

*communication on railway transport*

*The article describes a model of the reception of information in the technical and organizational systems. Reception information used in the analysis of complex data structures and information collections. This article describes the features of the reception of information: a cognitive filter, cognitive interaction, cognitive area, Gestalt. The article reveals the cognitive content of the filter as a four-tier model. Cognitive filter forms: cognitive, communication and information model. The article reveals the content of cognitive interaction, which can only be realized with the use of cognitive filter. Information Filter does not implement cognitive interaction. The article reveals the contents of the notion of reception of information. The article reveals the contents of the gestalt phenomenon in terms of models of information management. This article describes the gestalt of its ambiguity and the need for the reception of information for the interpretation of the Gestalt. This article describes the integrity of the gestalt as a mandatory feature, which should end with a reception information.*

**Keywords:** *cognition, cognitive, reception of information in technical systems, information situation, cognitive filter, cognitive information processing, cognitive interaction gestalt, information symmetry, integrity of perception*

УДК 528.7; 528.8

## **АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ НЕ МЕТРИЧЕСКИМИ КАМЕРАМИ**

*Роман Александрович Гурский, старший преподаватель,  
кафедра геодезии, геоинформатики, навигации,  
e-mail: transgeo@com.ru,  
Московский государственный университет путей сообщения,  
<http://www.mii.ru>*

*Статья анализирует состояние и развитие не метрических камер. Статья анализирует развитие методов обработки снимков, получаемых с не метрических камер. Показано различие между фотограмметрическими и проективными методами обработки снимков. Показано, что проективные методы являются основой обработки не метрических снимков. Статья показывает появление нового научного направления обработка изображений с нетрадиционной геометрией. Методы обработки не метрических снимков входят в это направление. Показан переход от точечных пространственных моделей к информационным конструкциям и комплексным пространственным моделям. Показано, что геоданные являются основой обработки информации, получаемой с не метрических снимков.*

*Ключевые слова: прикладная геоинформатика, пространственная информация, изображения, не метрические фотоснимки, геоданные*

### **Введение**

Широкое внедрение вычислительной техники обусловило развитие цифровых методов обработки изображений и новых алгоритмов обработки изображений. При этом следует выделить направление систем обработки изображений и программ для обработки изображений на компьютере [1]. В связи с этим интенсивно развиваются и совершенствуются методы цифровой обработки изображений [2]. Первые цифровые системы обработки изображений появились в 60-х годах. Следует подчеркнуть, что в настоящее время в понятие цифровой системы обработки изображений вкладывается более широкое понятие [3], чем обработка снимков. Речь идет об обработке разнообразных данных в разных спектральных диапазонах и сопутствующей им информации. Направление, в котором используют не метрические снимки для получения моделей инженерных или



**Р.А. Гурский**

утраченных архитектурных сооружений называют архитектурной фотограмметрией. В настоящее время фотограмметрия, в том числе и архитектурная, интегрирована в геоинформатику [4]. Актуальность этих работ подтверждается решениями VIII Генеральной ассамблеи ИКОМОС, состоявшейся в октябре 1987 г., где была принята специальная резолюция, посвященная необходимости развития автоматизированных методов в архитектурной фотограмметрии.

**Метрические и не метрические фотокамеры.** В аэрофототопографии применяют фотокамеры, которые называют метрическими. Эти камеры имеют большой формат кадра (примерно 23x23 см), просветленную оптику, незначительную дисторсию, низкое поле искажений, точно измеренное фокусное расстояние. Кроме того они снабжены прикладными рамками, которые на каждом снимке вместе с изображением объекта формируют изображение координатных меток. Эти метки позволяют математически вычислять пересечение главной оптической оси с плоскостью фотоснимка и определять координаты этой точки, которую называют главной точкой снимка. На метрические камеры дают паспорт с ее характеристиками, который служит гарантией качества и точности фотографических изображений. Такие камеры используют не только при составлении карт, но и для мониторинга объектов, удаленных на расстояние до 1000 метров.

Не метрические камеры – это, прежде всего, любительские фотокамеры с форматами съемки 24x36 мм; 60x60 мм. 45x60 мм и т.п. [5]. Они не имеют координатных меток, обладают значительной дисторсией и более низким разрешением. Не метрические снимки – это снимки, полученные не метрическими камерами, а также архивные снимки, полученные десятки и более сотни лет назад камерами с неизвестными характеристиками. Эти снимки применяют в архитектурной фотограмметрии и при проведении обмеров инженерных сооружений и архитектурных объектов.

**Фотограмметрический подход обработки метрических снимков.** При обработке метрических снимков используют понятие элементов внутреннего и внешнего ориентирования. На этом принципе строится обработка. При этом первоначально решают задачу обратной фотограмметрической засечки, решение которой определяет 9 элементов внутреннего и внешнего ориентирования. Это положение узловой очки камеры, три угла наклона плоскости снимка по отношению к внешней системе координат, две координаты главной точки снимка в системе измерений снимка и уточненное фокусное расстояние камеры. Для решения обратной засечки используют приближенные данные, которые берут из паспорта фотокамеры и из приближенных условий съемки. Например, при аэрофотосъемке применяют гироскопы. Чтобы обеспечить горизонтирование камеры и тем самым задавать нулевые углы положения снимка. Эти дополнительные возможности и условия фотографирования определяют метод обработки таких снимков, который называют фотограмметрическим. Другим направлением обработки являются проективные методы.

**Проективный подход обработки не метрических снимков.** При выборе метода обработки не метрических снимков важным фактором является возможность компенсации как можно большего числа факторов, создающих искажения изображения. Для этого применяют методы проективной геометрии [4]. В них большая часть погрешностей архивных снимков может быть смоделирована, или компенсирована при их наличии.

Всесторонний анализ, выполненный А.А. Петровым (1959) [6], показал возможность моделирования (соответственно компенсации) погрешностей типа «трапеция», анаморфотность, аффинное преобразование и др. за счет проективных преобразований. Класс проективных преобразований широко используется в геоинформатике, в частности, в фотограмметрии в САПР, в компьютерной визуализации, при обработке сканерных изображений и др.

Важным преимуществом проективных преобразований является их инвариантность по отношению к различной исходной информации. Это создает принципиальную

возможность совместной обработки разных видов информации, т.е. по новому решать задачу синтеза в процессе геометрического преобразования изображений. В настоящее время можно выделить три направления использования проективных преобразований: метод ангармонических отношений; метод проективных координат; метод однородных координат.

Решение обратной засечки с использованием проективных преобразований осуществлено рядом авторов. Одним из первых эту задачу решил в 1971 г. Томсон [7]. В этой работе Томсон высказывает мнение, что не существует прямая связь между коэффициентами проективного преобразования и элементами ориентирования снимка. В 1978 г. В.Я. Цветков сделал доклад на Первой Межрегиональной конференции «Аэрокосмические исследования природных ресурсов» (опубликован в 1979 г. [8]) в это работе получена связь между проективными коэффициентами и элементами ориентирования снимка. В 70–80-е годы стало интенсивно формироваться направление обработки снимков с не метрических камер. В разное время исследованием этого вопроса занимались разные ученые. Среди них можно отметить В.М. Сердюкова (Киевский университет) В.В. Вайнаукаса (Вильнюсский университет) Ю.М. Трунина (МИИГАиК), В.Я. Цветкова (Спецпректреставрация), В.К. Львова (ПНИИС) и др.

**Автоматизация обработки.** С развитием компьютерных технологий информация, получаемая с не метрических снимков, все интенсивнее обрабатывается с помощью компьютера с использованием разнообразных алгоритмов. Рубежной можно считать диссертацию В.Я. Цветкова [9], в которой обобщается опыт восстановления более 40 объектов памятников истории и культуры на основе обработки архивных и не метрических фотоснимков. Не метрические снимки с одной стороны требуют иных алгоритмов обработки [8, 10] в сравнении с классической фотограмметрической обработкой. С другой стороны не метрические снимки широко применяют в разных направлениях, в которых не могут применять и не применяют метрические фотокамеры и снимки [2, 8, 9, 11].

Не метрические камеры широко используют в медицине биологии и сельском хозяйстве. В медицине их основе создают проблемно ориентированные системы [8] анализа и накопления информации. Системы могут быть специализированными, т.е. ориентированными на выполнение конкретных технологических процессов и задач и универсальными, в которых может иметь место интеграция различных типов используемой исходной информации, а также методов и технологий ее обработки. Универсальные системы могут объединять ряд функций, таких как фотограмметрические, картографические, геоинформационные и др. Подобного рода системы встречаются редко, как правило, система реализует только одну из них, а другие представлены фрагментарно.

Технологии и алгоритмы не метрических снимков ближе к цифровой обработке изображений, чем метрические снимки. В также приходится решать задачи распознавания [12], фильтрации [13], оптического моделирования [14]. При этом большую роль играет классификация изображений, которую делят на естественную и искусственную [15].

Обрабатываемые изображения можно классифицировать по разным аспектам [16]:

- типу съемки: наземные, аэро-, космические, гидро- (подводные съемки);
- по принципу формирования изображения: центральная проекция, нецентральные проекции (щелевые, панорамные, сканерные, тепловые, радиолокационные, лазерные и др. изображения);
- по цветности: 2-х битные, 8 (10-12) битные (черно-белые), 24 и более битные (цветные, спектральнозональные).

Неметрическая обработка изображений предполагает выполнение функций их коррекции, форматирования, импорта и экспорта. Это приводит к необходимости когнитивного моделирования [17].

Преимуществом системы обработки изображений, включающей не метрические снимки, является возможность встраивать в нее требуемое для пользователя

информационное обеспечение, наличие конструктора условных знаков для создания и редактирования библиотек условных знаков масштабного ряда топографических карт и планов, а также тематических и специальных карт и планов. Важна возможность настройки базы данных классификатора и функций контроля качества собранной цифровой информации применительно к используемому информационному обеспечению.

Радиометрическая коррекция включает такие основные функции как: цветовую коррекцию, гамма-коррекцию, коррекцию яркости и контраста, автовывравнивание, эквалайзинг, инверсию изображения и др. [18].

Геометрическая коррекция предполагает: изменение размера элемента разрешения; разворот изображения; выделение фрагментов; создание (удаление) пирамид изображений. Некоторые системы обеспечивают совмещение двух растровых изображений (например, карты и снимка) путем формирования растровой подложки одного из них «прозрачной», а также объединение черно-белого изображения высокого разрешения и цветного изображения низкого разрешения с получением результирующего цветного изображения высокого разрешения [19].

Функции форматирования включают такие основные процедуры как конвертирование растровых данных при импорте и экспорте в другие форматы, сжатие информации, разделение и соединение изображений по файлам, по цветовым составляющим, изменение количества бит на канал, запись элементов ориентирования и др. информации в файл или заголовок файла и др. [2].

В целом обработке неметрических снимков в настоящее время интегрируется с научным направлением обработки изображений с нетрадиционной геометрией, которое включает обработку радиолокационных изображений, инфракрасных изображений, рентгеновских снимков [20], архивных снимков, снимков с любительских фотокамер. Методы обработки изображений с нетрадиционной геометрией базируются в основном на использовании: 1) геометрии сенсора; 2) так называемых коэффициентов эффективных полиномов (RPC), описывающих связь между пространственными координатами объекта и координатами его изображения на снимке; 3) 3D-аффинных преобразований; 4) универсальных алгоритмов обработки.

Вывравнивание цветовой палитры и плотности результирующего ортоизображения, как правило, выполняется в интерактивном режиме. Для обработки снимков застроенных территорий в ряде систем возможно создание так называемого «истинного» ортоизображения, в котором «мертвые» зоны на снимках заполняются изображениями, взятыми из участков снимков, близких по геометрии к условиям ортогонального проектирования.

Обычно размер цифровых ортоизображений ограничивается возможностями операционной системы и не превышает 4 Гб, но некоторые системы позволяют формировать изображения существенно большего размера. Имеются системы, в которых возможно по черно-белым изображениям получать цветное («раскрашенное») ортоизображение. На базе ортоизображения создаются ортофотокарты путем добавления к растровому слою векторных слоев в виде горизонталей или «отмывки» рельефа, условных знаков, координатной сетки и зарамочного оформления.

**Построение пространственных моделей.** Следует отметить два принципиально отличающихся подхода в обработке снимков для построения пространственной модели местности. В обоих случаях построение пространственной модели местности выполняется по классической схеме: внутреннее ориентирование (для кадровых фотоснимков), взаимное ориентирование снимков, внешнее ориентирование фотограмметрической модели. Это сводится к определению пяти элементов взаимного и семи элементов внешнего ориентирования. Кроме классической схемы в ряде случаев (конвергентная космическая съемка или наземная съемка карьеров, зданий, сооружений), особенно при обработке узкоугольных съемочных систем выполняется совместное внешнее ориентирование двух одиночных снимков с определением для каждого из них шести элементов внешнего

ориентирования. При обработке наземных наклонных снимков используется возможность трансформировать их в вертикальные или на заданную плоскость, что позволяет более удобно выполнять по ним построение фрагментов пространственной модели. При построении стереоскопической модели успешно автоматизируются процессы отождествления координатных меток и точек снимков стереопары. Сбор информации о рельефе выполняется в ручном, автоматическом, интерактивном (автоматическом с ручным контролем) и комбинированном варианте.

Ручной вариант используется при непосредственном конструировании горизонталей в стереоскопическом режиме путем удерживания курсора на заданной отметке. В помощь оператору может подключаться автоматический коррелятор. При сборе характерных точек и линий он обеспечивает автоматическое удержание курсора на поверхности.

Процесс построения пространственной модели начинается после сбора информации, который состоит в получении координат точек объекта. Ранее таких точек было достаточно для построения цифровой модели [21] с включением семантики в измеренные координаты.

В настоящее время, в связи с бурным развитием прикладной геоинформатики и других направлений геоинформатики [22], вместо координат отдельно взятых точек используют геоданные [23], которые являются новым системным информационным ресурсом, интегрирующим геометрию, семантику и тематические данные воедино. Термин цифровая модель [21] при информационном моделировании заменяется более универсальным термином «информационная конструкция». Это понятие [24] обобщает процессы, объекты и свойства и позволяет интегрировать разные методы в единую систему обработки информации.

Обработка изображений с нетрадиционной геометрией наиболее интенсивно развивается в космических исследованиях. Средства получения данных дистанционного зондирования непрерывно совершенствуются в направлении повышения измерительных и изобразительных характеристик изображений, использования бортовых данных определения элементов внешнего ориентирования съемочных платформ спутниковыми, инерциальными и др. системами. Это, естественно, влияет на процесс обработки изображений с использованием автоматизированных методов и требует разработки новых методов обработки изображений.

В настоящее время происходит переход от простых методов цифровой обработки к обработке сцен и ситуаций. В связи с этим появляются новые информационные модели, такие как информационная модель ситуации [25, 26]. Пространственная информационная модель [27] с элементами когнитивного восприятия такими как: воспринимаемость. Обозримость интерпретируемость.

Следует остановиться на проблеме больших данных [19, 28]. Эта проблема также входит в сферу обработки не метрических снимков и обработки изображений с нетрадиционной геометрией [29, 30]. Эта проблема решается с применением методов обработки, включая параллельные вычисления и когнитивный анализ.

**Заключение.** Современные не метрические снимки являются источником разнообразной информации и требуют применения специальных методов обработки. Эти методы подразделяются на два класса. Обработка связок проектирующих лучей с решением обратной и прямой засечки. Построение моделей пространственных объектов на основе пространственных данных. Особняком стоит методика автоматизированной обработки изображений, получаемых с не метрических снимков. Она интегрирует широкий класс снимков, включая не только фотоизображения, но и радиолокационные и инфракрасные. Обработка не метрических снимков вливается в новое научное направление обработка изображений с нетрадиционной геометрией и широко опирается на математические методы анализа и обработки.

#### **Литература**

1. *Цветков В.Я.* Методы и системы обработки и представления видеоинформации. М.: ГКНТ,

ВНТИЦентр, 1991. 113 с.

2. *Гурский Р.А.* Цифровая обработка изображений // Славянский форум. 2015. № 4(10). С. 108–116.

3. *Красильников Н.Н.* Цифровая обработка изображений. М.: Вузовская книга, 2001.

4. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Прикладная геоинформатика. М.: МаксПресс, 2005. 360 с.

5. *Ниязгулов У.Д., Гурский Р.А.* Вопросы применения неметрических камер при технической инвентаризации зданий и сооружений // Современные проблемы инженерной геодезии и геоинформатики на транспорте: сб. научн. трудов. М.: МИИТ, 2006. С. 55–57.

6. *Петров А.А.* Выводы и анализ формул проективной зависимости и использование теории ошибок в фотограмметрии // Труды МИИГАиК. 1959. Вып. 34. С. 43–77.

7. *Thompson E.H.* Space resection without interior orientation. Photogrammetric Record. 1971. V. 7. № 37. Pp. 39–45.

8. *Цветков В.Я.* Методика обработки снимков неправильной формы // в кн. Развитие и использование аэрокосмических методов изучения природных явлений и ресурсов. Новосибирск: СО АН СССР, ИГИГ, ВЦ СО АН СССР, 1979. С. 56–63.

9. *Цветков В.Я.* Автоматизированные фотограмметрические методы восстановления архитектурных объектов: дисс. ... д-р техн. наук, специальность 05.24.02. М.: МИИГАиК, 1994.

10. *Цветков В.Я., Ходорович Е.А.* Составление обмерных чертежей архитектурных памятников с использованием архивных фотоснимков. М.: МК РСФСР, Росреставрация, 1986. 52 с.

11. *Ниязгулов У.Д., Гурский Р.А.* Использование неметрических камер при съемке зданий и сооружений // Современные проблемы инженерной геодезии и геоинформатики на транспорте: сб. научн. трудов. М.: МИИТ, 2006. С. 58–63.

12. *Аникина Г.А., Поляков М.Г., Романов Л.Н., Цветков В.Я.* О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1980. № 6. С. 36–43.

13. *Бондур В.Г., Аржененко Н.И., Линник В.Н., Титова И.Л.* Моделирование многоспектральных аэрокосмических изображений динамических полей яркости // Исследование Земли из космоса. 2003. № 2. С. 3–17.

14. *Бондур В.Г., Савин А.И.* Принципы моделирования полей сигналов на входе аппаратуры ДЗ аэрокосмических систем мониторинга окружающей среды // Исследование Земли из космоса. 1995. № 4. С. 24–34.

15. *Цветков В.Я.* Формальная и содержательная классификация // Современные наукоёмкие технологии. 2008. № 6. С. 85–86.

16. *Бородко А.В. и др.* Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия / А.В. Бородко, Л.М. Бугаевский, Т.В. Верещака, Л.А. Запругаева, Л.Г. Иванова, Ю.Ф. Книжников, В.П. Савиных, А.И. Спиридонов, В.Н. Филатов, В.Я. Цветков; в 2 т. М.: Картоцентр-геодезиздат, 2008. Т. II, Н–Я.

17. *Tsvetkov V.Ya.* Cognitive information models // Life Science Journal. 2014. № 11(4). Pp. 468–471.

18. *Бондур В.Г., Шарков Е.А.* Статистические характеристики пенных образований на взволнованной морской поверхности // Океанология. 1982. Т. 29. № 3. С. 372–379.

19. *Бондур В.Г.* Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса. 2014. № 1. С. 4–16.

20. *Номоконов И.Б.* Факторы формирования рентгеновского изображения // Славянский форум. 2015. № 1(7). С. 190–197.

21. *Цветков В.Я.* Использование цифровых моделей для автоматизации проектирования // Проектирование и инженерные изыскания. 1989. № 1. С. 22–24.

22. *Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya.* New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design. 2015. 4. Vol. 10. Is. 4. Pp. 118–126. DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118 www.ejournal4.com

23. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской Академии Наук. 2014. Т. 84. № 9. С. 826–829. DOI: 10.7868/S0869587314090278

24. *Tsvetkov V.Ya.* Information Constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. (5). № 3. P. 147–152.

25. *Розенберг И.Н., Цветков В.Я.* Информационная ситуация. // Международный журнал

прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 12. С. 126–127.

26. Соловьев И.В. Применение модели информационной ситуации в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. № 01. С. 54–58.

27. Tsvetkov V.Ya. Spatial Information Models // European Researcher. 2013. Vol. (60). № 10-1. P. 2386–2392.

28. Павлов А.И. Большие данные в фотограмметрии и геодезии // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 4(12). С. 96–100.

29. Бондур В.Г., Аржененко Н.И., Линник В.Н., Тумова И.Л. Моделирование многоспектральных аэрокосмических изображений динамических полей яркости // Исследование Земли из космоса. 2003. № 2. С. 3–17.

30. Аржененко Н.И., Бондур В.Г. Классификация облачных форм по пространственным спектрам изображений // Оптика атмосферы и океана. 1988. № 11. С. 38–45.

### **Algorithms and methods for processing of information received nonmetric chambers**

*Roman Alexfndrovich Gursky, Senior Lecturer. Chair geodesy, geoinformatics, navigation, Moscow State University of Railway Engineering*

*The article analyzes the state and development of non-metric cameras. The article analyzes the methods processing images obtained with non-metric cameras. The article shows the difference between photogrammetric processing methods and projective methods of image processing. The article shows that projective techniques are the basis of treatment is not metric images. The article shows the emergence of a new scientific direction image processing with unconventional geometry. Processing methods are not metric pictures are included in this area. The article shows the transition from the point of spatial models to the information structures and complex spatial models. The article shows that geodata are the basis of the information processing obtained with no metric pictures.*

**Keywords:** *Applied geoinformatics, spatial information, images, photographs are not metric, geodata*

УДК 528.2/.5 528.8 528.02

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГНСС В ПРИКЛАДНОЙ ГЕОИНФОРМАТИКЕ**

*Андрей Олегович Куприянов, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой прикладной геодезии,  
e-mail: miigaiknir@yandex.ru,*

*Московский государственный университет геодезии и картографии,  
<http://www.miigaik.ru>,*

*Виктор Яковлевич Цветков, профессор, доктор технических наук,  
Заместитель руководителя центра фундаментальных и перспективных исследований,  
e-mail: cvj2@mail.ru,*

*Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации,  
автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИАС»),  
<http://www.vniias.ru>*

*Статья описывает особенности применения глобальных навигационных спутниковых систем в прикладной геоинформатике. Описаны концепции и технические принципы работы этой системы. Показано, что глобальные навигационные спутниковые системы создают искусственное информационное поле. Это информационное поле служит основой измерений координат. Статья описывает множество факторов, которые влияют на точность определения координат. Статья доказывает необходимость экспериментального исследования влияния факторов на точность позиционирования. Приводятся результаты эксперимента.*

*Ключевые слова: прикладная геоинформатика, глобальные навигационные спутниковые системы, информационная ситуация, измерения координат*