

УДК 618.821.1/3:007+153.71:007

*И. В. ВВЕДЕНСКИЙ*

Ленинградский государственный университет имени А. А. Жданова

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА АЭРОИЗОБРАЖЕНИЙ

В настоящее время можно отметить два наиболее перспективных аспекта получения и использования аэроизображений: значительное расширение возможностей аэрометодов (появление и развитие космической аэросъемки, совершенствование методов аэрофотосъемки и фотоэлектронной съемки, применение телевизионных методов формирования аэроизображений), а также широкое распространение использования аэроизображений в различных областях научной и практической деятельности человека (исследование природных ресурсов, экологические и археологические исследования, проблемы ландшафтной архитектуры и управления летательными аппаратами). В связи с этим значительно увеличилось число людей, труд которых непосредственно связан с приемом и обработкой первичной информации, представленной в виде аэроизображений различных типов. Одновременно расширился и круг задач, решаемых человеком с помощью аэроизображений.

Поэтому в настоящее время весьма актуальны не только задачи методологического и технического совершенствования аэрометодов, но и исследования и разработки психологических и инженерно-психологических аспектов обработки аэроизобразительной информации. В общепсихологическом плане представляет интерес анализ аэроизображений как специфического вида изобразительной информации, а также исследование процессов и условий приема и обработки этого вида информации человеком. Проблемы инженерной психологии затрагивают, с одной стороны, вопросы взаимодействия человека с техническими устройствами, получения и преобразования аэроизображений, и, с другой, вопросы отбора и обучения персонала, работающего с аэроизображениями, а также вопросы повышения надежности и эффективности обработки аэроизобразительной информации.

Многие из этих проблем исследуют в настоящее время как специальными аэрометодами и аэрокосмическими методами [6, 8], так и общепсихологическими и инженерно-психологическими методами [2—4, 7]. Кроме того, вопросы анализа общих свойств изобразительной информации рассматривают в совре-

менных исследованиях по кибернетике и теории автоматического опознавания [9], в философии [1] и в информационной эстетике [5].

В данной статье рассмотрены вопросы анализа и оценки аэроизображений как специфического вида изобразительной информации, а также исследована проблематика классификации аэроизображений в зависимости от их интегральных характеристик.

Важнейшей задачей общего анализа изображений является «глобальная» оценка свойств изображений. Такие свойства принято называть «интегральными» [4]. Выделены три основные характеристики изображений, которые можно оценивать по каким-то эмпирическим шкалам, т. е. градуировать в порядке возрастания или убывания следующих свойств:

- степени абстрактности или конкретности, характеризующей уровень изобразительности аэроизображения;
- степени сложности или простоты изображения;
- степени «шаблонности» или разнообразия изображения.

Степень абстрактности характеризует естественный (аэро-съемка) или искусственный (картирование) процесс схематизации, который «заключается в отборе определенного количества элементов из пространственно-временной среды и построении из этих элементов целостной формы, изображающей данную среду на определенном уровне представлений» [5].

Эмпирически выделено десять уровней изобразительности (табл. 1). В таблице приведены примеры различных видов изображений и информации, получаемой в результате их обработки.

Наиболее общая характеристика изображения — его сложность, определяемая количеством и качеством структурных элементов изображения и связей между ними. Понятие «сложность» включает также и принцип организации элементов изображения и связей между ними, оно, как и понятие «простота», определяет и количественную (незначительное число элементов и соответственно связей и отношений между ними в изображении), и организационную (организация всех элементов и связей в общей структуре, ясно и четко определяющая место и функцию каждой детали в едином целом) стороны изображения.

Понятия сложности и простоты генетически связаны с субъективными понятиями трудности или легкости восприятия объекта (имеются в виду трудности, психически переживаемые в ходе решения практических задач) [9]. От характеристики сложности зависит способность представителя данной профессиональной или культурной среды к восприятию совокупного образа («гештальта») изображения и составляющих его элементов [5].

Введение объективных критериев сложности изображения представляет собой сложную задачу. Для практических целей

Шкала убывающей «изобразительности»  
(или увеличивающей абстрактности) модели по отношению к объекту

Степень абстрактности	Образ (модель)	Типичные характеристики	Примеры
1	2	3	4
0	Сам объект		Объекты ландшафта, видимые при непосредственном аэровизуальном наблюдении
1	Трехмерный макет в определенном масштабе	Цвет и материал отбираются по логическим критериям	Уменьшенная модель ландшафта — рельефный макет местности, трехмерная карта земного шара — глобус
2	Двухмерное изображение, создающее иллюзию объемности	Цвета реальные или ахроматические	Аэрофотографические снимки стереопары
3	Фотография или проекция на плоскость	Цвета реальные или ахроматические	Цветной или ахроматический аэрофотоснимок, цветной или ахроматический кино- или телефильм, изображающий местность
4	Фотография с «маскированием»	Непрерывность контура и замкнутость изображаемого объекта	Вырезанное аэрофотографическое изображение, наклеенное на черный или серый фон
5	Фотография с обобщением объекта	Обобщенные цвет и тон объекта, размеры и форма обобщенные и «огрубленные»	Аэрокосмические снимки ландшафта, тепловые или радиолокационные снимки
6	Топографическая схема	Соблюдение топографических соотношений	Географическая карта и другие виды картографии
7	Схематический рисунок	Приблизительное сохранение масштаба, искажение пропорций, исключение отдельных элементов	Схематический рисунок ландшафта в учебных или практических целях
8	Принципиальная схема	Замена элементов стандартными символами, переход от топографии к топологии и геометризация	Принципиальная ландшафтная схема без сохранения масштаба и пространственных пропорций с заменой объектов символами и с применением различных схематических элементов (стрелок, прямых и т. д.)

1	2	3	4
9	Схема в абстрактном пространстве	Графическое представление отношений между векторными величинами в абстрактном метрическом пространстве	Графики и диаграммы, построенные на основе обработки аэрофотоснимков местности
10	Формализованное описание		Вербальное (словесное) описание ландшафтных объектов или их описание с помощью формул и уравнений

особенно при решении задач обнаружения и опознавания объектов) может быть использована следующая классификация аэроизображений по степени сложности. Исходя из основных характеристик структуры изображений (контур, тон или цвет, размер и форма элементов, их количество) и учитывая значения этих характеристик структуры для качества и времени обработки изобразительной информации, аэроизображения можно подразделить на следующие группы:

1) простые аэроизображения, т. е. имеющие четкие контурные границы, контрастные тональные градации и содержащие оптимальное количество геометрических элементов, просты и удобны для опознавания формы;

2) изображения средней сложности, т. е. имеющие нечеткие контурные границы при отсутствии контрастности и при большом числе тональных градаций, а также содержащие либо слишком большое, либо недостаточное для ориентировки количество элементов, форма и размер которых могут быть неоптимальными для опознавания;

3) сложные ландшафтные изображения, т. е. не имеющие контурных границ (одни тона плавно переходят в другие) при незначительных тональных градациях (тональная структура слабо выражена), а также содержащие неоптимальное количество элементов, форма и размер которых затрудняет опознавание.

На основе указанных выше характеристик структуры аэроизображения, которые могут сочетаться в различных по оптимальности восприятия отношениях, предлагаем следующий метод количественной оценки сложности аэроизображений. Общая оценка сложности восприятия изображения определяется произведением коэффициентов оптимальности восприятия изображения по трем параметрам структуры (четкость контурных границ, контрастность тональных градаций, оптимальность формальных параметров элементов, т. е. их формы, числа, размеров), каждый из которых представляет независимую переменную и оценивается по трехбалльной шкале (табл. 2).

Таким образом, общий коэффициент сложности  $\lambda_0$  определяем по следующей формуле:

$$\lambda_0 = k_3 (\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3), \quad (1)$$

где  $k_3$  — коэффициент сложности задачи (при простой задаче обнаружения объекта на изображении  $k_3=1$ );  $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$  — коэффициенты оптимальности восприятия изображения по основным параметрам структуры (табл. 2).

Т а б л и ц а 2  
Шкала оценки сложности изображения по основным параметрам структуры

Балльные оценки коэффициентов	Коэффициенты оптимальности восприятия изображения		
	$\lambda_1$ —по четкости контурных границ	$\lambda_2$ —по контрастности тональных градаций	$\lambda_3$ —по формальным параметрам элементов изображения
1	Четкие контурные границы	Контрастные тональные градации	Наибольшая оптимальность формальных параметров
2	Слабые контурные границы	Тональные градации средней контрастности	Преобладающая оптимальность формальных параметров
3	Отсутствие контурных границ	Незначительные тональные градации	Неоптимальность формальных параметров

В соответствии со значением общего коэффициента сложность аэроизображений в случае решения простых задач обнаружения и опознавания можно подразделить на следующие группы:

- 1) простые для восприятия аэроизображения ( $\lambda_0=1-2$ );
- 2) аэроизображения средней сложности ( $\lambda_0=3-9$ );
- 3) сложные для восприятия аэроизображения ( $\lambda_0=12-27$ ).

Установление коэффициентов сложности изображения можно производить методом экспертной оценки. В случае необходимости подразделение аэроизображений по степени сложности может быть более дифференцированным как за счет установления более тесных диапазонов градации сложности, так и за счет введения дополнительных коэффициентов, учитывающих «весовые» значения каждого из трех коэффициентов оптимальности восприятия изображения. В этом случае формула (1) примет вид

$$\lambda_0 = k_0 [(h_1 \cdot \lambda_1)(h_2 \cdot \lambda_2)(h_3 \cdot \lambda_3)], \quad (2)$$

где  $h_1, h_2, h_3$  — коэффициенты, учитывающие «веса» всех коэффициентов оптимальности восприятия аэроизображения.

Подобным образом может быть оценена сложность отдельных объектов на аэроизображении. Общий коэффициент сложности объекта  $\tau_0$  определяется по формуле

$$\tau_0 = k_u (\tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3), \quad (3)$$

где  $k_u$  — общий коэффициент сложности аэроизображений;  $\tau_1$ —

коэф  
соотн  
объе  
(раз  
объе  
орие  
О  
аэро  
рима  
рабо  
обна  
нами  
Г  
зия  
венн  
ност  
обра  
псих  
нима  
лое,  
ний,  
пост  
[8].  
щих  
ред  
С  
тесн  
неод  
(абс  
и с  
ност  
хар  
ния  
мац  
пра  
фил  
Изд  
ных  
аэро  
ных  
тов.  
ЭВМ  
вани  
ков.  
ки п  
ские  
хин

коэффициент сложности объекта, определяемый контрастным соотношением «объект—фон»;  $\tau_2$  — коэффициент сложности объекта, определяемый формальными параметрами объекта (размер, форма, четкость контура);  $\tau_3$ —коэффициент сложности объекта, определяемый его расположением (наличие четких ориентиров и т. п.).

Описанную выше методику количественной оценки сложности аэроизображений и отдельных объектов применяли при экспериментальном исследовании эффективности оперативной обработки аэроизобразительной информации (решение задач обнаружения и идентификации объектов на статических или динамических телеизображениях).

Понятие разнообразия и соотносительного с ним однообразия («шаблонности») изображения тесно связано с количественной мерой информации. Здесь, как и в характеристике сложности, различают разнообразие по составу и структурное разнообразие [4]. При анализе последнего, учитывая отмеченное в психологии стремление человека к упрощению формы воспринимаемых объектов и объединению отдельных элементов в целое, за исходные элементы, образующие структуру аэроизображений, принимают точки (пятна) и линии (полосы). На этой основе построена морфологическая классификация аэроизображений [8]. Разнообразие по составу определяется наличием различающихся частей и элементов всего аэроизображения и в свою очередь непосредственно определяет его информационную емкость.

Основные интегральные характеристики аэроизображений тесно связаны между собой, хотя их взаимосвязи часто носят неоднозначный и нелинейный характер. Эти характеристики (абстрактность, сложность, разнообразие) могут быть связаны и с другими характеристиками изображений (упорядоченностью). Поэтому содержательный и количественный анализ характеристик изображений, их взаимозависимостей, их влияния на эффективность обработки аэроизобразительной информации представляет большой интерес как для теории, так и для практики дешифрирования аэроизображений.

**Список литературы:** 1. Басин Е. Я. О природе изображения. — «Вопросы философии», 1968, № 4. 2. Веккер Л. М. Психические процессы, т. 1. Л., Изд-во ЛГУ, 1974. 3. Гамезо М. В., Рубахин В. Ф. О роли пространственных представлений при чтении топографической карты и дешифрировании аэроснимков. — В кн.: Проблемы восприятия пространства и пространственных представлений. М., 1961. 4. Ганзен В. А. Восприятие целостных объектов. Л., Изд-во ЛГУ, 1974. 5. Моль А., Фукс В., Касслер М. Искусство и ЭВМ. М., «Мир», 1975. 6. Райзер П. Я. О теоретических основах дешифрирования аэроснимков. — В кн.: Теория и практика дешифрирования аэроснимков. М.—, «Наука», 1966. 7. Рубахин В. Ф. Психологические основы обработки первичной информации. Л., «Наука», 1974. 8. Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований. Л., Изд-во ЛГУ, 1975. 9. Тюхин В. С. Теория автоматического познания и гносеология. М., «Наука», 1967,

Работа поступила 4 марта 1977 года. Рекомендована кафедрой эргономики и инженерной психологии факультета психологии Ленинградского госуниверситета.