

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАНИЯ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЁМКИ**

**Мазуренко А.С., Аниськов И.П.**

**РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов»  
НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь**

Активное внедрение гиперспектральных (далее – ГС) камер в процесс распознавания образов повлекло за собой необходимость применения специальных методов анализа большого информационного объёма данных изображений в формате гиперкубов для множества спектральных каналов современных ГС камер (до сотен каналов). С целью ускорения обработки изображений такого большого объёма информации применяют специальным образом обученные нейронные сети (далее – НС). Для задач распознавания образов эффективно использовать свёрточные НС. Наиболее показательным частым применением ГС камер для распознавания образов является применение их для распознавания типов культур и оценки их состояния [1]. В качестве устоявшегося подхода в распознавании типа и состояния сельскохозяйственной культуры (далее – СК) часто применяют построенные на основе гиперкубов изображений с достаточно высоким спектральным разрешением (достаточно большим количеством спектральных каналов) и диапазоном, включающим оптический и ближний инфракрасный, карты нормализованного дифференциального индекса вегетации NDVI, которые во временной многомесячной динамике по анализу широко доступных ГС данных дистанционного зондирования со спутников [2] позволяют однозначно определить тип и состояние сельскохозяйственного посева в течение периода вызревания этого посева.

Ещё одним из ярких применений специально обученных свёрточных НС стало использование их для восстановления изображений полученных от ГС камер с наиболее компактными оптическими системами, минимизированными за счёт применения дифракционно искажающих изображения дифракционных оптических элементов. В рамках НИРОКР «Разработать и освоить в производстве многофункциональный беспилотный авиационный комплекс обследования территорий с целью выявления мест произрастания инвазивных растений, путей и средств их перевозки» № государственной регистрации 20213676 с установкой на беспилотном летательном аппарате (далее – БЛА) применена такая компактная ГС камера Copter.Space [3] производства Самарского национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева с дифракционным оптическим элементом, позволяющим исключить из оптической системы камеры традиционную тяжёлую и громоздкую призму в рефракционном подходе получения ГС изображений. Для восстановления дифракционно искаженного изображения используется свёрточная НС в процессе загрузки ГС данных съёмки

этой камерой с БЛА через сеть Интернет на сервер облачного сервиса (далее – СО) ООО «Байт-Самара». После восстановления дифракционно изменённых данных съёмки этот СО также осуществляет сборку ортофотопланов и построение гиперкубов с пространственной геопривязкой, визуализацией и анализом ГС данных с использованием алгоритма поиска посевов инвазивных растений (далее – ИР) на основе анализа карт индекса вегетации NDVI. В настоящее время на российском сервере СО ООО «Байт-Самара» не предусмотрены возможности ретроспективного анализа состояния СК на протяжении сезона её роста, что реализовано в платном американском сервисе [2]. Однако существующие бесплатные и платные интернет-сервисы дистанционного зондирования со спутника пока не предусматривают выявление и анализ состояния важных для МВД Беларуси (заказчика НИОКР, результаты которой представляются здесь) ИР.

Вне задач настоящей НИОКР в рамках независимой НИР предприятия по наработанным методам анализа карт индекса вегетации NDVI разрабатывается специальная ИС для ускорения выявления ИР с минимизацией ошибок распознавания ГС данных съёмки.

Таким образом, применение ГС камеры Copter.Space [3] производства Самарского национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева с анализом ГС данных съёмок (с БЛА предприятия в рамках НИОКР) на сервере СО ООО «Байт-Самара» является первым доступным белорусским практическим опытом поиска ИР. В отличие от анализа вида и состояния СК с возможностью ретроспективного исследования на протяжении сезона её роста, предполагаемого в платном сервисе [2] анализа данных дистанционного зондирования со спутника, в предпринятом в НИОКР распознавании СК с БЛА нет возможных ограничений закрывающей поля СК облачности, частой в условиях умеренного климата Беларуси, выше точность съёмки с БЛА посевов СК и есть возможность адаптации средств анализа ГС данных для поиска ИР. Опыт поиска ИР с БЛА с установленной ГС камерой Copter.Space [3] уже есть в Российской Федерации. В тесном сотрудничестве с российской стороной этот опыт в рамках НИОКР адаптируется к задачам МВД Беларуси.

1. Распознавание типов культур и оценка состояния их здоровья с использованием гиперспектральной съёмки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/articles/tech-equipment/6177/>. – Дата доступа: 28.02.2022.

2. ГИС карта: Виды геоинформационного картирования и их применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eos.com/ru/blog/gis-karta/>. – Дата доступа: 28.02.2022.

3. Беспилотники-агрономы для «умного земледелия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/bespilotniki-agronomy-dlya-umnogo-zemledeliya>. – Дата доступа: 28.02.2022.