

размер кристаллита с максимальным эффектом сжатия решетки. Отмечен эффект упорядочения катионов в А-подрешетке. Предложено аномальное объяснение магнитных свойств манганитов $\text{La}_{0,50}\text{Ba}_{0,50}\text{MnO}_3$ как результат двух размерных факторов.

Литература

1. Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.М. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов: Учебное пособие. – М.: Металлургия, – 1979. – 472 с.
2. Millange F., Caignaert V., Domenges B. et al. Order-disorder phenomena in new LaBaMn₂O_{6-x} CMR perovskites. /Crystal and magnetic structure // Chem. Mater. – 1998. – V. 10. – P. 1974–1983.
3. Перекалин В.В., Зонис С.А. Органическая химия. – М. «Просвещение» – 1966 г. – 135 с
4. Гуденаф Г. Магнетизм и химическая связь. – М.: Металлургия, - 1968. – 311 с.
5. Dey P., Nath T.K. Phys. Rev. B 73, 214425 (2006).
6. Das N., Mondal P., Bhattacharya D. Phys. Rev. B 74, 014410 (2006).

©ПГУ

АНАЛИЗ СКАНЕРНЫХ СНИМКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

О. О. УСОВА, А. А. МИХЕЕВА

Now the big distribution was obtained by data of space shootings of the Earth. Satellite images have many applications in agriculture, geology, geodesy, forestry, biodiversity conservation, regional, education, intelligence and warfare

Ключевые слова: космическая съемка, искусственный спутник земли, разрешающая способность, вероятность качественного дешифрирования

В настоящее время для получения информации о земной поверхности и ее оперативной обработки большое распространение получили данные космических съемок земной поверхности. Характеристики некоторых сканеров приведены в *таблице 1*.

Таблица 1. Основные характеристики камер

Камера	Ср. высота фотографирования, км	Фокусное расстояние, мм	Разрешение, м
QuickBird	450	≈ 10000	0,61
OrbView	470	–	1,00
Ikonos	680	–	1,00
МСУ-Э	650	350	32
IRS	618	–	5,80
ALOS	692	–	2,50
Ресурс-ДК	450	–	1,00
HRV	820	1000	10

Одной из главных целей проведения космических съемок с искусственных спутников земли является создание и обновление топографических карт. В связи с этим возникает потребность в оценке пригодности материалов космических съемок с существующих летательных аппаратов и сканеров для обновления топографических карт различных масштабов. Здесь большую роль играет возможность качественного дешифрирования.

Понятие вероятность качественного дешифрирования неразрывно связано с критерием разрешающая способность снимка [1]. При съемке с космических летательных аппаратов разрешающая способность фотоматериала будет снижена за счет влияния различных фактор: объектива, атмосферы и сдвига изображения и т. д. [2].

Расчет результирующей разрешающей способности затрудняется тем, что очень часто основные параметры сканера неизвестны. Поэтому нашей задачей являлся поиск методов для расчета результирующей разрешающей способности при неизвестных параметрах сканера.

Разрешающая способность ПЗС-линейки зависит от размеров пикселей, из которых она состоит. Очень часто эта величина неизвестна. Однако известно, что размер пикселя колеблется в пределах 8–12 мкм, а также, что сканер HRV, расположенный на SPOT, имеет фотодатчики размером 12 мкм [3]. Поэтому примем, что размер пикселя ПЗС-линейки равен 8 мкм, 10 мкм и 12 мкм. Рассчитаем разрешающую способность ПЗС-линейки для принятых параметров по формуле (1) и результаты занесем в *таблицу 2*.

$$R_n = \frac{1}{2d}, \quad (1)$$

где R_n – разрешающая способность ПЗС-линейки, d – размер пикселя ПЗС-линейки.

Как уже было отмечено, на результирующую разрешающую способность оказывает влияние объектив фотокамеры. Для того, чтобы оценить величину его влияния, найдем его разрешающую способность по формуле [4]

$$R_{об} = \frac{1}{1.22\lambda n}, \quad (2)$$

где $R_{об}$ – разрешающая способность объектива, $\frac{1}{n}$ – относительное отверстие объектива, λ – длина световой волны.

Расчеты сделаны для $\lambda = 0,555$ мкм и занесены в *таблицу 2*.

Для определения суммарной разрешающей способности системы объектив-фотопленка авторами различных работ предлагаются две формулы: точная и приближенная. Рекомендую производить расчеты по точной формуле [5]

$$R_{об,n} = R_n \left(1 - e^{-\frac{R_{об}}{R_n}} \right). \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в *таблице 2*.

Таблица 2. Расчет разрешающей способности

Разрешающая способность, мм ⁻¹ Размер пикселя, мкм	R_n	$R_{об}$	$R_{об,n}$	$R_{об,n,a}$
8	62	352	62	46
10	50	352	50	37
12	42	352	42	31

Сравнивая второй и четвертый столбец *таблицы 2*, видим, что влияние, которое оказывает объектив, незначительно.

При фотографировании с космических летательных аппаратов между объектом съемки и аэрофотоаппаратом находится слой атмосферы, который, несомненно, повлияет на результирующую разрешающую способность. Значение разрешающей способности, с учетом влияния атмосферы, можно рассчитать по формуле [5]

$$R_{об,n,a} = R_{об,n} \cdot T_H, \quad (4)$$

где T_H – коэффициент прозрачности атмосферы.

Результаты расчетов по формуле (4) приведены в *таблице 2*. Разрешающая способность значительно снижается, в среднем она уменьшается на 30%.

Причины сдвига изображения во время аэрофотосъемки заключается в том, что съемочная система во время экспонирования фотоматериала совершает совместно с летательным аппаратом линейные перемещения относительно фотографируемой местности.

Для учета влияния сдвига изображения на разрешающую способность системы объектив-фотопленка-атмосфера также авторами различных работ предлагаются две формулы: строгая и приближенная. Расчеты производим по строгой формуле [5]

$$R_{об,n,a,c} = \frac{R_{об,n,a}}{\sqrt{1 + (R_{об,n,a} \cdot \sigma_w)^2}}, \quad (5)$$

где σ_w – величина сдвига изображения, которая определяется как [5]

$$\sigma_w = \frac{W}{m} t, \quad (6)$$

где W – скорость движения спутника относительно Земли, m – знаменатель масштаба съемки, t – фактическая выдержка.

Масштаб съемки можно определить по формуле [6]

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}, \quad (7)$$

где f – фокусное расстояние объектива съемочной системы, H – высота съемки.

Как правило, фокусное расстояние для сканеров является неизвестным. Но можно его рассчитать, используя принятые нами размеры пикселя d и разрешение на местности L :

$$f = H \frac{d}{L}, \quad (8)$$

По формуле (8) вычисляем фокусное расстояние в мм с учетом принятых величин пикселя линейки ПЗС, равных 8 мкм, 10 мкм и 12 мкм. Результаты занесены в *таблицу 3*.

Таблица 3. Фокусное расстояние в зависимости от размера пикселя линейки ПЗС

Название спутника Размер пикселя, мкм	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
8	6000	3800	5400	850	660	2200	3600	150
10	7400	4700	6800	1100	820	2800	4500	190
12	9000	5600	8000	1300	1000	3300	5400	230

Приняв вычисленные значения фокусных расстояний и высоту съемки, которая всегда известна, найдем масштаб фотографирования по формуле (7) и результаты вычислений занесем в *таблицу 4*.

Таблица 4. Масштаб съемки в зависимости от размера пикселя линейки ПЗС

Название спутника Размер пикселя, мкм	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
8	1:75000	1:124000	1:126000	1:727000	1:1242000	1:314000	1:125000	1:4375000
10	1:61000	1:100000	1:100000	1:618000	1:1000000	1:247000	1:100000	1:3500000
12	1:50000	1:84000	1:85000	1:475000	1:820000	1:210000	1:83000	1:2920000

Теперь при помощи формулы (6) можно найти величину сдвига изображения и затем найти разрешающую способность системы объектив–ПЗС–линейка–атмосфера–сдвиг по формуле (5). Результаты вычислений занесены в *таблицу 5*.

Таблица 5. Разрешающая способность системы объектив–ПЗС–линейка–атмосфера–сдвиг в зависимости от размера пикселя линейки ПЗС

Название спутника Размер пикселя, мкм	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
8	10	16	17	42	45	33	16	46
10	8	13	14	34	36	26	13	36
12	7	11	12	28	30	22	11	31

Влияние светофильтра, движение Земли и других факторов учтем введением коэффициента 0,80. Результирующая разрешающая способность приведена в *таблице 6*.

Таблица 6. Результирующая разрешающая способность R_p в зависимости от размера пикселя

Название спутника Размер пикселя, мкм	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
8	8	13	14	34	36	26	13	37
10	7	10	11	27	29	21	10	30
12	5	9	9	23	24	17	9	25

На основе результирующей разрешающей способности определяем минимальный размер объекта, воспроизводимый разными системами, по формуле (9), который зависит от масштаба съемки [7].

$$S_{\min} = \frac{m}{2R_p}, \quad (9)$$

Результаты расчетов в метрах, для масштабов, приведенных в *таблице 4*, по формуле (9), помещены в *таблицу 7*.

Таблица 7. Минимальный размер объекта, воспроизводимый системами

Название спутника / Размер пикселя, мкм	Quick-Bird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
8	4,58	4,75	4,58	10,73	17,33	6,01	4,77	59,60
10	4,58	4,75	4,57	10,70	17,39	5,95	4,77	59,28
12	4,57	4,76	4,58	10,68	17,09	6,00	4,77	58,96
Среднее значение	4,58	4,75	4,58	10,71	17,27	5,98	4,77	59,28
Мах ошибка, %	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	0,5	0,0	0,5

Несмотря на то, что изначально неизвестен действительный размер элемента ПЗС и были приняты три разных значения, а, следовательно, для каждого сканера получены три разных значения масштаба фотографирования (*таблица 4*), это не повлияло на величину минимального размера воспроизводимого объекта, так как с уменьшением размера пикселя уменьшается масштаб изображения, а с увеличением размера пикселя получим более крупный масштаб фотографирования.

Можно поступить и следующим образом. Выбрать набор фокусных расстояний для каждой съемочной системы, по ним определить размеры пикселя линеек ПЗС с использованием разрешения на местности. Оценить влияние рассматриваемых выше факторов и по результирующей разрешающей способности рассчитать минимальный размер объекта, который может воспроизводить та или иная съемочная система. Результат будет аналогичным (*таблица 8*).

Таблица 8. Минимальный размер объекта, воспроизводимый системами

Название спутника / Фокусное расстояние, мм	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
500	5,22	5,48	5,96	11,04	17,61	6,24	5,44	59,28
1000	4,77	4,95	4,99	10,71	17,39	6,24	4,95	59,28
3000	4,59	4,76	4,60	10,70	17,39	5,98	4,78	59,28
6000	4,58	4,75	4,57	10,70	17,39	5,98	4,77	59,28
9000	4,58	4,75	4,57	10,70	17,39	5,98	4,77	59,28
Среднее значение	4,59	4,94	4,94	10,77	17,43	6,08	4,94	59,28
Мах ошибка, %	9	9	10	3	2	3	10	0

Поскольку предложенные методы определения результирующей разрешающей способности дали хорошие результаты и они не требуют знания основных параметров сканера, можно рекомендовать их к использованию для вычисления итоговой разрешающей способности, учитывающей влияние разрешающей способности линейки ПЗС, объектива, атмосферы, сдвига изображения и другие факторы.

Когда известен минимальный размер видимого на снимке объекта S_{\min} , можно определить изначально интересующий нас критерий – вероятность качественного дешифрирования, по формуле [8]

$$P = \exp \left[- \left(B \frac{S_{\min}}{D} \right)^2 \right], \quad (10)$$

где D – геометрический размер распознаваемого объекта, B – коэффициент распознавания объекта, его средняя величина равна 1,62 [8].

Вероятность качественного дешифрирования должна быть не менее 0,75 [4].

Вычисления по формуле (10) приведены в *таблице 9*.

Более темным цветом в *таблице 9* отмечены размеры объектов на местности, которые на снимках, полученных с рассматриваемых съемочных систем, будут дешифрироваться с вероятностью 75% и более.

Полученные результаты были сопоставлены с данными по реальному объекту и сделаны выводы о том, что расчеты с определенной долей вероятности верны. И в дальнейшем можно рекомендовать этот способ поиска результирующей разрешающей способности и, как следствие, вероятности дешифрирования объектов снимка к использованию.

Таблица 9. Расчет вероятности дешифрирования

Сканер Параметр	QuickBird	OrbView	Ikonos	IRS	SPOT	ALOS	Ресурс-ДК	МСУ-Э
Ср. S_{min}	4,58	4,75	4,58	10,86	17,27	5,98	4,77	59,28
D = 10 м	0,58	0,55	0,58	0,04	0,00	0,39	0,55	0,00
12 м	0,68	0,66	0,68	0,12	0,00	0,52	0,66	0,00
14 м	0,75	0,74	0,75	0,21	0,02	0,62	0,74	0,00
15 м	0,78	0,75	0,78	0,25	0,03	0,66	0,75	0,00
18 м	0,84	0,83	0,84	0,38	0,09	0,75	0,83	0,00
33 м	0,95	0,94	0,95	0,75	0,49	0,92	0,95	0,00
53 м	0,98	0,97	0,98	0,89	0,75	0,96	0,98	0,03
157 м	1	1	1	1	1	1	1	0,75

Литература

1. *Малявский Б.К.* Дисплейный стереофотограмметрический комплекс Фотомод // Геодезия и картография. 1997. № 2.
2. *Лаврова Н. П.* Космическая съемка. Учебное пособие для вузов. – М., Недра, 1983. 288 с.
3. *Михайлов А. П.* Конспект лекций по сканерным снимкам – М., МИИГАиК, 2002 г.
4. *Павлов И.М., Якубов Н.Т.* Аэрофотография. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1991. 335 с.
5. *Кучко А.С.* Аэрофотография – М.: Недра, 1974. 272 с.
6. *Большаков В.Д., Левчук Г.П.* Справочник геодезиста (в двух книгах) – М.: Недра, 1975. 1056 с.
7. *Титаров П.С.* Фотограмметрическая обработка спутниковых сканерных стереопар// Геодезия и картография. 2001. № 8.
8. *Живичин А.Н., Соколов В.С.* Дешифрирование фотографических изображений – М.: Недра, 1980. – 260 с.

©МГУП

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГОМОФАЗНОГО СИНТЕЗА ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА В АПРОТОННЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

В. С. ХАЛЕЙКО, Л. А. ЩЕРБИНА, Б. Э. ГЕЛЛЕР, А. Г. ХАРИТОНОВИЧ

The analysis of homophase process of synthesis of fiber-forming copolymers of acrylonitrile in aprotic solvents. About the possibility of fiber-forming acrylonitrile copolymer homophase synthesis process intensification

Ключевые слова: апротонный растворитель, полиакрилонитрил; азобисизобутиронитрил; полимеризация; иницирование; комплексообразование

1. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня волокна на основе полимеров и сополимеров акрилонитрила (АН) стабильно составляют 4–6% в общем балансе текстильного сырья или 0,4–0,5 кг/чел в год. В Республике Беларусь промышленное производство полиакрилонитрильного (ПАН) волокна марок «нитрон Д» и «нитрон С» успешно функционирует в г. Новополоцке.

Технологическая схема производства ПАН волокна складывается из следующих взаимосопреженных стадий: гомофазного синтеза волокнообразующего терсополимера поли[АН–со–метилакрилат(МА)–со–2-акриламид-2-метилпропансульфо кислоты (АМПС)] – в апротонном или гидротропном растворителе, с применением в качестве инициатора динитрила азобисизомасляной кислоты (ДАК); подготовки прядильного раствора к формованию; собственно формования (нитеобразования, ориентационного вытягивания, «мокрой» и «сухой» отделки). Взаимосвязано с этими стадиями функционируют весьма энергоемкие системы регенерации растворителей. Из апротонных растворителей при производстве ПАН волокон нашли применение диметилформамид (ДМФ), диметилацетамид (ДМАА) и диметилсульфоксид (ДМСО).

Эффективность всего производственного цикла получения ПАН волокна зависит от реализации оптимальных условий при проведении каждой стадии технологического процесса. Однако, несмотря на многолетний практический опыт эксплуатации производственных процессов получения волокнообразующих сополимеров на основе виниловых мономеров, в том числе и в производстве ПАН волокон, многие технологические режимы найдены полуэмпирическими методами.

На кафедре химической технологии высокомолекулярных соединений (ХТВС) Могилевского государственного университета продовольствия (МГУП) более двух десятилетий ведутся систематические исследования, связанные с изучением влияния различных факторов на процесс зарождения свободно-радикальных центров при брутто процессе получения полимеров. Эти исследования направлены на понимание механизмов протекающих при синтезе, с целью оптимизации условий получения волокнообразующих сополимеров акрилонитрила и поиска путей снижения ресурсо- и энергозатрат в производственном процессе реализованном на Новополоцком заводе «Полимир» ОАО «Нафтан».