

*Л. А. Головина*¹, *И. М. Ламков*^{2✉}

Методика подготовки оператора беспилотного воздушного судна для идентификации достоверной видеoinформации в зонах техногенного воздействия на биосферу

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет водного транспорта,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: igor.lamkov@ya.ru

Аннотация. Использование данных дистанционного зондирования Земли является основополагающим процессом при мониторинге состояния экосистем, выявления опасного техногенного воздействия на биосферу. При исследовании пространственного изменения быстропротекающих процессов и явлений оперативная космическая информация не всегда своевременна, особенно для оценки их локального развития. Использование аэромобильных систем, в том числе беспилотных воздушных судов, позволяет эффективнее выполнять сбор систематической информации. Для подготовки специалиста по аэровизуальным наблюдениям требуется набор статичных и динамичных тренировочных данных, позволяющих идентифицировать объекты, явления и процессы, зафиксированные на любом регистрирующем устройстве.

Ключевые слова: аэромобильные системы, идентификация и достоверность видеoinформации, интерактивные ресурсы, метод аналогий

*L. A. Golovina*¹, *I. M. Lamkov*^{2✉}

The methodology of training the operator of an unmanned aircraft to identify reliable video information in areas of anthropogenic impact on the biosphere

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: igor.lamkov@ya.ru

Abstract. The use of Earth remote sensing data is fundamental for in monitoring the state of ecosystems, identifying dangerous man-made impacts on the biosphere. When studying the spatial dimension of fast-flowing processes and phenomena, operational space information is not always timely, especially for assessing their local development. The use of airmobile systems, including unmanned aircraft, makes it possible to collect systematic information more efficiently. To train an aerovisual observation specialist, a set of static and dynamic training data is required to identify objects, phenomena and processes recorded on any recording device.

Keywords: airmobile systems, identification and reliability of video information, interactive resources, the method of analogies

Введение

Российская Федерация по своей территории охватывает несколько климатических поясов и природных зон. Огромная протяженность с севера на юг в

сочетании с широтным расположением и многообразием ландшафтов способствует риску возникновения многочисленных стихийных природных бедствий. Северная специфика нашей страны накладывает определенные технические условия для создания нормальной жизни людей и развития хозяйства, которые нередко приводят к техногенным угрозам и необходимости организации специальных защитных, предупредительных и ликвидационных мероприятий.

Чрезвычайные ситуации помимо огромных экономических потерь воздействуют на устойчивость долгосрочного развития общества и его безопасность. Снижение риска бедствий и угроз стихийного и техногенного характера является неотъемлемой частью предупреждения опасностей и эффективного на них реагирования. Использование современных перспективных технологий и технических средств, к которым, в частности, относятся аэромобильные системы при мониторинге потенциально опасных участков, проведения поисковых и аварийно-спасательных работ, позволяет эффективнее организовывать мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Методы и материалы

Беспилотные воздушные системы (БВС) стали важнейшим инструментом для проведения различных технических проверок, мониторингов состояний и решения других плановых и внеплановых задач различных отраслей народного хозяйства. Их преимуществом, несомненно, является возможность добраться до труднодоступных, опасных и недоступных для пилотируемых средств территорий в кратчайшее время и проведение наблюдений в системе реального режима времени [1]. БВС становятся глазами специалиста-оператора, так как фотокамера фиксирует объекты в момент фотографирования, включая и временно находящиеся, и данная информация может сразу же передаваться по видеоканалу для ее изучения. Однако, для правильной интерпретации получаемой видеоинформации необходима специальная подготовка внешнего пилота, к которой относится умение относить объект к определенному классу на основании его характерных визуальных признаков. По существу, оператор должен иметь навыки специалиста-дешифровщика в области обработки материалов дистанционного зондирования, позволяющие получать исчерпывающую информацию о характере местности, ее проходимости, рельефе, почвенно-грунтовой и растительным покрове, гидрографической сети, антропогенной нагрузке. Чтобы уверенно распознавать ситуацию, в том числе и на видеоизображении, необходимо усвоить визуальные признаки, не только общие для большинства объектов, но и свойственные определенной их группе.

В этих целях к специалисту, занимающемуся обработкой видеоинформации, куда может входить распознавание-соотнесение объекта к определенному классу, и дешифрирование-определение количественных и качественных параметров объектов или явлений, предъявляются определенные требования [2]:

– умение представлять объект, отображенный с верхнего ракурса на изображении в реальном виде. Данный навык позволит уменьшить зрительные иллюзии (искажения форм объектов), возникающие при отсутствии четкой ассоциации объектов изображения с их реальным видом;

– иметь высокую стабильную надежность, связанную со зрительной утомляемостью и свойствами нервной системой (усидчивость и внимание к конкретной работе);

– обладание технико-психологическими навыками, то есть наличие в памяти зрительных образов многочисленных естественных и искусственных объектов. С этими образами специалист сравнивает изображения и таким образом происходит поиск аналогов и распознавание объектов. Этот процесс должен происходить практически мгновенно для БВС самолетного типа, когда нет возможности зависания над исследуемым объектом;

– наличие хорошей остроты зрения, высокой скорости зрительного сканирования, умение производить глазомерные оценки.

Эти навыки развиваются в ходе специальной подготовки и тренировок в условиях разного стереоскопического восприятия и различимости цветовых характеристик объектов при дефиците времени на проведение наблюдений. Такая подготовка может включать следующие этапы.

1. Изучение альбомных эталонных изображений и таблицы аннотируемых фотоизображений. При работе с этими материалами оператор БВС постепенно формирует зрительное восприятие разных объектов, что позволит ему распознавать аналогичные объекты при выполнении полетного задания.

2. Использование виртуальных цифровых интерактивных ресурсов.

Такие программы, как Google Planet, Google Maps, GRASS GIS, Google Street View, Яндекс-Карты, находящиеся в свободном доступе, помогают классифицировать изображение объекта на снимке, так как можно рассматривать его реальное натуральное изображение в трехмерном виде с пространственным разрешением до 0,5 м. Для этих целей служит функция «Панорама», которая позволяет видеть различные объекты населенных пунктов и их близлежащих территорий. В большинстве случаев панорамы формируются на крупные населенные пункты, а также на территории с наличием важных локаций (дорожные магистрали, природные парки и загородные области, значимые территории). На незастроенную и необжитую территорию создаются точечные воздушные панорамы, радиус обзора которых может составлять от 2 до 10 км при высоте воздушного фотографирования 150–500 м. Такие панорамы очень полезны для знакомства с территорией разнообразных географических ландшафтов, так как однотипные природные комплексы могут встречаться и в разных ландшафтах-аналогах. Поэтому изученный в натуре участок может быть использован и за пределами данного ландшафта, где панорамные изображения отсутствуют.

3. Проверка полученных навыков путем распознавания кадровых изображений (система видеодиктантов-слайдов). Видеодиктант формируется таким образом, чтобы каждый слайд отличался от предыдущего набором объектов распознавания, то есть включал компактные, линейно-протяженные объекты разного

назначения, площадные объекты антропогенного и естественного характера. Причем один и тот же слайд может иметь разное задание в зависимости от зрительной нагрузки изображения. Скорость смены слайдов с разными объектами не более 30 секунд.

4. Контрольное задание осуществляется по видеоролику. Обязательным является постановка задачи по перечню объектов, подлежащих распознаванию. Результаты контрольного задания могут фиксироваться графически в виде условных обозначений или записи на диктофоне. Для объективной оценки работы оператора БВС ожидаемая достоверность распознавания может быть принята от 0,6 до 0,75. Данная оценка соответствует расчету достоверности дешифрирования, принятая при камеральной обработке [3].

Обсуждение

Первый этап предполагает самостоятельную работу обучающегося, так как целью является накапливание информации по изображениям различных объектов и доведение зрительного восприятия до автоматизма. Этот этап требует наличия достаточного количества типовых аэрофотоизображений, разнообразных эталонов, описания дешифровочных признаков, дешифровочных определителей, которые являются обучающим массивом. На данном этапе формируется основа последующего освоения навыков распознавания материалов видеоинформации, полученной с БВС. Этот этап является статичным и направлен на формирование «банка данных».

Второй и третий этапы в обучении требуют обязательного участия инструктора-специалиста в области идентификации информации, полученной методами дистанционного зондирования. Этот процесс включает логическое восприятие, при котором непрерывно осуществляется переход от распознавания одного объекта к распознаванию другого, от классификации простого объекта к более сложному, выявляются взаимосвязи между объектами и возможное воздействие их друг на друга. Вскрытие по изображению того или иного объекта часто способствует поиску других «сопутствующих» объектов, процессов или явлений. Нередко наличие объекта можно выявить лишь по индикаторам-признакам, хорошо видимым на изображении, но имеющим совершенно другой физический смысл [4, 5]. Установление подобной индикационной связи дает возможность с достаточной полнотой охарактеризовать изучаемую территорию, что важно для анализа антропогенного воздействия на нее. Для начинающего специалиста в области обработки видеоинформации формирование индикационной связи обычно представляется в виде таблиц, где указываются физиономические признаки индикатора, высказывается предположение о существовании объекта индикации (труднонаблюдаемого объекта) и дается прогноз по возможному воздействию его на территорию или объекты, расположенные в пределах природно-территориального комплекса. В таблице 1 приведено описание наблюдаемых характеристик некоторых естественных и искусственных объектов, которые могут указывать на существование других совокупностей объектов или процессов.

Характеристика индикаторов и объектов индикации

Объект	Характеристики индикатора на изображении	Устанавливаемые объекты индикации и их взаимообусловленность
Опора линии электропередачи	Материал изготовления опоры, количество изоляторов, характер почвы и растительности в месте расположения линии	Наличие аварийных процессов на опоре (электрическая дуга, замыкание на землю), присутствие посторонних объектов в охранной зоне (жилые и хозяйственные постройки, деревья)
Травянистая растительность	Местообитание, дренажность, облик, размер, особенность строения	Расположение (выходы) подземных грунтовых вод, их глубина и залегание, состав, влажность и засоленность почв, глубины водоемов, характер рельефа и его расчлененность, тип ландшафта, заболоченность, проходимость болот, возможные повреждения линейно-протяженных промышленных объектов (трубопроводы, цистерны, оросительные каналы)
Река (ручей, озеро)	Оттенок (цвет) воды, наличие надпойменных террас, мелководных участков, родников, расчлененность рельефа, рисунок гидрографической сети	Формы рельефа, уровень грунтовых вод, почвенные и растительные группировки, степень хозяйственного освоения речных пойм, определение границ разливов рек в половодье, минерализация и эвтрофикация, заболоченность

Особую роль играют следы деятельности, которые имеют наибольшее значение для определения параметров искусственных объектов, классификации дорожной сети, характеристик промышленных предприятий, воздействия их на экологическое состояние территорий. То есть обучающийся должен мгновенно устанавливать причинно-следственную связь между объектами разного физического характера и назначения, а именно по факту существования сравнительно легкодоступной (хорошо различимой) информации выявлять по следам воздействия на окружающую среду неразличимые объекты, соотносить их к определенному виду, классу, подклассу или типу.

Третий этап содержит в себе некоторую динамичность, так как на идентификацию объектов в видеодиктанте отводится определенное время. Обучающийся работает совместно с инструктором и получает разъяснения в процессе просмотра видеоматериала. Этот этап является эвристическим, вследствие наибольшего количества проб, ошибок, которые может устранить только опытный инструктор.

Последний этап является зачетным, по нему оценивается быстрота принятия решений, умение составлять логическую цепочку и на ее основе находить объекты или явления, сразу не идентифицируемые, способность обрабатывать

видеоинформацию на незнакомую территорию, определяется достоверность распознавания.

Заключение

Использование БВС в системе мониторинговых исследований значительно превышает возможности маловысотных и малоскоростных самолетов и вертолетов, которые использовались при картографировании труднодоступных территорий ранее. Существует множество ограничений, препятствующих эффективности, достоверности и своевременности получения информации с таких воздушных судов, которыми являются наблюдения в сложных условиях восприятия, слаженные действия всего экипажа, тип исследуемой территории, экономические затраты на выполнение аэровизуальных наблюдений [6]. В этом случае использование БВС имеет значительные преимущества, связанные с безопасностью внешнего пилота и его расположения в пункте наблюдения, возможность выполнять зависание над объектом (для роторных БВС), изменение ракурса наблюдений, изучение видеоинформации в любом состоянии (интерактивном, кадровом) и даже при неудачных вариантах выполнения полетного задания, приведших к порче БВС, материальные и моральные затраты несоизмеримо меньше, чем при подобном случае для маловысотных авиационных средств. Но, вне зависимости от использования разных аэромобильных средств, обучение по распознаванию получаемой информации должно базироваться на анализе изображений, использовании признаков и широкого применения метода аналогий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации по применению беспилотных летательных аппаратов в целях оперативного обнаружения и прогноза опасных природных явлений и обеспечения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера от 13.07.2016 № 2-4-71-39-28. – М. : 2016. – 98 с.
2. Кузнецова И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков (Камеральное и полевое дешифрирование топографических объектов) : учеб. пособие. – Алматы : КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2014. – 365 с. Ил. 30. Табл. 7. Библиогр. 28 назв.)
3. Лабутина И. А., Балдина Е. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. – М. : WWF, 2011. – 88 с.
4. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – 191 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-perminova-tematicheskoe-deshifrovanie-i-interpretaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf>.
5. Головина Л. А. Дешифрирование аэрокосмической информации [Текст] : практикум, Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 110 с.
6. Аковецкий В. И. Дешифрирование снимков [Текст] / В. И. Аковецкий. – М. : Недра, 1983. – 374 с.

© Л. А. Головина, И. М. Ламков, 2024