

А. А. Никитина, С. И. Уланов  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
283048, г. Донецк, ул. Артема, 118 б

## ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА МЕСТНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ РОБОТАМИ В БЫСТРОМЕНЯЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКЕ

A. A. Nikitina, S. I. Ulanov  
Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of Artificial Intelligence Problems»  
283048, Donetsk, Artem str., 118 b

## DETECTION OF OBJECTS ON THE GROUND BY INTELLIGENT ROBOTS IN A RAPIDLY CHANGING ENVIRONMENT

A. A. Nikitina, S. I. Ulanov  
Федеральна державна бюджетна наукова установа «Інститут проблем штучного інтелекту»  
283048, Донецьк, вул. Артема, 118 б

## ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА МІСЦЕВОСТІ ІНТЕЛЛЕКТУАЛЬНИМИ РОБОТАМИ У ШВИДКОПЛІННІЙ ОБСТАНОВЦІ

В статье приведено несколько наиболее эффективные подходов для решения задачи обнаружения объектов на местности интеллектуальными роботами в быстроменяющейся обстановке. Обосновано применение компьютерного зрения, машинного обучения на основе самообучающейся свёрточной нейронной сети. Исследование данной проблемы показало, что наиболее эффективный результат даст использование данных подходов в комплексе.

**Ключевые слова:** самообучающаяся свёрточная нейронная сеть, ПЛИС, GPS-данные, редукция данных.

The article presents several of the most effective approaches for solving the problem of detecting objects on the ground by intelligent robots in a rapidly changing environment. The application of computer vision, machine learning based on self-learning convolutional neural network is justified. The study of this problem has shown that the most effective result will be the use of these approaches in a complex.

**Keywords:** self-learning convolutional neural network, FPGA, GPS data, data reduction.

У статті наведено кілька найбільш ефективні підходів для вирішення завдання виявлення об'єктів на місцевості інтелектуальними роботами в швидкоплинній обстановці. Обґрунтовано застосування комп'ютерного зору, машинного навчання на основі самонавчальної згорткової нейронної мережі. Дослідження даної проблеми показало, що найбільш ефективний результат дасть використання даних підходів в комплексі.

**Ключові слова:** самонавчальна згортова нейронна мережа, ПЛІС, GPS-дані, редукція даних.

С появлением интеллектуальных роботов возможности автоматизации процессов в различных сферах жизни значительно расширились. Эти устройства способны выполнить разнообразные задачи, которые ранее были недоступны для автоматизации. Одной из ключевых задач, которую интеллектуальные роботы могут выполнить, является обнаружение объектов на местности.

Благодаря использованию современных технологий, роботы могут производить сканирование территории, соответствующее анализировать полученную информацию, после чего выявлять различные объекты и сигнализировать об их наличии. Такой подход может быть полезен во многих сферах, включая исследование космоса, картографирование местности, разведку и безопасность, предотвращение катастроф и многое другое. Кроме того, использование интеллектуальных роботов может существенно ускорить выполнение рутинных задач и повысить эффективность работы в широком диапазоне областей [1].

Однако быстромменяющаяся обстановка усложняет эту задачу. Например, при проведении операций спасения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, на местности может появляться новая информация о возникших проблемах или изменение их характеристик. В таких условиях необходимо определить, каким способом роботам можно обеспечить высокую точность и скорость обнаружения объектов в динамической окружающей среде [2].

Для того чтобы эффективно выполнять задачу обнаружения объектов на местности, необходимо использовать разнообразные сенсоры, такие как камеры, радары, лидары и другие. Кроме того, важно учитывать особенности местности, на которой робот работает – это может быть как городская застройка, так и дикая природа. Соответственно, базой является летательный объект с применением необходимых навигационных и фоторегистрирующих приборов, радио приемной и радиопередающей аппаратурой. Также авианесущим объектом может быть дирижабль, квадрокоптер или планер (БПЛА). В некоторых случаях допустимо использовать имеющиеся стационарные высотные сооружения и конструкции [3].

Один из возможных подходов к решению этой задачи – использование компьютерного зрения. С его помощью выделяем объекты интереса на фоне окружающей среды, используя соответствующие алгоритмы обработки изображений. При этом необходимо учитывать возможные помехи, такие как тени, блики и прочие артефакты, которые могут существенно затруднить обнаружение объектов. Данный вопрос освещен научными сотрудниками ГУ «ИПИИ» в рамках материалов Донецкого международного круглого стола [4-7].

Другим подходом является использование машинного обучения на основе самообучающейся свёрточной нейронной сети (англ. *convolutional neural network, CNN*). Быстродействие в вычислении свертки нейросети можно повысить, применив ускоритель CNN на базе ПЛИС, использующий метод Винограда, конструкция которого была предложена научными сотрудниками ГУ «ИПИИ» [8]. Интеллектуальный робот может быть обучен распознавать типы объектов по определенным признакам, таким как форма, размер или цвет. Например, автомобиль может быть легко распознан по форме и размеру, что поможет роботу быстро обнаружить его на местности. Контролируя состояние участка местности, отснятые предметы, сравнивают фото, сделанные через определенные промежутки времени, определяют изменения и классифицируют появившиеся предметы [9,] [10].

Таким образом, для достижения максимальной эффективности при обнаружении объектов на местности, необходимо применять инновационные технологии, такие как компьютерное зрение, что позволяет обрабатывать данные с камер и других датчиков роботизированной системы и машинное обучение, используя при этом различные сенсоры в зависимости от специфики местности, на которой робот работает. Однако необходимо учитывать, что задача обнаружения объектов на местности является сложной и может быть затруднена различными факторами: погодой, временем суток, наличием помех и другими. Поэтому важно использовать несколько подходов одновременно и постоянно улучшать алгоритмы работы роботов [11], [12].

Одним из ключевых элементов работы таких систем является использование высокоскоростных датчиков с широкоугольными камерами (*FishEye* «рыбий глаз», которые комплектуются специальными короткофокусными объективами с охватом 180/360 градусов, но данная модель имеет сильные искажения по краям, что следует учесть), позволяющими получать данные о местности с большой точностью и скоростью.

Также для успешной работы в быстроменяющейся обстановке интеллектуальные роботы должны быть оснащены алгоритмами компьютерного зрения, которые позволяют им распознавать объекты на местности и классифицировать их по свойствам. Проводя «контроль границ», изображение каждого участка выводится на большой экран монитора одновременно со всех камер контроля.

Важно, прежде всего, подчеркнуть, что современная работа интеллектуальных роботов в условиях быстро изменяющейся среды требует не только высокой технической оснащенности, но также и несомненно определенной степени автономности. Ведь для успешного выполнения поставленных задач робот должен быть способен самостоятельно принимать решения, опираясь на полученные данные и заложенные в его программу алгоритмы [0000]. Поэтому обрабатываем информацию по очереди и выводим на экран тревожную точку с дополнительной визуальной подсветкой и с координатами навигационной системы. Данные координаты тревожных точек передают по радиоканалу адресату или всем имеющим допуск к этой информации. Что дает нам оперативную раздачу информации (координаты и изображение) «другим» службам.

Для повышения точности и скорости обнаружения объектов на местности, ведущие эксперты по робототехнике нередко прибегают к использованию сложных алгоритмов машинного обучения. Позволяя роботу распознавать различные типы объектов, такие алгоритмы значительно сокращают время, затрачиваемое на исследование местности.

В свою очередь, для более точного определения координат находящихся на местности объектов, также часто используются GPS-данные. Благодаря этому практикуется получение весьма детальной информации о расположении различных объектов и точных координатах движения робота. В общей сложности, применение таких современных технологий и инструментов делает работу робота еще более эффективной и надежной в плане изучения и мониторинга местности.

Кроме этого, для обнаружения объектов на местности можно использовать радары и сверхбыстрые сканирующие лазеры (LIDAR), которые работают по принципу отражения лазерного луча от поверхностей объектов. Эти данные затем обрабатываются для создания трехмерной модели окружающей среды.

Для обнаружения объектов на местности интеллектуальные роботы используют различные алгоритмы и методы. Один из них – это анализ изображений, получаемых с помощью камер и датчиков, установленных на роботе.

Другой метод – это использование картографических данных и GPS-координат для определения местоположения объектов. Для этого необходимо иметь базу данных с информацией о зданиях, дорогах, транспорте и других объектах. Также часто применяется комбинация различных методов и алгоритмов для достижения более точного и быстрого результата в условиях быстроменяющейся обстановки. Важными компонентами при выборе метода обнаружения являются точность, скорость, эффективность в различных погодных условиях и сложности местности. Кроме того, необходимо учитывать возможность адаптации к новым ситуациям и объектам.

Существует множество исследований в области обнаружения объектов на местности с помощью интеллектуальных роботов. Например, команда исследователей из Университета Мэриленда разрабатывает систему обнаружения и классификации различных типов земельных объектов (дороги, здания, растительность) с помощью дронов.

Другое исследование, проводимое в Институте Робототехники Карнеги-Меллона, направлено на создание автономной системы для поиска людей в беспилотном режиме. Система использует комплексный подход, включая алгоритмы обработки изображений и анализа данных с радара.

Также стоит отметить, что существует проект *DARPA Robotics Challenge*, который полностью посвящен разработке невероятно умных роботов, способных принимать решения в экстремальных условиях. В рамках данного конкурса участники должны разработать роботов, которые смогут без помощи человека выполнять сложные задачи и находить пути в неизвестной местности. Один из основных критериев для победы в этом конкурсе – способность робота быстро и самостоятельно обходить препятствия на незнакомой территории, что является чрезвычайно сложной задачей.

Методы редукции данных могут быть созданы с помощью микропроцессоров и специализированных алгоритмов, должны быть адаптированы с учетом особенностей работы, требуют серьезной подготовки и экспертизы в области программирования и анализа данных. Например, такие методы могут использоваться для определения наличия людей или животных на местности или для поиска определенных объектов.

Для эффективного обнаружения объектов на местности интеллектуальными роботами в быстроменяющейся обстановке необходима разработка модели, основанной на открытых словарях. В качестве такого словаря можно использовать *open-vocabulary-objectection*, который содержит описания объектов и их характеристики с точки зрения оптического, радиолокационного и других методов детектирования. Модель обнаружения объектов должна учитывать изменение местности во времени и приспосабливаться к новым условиям [13-16].

Требуется максимальная скорость обнаружения и высокая точность определения объектов, чтобы гарантировать безопасность и эффективность работы роботов. Чтобы решить эту проблему на должном уровне, используются граничные вычисления, основанные на концепции *one- and few-shot learning*, которая становится неотъемлемой частью их функционала. Концепция *one-shot learning* предполагает возможность обучения модели распознавать новые объекты по единственному примеру. *Few-shot learning* позволяет узнавать новые объекты уже после нескольких примеров. Важным фактором также является быстрота вычислений, и возможность обработки больших объемов информации в режиме реального времени, что обеспечивает высокую эффективность и точность работы интеллектуальных роботов в различных

ситуациях. Для использования этих методов в граничных вычислениях необходимо иметь максимально широкий набор данных для обучения [17]. Модель должна быть способна находить закономерности в данных и производить классификацию объектов.

Однако такие методы требуют большого количества вычислительных ресурсов и времени на обучение модели [18]. Кроме того, необходимо учитывать особенности конкретной задачи и выбрать наиболее подходящую концепцию для ее решения.

## Список литературы

1. Бычков И.В., Кензин М.Ю., Максимкин Н.Н. Двухуровневый эволюционный подход к маршрутизации группы подводных роботов в условиях периодической ротации состава. *Труды СПИИРАН*. Санкт-Петербург, 2019. Том 18, № 2. С. 267-301.
2. Blidberg D.R. The Development of Autonomous Underwater Vehicles (AUV); A Brief Summary. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. 2001. vol. 4. pp. 1.
3. Kenzin M.Yu., Bychkov I.V., Maksimkin N.N. A hybrid approach to solve the dynamic patrol routing problem for group of underwater robots. *39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. 2016. Pp. 1114-1119.
4. Никитина А.А. Анализ достижений научных исследований и инноваций в области искусственных нейронных сетей (ИНС). *Материалы Донецкого международного научного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение» III-2020*. Донецк: ГУ ИПИИ, 2020. С. 142-148.
5. Никитина А.А., Близно М. В. Обзор машинных методов стереозрения. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. III – 2021: Материалы Донецкого международного круглого стола*. Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021 г. С. 104-109.
6. Зуев М. В., Бутов О. А., Иванова С. Б., Никитина, А.А., Уланов, С. И. Способ обучения нейронной сети управления роботом. *Проблемы искусственного интеллекта (International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence»)*, ISSN 2413-7383. 2021. № 2 (21). С. 22-33.
7. Зуев В.М., Близно М.В. Алгоритм калибровки стереокамеры. *Проблемы искусственного интеллекта (International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence»)*, ISSN 2413-7383. 2020. № 4 (19).
8. Зуев В.М., Никитина А.А. Разработка ускорителя сверточной нейронной сети на базе ПЛИС, использующего алгоритм Винограда ПЛИС. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. III – 2021: Материалы Донецкого международного круглого стола*. Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021 г. С. 96-103.
9. Еремеев С.В., Абакумов, А.В., Андрианов, Д.Е., Шибакина Т.А. Метод векторизации спутниковых снимков на основе их разложения по топологическим особенностям. *Информатика и автоматизация*. 2023. Том 22, № 1. С. 110-145.
10. Черниковский Д.М., Алексеев А.С. Определение средних высот и запасов древостоев на основе обработки информации топографической радарной съёмки, цифровых моделей рельефа и ГИС технологий. *Труды СПИИРАН*. 2019. Том 18, № 2. С. 416-444.
11. Пикалев Я.С., Ермоленко Т.Е. О нейронных архитектурах извлечения признаков для задачи распознавания объектов на устройствах с ограниченной вычислительной мощностью. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола*. Донецк : ФГБНУ «ИПИИ», 2023. 252 с. С. 142-147.
12. Зуев В.М. Сравнение обнаружения классическим способом. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола*. Донецк : ФГБНУ «ИПИИ», 2023. 252 с. С. 70-79.
13. Фролов В.В. Методы синхронного сложения видеосигналов. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола*. Донецк : ФГБНУ «ИПИИ», 2023. 252 с. С. 217-220.
14. Фролов В.В., Пигуз В.Н. Интеллектуальные системы видеонаблюдения со встроенной видеоаналитикой для решения задач охранной сигнализации. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола*. Донецк :ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ «ИПИИ»), 2022. 216 с. С. 133-140.

15. Близно М.В., Зуев В.М., Иванова С. Б. Распознавание изображений по коэффициентам дискретного косинусного преобразования. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола.* – Донецк : ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ «ИПИИ»), 2022. 216 с. С. 92-96.
16. Бутов О. А. Обзор автоматизированных средств проектирования и имитационного моделирования. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола.* Донецк : ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ «ИПИИ»), 2022. 216 с. С. 102–113.
17. Полоус А. Г. Возможности обработки онтологий с помощью библиотеки DotNetRDF. *Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы VIII Международной научной конференции (Донецк, 25–27 октября 2023 г.).* Том 2: Физические, технические и компьютерные науки / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. Донецк : Изд-во ДонГУ, 2023. 382 с. С. 344–346.
18. Покинтелица, А. Е. Особенности редукции данных, поступающих на вход робототехнической системы. *Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение : материалы Донецкого международного научного круглого стола.* Донецк : ФГБНУ «ИПИИ», 2023. 252 с. С. 162–167.

## References

1. Bychkov, I.V., Kenzin, M.Yu., Maksimkin, N.N. A two-level evolutionary approach to routing a group of underwater robots in conditions of periodic rotation of the composition. *Proceedings of SPIRAN St. Petersburg*, volume 18 No. 22019, pp. 267-301.
2. Blidberg D.R. The Development of Autonomous Underwater Vehicles (AUV); A Brief Summary. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. 2001. vol. 4. pp. 1.
3. Kenzin M.Yu., Bychkov I.V., Maksimkin N.N. A hybrid approach to solve the dynamic patrol routing problem for group of underwater robots. *39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. 2016. pp. 1114–1119.
4. Nikitina, A. A. Analiz dostizheniy nauchnykh issledovaniy i innovatsiy v oblasti iskusstvennykh neyronnykh setey (INS) [Analysis of scientific research and innovation achievements in the field of artificial neural networks (INS)]. *Materialy Donetskogo mezhdunarodnogo nauchnogo kruglogo stola «Iskusstvennyy intellekt: teoreticheskiye aspekty i prakticheskoye primeneniye» II-2020* [Materials of the Donetsk International Scientific round table "Artificial intelligence: theoretical aspects and practical application" AI-2020]. Donetsk: GU IPII, 2020. pp. 142-148.
5. Nikitina, A.A., Blizno M.V. Obzor mashinnykh metodov stereozreniya [Review of machine methods of stereovision] *Materialy Donetskogo mezhdunarodnogo kruglogo stola «Iskusstvennyy intellekt: teoreticheskiye aspekty i prakticheskoye primeneniye. II – 2021»*. [Materials of the Donetsk International round table "Artificial intelligence: theoretical aspects and practical application. AI – 2021"]. Donetsk : GU "IPII", 27.05.2021. pp. 104-109.
6. Zuev M.V., Butov O.A., Ivanova S.B., Nikitina A.A., Ulanov S. I. Sposob obucheniya neyronnoy seti upravleniya robotom [Method of training a neural network of robot control] *Problemy iskusstvennogo intellekta (International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence»)*, ISSN 2413-7383 [International Peer-Reviewed Scientific Journal "Problems of Artificial Intelligence", ISSN 2413-7383]. 2021 No. 2 (21). pp. 22-33.
7. Zuev V.M., Blizno M.V. Algoritm kalibrovki stereokamery [Stereo camera calibration algorithm] *Problemy iskusstvennogo intellekta (International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence»)*, ISSN 2413-7383 [Problems of artificial intelligence (International Peer-Reviewed Scientific Journal "Problems of Artificial Intelligence")], ISSN 2413-7383. 2020. № 4 (19).
8. Zuev V.M., Nikitina A.A. Razrabotka uskoritelya svertochnoy neyronnoy seti na baze PLIS, ispol'zuyushchego algoritm Vinograda PLIS [Development of a convolutional neural network accelerator on the basis of FPGA using the algorithm of FPGA Grapes] *Materialy Donetskogo mezhdunarodnogo kruglogo stola «Iskusstvennyy intellekt: teoreticheskiye aspekty* [Materials of the Donetsk International Round table "Artificial Intelligence: theoretical aspects and practical application. AI – 2021"]. Donetsk : GU "IPII", 27.05.2021 pp. 96-103.
9. Ereemeev S.V., Abakumov A.V., Andrianov, D.E., Shirabakina T.A. Method of vectorization of satellite images based on their decomposition by topological features. *Computer science and automation*. 2023. Volume 22, No. 1. Pp. 110-145.

10. Chernikhovskiy D.M., Alekseev A.S. Determination of average heights and stocks of stands based on the processing of topographic radar survey information, digital terrain models and GIS technologies. *The works of SPIIRAN*. Volume 18 No. 2, 2019. pp. 416-444.
11. Pikalev Ya.S., Ermolenko T.E. On neural architectures of feature extraction for the problem of object recognition on devices with limited computing power. *Artificial intelligence: theoretical aspects, practical application: materials of the Donetsk International Scientific Round Table*. Donetsk : FGBNU "IPII", 2023. 252 p. pp. 142-147.
12. Zuev V.M. Comparison of detection by the classical method. *Artificial intelligence: theoretical aspects, practical application : materials of the Donetsk International Scientific Round table*. Donetsk : FGBNU "IPII", 2023. 252 p. pp. 70-79.
13. Frolov V.V. Methods of synchronous addition of video signals. *Artificial intelligence: theoretical aspects, practical application : materials of the Donetsk International Scientific Round table*. Donetsk : FGBNU "IPII", 2023. 252 p. p. 217-220.
14. Frolov V.V., Piguz V.N. Intelligent video surveillance systems with integrated video analytics for solving security alarm problems. *Artificial intelligence: theoretical aspects and practical application: materials of the Donetsk International Scientific Round Table*. Donetsk : GU "Institute of Artificial Intelligence Problems" (GU "IPII"), 2022. 216 p. pp. 133-140.
15. Blizno M.V., Zuev V.M., Ivanova S.B. Image recognition by coefficients of discrete cosine transformation. *Artificial intelligence: theoretical Aspects and practical application : materials of the Donetsk International Scientific Round Table*. Donetsk : GU "Institute of Artificial Intelligence Problems" (GU "IPII"), 2022. 216 p. pp. 92-96.
16. Butov O. A. Review of automated design and simulation tools. *Artificial intelligence: theoretical aspects and practical application : materials of the Donetsk International Scientific Round Table*. Donetsk : GU "Institute of Artificial Intelligence Problems" (GU "IPII"), 2022. 216 c. pp. 102-113.
17. Polous A. G. Possibilities of processing ontologies using the dotNetRDF library. *Donetsk Readings 2023: Education, Science, Innovation, Culture and Modern Challenges : Proceedings of the VIII International Scientific Conference (Donetsk, October 25-27, 2023)*. Volume 2: Physical, Technical and Computer Sciences / edited by Prof. S.V. Bepalova. Donetsk : DonGU Publishing House, 2023. 382 p. pp. 344-346.
18. Pokintelitsa A. E. Features of data reduction coming to the input of a robotic system. *Artificial intelligence: theoretical aspects, practical application : materials of the Donetsk International Scientific Round table*. Donetsk : FGBNU "IPII", 2023. 252 p. p. 162-167.

## RESUME

*A. A. Nikitina, S. I. Ulanov*

### *Detection of Objects on the Ground by Intelligent Robots in a Rapidly Changing Environment*

At the moment, there are many approaches to solving the problem of detecting objects on the ground by intelligent robots in a rapidly changing environment. Each of them can be useful depending on the requirements. The solution needs to be optimized by evaluating the advantages and disadvantages, as well as based on the goals and objectives when detecting objects on the ground.

For effective detection of objects on the ground by intelligent robots in a rapidly changing environment, it is necessary to use data reduction methods that will reduce the amount of information for further processing. This is especially important when working with large amounts of data, for example, when using high-resolution cameras.

It is also important to take into account possible restrictions on the use of robots in certain situations, for example, in a war zone or in industrial facilities with increased danger. This means that the creation and development of such robots.

## РЕЗЮМЕ

*А. А. Никитина, С. И. Уланов*

### *Обнаружение объектов на местности интеллектуальными роботами в быстромменяющейся обстановке*

На данный момент существует множество подходов для решения задачи обнаружения объектов на местности интеллектуальными роботами в быстромменяющейся обстановке. Каждый из них может быть полезен в зависимости от требований. Решение необходимо оптимизировать, оценив преимущества и недостатки, а также основываясь на целях и задачах при обнаружении объектов на местности.

Для эффективного обнаружения объектов на местности интеллектуальными роботами в быстромменяющейся обстановке необходимо использовать методы редукции данных, которые позволят уменьшить объем информации для дальнейшей обработки. Это особенно важно при работе с большими объемами данных, например, при использовании камер высокого разрешения.

Важно также учитывать возможные ограничения на использование роботов в определенных ситуациях, например, в зоне военных действий или в промышленных объектах с повышенной опасностью. Это означает, что создание и разработка таких роботов - это далеко не простой процесс, требующий от инженеров многолетнего опыта и серьезных знаний в области программирования и техники. Что открывает новые возможности для их использования в различных областях медицины и науки, значительно улучшить эффективность и безопасность в поисковых работах, а также в контроле за изменениями территории в зоне природных катастроф.

**Никитина Анжела Анатольевна** – ведущий инженер по научно-технической информации, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта». *Область научных интересов:* компьютерные информационные технологии, эл. почта [pastuhova.anjela@gmail.com](mailto:pastuhova.anjela@gmail.com), адрес: 283048, г. Донецк, ул. Артема, д. 118 б, телефон +7949 332 78 09

**Уланов Сергей Иванович** – ведущий инженер отдела, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк. *Область научных интересов:* интеллектуальные робототехнические системы. эл. почта [ulanov56@yandex.ru](mailto:ulanov56@yandex.ru), адрес: 283048, г. Донецк, ул. Артема, д. 118 б, телефон: +7949 4048702

Статья поступила в редакцию 17.02.2023.