



ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

УДК 623.41

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРАСТА ПРОТИВОПЕХОТНОЙ МИНЫ НА ФОНЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

М. А. Бондаренко, А. В. Бондаренко, Л. А. Маринина, А. А. Кобозев

Аннотация. Приведены результаты исследования возможностей получения дополнительных информативных признаков при обнаружении малоконтрастных объектов путем ведения наблюдения в различных спектральных диапазонах. В качестве объекта выбран образец мины «Лепесток», наблюдаемый в ультрафиолетовом (УФ), видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах на фоне растительности.

Ключевые слова: диффузное отражение, фон, контраст, изображение, инфракрасный, ультрафиолетовый.

STUDY OF THE ANTIPERSONNEL MINE CONTRAST AT A VEGETATION BACKGROUND

М. А. Bondarenko, A.V. Bondarenko, L. A. Marinina, A. A. Kobozev

Abstract. There are presented the results of obtaining additional informative features when detecting low-contrast objects by conducting observations in various spectral ranges. A petal mine sample was selected as an object, observed in the ultraviolet (UV), visible and near infrared (IR) ranges at a vegetation background.

Keywords: diffuse reflection, background, contrast, image, infrared, ultraviolet.

Обнаружение малоконтрастных объектов является актуальной задачей оптико-электронной разведки. Получение дополнительных информативных признаков возможно путем применения приборов, позволяющих ведение наблюдения в ультрафиолетовом (УФ), видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах [1–3].

В качестве объекта исследования выбран образец противопехотной мины, наблюдаемый на фоне растительности. На первом этапе эксперимента исследовалось диффузное отражение поверхности материала учебной мины «Лепесток» модели ПФМ-1 912-1-82 СД-2 У в восьми спектральных зонах светодиодной подсветки с пиками 395, 470, 520, 590, 660, 770, 850 и 940 нм с помощью микроскопа-спектрометра RT-1280MS разработки «Растр Технолоджи» (г. Москва) с рабочим разрешением 10 мкм/пиксель при размере формируемых изображений 1280 x 1024 (рисунок 1).

Для получения яркостей спектрональных изображений на рисунке 1, отвечающих коэффициентам диффузного отражения, микроскоп-спектрометр был предварительно откалиброван по белому эталону диффузного отражения – белому оптически однородному фторопласту I сорта, в предположении что он имеет коэффициент отражения на уровне $80 \pm 1\%$ в спектральном диапазоне 380...1000 нм измерения с учётом полуширины спектра излучения светодиодов.

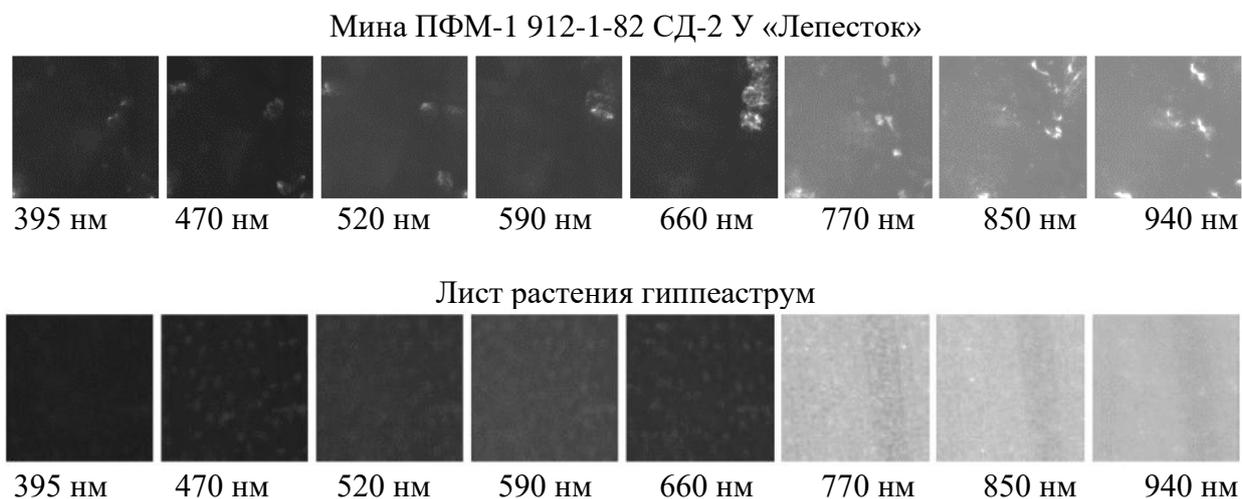


Рисунок 1 – Сравнение центральных фрагментов 128x128 спектрональных изображений участка корпуса зелёной мины ПФМ-1 и поверхности живого здорового листа комнатного растения гиппеаструм

Фокусировка микроскопа-спектрометра производилась в ручном режиме по белому свету, когда все группы светодиодов включены и облучают исследуемый образец.

Для сравнительной оценки относительного контраста изображений участка листа растения гиппеаструм и мины «Лепесток» приведены графики средних яркостей их изображений в различных спектральных зонах наблюдения (рисунок 2).

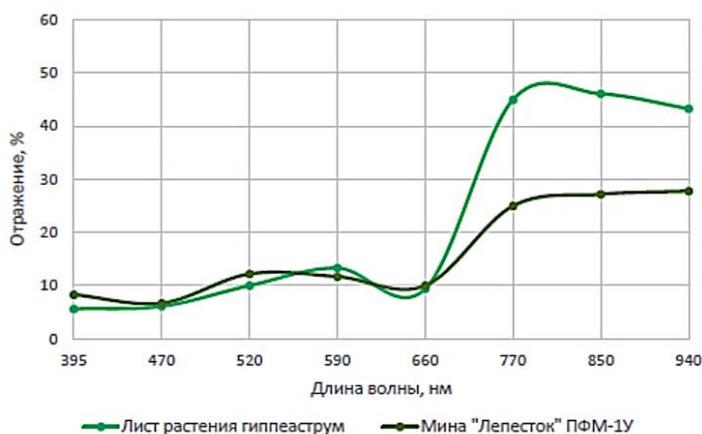


Рисунок 2 – Спектр отражения мины «Лепесток» и листа растения гиппеаструм, построенный по средним яркостям их спектрональных изображений

График спектра листа на рисунке 2 согласован с известной усреднённой спектральной характеристикой зелёной растительности, взятой из спектральной библиотеки [4], который имеет максимум с коэффициентом отражения $48 \pm 1\%$ на длине волны 815 ± 5 нм (рисунок 3).

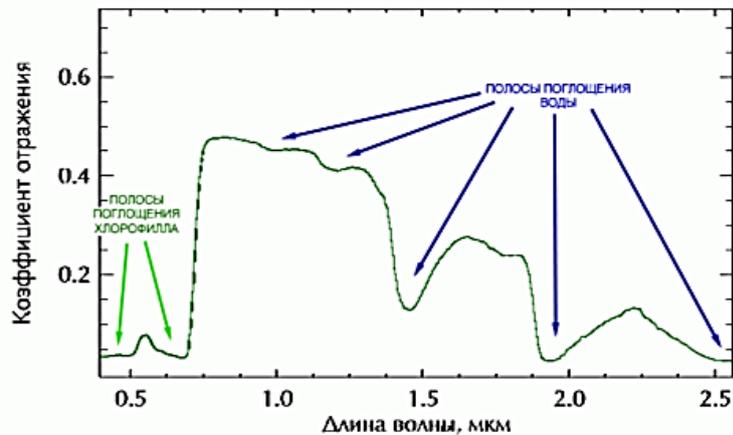


Рисунок 3 – Типичный спектр отражения зелёной фотосинтезирующей растительности из спектральной библиотеки от 375 до 2500 нм

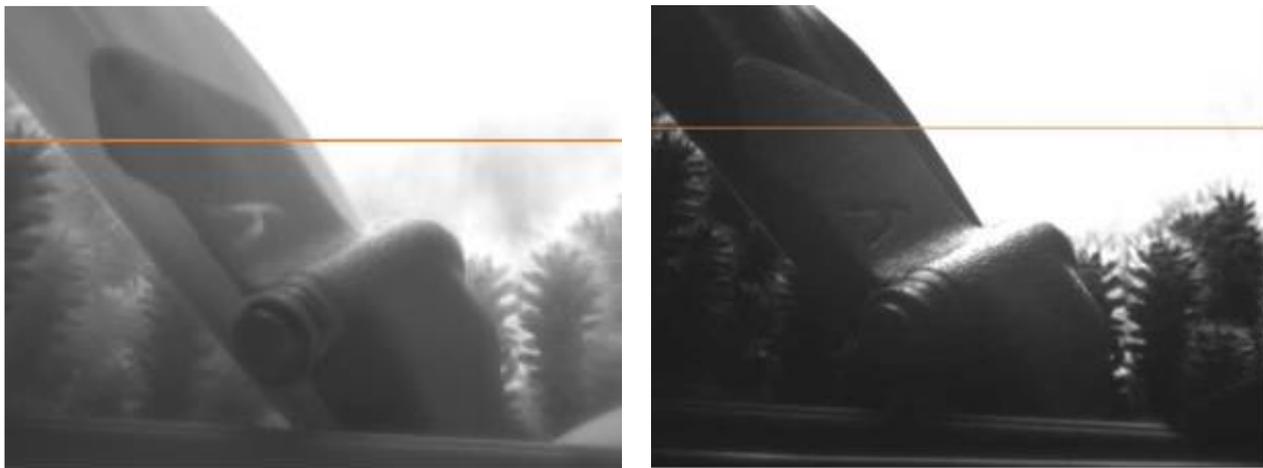
Имеются существенные относительные контрасты на уровне 15–20 % при наблюдении на фоне растительности противопехотных пластиковых мин типа «Лепесток» в ИК области от 750 нм до 1000 нм. Для видимого и УФ диапазона величина контрастов не превышает 3 %, что делает ненадёжным использование этих спектральных диапазонов для данной задачи. В подтверждение этого обстоятельства приведено цветное изображение видимого диапазона мины и листа гиппеаструма (рисунок 4).



Рисунок 4 – Отсутствие контраста материалов в видимом диапазоне при съёмке бытовой цветной фотокамерой телефона SM-G975F

Лучший по контрасту результат наблюдается в ближнем ИК диапазоне (от 720 до 1100 нм по уровню пропускания фильтра 0,1 и с учётом границы диапазона чувствительности камеры) при тех же условиях освещённости, выдержке в 0,0075 секунд с частотой кадров в 25 Гц. На рисунках приведены снимки камеры RT-2400UV, полученные в

ближнем инфракрасном ИК диапазоне 720–1100 нм, выдержка 0,0075 с (рисунок 5, а) и в ближнем ультрафиолетовом УФ диапазоне 330–380 нм, выдержка 0,4 с (рисунок 5, б).



а)

б)

Рисунок 5 – Кадр RT-2400UV в диапазонах: а) 720–1100 нм, выдержка 0,0075 с;
б) 330–380 нм, выдержка 0,4 с

Для решения задачи автоматического обнаружения пластиковых зелёных противопехотных мин на фоне покровной растительности рекомендуется использовать измерительные цифровые камеры со светосильными объективами при постановке светофильтра ближнего ИК диапазона 730–1100 нм [5]. Повышение эффективности оптико-электронной разведки возможно путем применения приборов расширенного спектрального диапазона.

Список литературы

1. Маринина, Л. А. Оценка обнаружительных возможностей камеры ультрафиолетового диапазона / Л. А. Маринина, М. Ю. Сохарев, П. Н. Агунькин, А. И. Звижинский // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева. – № 1 (29). – 2022. – С. 111–118.
2. Бондаренко, А. В. Сравнительное наблюдение в УФ-А, видимом и ближнем ИК с помощью цифровой камеры RT-2400UV / А. В. Бондаренко, М. А. Бондаренко, М. Г. Князев, К. А. Ядчук // XXVI Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения. Тезисы докладов. – М., 2022. – С. 86–88.
3. Маринина, Л. А. Повышение информативности ведения разведки путем обеспечения подразделений телевизионными приборами ультрафиолетового диапазона / Л. А. Маринина, А. С. Варавкин // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва. – № 3 (15). – 2018. – С. 76–80.
4. Спектральные библиотеки – источники данных по спектрам : офиц. сайт – URL: <https://gis-lab.info/qa/spectrum-lib.html> (дата обращения: 05.05.2024).
5. LP715 Near-IR Longpass Filter : офиц. сайт – URL: <https://midopt.com/filters/lp715/> (дата обращения: 05.05.2024).



References

1. Marinina, L. A. Assessment of the detection capabilities of the ultra-violet range camera / L. A. Marinina, M. Yu. Sokharev, P. N. Agunkin, A. I. Zvizhinsky // Bulletin of the Military Academy of Logistics named after Army General A. V. Khrulev. – № 1 (29). – 2022. – PP. 111–118.
2. Bondarenko, A. V. Comparative observation in UV, visible and near IR using the RT-2400UV digital camera / A. V. Bondarenko, M. A. Bondarenko, M. G. Knyazev, K. A. Yadchuk // XXVI International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Night Vision Devices. Abstracts of reports. – M., 2022. – PP. 86–88.
3. Marinina, L. A. Increasing the informativeness of intelligence by providing units with television devices of the ultraviolet range / L. A. Marinina, A. S. Varavkin // Bulletin of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev. – № 3 (15). – 2018. – PP. 76–80.
4. Spectral libraries – sources of spectral data : offic. website – URL: <https://gis-lab.info/qa/spectrum-lib.html> (date of application: 05.05.2024).
5. LP715 Near-IR Longpass Filter : office. website – URL: <https://midopt.com/filters/lp715/> (date of application: 05.05.2024).

Информация об авторах

Бондаренко Максим Андреевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ООО «Растр Технолоджи», г. Москва.

Бондаренко Андрей Викторович – Генеральный директор ООО «Растр Технолоджи», г. Москва.

Маринина Лариса Александровна – кандидат технических наук, преподаватель Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва в г. Пензе.

Кобозев Алексей Альбертович – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника кафедры военных приборов Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва в г. Пензе.

Information about the authors

Bondarenko Maxim Andreevich – candidate of technical sciences, leading researcher of Raster Technology LLC, in Moscow.

Bondarenko Andrey Viktorovich – General director of Raster Technology LLC, in Moscow.

Marinina Larisa Alexandrovna – candidate of technical sciences, lecturer at the Military Academy of Logistics named after Army General A. V. Khrulev in Penza.

Kobozev Alexey Albertovich – candidate of technical sciences, associate professor, deputy head of the Department of Military Devices of the Military Academy of Logistics named after Army General A. V. Khrulev in Penza.