

## ТЕХНОЛОГИЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

*Садиков Ибрагим Салихович*

*Доктор технических наук, профессор*

*Рахимова Асемгуль Турдалиевна*

*Магистр 2го курса Ташкентского Государственного Транспортного университета*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается процесс дешифрирования как преобразования растровых материалов ДЗЗ в данные векторной топологической модели данных. Дешифрированные материалы ДЗЗ в векторной модели данных, структурированные определенным образом, содержащие геометрическую и атрибутивную информацию, представляют собой геоинформационную модель дорожной сети и её структурных элементов.

**Ключевые слова:** ДЗЗ (дистанционное зондирование земли), дешифрирование, ГИС (геоинформационная система), паншарпенинг.

### ВВЕДЕНИЕ

Процесс дешифрирования представляет собой преобразования растровых материалов ДЗЗ в данные векторной топологической модели данных. Дешифрированные материалы ДЗЗ в векторной модели данных, структурированные определенным образом, содержащие геометрическую и атрибутивную информацию, представляют собой геоинформационную модель дорожной сети и её структурных элементов. Использование векторной топологической модели данных в качестве основной позволяет видится 25 оптимальным исходя из поставленных задач исследования. Результатом процесса дешифрирования, извлечения диагностических параметров и непосредственно связанного с этим процесса моделирования должна стать геоинформационная модель.

Полученная геоинформационная модель дорожной сети станет основой для выполнения последующего геоинформационного картографирования, а также анализа состояния дорожной сети. Понятие анализа подразумевает «метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объектов исследования». Лишь часть данных, изображённых на исходных растровых материалах ДЗЗ относится непосредственно к объектам исследования. Следовательно, начальным этапом должно стать определение элементов, относящихся к исследованию, информацию о которых (диагностические параметры) в том или ином объёме и с той или иной точностью представляется возможным извлечь из ДДЗЗ. Данные элементы будут являться объектами дешифрирования, последующего геоинформационного моделирования и

детального изучения. Объектом исследования, обозначенным нами ранее, является дорожная сеть на территории отдельного субъекта Республики Узбекистан.

Основными структурными элементами дорожной сети являются составляющие её дороги различных классов и категорий. В свою очередь, дороги различных классов и категорий состоят из: геометрических элементов (структурных линий, дорожных конструктивов); объектов дорожной инфраструктуры; объектов дорожного и придорожного сервиса; объектов дорожного обустройства.

Геоинформационная модель дорожной сети, создаваемая путём процесса дешифрирования, должна включать следующие структурные компоненты:

1. Модель горизонтальной дорожной разметки;
2. Модель геометрических элементов дороги;
3. Модель элементов обустройства, сервиса и дорожной инфраструктуры

Помимо указанных компонентов, опционально в геоинформационную модель могут быть внесены элементы вспомогательного содержания, полученные не в результате непосредственного дешифрирования материалов ДЗЗ. Подобные дополнительные данные могут существенно расширить возможности анализа состояния дорожной сети средствами модели.

Дешифрирование элементов дорожной сети может быть выполнено как в полностью ручном режиме геоинформационной обработки исходных материалов ДЗЗ, так и в частично автоматизированном режиме. Режим частичной автоматизации подразумевает непосредственную корректировку результатов автоматической составляющей оператором.

Полная автоматизация процесса дешифрирования представляется невозможной в силу следующих факторов:

- Технические ограничения материалов ДЗЗ, в первую очередь – предельное пространственное разрешение; воздействие свойств атмосферы и технических параметров сенсоров и платформ на результаты съёмки и т.д.
- Большое число возможных вариантов сочетаний компонентов дорожной сети – автоматизированное дешифрирование участков с неоднозначной дорожной ситуацией затруднительно.
- Наличие посторонних объектов (транспортных средств, деревьев, теней от многоэтажных домов и т.д.), затрудняющих автоматический режим дешифрирования.
- Необходимость анализировать ПДД и топологическую структуру геометрических элементов дорог при моделировании участков сложной конфигурации/сложной дорожной ситуации (содержащих несколько проезжих частей, многоуровневых транспортных развязок и т.д.).

Далее приводится детальное описание технологической схемы дешифрирования. Технология может быть реализована в программной среде большого числа программных продуктов, в том числе open-source ГИС и пакетов обработки ДДЗЗ. Большая часть технологического процесса описана исходя из функциональных возможностей программной среды ESRI ArcGIS, в частности её составляющей ArcMap Desktop 10.3. Технологическая схема некоторых этапов дешифрирования дополняется элементами геоинформационной обработки, реализованными в других программных продуктах, в частности в ENVI, Easy Trace и др. Предлагаемая технологическая схема обработки исходных данных состоит из последовательного сочетания автоматического и ручного этапов дешифрирования ДДЗЗ. Для каждого структурного

элемента дорожной сети предлагается и поэтапно характеризуется технологическая схема дешифрирования в полностью ручном режиме. Далее описываются возможности потенциальной автоматизации процесса дешифрирования. Каждый этап сопровождается перечислением диагностических признаков, извлекаемых из ДДЗЗ. Приводятся пояснения процесса геоинформационного моделирования на основании результатов дешифрирования. После характеристики каждого этапа формирования геоинформационной модели перечисляются некоторые из возможностей пространственного анализа, предоставляемые соответствующими составными блоками геоинформационной модели. Блок-схема предлагаемой технологии дешифрирования представлена на рисунке 1.

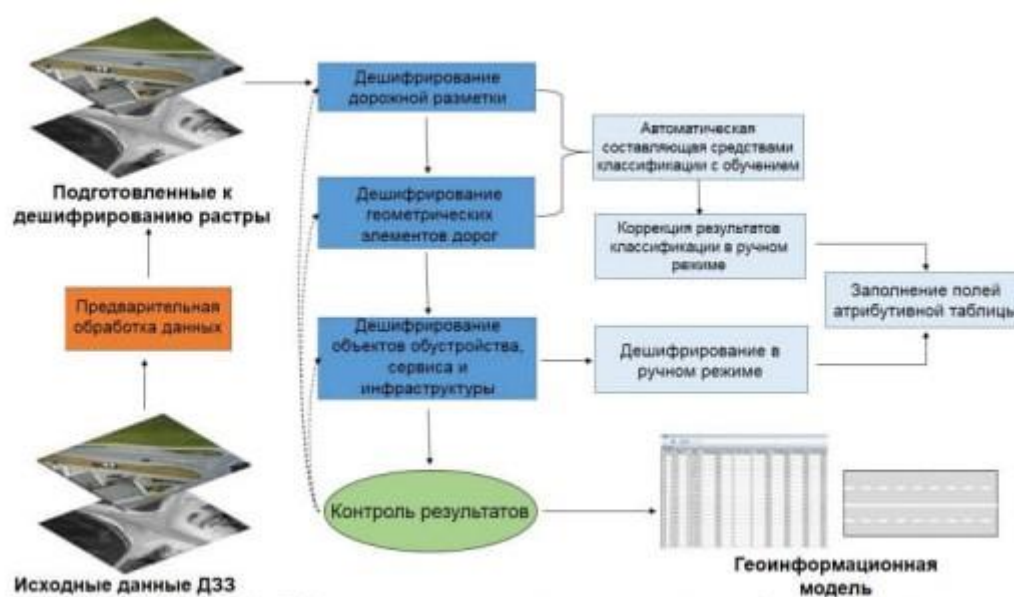


Рисунок 1-Общая схема технологического процесса дешифрирования

В качестве этапа, предшествующего непосредственно дешифрированию ДДЗЗ, следует обозначить предварительную обработку растровых материалов ДЗЗ и их подготовку к процессу дальнейшей обработки. В зависимости от параметров исходных материалов ДЗЗ, набор операций предварительного этапа может несколько варьироваться и включать такие действия, как: атмосферная коррекция, радиометрическая коррекция, топографическая коррекция, локальное усиление яркости, наложение масочных фильтров, создание мозаичных изображений и т.д. Опциональным также является выполнение панхроматического слияния (паншарпенинга). Паншарпенинг (англ. panchromatic sharpening, pan sharpening) - процесс, позволяющий получить из панхроматического и мультиспектрального каналов продукта (материала ДЗЗ) одно изображение. Панхроматический канал, как правило, имеет более высокое пространственное разрешение, мультиспектральный - более низкое. В результате слияния каналов получается изображение, обладающее пространственным разрешением панхроматического канала и цветностью мультиспектрального канала. Создание и использование снимка с панхроматическим слиянием из панхроматического и мультиспектрального снимков на предварительном этапе дешифрирования представляется рациональным по двум причинам. Первая и основная – вертикальная и горизонтальная дорожная разметка могут быть выполнены в двух цветах: белом и жёлтом. В ряде ситуаций, единственным различием между двумя видами разметки будет исключительно цветное исполнение, которое не возможно установить по панхроматическому снимку. При недостаточном пространственном разрешении мультиспектрального снимка той же территории, в данной

ситуации оператор может принять ошибочное решение в процессе дешифрирования. Использование снимка с панхроматическим слиянием может предотвратить подобную ошибку. Вторая причина – удобство работы по паншарпененному изображению для оператора при ручном дешифрировании (в сравнении с панхроматическим изображением).

Наиболее рациональным порядком проведения дешифрирования структурных элементов автодорог станет следующая последовательность: горизонтальная дорожная разметка – геометрические элементы дороги – элементы обустройства, сервиса и инфраструктуры. Это объясняется тем, что дорожные конструктивы и дорожная разметка зачастую обладают общими элементами геометрии. Но при этом дорожная разметка обладает наивысшим потенциалом автоматизированного дешифрирования среди всех элементов автодорог. Таким образом, выполнив в автоматизированном режиме дешифрирование дорожной разметки, представляется возможность существенно ускорить процесс дешифрирования геометрических элементов дорог, т.к. часть геометрии дорожных 29 конструктивов будет совпадать с геометрией дорожной разметки. Выявление элементов дорожного обустройства представляется рациональным выполнять на последнем технологическом этапе, т.к. данный элемент практически не представляется возможным дешифрировать в автоматизированном режиме, а процесс ручного дешифрирования существенно упрощается при предварительном моделировании дорожной разметки и геометрических элементов дороги.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью ДЗЗ дистанционного зондирования земли мы быстро и эффективно можем выявить ряд недостатков на автомобильных дорогах с помощью БПЛА (снимков).

#### Использованная литература:

1. Кучейко А. А., Рогова Н. В. Спутниковый мониторинг федеральных автотрасс // Земля из космоса. – 2009. – №2. – С. 5-8.
2. Федосеев А. А. Методы и средства построения модели транспортной инфраструктуры на основе данных дистанционного зондирования Земли: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Федосеев Александр Андреевич ; Самарский нац. иссл. ун-т. им. академика С. П. Королёва. – Самара, 2017. – 191 С.
3. Филиппов Д. В., Великжанина К. Ю., Грядунов Д. А. Состояние автомобильных дорог изучает БПЛА // Дороги. Инновации в строительстве. – 2012. – №20. – С. 74-78