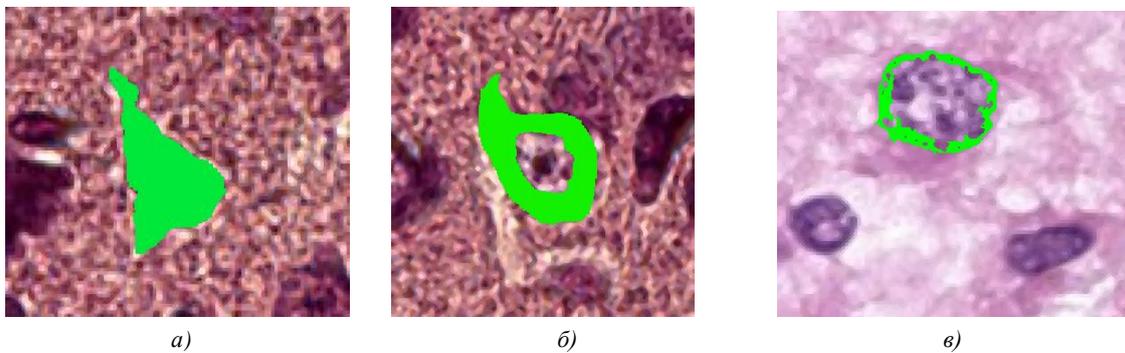


Рис. 6. Образцы нервных клеток: а) без вирусного поражения; б) с поражением первого типа; в) с поражением второго типа

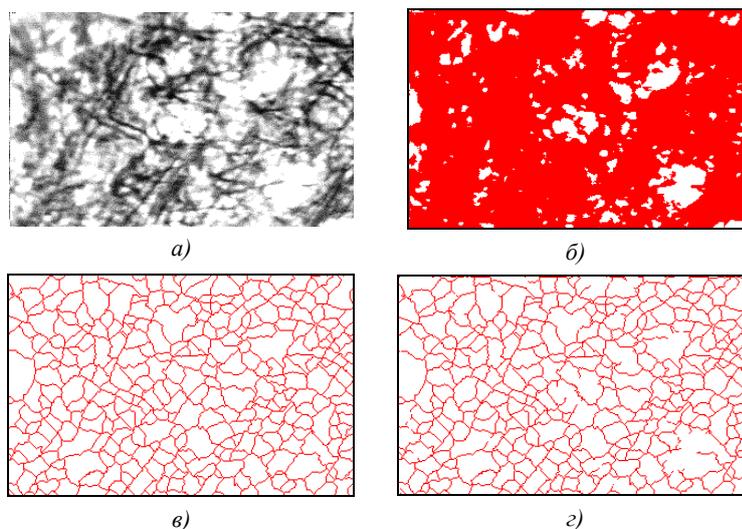


Рис. 7. Радиальные и тангенциальные волокна мозговой ткани: *а)* исходное изображение, светлые округлые участки – клетки с более светлым ядром и нечеткой цитоплазмой; *б)* результат адаптивной пороговой сегментации нервных волокон; *в)* результат полутонового утоньшения изображения волокон с последующей бинаризацией; *г)* бинарное изображение радиальных и тангенциальных нервных волокон головного мозга

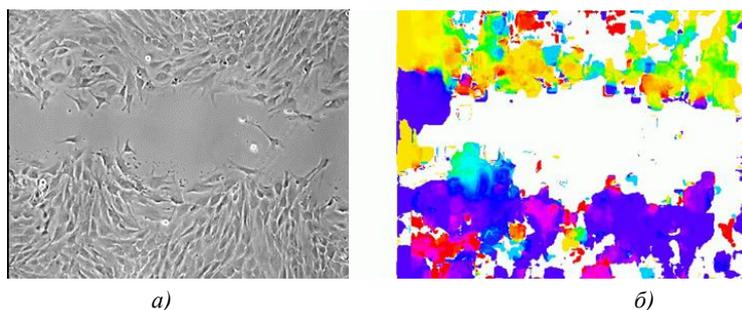


Рис. 8. Исходное изображение (*а)* и карта интегрального оптического потока для неравномерного роста клеточной популяции (*б)*)

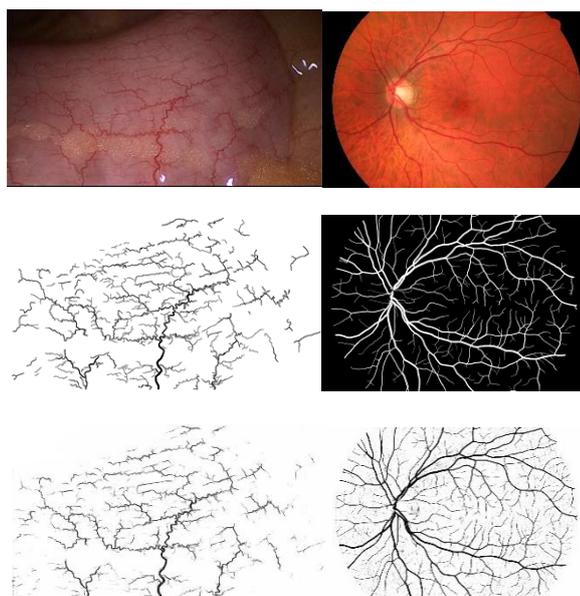


Рис. 9. Результаты сегментации сосудистого рисунка посредством сверточной нейронной сети на эндоскопическом изображении (первый столбец) и изображении глазного дна (второй столбец)

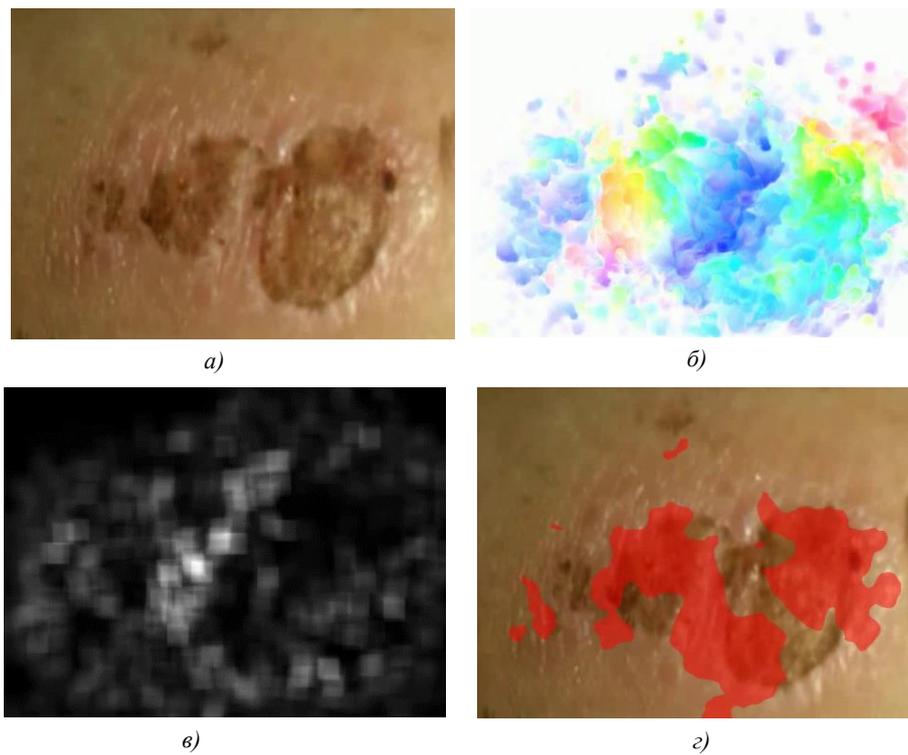


Рис. 10. Мониторинг заживления раны: *а)* исходное изображение; *б)* цветное изображение оптического потока; *в)* полутоновое изображение IRQ ; *г)* область интенсивной эпителизации

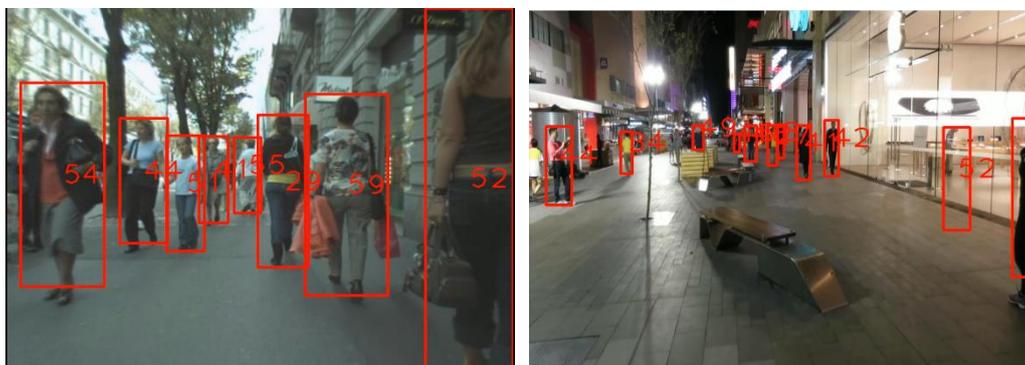


Рис. 11. Примеры сопровождения множества людей вне помещения



Рис. 12. Пример сопровождения людей с отображением их траекторий движения



Рис. 13. Примеры обнаружения и сопровождения людей:
а) с использованием распознавания по лицу; б) по признакам изображения человека

Сегментация гистологических изображений волокон мозговой ткани. Изображение радиальных и тангенциальных волокон достаточно сложное (рис. 7, а). Волокна относятся к протяженным объектам, окружающий их фон неравномерен. В отдельных областях из-за близкого расположения волокон происходит затенение фона, что приводит к неправильному результату при пороговой сегментации (рис. 7, б).

Добиться улучшения результата можно, применив полутоновое утоньшение с последующей бинаризацией (рис. 7, в). Однако результат полутонового утоньшения также не является правильным, так как на светлых областях, которые принадлежат клеткам, находятся волокна. Отметим, что эти области отлично выделены на изображении, полученном с помощью пороговой сегментации (рис. 7, б) Если выполнить конъюнкцию изображений с результатом пороговой сегментации и полутонового утоньшения, получим бинарное изображение сети нервных волокон (рис. 7, г).

Второе десятилетие 21-го века

Анализ видеопоследовательностей

Анализ движения клеточной популяции. Совместно с О. В. Недзьведь и А. М. Недзьведь разработаны теория и алгоритмы мониторинга движения клеток и клеточной популяции по видеопоследовательности и определения характеристик движения объектов, основанные на вычислении интегрального оптического потока. Алгоритмы позволяют установить тип движения и идентифицировать стадии развития, такие как рост, деление и распад. Для реализации алгоритмов предложено понятие интегрального оптического потока, на основе которого выделено несколько основных типов описания движения объектов в популяции, построена модель движения, описаны стадии развития и их взаимодействия друг с другом. Для описания движения на основе интегрального оптического потока строятся карты, которые дают возможность определить начальный момент изменения состояния и классифицировать основные типы движения в популяции: направленное движение, агрегацию (движение по направлению друг к другу), рассеивание (движение в разных направлениях от общего центра), деление (образование нескольких новых объектов в области расположения старого) и гибель (разрушение объекта) (рис. 8).

Был разработан метод определения степени равномерности роста клеточной культуры как альтернативный метод качественного контроля состояния клеточной популяции. Для анализа видеопоследовательности используется интегральный оптический поток. На основе построения карт оптического потока определяются области, в которых отмечается нарушение роста популяции. Данный метод относится к неразрушающим методам анализа. Он обладает меньшей точностью полученных результатов и значительно меньшей стоимостью.

Определение характеристик кровотока в сосудах глазного дна по видеопоследовательности. Совместно с А. М. Недзьведь разработан метод определения динамических характеристик кровотока в сосудах глазного дна, таких как изменение диаметра сосуда, линейная и объемная скорость кровотока. Данные характеристики позволяют определить изменения кровотока в микроциркуляторном русле, которые, в свою очередь, определяют изменения кровотока в сосудах мозга, почек и коронарных сосудах. Разработаны алгоритмы анализа изменения скорости

кровотока в микроциркуляторном русле, позволяющие определять параметры состояния организма человека. Алгоритмы основаны на определении оптического потока и сегментации на основе сверточной нейронной сети (СНС) (рис. 9).

Анализ эпителизации ран и воздействия лечебных факторов. Анализ изменения площади и скорости заживления раны позволяет изучать динамику развития раневых повреждений и оценивать эффективность лечения. Данный анализ может быть использован в доказательной медицине. Для определения характера эпителизации ран и воздействия лечебных факторов на основе анализа видеопоследовательности С. В. Абламейко совместно с А. М. Недзьведом был разработан метод, использующий понятие оптического потока. Метод основан на определении скорости и равномерности воздействия на различных участках ткани (рис. 10).

Разработанные и описанные выше алгоритмы, методы, методики и системы были использованы для диагностики основных форм злокачественных новообразований в Республиканском научно-практическом центре онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова, Республиканском научно-практическом центре детской онкологии и гематологии, Научно-исследовательском клиническом институте радиационной медицины и эндокринологии, Минском государственном медицинском университете.

Третье десятилетие 21-го века

Обнаружение и отслеживание объектов на видео. В третьем десятилетии начато широкое применение нейронных сетей для задач обработки изображений. Были получены новые теоретические результаты в области обнаружения и сопровождения объектов различных классов на видеопоследовательностях на основе анализа статических и динамических признаков, предложены новые архитектуры СНС и составных дескрипторов для описания объектов. Большой ряд результатов был получен совместно с Р. П. Богушем.

Разработаны методы обнаружения одиночных и групповых движущихся объектов на основе анализа оптического потока при пирамидальном представлении кадра с применением шаблонного поиска при построении предварительной карты векторов движения для сокращения временных затрат.

Создан алгоритм обнаружения на основе блочного метода оценки движения, который основан на вычислении оптического потока с применением иерархического представления кадров для обработки, шаблонного метода поиска блоков и фильтрации векторов движения. Здесь применяется комбинация различных приемов для сокращения вычислительных затрат и возможности обнаружения на нестабильном фоне (рис. 11).

Предложен алгоритм сопровождения движущихся объектов, который использует результаты обнаружения объектов на соседних кадрах; волновой алгоритм для локализации объектов, установления схожести между областями движения на основе аддитивной минимаксной функции, локализации движущихся объектов и формирования траектории движения.

Серьезные результаты получены по обнаружению и сопровождению множества людей на видеопоследовательностях с использованием СНС. Разработан алгоритм сопровождения людей, использующий СНС для их обнаружения, отличающийся тем, что установление соответствия между изображениями людей на кадрах выполняется с применением комплекса признаков, включая пространственные координаты, размеры, цветовые характеристики, а также признаки, сформированные на основе СНС (рис. 11). Для получения СНС-признаков используется предложенная архитектура СНС. Для обучения СНС синтезирована база данных.

Для решения задач отслеживания объектов на видео в системах «умный город» и «умный дом» разработана новая архитектура СНС, позволяющая учитывать вариативность схожих и отличающихся признаков людей на различных кадрах видеопоследовательности и обеспечивающая приемлемые вычислительные затраты. Она формирует 128 признаков изображения фигуры человека и позволяет определять траекторию его движения (рис. 12).

Для увеличения точности сопровождения людей предложено применять идентификацию по лицам (рис. 13). При этом включены стадии обнаружения людей, их идентификации по лицам, формирования комплексного вектора признаков для каждого на основе пространственных и СНС-признаков лица и фигуры человека, установления соответствия между людьми на кадрах и их индексации. Составной дескриптор изображения каждого человека включает признаки

лиц, вычисленные на основе СНС, и комплекс признаков изображения человека, что позволяет сопровождать людей при невозможности идентификации лиц.

Научно-организационная работа

Подготовка научных кадров

Подготовка кадров высшей квалификации. Многолетние исследования позволили создать интенсивно развивающуюся и широко известную в мире белорусскую научную школу в области обработки изображений.

За прошедшие 45 лет в лаборатории защищены пять докторских диссертаций (С. В. Абламейко, А. В. Тузиков, В. В. Старовойтов, А. М. Недзьведь, Р. П. Богуш) и более 20 кандидатских диссертаций (С. В. Абламейко, Б. С. Берегов, В. В. Старовойтов, Г. П. Апарин, А. Я. Кулешов, О. Г. Окунь, Д. М. Лагуновский, А. М. Недзьведь, Р. П. Богуш, Д. И. Самаль, И. П. Шумский, О. В. Недзьведь, В. В. Сорокина, А. М. Белоцерковский, В. В. Буча, С. Г. Алексеев, Д. В. Туиет и др.).

Учебный процесс в вузах. С конца 1980-х гг. сотрудники лаборатории начали преподавать обработку изображений в вузах Беларуси. Были разработаны и проводятся лекционные курсы и компьютерные практикумы по обработке изображений в ведущих вузах Республики Беларусь: Белорусском государственном университете, Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники, Белорусском государственном технологическом университете. На основе достигнутых научных результатов учеными ОИПИ НАН Беларуси опубликован ряд учебных пособий.

Организация научных конференций и участие в работе редколлегий журналов. Ученые ОИПИ НАН Беларуси руководили организацией более 30 международных конференций в области обработки сигналов и изображений, проводившихся в Беларуси, Польше, Германии, Италии, и участвовали в работе программных комитетов более 100 международных конференций, проходивших в США, Германии, Италии, Франции, Англии, Австрии, Японии, Испании, Португалии, Польше, Чехии, Австралии, России, Беларуси и других странах.

Основные научные исследования и организационно-технические мероприятия в области обработки изображений проходят под эгидой Международной ассоциации распознавания образов (IAPR), объединяющей исследователей более 40 стран, включая все развитые страны. После распада СССР в 1992 г. научная деятельность заметно снизилась. Для того чтобы получать информацию о международной деятельности и самим принимать в ней активное участие, в конце 1992 г. группой белорусских ученых было принято решение о создании Белорусской ассоциации по анализу и распознаванию изображений (БААРИ). 14 декабря 1992 г. состоялось учредительное собрание БААРИ, на котором были избраны руководящие органы. В феврале 1993 г. БААРИ была зарегистрирована в Министерстве юстиции Беларуси как общественная научная организация. Базовой организацией БААРИ является Объединенный институт проблем информатики (ранее ИТК) НАН Беларуси.

БААРИ объединяет белорусских ученых, работающих в области обработки изображений. В марте 1993 г. БААРИ (первой из стран СНГ) была принята в Международную ассоциацию распознавания образов как представитель Беларуси. Основное мероприятие БААРИ – двухгодичная конференция «Распознавание образов и обработка информации» (Pattern Recognition and Information Processing, PRIP) – практически основано учеными ОИПИ НАН Беларуси. Конференция проводится раз в два-три года, получила широкую международную известность и стала признанным научным форумом в области обработки изображений. К настоящему времени уже состоялось 14 конференций.

Белорусские ученые были и являются членами редколлегий ряда периодических научных изданий: Pattern Recognition (США), Pattern Recognition Letters (Голландия), Machine Graphics and Vision (Польша), Доклады НАН Беларуси, Вести НАН Беларуси (серия физико-математических наук), Информатика (Беларусь) и др.

Заключение. Подводя итоги, можно сказать, что в ОИПИ НАН Беларуси создана сильная школа в области обработки изображений, которая широко признается мировой научной ответственностью. Внесен значительный вклад в развитие информатики в части распознавания и об-

работки изображений. Получены глубокие фундаментальные результаты, имеющие одновременно и важное прикладное значение.

На основе полученных результатов были созданы высокоэффективные компьютерные системы, используемые в промышленности, медицине, экономике и оборонной технике для решения важнейших прикладных задач обработки информации, распознавания и анализа цифровых изображений.

Публикации

Книги

1. Обработка и отображение информации в растровых графических системах / О. И. Семенов, С. В. Абламейко, В. И. Берейшик, В. В. Старовойтов ; науч. ред. Г. В. Римский ; АН БССР, Ин-т техн. кибернетики. – Минск : Наука и техника, 1989. – 189 с.
2. Ablameyko, S. Recognition of Graphic Images / S. Ablameyko. – Minsk : Institute of Engineering Cybernetics of the Academy of Sciences of Belarus, 1996. – 208 p.
3. Старовойтов, В. В. Локальные геометрические методы цифровой обработки и анализа изображений / В. В. Старовойтов. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1997. – 284 с.
4. Ablameyko, S. Introduction to Interpretation of Graphic Images / S. Ablameyko. – Bellingham, Washington : SPIE – The International Society for Optical Engineering, USA, 1997. – 166 p.
5. Абламейко, С. В. Обработка изображений: технология, методы, применение / С. В. Абламейко, Д. М. Лагуновский. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1999. – 301 с.; Минск : Амалфея, 2000. – 305 с.
6. Ablameyko, S. Machine interpretation of line-drawing images / S. Ablameyko, T. Pridmore. – Springer, 2000. – 284 p.
7. Абламейко, С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С. В. Абламейко, Г. П. Апарин, А. Н. Крючков. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 303 с.
8. Malina, W. Podstawy cyfrowego przetwarzania obrazow / W. Malina, S. Ablameyko, W. Pawlak. – Warszawa : Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002. – 131 p.
9. Абламейко, С. В. Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / С. В. Абламейко, А. М. Недзьведь. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 155 с.
10. Суперкомпьютерные конфигурации СКИФ / С. В. Абламейко, С. М. Абрамов, В. В. Анищенко [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 169 с.
11. Медицинские информационные технологии и системы / С. В. Абламейко, В. В. Анищенко, В. А. Лапицкий, А. В. Тузиков. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2007. – 176 с.
12. Мальцев, С. В. Обработка сигналов и изображений средствами векторно-матричных вычислений / С. В. Мальцев, С. В. Абламейко, Р. П. Богущ. – Новополоцк : Полоцкий гос. ун-т, 2011. – 211 с.
13. Абламейко, С. В. Глобальные навигационные спутниковые системы : пособие для студентов факультета радиофизики и компьютерных технологий / С. В. Абламейко, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов. – Минск : БГУ, 2011. – 146 с.
14. Недзьведь, А. М. Анализ изображений для решения задач медицинской диагностики / А. М. Недзьведь, С. В. Абламейко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2012. – 240 с.
15. Абламейко, С. В. Спутниковые системы связи / С. В. Абламейко, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов. – Минск : БГУ, 2012. – 146 с.
16. Абламейко, С. В. Малые космические аппараты : пособие для студентов факультетов радиофизики и компьютерных технологий, механико-математического и географического / С. В. Абламейко, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов. – Минск : БГУ, 2012. – 158 с.
17. Абламейко, С. В. Космонавтика Беларуси / С. В. Абламейко. – Минск : БГУ, 2014. – 255 с.
18. Ablameyko, S. University in modern world. Belarusian state university in the country and in the world / S. Ablameyko. – Barcelona : Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Spain, 2016. – 98 p.
19. Ablameyko, S. Nghan Cong Nghe Vu Try Belarus / S. Ablameyko. – Vietnam : Nha Xuat Ban Thanh Nien, 2018. – 366 p. (на вьетнамском языке).
20. Белорусские суперкомпьютеры семейства СКИФ / Н. Н. Парамонов, О. П. Чиж, А. Г. Рымарчук [и др.] ; ОИПИ НАН Беларуси. – Гомель : Вечерний Гомель-Медиа, 2020. – 268 с.
21. Абламейко, С. В. Математика и математики БГУ и Беларуси. 100 лет развития / С. В. Абламейко, М. А. Журавков. – Минск : БГУ, 2021. – 268 с.

Издания под редакцией С. В. Абламейко

22. Автоматизация обработки и распознавания изображений : сб. науч. тр. / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси ; под ред. С. В. Абламейко. – Минск, 1995. – 220 с.
23. Pattern Recognition and Information Processing : proc. III Intern. Conf., Minsk, 19–21 Sept. 1995 ; ed.: J. Soldek, S. Ablameyko. – Minsk, Szczecin, 1995, Vol. 1. – 168 p., Vol. 2. – 180 p., Vol. 3. – 208 p.
24. Pattern Recognition and Information Processing : proc. IV Intern. Conf., Minsk, 20–22 May 1997 ; ed.: J. Soldek, S. Ablameyko, V. Krasnoproshin, V. Shmerko. – Minsk, Szczecin, 1997, Vol. 1. – 413 p., Vol. 2. – 358 p.
25. Цифровая обработка изображений : сб. науч. тр. / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси ; под ред. С. В. Абламейко. – Минск, 1997. – Вып. 1. – 205 с.
26. Цифровая обработка изображений : сб. науч. тр. / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси ; под ред. С. В. Абламейко. – Минск, 1998. – Вып. 2. – 227 с.
27. Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях : материалы Первой Междунар. конф., Минск, 22–25 сент. 1998 г. ; науч. редактор С. В. Абламейко. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси. – Т. 1. – 168 с., Т. 2. – 240 с., Т. 3. – 242 с.
28. Цифровая обработка изображений : сб. науч. тр. / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси ; под ред. С. В. Абламейко. – Минск, 1999. – Вып. 3. – 264 с.
29. Pattern Recognition and Information Processing : proceedings V Intern. Conf., Minsk, 18–20 May 1999 ; ed.: J. Soldek, S. Ablameyko, R. Sadykhov, V. Shmerko. – Minsk, Szczecin, 1999. – Vol. 1. – 291 p., Vol. 2. – 408 p.
30. Цифровая обработка изображений : сб. науч. тр. / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси ; под ред. С. В. Абламейко. – Минск, 2000. – Вып. 4. – 220 с.
31. Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях : материалы Второй Междунар. конф., Минск, 28–30 нояб. 2000 г. ; науч. редактор С. В. Абламейко. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – Т. 1. – 228 с., Т. 2. – 240 с.
32. Pattern Recognition and Information Processing – PRIP’2001= Распознавание образов и обработка информации : proc. 6th Intern. Conf., Minsk, 15–17 May 2001 ; ed.: S. Ablameyko, J. Soldek, V. Shmerko. – Minsk, Szczecin, 2001. – Vol. 1. – 230 p. ; ed.: S. Ablameyko, G. Aparin, J. Soldek, V. Shmerko. – Minsk, Szczecin, 2001. – Vol. 2. – 208 p.
33. Цифровая обработка изображений : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т техн. кибернетики; науч. ред. С. В. Абламейко. – Минск, 2001. – Вып. 5. – 230 с.
34. Анализ цифровых изображений : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики ; науч. ред. С. В. Абламейко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2002. – Вып. 1. – 176 с.
35. Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях : материалы Третьей Междунар. конф., Минск, 2002 г. ; науч. редактор С. В. Абламейко. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2002. – Т. 1. – 220 с., Т. 2. – 210 с.
36. Limitations and Future Trends in Neural Computation / ed.: S. Ablameyko, L. Goras, M. Gori, V. Piuri. – Amsterdam, Burke, VA : IOS Press; Tokyo : Ohmsha, 2003. – Vol. 186: NATO Science Series: Computer and Systems Sciences. – 245 p.
37. Neural Networks for Instrumentation, Measurement and Related Industrial Applications / ed.: S. Ablameyko, L. Goras, M. Gori, V. Piuri. – Amsterdam, Washington, DC : IOS; Tokyo : Ohmsha, 2003. – Vol. 185 : NATO Science Series: Computer and Systems Sciences. – 329 p.
38. Анализ цифровых изображений : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики ; науч. ред. С. В. Абламейко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2003. – Вып. 2. – 198 с.
39. Pattern Recognition and Information Processing Processing – PRIP’2001= Распознавание образов и обработка информации : proc. 7th Intern. Conf., Minsk, 21–23 May 2003 ; ed.: V. Krasnoproshin, S. Ablameyko, J. Soldek. – Minsk : UIP NASB, 2003. – Vol. 1. – 229 p.; Minsk, Szczecin, 2003. – Vol. 2. – 325 p.
40. Первый Белорусский космический конгресс : материалы конгр., Минск, 2003 г. / НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики, Нац. совет по космосу при Совете Министров Респ. Беларусь ; науч. ред. С. В. Абламейко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2003. – 275 с.
41. Суперкомпьютерные системы и их применение – SSA’2004 : доклады Первой Междунар. науч. конф., Минск, 26–28 окт. 2004 г. ; науч. ред.: С. В. Абламейко, В. В. Анищенко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2004.
42. Объединенный институт проблем информатики: 40 лет / Нац. академия наук Беларуси; сост.: С. В. Абламейко, А. И. Петровский, Н. П. Савик; редкол.: С. В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Тэхналогія, 2005. – 290 с.

43. Второй Белорусский космический конгресс : материалы конгр., Минск, 25–27 окт. 2005 г. / НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики, Нац. совет по космосу при Совете Министров Респ. Беларусь ; науч. ред. С. В. Абламейко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 398 с.
44. Advanced Information and Telemedicine Technologies for Health (АИТТН'2005) : in 2 vol. : proceedings Intern. Conf., Minsk, Nov. 8–10 2005 / sci. ed.: S. Ablameyko, Y. Beloenko, U. Anishchanka. – Minsk : UIIP NASB, 2005. – Vol. 1. – 284 p.; Vol. 2. – 242 p.
45. Pattern Recognition and Information Processing Processing – PRIP'2005= Распознавание образов и обработка информации : proc. 8th Intern. Conf., Minsk, 18–20 May 2005 ; ed.: R. Sadykhov, S. Ablameyko, A. Doudkin, L. Podenok. – Minsk : [Propilei], 2005. – 510 p.
46. Третий Белорусский космический конгресс : материалы конгр., Минск, 23–25 окт. 2007 г. / НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики ; науч. ред.: С. В. Абламейко, А. В. Тузиков. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2007. – 419 с.
47. Суперкомпьютерные системы и их применение – SSA'2008 : доклады Второй Междунар. науч. конф., Минск, 27–29 окт. 2008 г. ; науч. ред.: С. В. Абламейко, В. В. Анищенко. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 315 с.
48. Современные информационные и телемедицинские технологии для здравоохранения = Advanced Information and Telemedicine Technologies for Health – АИТТН'2008 : материалы II Междунар. конф., Минск, 1–3 окт. 2008 г. ; науч. ред.: В. Ковалев, С. Абламейко [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 358 с.
49. Развитие информатизации и системы научно-технической информации (РИНТИ-2008) : доклады VII Междунар. конф., Минск, 5 нояб. 2008 г. ; науч. ред.: С. В. Абламейко, Р. Б. Григянец, В. Н. Венгеров. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 243 с.
50. Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы, Минск, 31 окт. – 3 нояб. 2011 г. : в 2 ч. / БГУ, Объед. ин-т проблем информатики НАН Беларуси, Научно-технологическая ассоциация «Инфопарк» ; редкол.: С. В. Абламейко (отв. ред.) и др. – Минск : БГУ, 2011.
51. Pattern Recognition and Information Processing Processing – PRIP'2011 : proc. 11th Intern. Conf., Minsk, 22–20 May 2011 ; ed.: R. Sadykhov, S. Ablameyko, A. Doudkin, L. Podenok. – Minsk : BSUIR, 2011. – 470 p.
52. Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы, Минск, 4–7 нояб. 2013 г. ; редкол.: С. В. Абламейко, В. В. Казаченок (отв. ред.) и др. – Минск : БГУ, 2013. – 602 с.
53. Кибернетика и информатика в Национальной академии наук Беларуси: очерки развития / Объед. ин-т проблем информатики Нац. академии наук Беларуси ; науч. ред.: С. В. Абламейко, А. В. Тузиков, О. И. Семенов. – Минск : Тэхналогія, 2015. – 348 с.
54. Университет в современном обществе: БГУ в стране и мире / С. В. Абламейко, С. М. Артемьева, А. П. Богомазов [и др.] ; под общ. ред. акад. С. В. Абламейко. – Минск : БГУ, 2015. – 311 с.
55. Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы, Минск, 24–27 окт. 2016 г. ; редкол.: С. В. Абламейко (глав. ред.) и др. – Минск : БГУ, 2016. – 1 CD-ROM.
56. Pattern Recognition and Information Processing, Communications in Computer and Information Science: Revised Selected Papers 13th Intern. Conf., Minsk, 21–23 Oct. 2016 ; ed.: V. Krasnoproshin, S. Ablameyko. – Springer International Publishing A&G, 2017. – Vol. 1055. – 324 p. (In English).
57. Pattern Recognition and Information Processing, Communications in Computer and Information Science: Revised Selected Papers 14th Intern. Conf., Minsk, 21–23 May 2019 ; ed.: S. Ablameyko, V. Krasnoproshin, M. Lukashovich. – Springer International Publishing A&G, 2019. – Vol. 1055. – 328 p. (In English).
58. Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы, Минск, 27–28 окт. 2022 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С. В. Абламейко (гл. ред.) и др. – Минск : БГУ, 2022. – 1 CD-ROM.