

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЕЙШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ, РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ И ТОМОГРАФИИ

## PROSPECTS FOR APPLYING THE LATEST INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL DIAGNOSTICS, PATTERN RECOGNITION AND TOMOGRAPHY

**V. Rybak  
Z. Ganbari  
O. Riabychina**

*Summary.* The article describes the material concerning the use of the latest information technologies. The questions of the prospects of Blockchain introduction into various spheres of vital activity are considered. The risks of a significant labor transfer in connection with the automation and transformation of registration services and departments are indicated. A new complex of environmental air diagnostics is described, which allows building up current pollution maps in order to select the optimal route for pedestrians with minimization of adverse environmental effects. A material on the use of the infrared spectrum for identification of objects is also presented. In this direction, a mobile complex is being developed to search for people in conditions of poor visibility: in fog, smoke, in the forest, under snow. The presentation concludes with the questions of processing and reconstruction of tomography images. The basic directions of developing filters for improving the quality of images are shown.

*Keywords:* information technology, blocking, ecological diagnostics, air pollution, thermal imager, tomography.

**Рыбак Виктор Александрович**

*К.т.н., доцент, УО «Белорусская государственная академия связи»  
6774338@tut.by*

**Ганбари Захра**

*Аспирант, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»*

**Рябычина Ольга Петровна**

*Старший преподаватель, УО «Белорусская государственная академия связи»*

*Аннотация.* В статье излагается материал, касающийся применения новейших информационных технологий. Рассмотрены вопросы перспектив внедрения Блокчейн в различные сферы жизнедеятельности. Обозначены риски существенного трудового трансфера в связи с автоматизацией и трансформацией регистрирующих служб и ведомств. Описан новый комплекс экологической диагностики воздуха, позволяющий строить актуальные карты загрязнённости с целью выбора оптимального маршрута передвижения пешеходов с минимизацией неблагоприятного воздействия окружающей среды. Также представлен материал об использовании инфракрасного диапазона спектра для идентификации объектов. В данном направлении разрабатывается мобильный комплекс для поиска людей в условиях плохой видимости: в тумане, дыму, в лесу, под снегом. Завершается изложение вопросами обработки и реконструкции изображений томографии. Показаны основные направления разработки фильтров для повышения качества изображений.

*Ключевые слова:* информационная технология, Блокчейн, экологическая диагностика, загрязнение воздуха, тепловизор, томография.

С появлением Интернета во многих сферах жизнедеятельности человека произошли существенные изменения. Отрасли образования, торговли, оказания услуг, медицины, государственного управления и многие другие перешли на новый уровень функционирования. Логическим продолжением дальнейшей эволюции информационных технологий видится появление пиринговых сетей и технологии блокчейн, которые, судя по ежедневному обсуждению в средствах массовой информации, являются очень актуальными.

Термины «криптовалюта» и «Биткоин» не просто ворвались в наш лексикон, они заняли в нём достаточно высокие позиции, и, судя по новостному фону, продолжают свой путь, оставляя позади и делая не нужными многие составляющие нашего вчерашнего обихода.

С учётом имеющихся достоинств многие исследователи пророчат переход на электронные деньги уже в ближайшие 3–5 лет. Как известно, криптовалюта позволяет производить надёжные и быстрые платежи и переводы по всему миру, гарантируя при этом приемлемый уровень безопасности. Кроме того, существующая децентрализация полностью исключает дополнительную эмиссию электронных денег для нужд правительства или отдельных групп.

Также необходимо упомянуть о таком аспекте электронных денег как анонимность, что многими критиками выдвигается за существенный недостаток, позволяющий применять данный инструмент в нелегальных схемах «отмывания денег», торговле оружием и наркотиками. Однако надо понимать, что ничего не мешает разработчикам при использовании технологии Блокчейн преду-

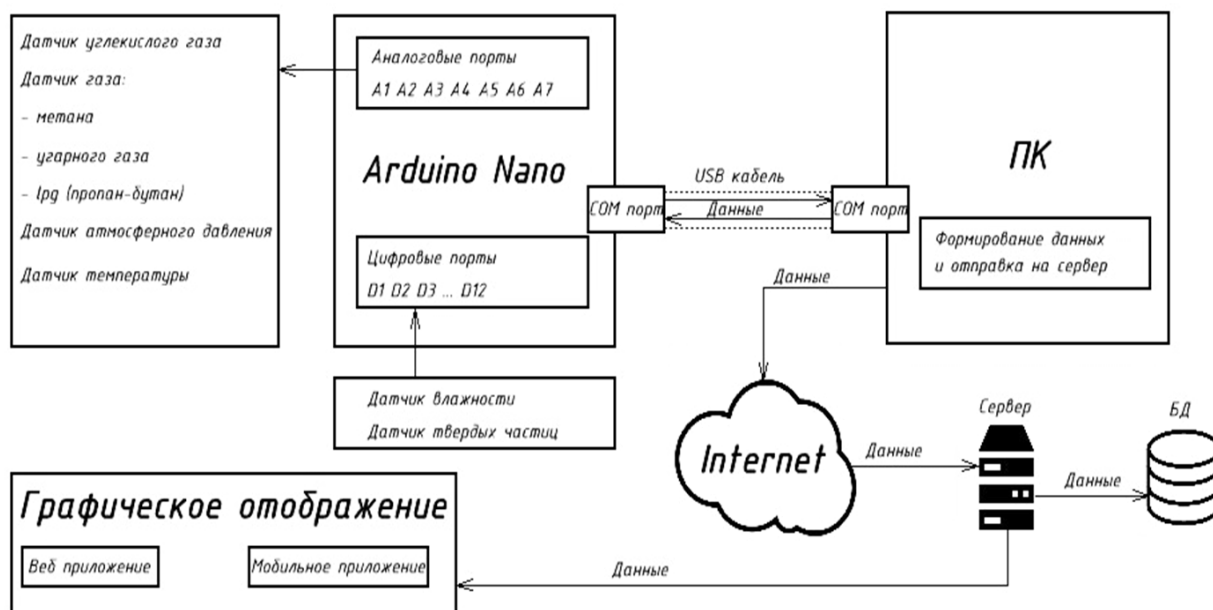


Рис. 1. Схема комплекса для экологической диагностики воздуха

смотреть авторизацию и идентификацию пользователей. Хотя данный шаг, по нашему мнению, оправдано предпринимать только после принятия чёткого и прозрачного регулирования сферы обращения криптовалют. А пока это не сделано ни в одной стране, участники оборота электронных денег обоснованно опасаются преследований и налогообложения, и поэтому предпочитают оставаться анонимными [1].

Показателен в данном вопросе опыт Республики Беларусь, где с принятием Декрета Президента № 8 «О развитии цифровой экономики» узаконены права граждан генерировать (майнить), иметь и передавать токены.

Вместе с тем, банковская сфера — это лишь первая, наиболее очевидная отрасль, которая будет трансформироваться под влиянием технологии Блокчейн. Очевидно, что и другие направления претерпят существенные изменения, что может сопровождаться объёмным трансфером рабочих мест в другие сферы жизнедеятельности. С продолжением развития новейших информационных технологий в ближайшие годы стоит ожидать сокращения количества нотариусов, страховых агентов и специалистов по регистрации (недвижимости и автотранспорта), так как их деятельность с успехом может быть заменена распределённой автоматизированной системой на базе Блокчейн.

Также существуют и менее распространённые сферы, где использование указанных технологий может принести сокращение временных затрат и повышение точности решения при обеспечении надёжности хранения

данных. В этой связи в Белорусской государственной академии связи проводятся исследования по разработке летательного комплекса для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха и поиска объектов, идентифицируемых в инфракрасном диапазоне.

Основой системы является миниатюрный компьютер класса RaspberryPie или Arduino, снабжённый датчиками загрязнения атмосферного воздуха приоритетными поллютантами и GPS-навигатором. Такая композиция устройств позволяет, например, в режиме реального времени производить облёт наиболее нагруженных перекрёстков с целью замера концентраций загрязняющих веществ и передачи данных для построения соответствующей карты (рисунок 1). Это, в свою очередь, позволяет участникам движения выбирать оптимальный маршрут, что, например, для пешеходов означает путь с минимизацией неблагоприятного воздействия на здоровье, при прочих равных условиях. Для «сознательных» водителей информация о сильно загрязнённом воздухе на определённом участке дороги может служить сигналом к его объезду, чтобы не усугублять сложившуюся опасную ситуацию. Существующая на сегодняшний день сеть наблюдений за качеством атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах не позволяет в полной мере решать обозначенную задачу выбора оптимального пути вследствие отсутствия соответствующих объективных и своевременных карт.

С появлением компактных и доступных беспилотных летательных аппаратов — дронов /квадрокоптеров,

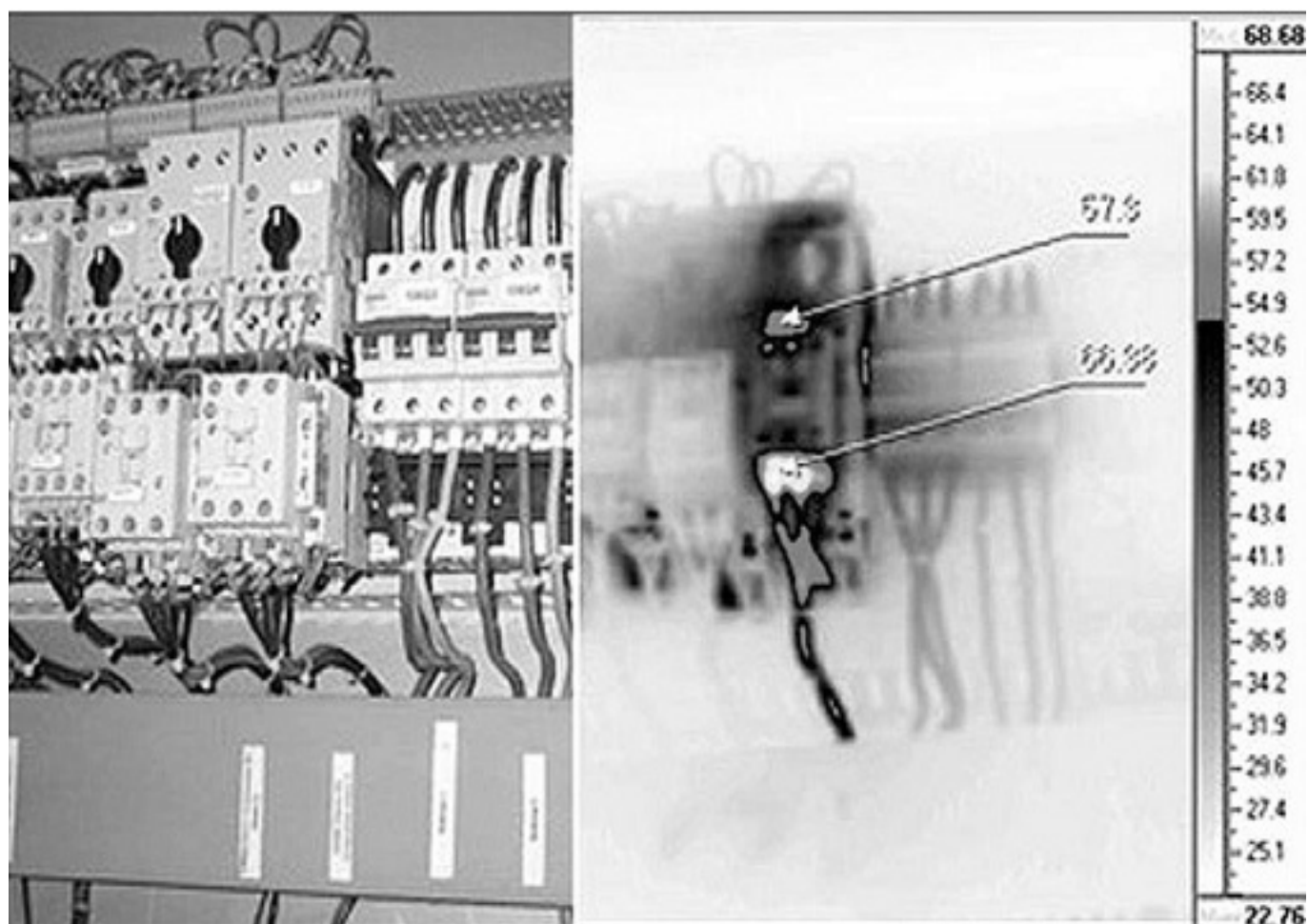


Рис. 2. Применение тепловизора для обнаружения перегретого электрического автомата[6]



Рис. 3. Определение точек утечки тепла из жилого дома [6]

стало возможным создание систем удалённого поиска и идентификации объектов в инфракрасном диапазоне. Актуальность данного направления обусловлена необходимостью, например, поиска людей в условиях тумана, дыма, в лесу, под снегом, когда видимый спектр не позволяет решить данную задачу. И хотя в настоящее время тепловизоры достаточно широко применяются, например, для оценки качества изоляции жилых домов, их использование в указанных направлениях достаточно затруднительно.

Получение видимого изображения объектов по их собственному тепловому (инфракрасному) излучению обеспечивают тепловизоры, которые сейчас активно внедряются в системы наблюдения для безопасности. Это обусловлено, по мнению Н.И. Чура, прежде всего существенным (более чем в 10 раз) снижением стоимости подобного оборудования в последние годы [6]. Естественно, расширение применимости спецтехники сопровождается обилием мифов и беспочвенных рекламных обещаний. К тому же многие годы в теленаблюдении применяются камеры с некоторой чувствительностью в ближнем ИК-диапазоне (длина волны до 1000 нм или 1 мкм). Сейчас они снабжаются ИК-осветителями на светодиодах и обычно называются ИК-камерами. Уже встречаются публикации и заявления, что такие камеры используют собственное излучение объектов и работают в полной темноте на любой дальности. Или они, как и тепловизоры, успешно работают при дымке, тумане и даже дожде, вместе с тем эти факторы незначительно ослабевают только для тепловизоров длинноволнового диапазона 8–14 мкм.

До последнего времени тепловизоры в основном применялись как научный и технологический инструмент для выявления локального нагрева деталей оборудования, утечек тепла на строительных объектах, в медицинских, геологических, биологических исследованиях и т.п. На рисунке 2 и 3 приведены примеры выявления нагретого неисправного электрического автомата и контроль потерь тепла в жилом доме.

В случае обнаружения важно само изображение, без регистрации распределения реальных температур. Многие тепловизоры, особенно измерительного типа, обеспечивают «цветное» изображение или скорее раскрашенное. В данном случае это изображение в условных цветах, где каждому цвету соответствует конкретная температура. Для тепловидения используются два спектральных диапазона: 3,5–5,5 и 7,5–12 мкм. Это вызвано наличием в атмосфере «окон прозрачности», где минимально селективное поглощение инфракрасного излучения углекислым газом и парами воды, а в первом (среднем) диапазоне еще и метана, всегда присутствующих в составе атмосферы.

Тепловизоры, работающие с длинноволновым излучением LWIR (8–14 мкм), наиболее оптимальны для наблюдения объектов, имеющих «нормальную» температуру, близкую к температуре окружающей среды. Их высокая чувствительность и более адекватное отображение реальной температуры обусловлены наличием в этом диапазоне максимумов излучательной способности объектов, имеющих температуру от 0 до 100 °С (10,6–7,8 мкм).

Тепловизоры среднего диапазона MWIR (3–5 мкм) ориентированы на излучение объектов с температурой от 300 до 960 °С (например, раскаленный слиток металла или разогретая деталь электроцита). Но поскольку спектр излучения широкий, с помощью таких тепловизоров плохо видно человека с его 36,6 °С. Именно поэтому у данных устройств ниже чувствительность, они работают не на максимумах спектральной плотности. По объектам с нормальной температурой тепловизоры MWIR работают несколько хуже — такие объекты имеют значительно меньшую излучательную способность в спектральном диапазоне 3–5 мкм, и приборам не хватает чувствительности [6].

В работе [7] авторы с использованием инфракрасного диапазона волн решают задачу идентификации свойств скрытых подповерхностных объектов. Ими разработана схема обработки информации для обнаружения скрытых элементов в грунте, отличающаяся от известных тем, что принятие решения о наличии объекта в структуре грунта производится путем численного решения прямой и коэффициентной обратной задач теплопроводности, что дает возможность по идентифицированным тепловым свойствам и геометрическим параметрам, глубине залегания объекта определить его размеры, а также классифицировать по виду материала (пластмасса, металл) и произвести реконструкцию местоположения в трехмерном пространстве [7].

Таким образом, рассматриваемый вопрос представляется достаточно актуальным. В связи с этим авторы ведут научные исследования для разработки летательного программно-аппаратного комплекса, который позволит идентифицировать объекты в инфракрасном излучении. При этом необходимо решить ряд задач, связанных с распознаванием образов и кластеризацией.

Кластерный анализ (англ. clusteranalysis) — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы. Задача кластеризации относится к статистической обработке, а также к широкому классу задач обучения без учителя. Большинство исследователей склоняются к тому, что впервые термин

«кластерный анализ» (англ. cluster — гроздь, сгусток, пучок) был предложен математиком Р. Трионом. Впоследствии возник ряд терминов, которые в настоящее время принято считать синонимами термина «кластерный анализ»: автоматическая классификация, ботриология [1].

В современной науке применяется несколько алгоритмов обработки входных данных. Анализ путём сравнения объектов, исходя из признаков, (наиболее распространённый в биологических науках) называется Q-типом анализа, а в случае сравнения признаков, на основе объектов — R-типом анализа. Существуют попытки использования гибридных типов анализа (например, RQ-анализ), но данная методология ещё должным образом не разработана [2].

Общими целями кластеризации являются: обнаружение новизны, сжатие данных и их понимание путём выявления кластерной структуры. Именно последнее важно в контексте поиска людей в условиях ограниченной видимости. В рамках проводимых исследований будет создан аппаратно-программный комплекс для обнаружения объектов с применением нечёткой кластеризации и искусственных нейронных сетей (ИНС).

Упомянутые выше технологии Блокчейн, кластерный анализ и ИНС могут также с успехом применяться в компьютерной обработке изображений, например, полученных в результате томографии. Возможность достоверной реконструкции дозового поля и, следовательно, структуры объекта диагностики, существенно зависит от режима проведения томографии. Качество получаемого изображения и разрешающая способность метода (например, многосрезовой компьютерной томографии) зависит от правильности выбора таких параметров, как коллимация, напряжение, сила тока и др. Например, изображение, снятое при напряжении 80 кВ более зашумленное, чем снятое при 140 кВ. Учитывая, что с повышением кВ повышается проникающая способность излучения, при диагностике полных пациентов следует использовать более жесткое излучение. Поскольку, зашумленность изображения с ростом силы тока уменьшается, при исследовании объектов с высокой плотностью (плечевой пояс, металлоостеосинтез) целесообразно использовать большие токи. При исследовании мягких тканей можно уменьшить ток, и, следовательно, снизить дозу [3].

В своей статье М.А. Любимова и Т.Н. Князева обращают внимание на условия успешной реконструкции томографических изображений. Для увеличения константности реконструкции алгоритмов служит использование кратно-масштабного анализа теории вейвлетов, как инструмента фильтрации проекцион-

ных данных. Важнейшим достоинством, которое представляет вейвлет, служит возможность локального анализа, то есть анализа конкретной области в большом сигнале. Метод вейвлет-анализа позволяет производить обработку томографических изображений с использованием большого временного интервала, где требуется более чёткая информация о низкой частоте, и более короткие области, когда необходима информация о высокой частоте. В общем, алгоритм вейвлет-фильтрации сводится к следующим шагам: 1. Проведение вейвлет-преобразования проекционных данных с применением стационарного дискретного вейвлет-преобразования; 2. Задание порога для коэффициентов вейвлет-преобразования в соответствии с их уровнем; 3. Выбор параметров преобразования; 4. Восстановление проекционных данных по изменённым коэффициентам [4].

Уменьшение влияния артефактов и шумов на качество томографического изображения проводят путём применения фильтрации проекционных данных, или самого изображения, или того и другого совместно. В общем виде методы фильтрации можно классифицировать на пространственные, частотные и вейвлет-фильтрация. Каждый из них позволяет достичь определённых результатов. Так, например, линейная пространственная фильтрация «убирает» высокие пространственные частоты и потому уменьшает резкость изображения. Медианная фильтрация в меньшей степени «убирает» высокие пространственные частоты и потому хорошо фильтрует артефакты и шумы с некоторым сохранением резкости изображения. Применение адаптивного медианного фильтра позволяет изменять размер маски фильтра и сохранять более мелкие детали изображения. Особое место в фильтрации изображений занимают методы, основанные на преобразовании Фурье — частотные методы. Эти методы, как правило, применяются для уменьшения периодических артефактов и шумов. В работе [5] описаны результаты применения комбинированных фильтров, основанных на нелинейных методах фильтрации.

По тематике восстановления и обработки томографических изображений выполнено большое количество научных исследований и диссертаций, однако полностью данная проблема до сих пор не решена [4,5,7]. Это обусловлено существенной неоднородностью исследуемых объектов, их свойствами и широким спектром решаемых задач.

Таким образом, с развитием новых информационных технологий, включающих элементы искусственного интеллекта, блокчейн и др., наша жизнь видоизменяется как в результате трансформации каждодневных действий (покупок, транзакций), так и появления но-

вых сервисов и привычек. Данная тенденция, очевидно, будет продолжаться и в дальнейшем, что может привести к существенному перераспределению сфер занятости населения с одновременным повышением надёжности и скорости предоставления широкого спектра услуг.

С применением беспилотных летательных аппаратов и компактных компьютеров создана система оперативной экологической диагностики воздуха для построения карт загрязнённости и выбора оптимального маршрута для пешеходов с целью минимизации неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбак, В. А. Восемь направлений использования криптовалют / В. А. Рыбак, Х. М. Сулайман, З. Ганбари // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и технические науки. — № 2. — 2018. — С. 59–66.
2. Кластерный анализ // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ)(дата обращения: 20.04.18).
3. Компьютерная обработка изображений // Всё о радиации и радиационной защите. URL: <http://rad-stop.ru/6-3-kompyuternaya-obrabotka-izobrazheniy/#.WurDb0xuldV>(дата обращения: 20.04.18).
4. Любимова, М. А. Обработка томографических изображений при помощи вейвлет-анализа / М. А. Любимова, Т. Н. Князева // Вестник новых медицинских технологий. — № 1. — 2014. — С. 11–14.
5. Ласьков, В. А. Методы фильтрации изображений в рентгеновской компьютерной томографии / В. А. Ласьков, Е. Н. Симонов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». — № 3. — том 14. — 2014. — С. 21–25.
6. Чура, Н.И. ИК-камеры и тепловидение: это почти одно и то же? / Н. И. Чура // Системы безопасности. — № 4. — 2013. — С. 60–62.
7. Ищук, И. Н. Идентификация свойств скрытых подповерхностных объектов в инфракрасном диапазоне волн / И. Н. Ищук, А. И. Фесенко, Ю. Ю. Громов. — М.: Машиностроение, 2008. — 184 с.
8. Жизняков, А. Л. Восстановление по неполным данным и обработка томографических изображений / А. Л. Жизняков. — Диссертация на соискание учёной степени к.т.н., Владимир, 1999. — 127 с.

© Рыбак Виктор Александрович (6774338@tut.by), Ганбари Захра, Рябычина Ольга Петровна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Белорусская государственная академия связи