

УДК 629.78

## Оценка объема спроса национального рынка на информацию дистанционного зондирования Земли

В. Н. Астапенко<sup>1</sup>, Е. И. Бушуев<sup>2</sup>, В. П. Зубко<sup>3</sup>, П. П. Хорольский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт технічної механіки, Дніпропетровськ

<sup>2</sup>Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

<sup>3</sup>Національне космічне агентство України, Київ

*Надійшла до редакції 17.03.99*

---

Проведено аналіз потенційного українського ринку на дані дистанційного зондування Землі з оцінкою по роках у вартісному виразі об'єму його освоєння.

---

В настоящее время национальный рынок услуг по дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) находится фактически в начальной стадии развития. Тем не менее, данные ДЗЗ, обеспечиваемые Национальным космическим агентством Украины (НКАУ), могут составлять основу информационного обеспечения для министерств и природоохранных ведомств, субъектов мониторинга окружающей среды при прогнозировании и реагировании на чрезвычайные ситуации, выполнении государственных, ведомственных, и региональных программ [2, 3, 8—11].

Представляет интерес оценить потенциальный объем зарождающегося рынка, исходя из пространственно-временных масштабов решаемых задач. Дело в том, что даже при неготовности потребителей к практическому использованию информации, обусловленной нынешними финансовыми, кадровыми, методическими и техническими проблемами, существует объективная необходимость сбора данных в достаточно полном объеме для формирования презентативного ряда наблюдений, обеспечивающего оценку и прогноз состояния природной среды с нужным качеством.

Комитетом спутникового наблюдения Земли, (CEOS — Committee on Earth Observation Satellites), членом которого с 1993 г. является НКАУ, обобщены состав задач и требования потребителей; результаты приведены в [14, 16].

В [14] приведены в основном задачи глобального уровня, и большая их часть посвящена таким природным средам, как атмосфера, морская и ледовая поверхности. Задачи по суше освещены кратко в одном разделе, так как земля на мировом рынке является товаром, и эти задачи успешно решаются на коммерческой основе, а государственные и международные организации основные усилия направляют на решение глобальных и региональных проблем.

Учитывая то, что нынешние экономические условия не позволяют Украине принимать активное участие в решении природно-ресурсных и экологических проблем глобального масштаба, а коммерческое использование данных ДЗЗ только зарождается, считаем, что более актуальными для Украины являются задачи исследования природной среды, в том числе и по суше, которые несколько подробнее рассмотрены в [16].

Таблица 1. Задачи отраслей народного хозяйства и требования к космической информации

ЗАДАЧИ	Общая площадь наблюдения, тыс. км <sup>2</sup>	Периодичность наблюдения	Ежегодная площадь наблюдения, тыс. км <sup>2</sup>	Вид съемки, требуемое количество спектральных каналов (разрешение горизонтальное/вертикальное, м)				Точность измерений
				ВД	ИК	МР	РЛ	
<b>I. НЕОПЕРАТИВНЫЕ ЗАДАЧИ</b>								
1.1. Создание картографической основы: — государственный уровень	600	10 лет	60	1 (10)			1 (10)	
1.2. Картирование берегов, отмелей, мелководных участков шельфа	2	1 год	2	5 (10)			1 (10)	
1.3. Планирование землепользования: — государственный уровень	600	5 лет	120	3 (20)	2 (60)		1 (30)	
1.4. Классификация урбанизированных территорий	70	5 лет	14	3 (10)			1 (10)	
1.5. Инвентаризация лесных массивов	90	5 лет	18	3 (30)	2 (60)		1 (30)	
1.6. Болезни и повреждения лесов	90	1 год	90	3 (10)	2 (30)		1 (10)	
1.7. Составление почвенных карт, оценка эрозии и деградации почв: — государственный и региональный уровни	420	5 лет	84	3 (20)	2 (60)	2 (60)	1 (30)	
— локальный уровень	0.7	1 месяц	9	3 (10)	2 (30)	2 (30)	1 (10)	
1.8. Уточнение геологических карт	200	5 лет	40	3(10—30)	2 (30)		1(10—30)	
1.9. Контроль тектонических структур	7	1 год	7	1 (10)			1 (30)	
<b>II. ЗАДАЧИ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА</b>								
2.1. Определение температуры почвы: — государственный уровень	420	7 сут. за 4 мес.	6700		2 (1000)			1.5°
— региональный и локальный уровни	42	7 сут. за 4 мес.	670		2 (250)			1.5°
2.2. Определение влажности почвы, контроль зон подтопления	420	7 сут. за 6 мес.	10100		2 (50)	1 (100)	1 (300)	15 %
2.3. Определение глубины (водного эквивалента) снега. Контроль динамики снежного и ледового покровов: — государственный уровень	600	1 сут. за 5 мес.	90000	1 (1000)	1 (1000)	1 (10000)	1 (2500)	15 %
— региональный и локальный уровни	12	7 сут. за 5 мес.	240	1 (100)	1 (300)	1 (1000)		15 %
2.4. Инвентаризация сельскохозяйственных культур	420	1 год	420	3 (20)			1 (30)	
2.5. Статистические данные по сельскохозяйственным культурам	420	30 суток за 5 мес.	2100	3(20—50)	2 (60)		1 (30)	
2.6. Контроль вегетации растений, прогноз урожая	420	7 суток за 5 мес.	8400	2 (500—1000)	1 (1000)		1 (2500)	
2.7. Контроль загрязнения атмосферы: — государственный уровень	600	1 сутки	220000	5 (1000)	4 (1000)			
— региональный уровень	600	3 суток	73200	5 (250)	4 (800)			
2.8. Контроль загрязнения поверхностных вод (внутренние водоемы)	24	7 суток за 9 мес.	860	5 (10)	4 (60)	4 (100)	1 (10)	
2.9. Контроль загрязнения суши (косвенно): — по состоянию снежного покрова	600	1 сут. за 5 мес.	90000	5 (200)	4 (300)	4 (300)		
— по состоянию растительного покрова	600	7 сут. за 5 мес.	2100	5 (200)	4 (300)	4 (300)		
2.10. Контроль загрязнения Черного и Азовского морей	460	7 сут.	24000	5 (300)	4 (300)	4 (500)	1 (300—2500)	
2.11. Контроль ледовой обстановки: — в Черном и Азовском морях	70	7 сут. за 6 мес.	1700	1 (250)	1 (300)	1 (500)	1 (30)	
— в районе антарктической станции «Академик Вернадский»	1000	7 суток	50000	1 (300)	2 (300)	2 (500)	1 (2500)	
2.12. Определение рыбопромысловых районов	2.5	5 сут. на время промысла	3600		2 (300—1000)			

Окончание табл. 1

ЗАДАЧИ	Общая площадь наблюдения, тыс. км <sup>2</sup>	Периодичность наблюдения	Ежегодная площадь наблюдения, тыс. км <sup>2</sup>	Вид съемки, требуемое количество спектральных каналов (разрешение горизонтальное/вертикальное, м)				Точность измерений	
				ВД	ИК	МР	РЛ		
2.13. Определение температуры поверхности Черного и Азовского морей	460	10 сут	16800	2 (300—1000)				0.5°	
<b>III. ЗАДАЧИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ЯВЛЕНИЯМИ</b>									
3.1. Контроль потенциально опасных техногенных источников теплового и химического загрязнения среды (атмосферы, земной и водной поверхностей)		3—6 ч		5 (10)	4 (10)	4 (20)			
3.2. Обнаружение и наблюдение стихийных бедствий и их последствий (пожары, наводнения, сели, лавины, землетрясения и др.)		12 ч		3 (5)	2 (10)	2 (20)	1 (20)		
3.3. Контроль и оценка последствий аварий и катастроф	от 1×1 до 10 <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup> км		3 (0.5—5)						
<b>IV. ЗАДАЧИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ</b>									
4.1. Границы и размеры облачных атмосферных фронтальных зон	глобально	6 ч		1 (2500)	2 (5000)			10 % (баллы)	
4.2. Зоны осадков и их интенсивность	глобально	6 ч		1 (2500)	2 (5000)	6 (25000)	1 (2500)	4 мм в час	
4.3. Контроль зарождения и эволюции циклонов	глобально	6 ч					1 (2500)		
4.4. Контроль состояния моря, выделение зон штормов	глобально	6 ч		2 (5000)		4 (25000)	1 (2500)		
4.5. Скорость и направление приводного ветра	глобально	6 ч					1 (25000)	1 м/с, 10°	
4.6. Вертикальные профили температуры атмосферы	глобально	6 ч		2 (25000/1000)				1.5°	
4.7. Вертикальные профили влажности атмосферы	глобально	6 час		3 (50000/1000)				5 % тропосфера, 20 % стратосфера	
4.8. Вертикальные профили и общее содержание аэрозоля	глобально	6 ч		3 (500/1000)				10 %	
4.9. Вертикальные профили и общее содержание озона	глобально	6 ч		1 (50000)				5 %	
4.10. Влагосодержание облаков	глобально	6 ч		3 (25000/1000)		2 (50000)			5 %
4.11. Радиационный баланс Земли	глобально	1 ч		2 (5000)				1 %	
4.12. Давление на уровне моря	глобально	6 ч						0.5 мбар	
4.13. Температура верхнего слоя облачности	глобально	3 ч		2 (5000)	3 (100000)				1°
4.14. Температура морской поверхности	глобально	6 ч		2 (1000)	3 (50000)				0.1°
4.15. Температура поверхности суши	глобально	6 ч		2 (1000)				0.5	
4.16. Высота и направление волн	глобально	1 ч					1 (10000—50000)	10 см, 10°	
4.17. Определение характеристик ледового и снежного покровов	глобально	1 сут		2 (1000)	3 (20000)	1 (2500)		2 % граница	
4.18. Топография морской поверхности	глобально	5 сут					1 (10000)	3 см	

Обозначения видов съемки: ВД — видимый канал, ИК — инфракрасный, МР — микроволновая радиометрия, РЛ — радиолокационный. Данные по точности измерений взяты из [17]



Окончание табл. 2

Аппаратура	Космический аппарат	Разрешение, м	Спектральный диапазон, число каналов	Вид съемки	Время эксплуатации прибора																
					1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009						
РЛС БО	«Сич-1М»	1300	MIC 1	РЛ		□	□														
«Климат-2»	«Метеор-3М», серия	3000	VNIR-2, TIR-1	С	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
«Дельта-2Д»	«Океан-О»	22— 120 км	MIC-4	С	■	■	■	■													
MSMR	IRS-P4	40— 120 км	MIC-4	С	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Условные обозначения (деление на диапазоны из [1]): VIS — видимый диапазон (0.34—0.76 мкм), NIR — ближний инфракрасный (0.76—3.0 мкм), VNIR — видимый + ближний инфракрасный диапазон (0.34—3.0 мкм), SWIR — средний инфракрасный (3.0—6.0 мкм), TIR — дальний инфракрасный (6.0—100 мкм), MIC — микроволновый (свыше 1 мм); П — панхроматическая съемка, С — спектрзональная съемка, РЛ — радиолокационная съемка. Темными значками обозначены действующие аппараты, светлыми — разрабатываемые

Представляет интерес проанализировать требования национальных пользователей, сравнить их с требованиями CEOS и на основании сравнительной оценки сформировать требования к космической информации не только по ее качеству, но и по объему. За основу требований национальных пользователей приняты данные [1], а в качестве требований CEOS — данные [16].

На основании сравнительной оценки в табл. 1 представлен перечень основных народно-хозяйственных задач, решаемых с использованием существующих средств ДЗЗ (с максимальным разрешением до 10 м), и требования к получаемой информации. Задачи, решаемые с использованием космической информации с разрешением лучше 10 м, требуют отдельного рассмотрения.

Перечень задач охватывает все ключевые направления, приведенные в [16], с учетом географического расположения Украины и актуальности задач. В настоящее время для Украины важными являются задачи, связанные с проведением земельной реформы и ведением природно-ресурсного и экологического мониторинга.

Качество информации ДЗЗ в табл. 1 характеризуется необходимой разрешающей способностью аппаратуры ДЗЗ, точностью измерений и количеством каналов съемки в видимом, ИК-, миллиметровом и сантиметровом диапазонах спектра электромагнитных волн.

Требования по объему информации ДЗЗ представлены площадью и периодичностью наблюдений.

По требованиям к временным и пространственным параметрам данных ДЗЗ все задачи разделены на 4 группы.

I. Неоперативные задачи, отличающиеся низкой периодичностью обновления информации (год и более).

II. Задачи природно-ресурсного и экологического мониторинга, отличающиеся сравнительно высокими требованиями как по периодичности (до 1 сут) так и по разрешению (до 10 м).

III. Задачи наблюдения за потенциально опасными техногенными и природными процессами и явлениями. Этим задачам присущи жесткие требования по пространственному разрешению (от 0.5 до 20 м), а также по оперативности и частоте наблюдений (единицы часов) за ограниченным числом объектов (1—2 тысячи) с относительно небольшими площадями (до 10 км<sup>2</sup>).

IV. Задачи метеорологического обеспечения, которым свойственны глобальный охват поверхности, высокая частота наблюдений (два раза в час с геостационарного спутника) и низкое пространственное разрешение (1—50 км).

Наблюдаемые территории по состоянию на 01.01.97 составляют [4]:

- общая площадь Украины — 603.5 тыс. км<sup>2</sup>;
- площадь сельскохозяйственных угодий — 418.4 тыс. км<sup>2</sup>;
- площадь лесов — 86 тыс. км<sup>2</sup>;
- площадь населенных пунктов — 67 тыс. км<sup>2</sup>;
- площадь поверхностных вод (внутренние водоемы) — 24 тыс. км<sup>2</sup>;
- площадь полностью утраченного слоя гумуса — 0.68 тыс. км<sup>2</sup>.

Учитывая тот факт, что существующие космические средства ДЗЗ не удовлетворяют требованиям по разрешению и оперативности наблюдений за потенциально опасными процессами и явлениями локального масштаба, эти задачи в данной работе не рассматриваются.

Задачи метеорологического обеспечения в настоящее время достаточно полно решаются геостационарными спутниками типа «Meteosat» и спутниками серии NOAA, которые находятся на полярных

Таблица 3. Ориентировочный объем ежегодных съемок (в тыс. км<sup>2</sup>) для решения неоперативных задач

ЗАДАЧИ	Аппаратура					
	РСА («Radarsat»)	РСА («Radarsat», ERS)	МСУ-ЭУ («Сич-1М»)/ МСУ-Э1 («Ресурс-01»)	HRV («Spot»)		МСУ-В («Океан-О»)
	разрешение поперек направления полета, м					
	10	30	24/33	10	20	ВД-50, ИК-250
	размеры кадра, км					
	45×45	100×100	45×45/60×34	60×60	60×60	195×195
1.1. Создание картографической основы: — государственный уровень	60×2 (сте- реосъемка)		в рамках задачи 1.7	60		
1.2. Картографирование берегов отелей, мелководных участков шельфа	2		2	2		
1.3. Планирование землепользования: — государственный уровень		120		120		
1.4. Классификация урбанизированных территорий	в рамках задачи 1.1					
1.5. Инвентаризация лесных массивов		18	18			18 ВД, 18 ИК
1.6. Болезни и повреждения лесов	90					90 ИК
1.7. Составление почвенных карт, оценка эрозии и деградации почв: — государственный уровень — локальный уровень	9	в рамках задачи 1.3	84	в рамках задачи 1.1	в рамках задачи 1.3	84 ИК
1.8. Уточнение геологических карт	в рамках задачи 1.1	в рамках задачи 1.3		в рамках задачи 1.1	в рамках задачи 1.3	
1.9. Контроль тектонических структур	7	в рамках за- дач 1.3, 1.7		7		
Всего, тыс. км <sup>2</sup>	228	138	104	67	122	210
Итого кадров (с учетом 50 % перекрытия)	169	21	77	28	51	9

солнечно-синхронных орбитах. Учитывая в основном некоммерческий характер метеорологических задач, количество и стоимость информации с этих спутников в данной работе не оценивается. В тоже время они очень важны для предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (наводнения, лесные пожары, штормы и т. д.), ущерб от которых в некоторых случаях оценивается миллиардами долларов США.

Уместно лишь отметить, что полезным дополнением к метеорологической системе NOAA, обеспечивающей съемку в видимом и ИК-диапазонах, могла бы быть радиолокационная подсистема из 2—3 спутников типа «Сич-1», позволяющая выполнять съемку в условиях облачности и в ночное время. Информационные возможности этих спутников достаточно подробно изложены в [12].

В табл. 2 представлено «поле» предложений спутниковой информации ДЗЗ до 2009 г., сформированное согласно разрешающей способности съемочной аппаратуры [15].

При выборе технических средств для обеспечения потребностей Украины в спутниковой информации

ДЗЗ, с учетом ее стоимости, предпочтение отдается национальным и российским системам наблюдения Земли с привлечением, при необходимости, зарубежных спутников.

Анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что для решения задач I и II групп, с учетом освоенности и доступности информации, можно использовать информацию прибора МСУ-ЭУ спутника «Сич-1М», МСУ-Э1 («Ресурс-01»), РЛС БО («Сич-1М», «Океан-О»), SAR (ERS, «Radarsat»), HRV («Spot»), МСУ-В и «Дельта-2Д» («Океан-О»), МСУ-СК («Ресурс-01», «Океан-О»), AVHRR (NOAA).

Ориентировочный объем ежегодных съемок (в тыс. км<sup>2</sup>) аппаратурой SAR, МСУ-ЭУ, МСУ-Э1, МСУ-В, HRV для решения неоперативных задач приведен в табл. 3.

Задачи природно-ресурсного мониторинга имеют сезонный характер и, как правило, определяются фенологическими фазами развития растительности. Оптимальные режимы съемки для задач этого класса представлены в табл. 4.

Ориентировочный объем ежегодных съемок (в тыс. км<sup>2</sup>) аппаратурой РЛС БО, SAR, МСУ-ЭУ,

Таблица 4. Количество наблюдений по месяцам для задач природно-ресурсного и экологического мониторинга

Задача	Месяцы												Всего	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Температура почвы			4	4					4	4			16	
Влажность почвы				4	4	4	4	4	4				24	
Снежный и ледовый покров	4—30	4—30	4—30									4—30	4—30	20—150
Контроль вегетации растений, прогноз урожая					4	4	4	4	4					20
Загрязнение атмосферы	ежесуточно в течение года													
Загрязнение поверхностных вод (внутренние водоемы)			4	4	4	4	4	4	4	4	4			36
Загрязнение суши:														
— снежного покрова	4—30	4—30	4—30									4—30	4—30	20—150
— растительности					4	4	4	4	4					20
Загрязнение морей	еженедельно в течение года													
Ледовая обстановка на морях	4	4	4									4	4	20
Рыбопромысловые районы на морях	1 раз в 5 суток на время рыбного промысла													
Температура морской поверхности	1 раз в 10 суток в течение года													

Таблица 5. Ориентировочный объем ежегодных съемок (в тыс. км<sup>2</sup>) для решения задач природно-ресурсного и экологического мониторинга

ЗАДАЧИ	Аппаратура								
	РЛС БО («Сич-1М»)	РСА («Radarsat», ERS)	МСУ-ЭУ («Сич-1М») /МСУ-Э1 («Ресурс-01»)	HRV («Спроб»)	МСУ-В («Океан-О»)	МСУ-СК («Ресурс-01»/«Океан-О»)	AVHRR (NOAA)	«Дельта-2Д» («Океан-О»)	
	разрешение поперек направления полета, м								
	1300	30	24/33	20	ВД-50, ИК-250	ВД-160/170, ИК-600/700	ВД-1100, ИК-1100	20000—120000	
размеры кадра, км									
600×1750	100×100	45×45/60×34	60×60	195×195	600×600	3000×6000	1100×1100		
2.1. Определение температуры почвы:									
— государственный уровень							6700 ИК		
— региональный и локальный уровни							670 ИК		
2.2. Определение влажности почвы, контроль зон подтопления							10100 ИК	10100	
2.3. Определение глубины (водного эквивалента) снега. Контроль динамики снежного и ледового покровов:									
— государственный уровень	90000							90000 ВД 90000 ИК	90000
— региональный и локальный уровни							240 ВД 240 ИК	240 ВД 240 ИК	
2.4. Инвентаризация сельскохозяйственных культур							в рамках задачи 2.5	в рамках задачи 2.5	
2.5. Статистические данные по сельскохозяйственным культурам	300	1800	300	2100 ВД 2100 ИК	в рамках задачи 2.7		2100		
2.6. Контроль вегетации растений, прогноз урожая							в рамках задачи 2.2	8400 ВД 8400 ИК	
2.7. Контроль загрязнения атмосферы:									
— государственный уровень							220000 ВД 220000 ИК		

Окончание табл. 5

ЗАДАЧИ	Аппаратура							
	РЛС БО («Сич-1М»)	РСА («Radarsat», ERS)	МСУ-ЭУ («Сич-1М» /МСУ-Э1 («Ресурс-01»)	HRV («Spot»)	МСУ-В («Океан-О»)	МСУ-СК («Ресурс-01»/ «Океан-О»)	AVHRR (NOAA)	«Дельта-2Д» («Океан-О»)
	разрешение поперек направления полета, м							
	1300	30	24/33	20	ВД-50, ИК-250	ВД-160/170, ИК-600/700	ВД-1100, ИК-1100	20000— 120000
	размеры кадра, км							
600×1750	100×100	45×45/60×34	60×60	195×195	600×600	3000×6000	1100×1100	
— региональный уровень							73200 ВД 73200 ИК	
2.8. Контроль загрязнения по- верхностных вод (внутренние водоемы)			860		860 ИК		860 ИК	
2.9. Контроль загрязнения суши (косвенно):								
— по состоянию снежного по- крова	в рамках задачи 2.3					в рамках задачи 2.3	в рамках задачи 2.3	в рамках задачи 2.3
— по состоянию растительности			в рамках задачи 2.5			в рамках задачи 2.2		
2.10. Контроль загрязнения Чер- ного и Азовского морей	24000				24000 ВД 24000 ИК			24000
2.11. Контроль ледовой обста- новки:								
— в Черном и Азовском морях;	в рамках задачи 2.10	1700			в рамках задачи 2.10	в рамках задачи 2.10		
— в районе станции «Академик Вернадский»	50000							
2.12. Определение рыбопромыс- ловых районов					3600 ИК	3600 ИК	3600 ИК	
2.13. Определение температуры поверхности Черного и Азовско- го морей					в рамках задачи 2.10	в рамках задачи 2.10	16800 ИК	
Всего, тыс. км <sup>2</sup>	164000	2000	2710	300	67910	151340	664000	126200
Итого кадров (с учетом 50 % перекрывтия), шт.	234	300	2032	125	2680	630	54	156

Таблица 6. Исходные данные по стоимости спутниковой информации

Аппаратура	Космический аппарат	Число каналов	Разрешение (поперек направления полета), м	Размеры сюжета в кадре (поперек × вдоль направле- ния полета), км × км	Стоимость кадра*, долл. США	Источник информации по стоимости
HRV	«Spot»	3 ВД	20	60 × 60	4200	[7]
		1 ВД	10	60 × 60	4200	
МСУ-ЭУ	«Сич-1М»	3 ВД	24	45 × 45	500	**
МСУ-Э1	«Ресурс-01» № 4	3 ВД	33	60 × 34	500	**
МСУ-СК	«Ресурс-01» № 4	4 ВД	170	720 × 500	1500	[5]
		2 ИК	700	720 × 500	1500	
МСУ-СК	«Океан-О»	4 ВД	160	600 × 600	1500	[5]
		1 ИК	600	600 × 600	1500	
AVHRR	NOAA	ВД, ИК	1100	3000 × 6000	150	[5]
SAR	«Radarsat»	1 РЛ	10	50 × 50	4000	[13]
			30	100 × 100	3000	
SAR	ERS	1 РЛ	30	100 × 100	1500	[5]
РЛС БО	«Сич-1М»	1 РЛ	1300	600 × 1750	95	**
МСУ-В	«Океан-О»	5 ВД	50	195 × 195	4000	**
		3 ИК	100—300	195 × 195	4000	
«Дельта-2Д»	«Океан-О»	4 МР	20000—120000	1100 × 1100	500	**

\* — Цены приведены без учета таможенной пошлины, НДС и стоимости доставки.

\*\* — Экспертная оценка авторов статьи, основанная на сравнении с зарубежными аналогами



Таблица 7. Общее количество ежегодных кадров, необходимых для решения задач I и II групп, и их стоимость

Аппаратура	Космический аппарат	Разрешение, м	Количество кадров	Стоимость кадра, долл. США	Сумма, тыс. долл. США
РЛС БО	«Сич-1М»	1300	234	95	22.2
SAR	«Radarsat»	10	169	4000	676.0
SAR	ERS	30	321	1500	481.5
МСУ-ЭУ	«Сич-1М»,	25	2110	500	1055.0
МСУ-Э1	«Ресурс-01» № 4	33			
HRV	«Spot»	10	28	4200	117.6
		20	176	4200	739.2
МСУ-В	«Океан-О»	50	1040	2500	2600.0
		250	1650	2500	4125.0
МСУ-СК	«Океан-О»/	160/170	305	1500	457.5
	«Ресурс-01» № 4	600/700	325	1500	488.0
AVHRR	NOAA	1100	54	150	8.1
«Дельта-2Д»	«Океан-О»	20000	156	500	78.0
Итого					~10850.0

Примечание. Космический аппарат «Океан-О» не может обеспечить требуемое количество кадров МСУ-В (1650) в год при максимальной возможности около 1000 кадров, а также требуемую максимальную частоту наблюдений МСУ-В (7 суток) при реальной частоте около 9 суток. Поэтому необходимо дополнительно использовать информацию от аналогичной аппаратуры, например, от прибора IRMSS спутников СВЕРС-1, 2.

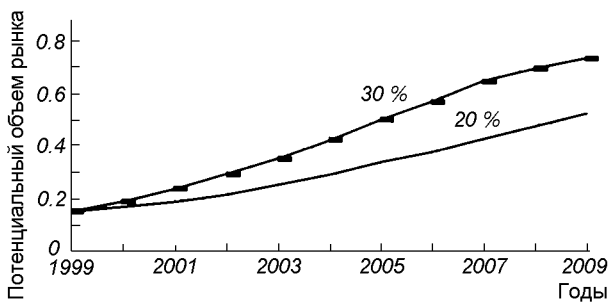


График объемов освоения рынка услуг по ДЗЗ до 2009 г.

МСУ-Э1, МСУ-В, МСУ-СК, HRV, AVHRR и «Дельта-2Д» для решения задач природно-ресурсного и экологического мониторинга приведены в табл. 5, а исходные данные по стоимости спутниковой информации — в табл. 6.

Предполагается, что оперативность получения данных ДЗЗ удовлетворяет требованиям потребителей.

Общее количество ежегодных кадров, необходимых для решения задач I и II групп, и их стоимость приведены в табл. 7.

Ежегодные работы по ДЗЗ, перечисленные в табл. 3 и 5, будем рассматривать как коммерческие, зависящие от рыночной конъюнктуры.

Как видно из табл. 7, больше половины объема рынка (около 60 %) составляет информация с разрешением лучше 50 м, необходимая для решения задач оперативного природно-ресурсного и экологического мониторинга.

Освоение рынка в самом общем виде может быть описано логистической зависимостью [6]:

$$\frac{dF}{dt} = (K - 1)F(1 - F),$$

где  $F = \frac{B}{B_0}$  — доля на рынке;  $t$  — время;  $K$  — показатель, характеризующий динамику процесса замещения;  $B$  — текущий объем продаж данного производителя на рынке;  $B_0$  — максимально возможный объем продаж на данном рынке.

Используя эту зависимость, оценим долю продажи первично обработанной космической информации на рынке услуг по ДЗЗ.

Начальное значение  $F$ , соответствующее современной ситуации на рынке, по оценке авторов составляет примерно 0.15.

На рисунке приведен график объемов освоения рынка услуг по ДЗЗ с темпами продаж в 20 % и 30 % при  $F = 0.15$ . С учетом данных этого графика, в табл. 8 приведены ежегодные объемы освоения работ по ДЗЗ в Украине до 2009 г.

Приведенные теоретические оценки объемов освоения работ по ДЗЗ касаются, как сказано выше, лишь первично обработанной космической информации как нового товара на новом рынке. При этом устойчивый рост спроса на этот товар будет только при условии развития средств и технологий тематической обработки данных ДЗЗ, которые формируют конечный пользовательский продукт. В этом плане в развитии структур тематической обработки данных ДЗЗ должны быть заинтересованы как потре-

Таблица 8. Ежегодные объемы освоения работ по ДЗЗ на Украине (в млн долл. США)

Темпы продаж	Годы									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Темп продаж 20 %	2.0	2.1	2.4	2.8	3.2	3.9	4.2	4.9	5.3	6.0
Темп продаж 30 %	2.1	2.6	3.3	3.9	4.5	5.5	6.3	7.2	7.7	8.2

бители, так и предприятия ракетно-космической отрасли и создание рынка услуг по ДЗЗ является их общей и первоочередной задачей.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Данная работа является первой попыткой оценки объема рынка Украины на данные ДЗЗ и не претендует на полноту. Так, например, не определены требования по точности и достоверности решения ряда задач, т. к. многие задачи по существу еще не формализованы. В дальнейшем, по мере совершенствования технических средств и технологий обработки данных ДЗЗ, требования пользователей будут изменяться, и такие оценки должны систематически обновляться.

2. Рассматривались в основном задачи, решаемые с использованием данных ДЗЗ с разрешением 10 м и более. Задачи, требующие от аэрокосмических средств пространственного разрешения лучше 10 м, будут рассмотрены в дальнейшем.

3. Ввод в эксплуатацию украинско-российского космического аппарата «Океан-О» (1999 г.) и космического аппарата «Січ-1М» (2000 г.) позволит удовлетворить потребности украинского рынка в дистанционных данных по наблюдению Земли примерно на 80 %.

1. Авдеевский В. С., Успенский Г. Р. Космическая индустрия. — М.: Машиностроение, 1989.—С. 179—183.
2. Государственная программа научно-технического переоснащения системы гидрометеорологических наблюдений и базовой сети наблюдения за загрязнением окружающей природной среды: Постановление Кабинета Министров Украины от 29.05.96 № 579 // Збірник урядових нормативних актів України.—1996.—(http://www.rada.ua).
3. Государственная программа «Предотвращение и реагирование на аварии, катастрофы и другие чрезвычайные ситуации»: Постановление Кабинета Министров Украины от 17.11.95 № 911 // Збірник урядових нормативних актів України.—1995.—(http://www.rada.ua).
4. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды в Украине. 1996 г.: Министерство охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности Украи-

ны. — Киев: Изд-во Раевского, 1998.—96 с.

5. ЕСОММ Со — официальный дистрибьютер Eurimage в Украине. Цены на космическую продукцию. Прайс лист. Февраль 1999.—4 с.
6. Как продать ваш товар на внешнем рынке? / Под ред. Ю. А. Савинова. — М.: Мысль, 1990.—366 с.
7. НТЦ «Космоснимок» — официальный дистрибьютер Spot Image в Украине. Цены на космическую продукцию. Прайс лист. Февраль 1999.—5 с.
8. О климатической программе Украины: Постановление Кабинета Министров Украины от 28.06.97 № 650 // Державний вісник України.—1997.—№ 10.—С. 1175—1176.
9. О порядке осуществления государственного мониторинга вод: Постановление Кабинета Министров Украины от 20.07.96 № 815 // Зібрання Постанов уряду України.—1996.—№ 15.—С. 29—30.
10. Об утверждении Положения о государственной системе мониторинга окружающей среды: Постановление Кабинета Министров Украины от 03.03.98 № 391 // Офіційний вісник України.—1998.—№ 13.—С. 91.
11. Об утверждении Положения о мониторинге земель: Постановление Кабинета Министров Украины от 20.08.93 № 661 // Зібрання Постанов уряду України.—1994.—№ 1.—С. 62—65.
12. Радиолокация поверхности Земли из космоса / Под ред. Л. М. Митника, С. В. Викторова. — Л.: Гидрометиздат, 1990.—200 с.
13. «Radarsat». Price list Products & services. World wide. October, 1998.—18 p.
14. Report of the task force for the CEOS long term plan: Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), May 1995.—54 p.
15. Towards an Integrated Global Observation Strategy (1997 CEOS year book): Committee on Earth Observation Satellites (CEOS).—145 p.
16. Use of satellite data for environmental purposes in Europe: European commission / Study Contract No. ETES-0039-D, June 1994.—18 p.

---

#### ESTIMATING THE DEMAND OF THE NATIONAL MARKET FOR THE EARTH REMOTE SENSING INFORMATION

V. N. Astapenko, E. I. Bushuev, V. P. Zubko,  
and P. P. Khorol'skii

We analyze the potentialities of the use of the Earth remote sensing data in the national economy. The capacity of the national market of remote sensing information service is estimated.