

ЭКОЛОГИЯ И КОСМОС

В. И. Волошин¹, В. И. Драновский², Е. И. Бушуев¹

¹Государственное предприятие «Днепрокосмос», Днепропетровск

²Государственное конструкторское бюро «Южное», Днепропетровск

На современном этапе развития биосферы особо важным становятся проблемы взаимодействия человека с окружающей средой. Природные процессы все теснее переплетаются с антропогенными. Дальнейшее планирование всестороннего развития общества требует учета экологических условий и оценки природных ресурсов.

Влияние социальной системы на биосферу все чаще приводит к нарушению экологических условий, ухудшению качества окружающей среды. С созданием академиком В. И. Вернадским учения о биосфере стало ясно, что в естественнонаучных работах необходимо выйти на новый уровень обзора окружающей среды — планетарно-космический, на котором стало бы возможным рассмотрение биосферы как единой глобальной открытой системы.

Новые требования к наукам о Земле потребовали расширения методических и технических средств исследований, позволяющих увеличить обзорность, большее внимание уделять получению региональной и глобальной информации о происходящих на Земле процессах. Для решения этих задач исследовательские приборы необходимо вывести далеко за пределы планеты. Такие возможности появились с рождением космической техники. Впервые с применением космических средств стало возможным изучение Земли как целостного космического тела. Украина как космическая держава свой уверенный путь во Вселенную начала с космических спутников для наблюдения Земли.

За годы независимости выведены на орбиту два космические аппарата наблюдения поверхности Земли «Січ-1» (1995 г.) и «Океан-О» (1999 г.). Готовится к запуску в 2003 г. спутник «Січ-1М».

Возможность всеобъемлющего наблюдения за поверхностью Земного шара в разных диапазонах электромагнитного спектра обеспечивает дистанционному зондированию из космоса уровень ведущей информационной технологии нового века. Это важно как для научных исследований, так и для решения чисто практических задач природопользования, экологической безопасности, предотвраще-

ния и ликвидации последствий природных и техногенных катастроф.

Находящийся на орбите космический аппарат «Океан-О» как раз и предназначен для комплексных исследований поверхности Земли и Мирового океана. По количеству аппаратуры общим весом 1.5 т и совокупности информационных каналов (а их около 30), охватывающих оптический, инфракрасный и микроволновый диапазоны спектра, этот аппарат не имеет аналогов в мировой практике и по праву может быть определен как космическая лаборатория исследования Земли [5].

Природоохранные исследования выступают как одно из главных направлений деятельности по сбору и обработке информации о Земле. Для получения и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса усилиями научных коллективов ЦАКИЗ ИГН НАН Украины, ЦРЗЗ НАН и НКА Украины, МГИ НАН Украины, ГKB «Южное» и ГП «Днепрокосмос» создана развитая научно-техническая и методическая база.

При помощи снимков, выполненных с «Океан-О» стало возможным оценить состояние лесов на территории Украины, состояние Днепра и его притоков, оценить экологическую ситуацию вокруг атомных электростанций, в том числе вокруг Чернобыльской АЭС.

Среди задач, решаемых методами ДЗЗ, проблемы экологии занимают особое место. Снимки, получаемые из космоса, позволяют охватывать на поверхности Земли большие территории, что дает возможность, применяя специальные технологии компьютерной обработки, анализировать изучаемые процессы в один и тот же момент времени на больших площадях.

Для изучения явлений, связанных с экологическим воздействием техногенных факторов на живую природу, космическая съемка производится обычно в нескольких спектрах, чаще всего в зеленом, красном и ближнем инфракрасном. Способность зеленой растительности отражать падающий на нее солнечный свет в каждом из этих спектров по разному определяется состоянием ее фотосинте-






-  Участки с высоким уровнем техногенной нагрузки (VI= 0,05-0,20)
-  Участки со средним уровнем техногенной нагрузки (VI= 0,21-0,39)
-  Участки с хорошими условиями для растительности (VI= 0,40-0,46)

Рис. 1. Классификация растительности г. Днепропетровска по значению вегетационного индекса






-  - нет загрязнения
-  - средняя степень загрязнения
-  - высокая степень загрязнения

Рис. 2. Загрязнение р. Днепр взвешенными веществами в пределах г. Днепропетровска

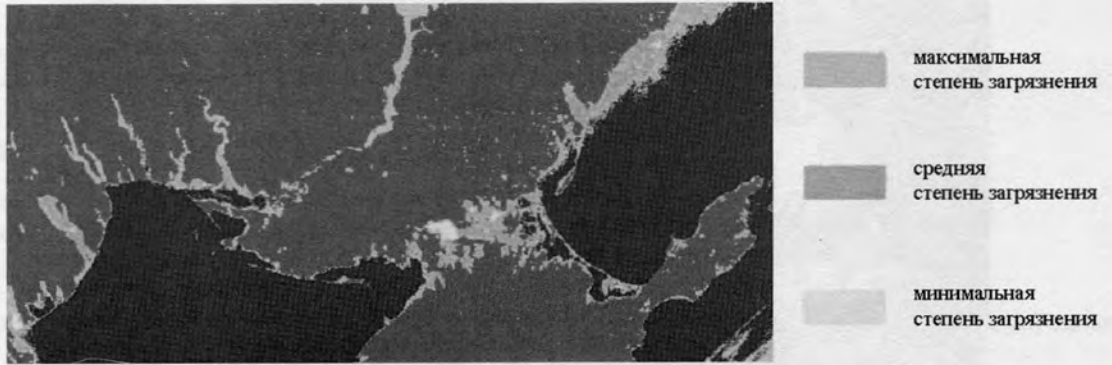


Рис. 3. Загрязнение взвешенными веществами Азовского и Черного морей по данным КА «Океан-О»

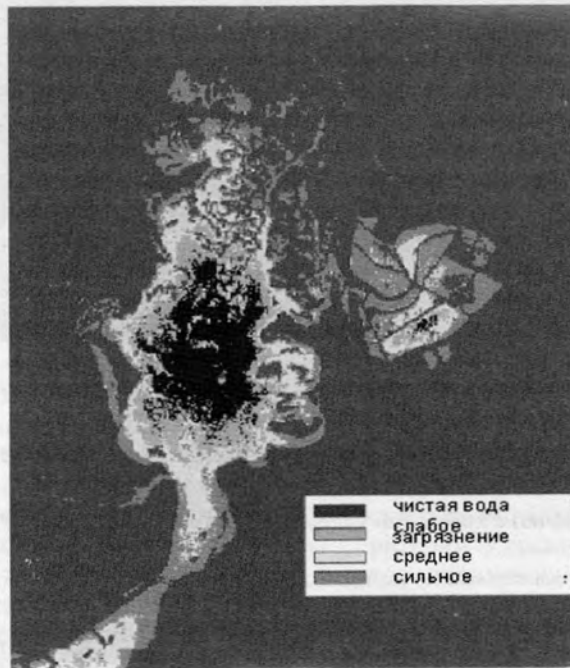


Рис. 4. Загрязнение воды р. Самары фитопланктоном

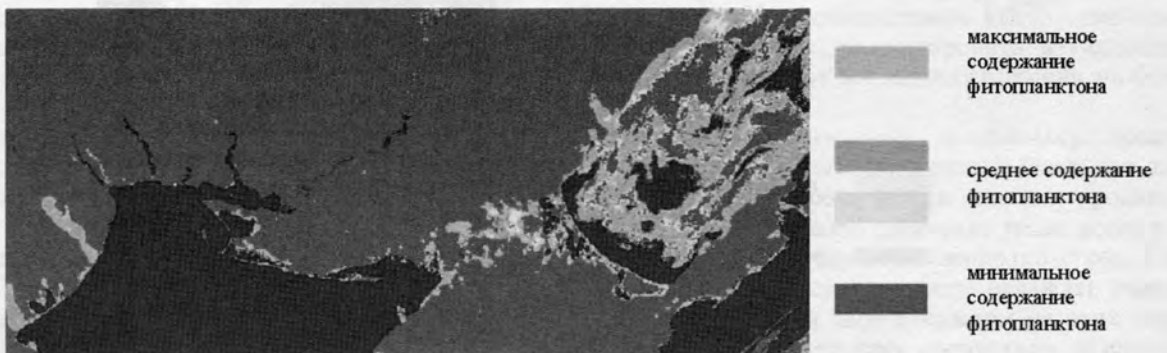


Рис. 5. Содержание фитопланктона в водах Черного и Азовского морей

Значения VI для растительности в разных районах города, которые приняты как тестовые участки

Объект исследования	Уровень техногенной нагрузки	Пределы значений вегетационного индекса
Парк им. Тараса Шевченко	Чистая зона	0.382—0.405
Парк им. Л. Глобы	Зона техногенной нагрузки	0.223—0.325
Парк им. Ленина	Зона техногенной нагрузки	0.220—0.260
Туннельная балка	Зона промежуточной техногенной нагрузки	0.335—0.398
Орельский лес	Чистая зона	0.357—0.417

зируемого аппарата, структурой клеток, насыщенностью растения влагой и влиянием других факторов. Зная эти закономерности, возможно оценить состояние наземной растительности, прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур, а также некоторые другие процессы [1—4].

На рис. 1 представлен космоснимок г. Днепропетровска и пригородной зоны, на котором выделены участки с различным состоянием земной растительности.

В качестве примера рассмотрено влияние техногенной нагрузки и других неблагоприятных факторов на состояние растений. Для этого использовался вегетационный индекс (VI), который рассчитывался на основании сопоставления яркости отраженного растением солнечного излучения в зеленом, красном и ближнем инфракрасном спектрах. Уменьшение VI свидетельствует о неблагоприятных условиях существования для растений, увеличение — наоборот.

В таблице представлены результаты расчета VI для растительности в разных районах города, которые приняты как тестовые участки. Как видим, наиболее благоприятными для растений являются районы Орельского леса и парка им. Тараса Шевченко. Остальные лесопарковые зоны испытывают разной степени техногенные и, возможно, неблагоприятные климатические нагрузки.

На рис. 1 разными цветами выделены участки растительности, имеющей, согласно показателю вегетационного индекса, большую, среднюю или низкую техногенную нагрузку. Ярким цветом выделены участки с отличными условиями для растительности (VI находится в пределах 0.460—0.400), темным — участки со средним уровнем техногенной нагрузки (VI в пределах 0.390—0.230), и наконец, участки с техногенной нагрузкой (VI в пределах от 0.229 до 0.050). Участки с высоким уровнем техногенной нагрузки (VI ниже 0.050) на этом космоснимке не выделяли.

При этом необходимо отметить, что условия, благоприятствующие процессу фотосинтеза и росту растений, не всегда совпадают с санитарно-гигиеническими требованиями, рекомендуемыми для человека. Так, например, для растений является благоприятным повышение в воздухе количества углекислого газа, а иногда даже серы. Особенно для растений, произрастающих на почвах с низким содержанием серы, которая является необходимым компонентом для биосинтеза белка в растительных и животных организмах.

Спектральные характеристики воды, как и спектральные характеристики растительности и почв, изменяются в зависимости от длины волны, падающей на объект и взаимодействующей с ним. В естественных условиях поверхность чистой воды поглощает почти всю падающую на нее энергию в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах, и отражает только в видимом диапазоне. Но величина отражательной способности в видимом диапазоне зависит от чистоты исследуемой воды. Взвешенные вещества, микроводоросли (фитопланктон) существенно изменяют отражательные свойства воды и позволяют использовать дистанционные методы зондирования для оценки чистоты воды [1, 4].

Контроль за концентрацией и пространственным распределением загрязнений в водной среде важен для систем водоохраны, водопользования и эксплуатации водохранилищ. Информация о переносе взвесей, кроме экологического и санитарно-биологического значения, представляет также интерес для изучения процессов эрозии берегов, переформирования мелей и зон аккумуляции взвесей. Но, конечно, наибольшее значение дистанционные методы исследования, в частности космическая съемка, имеют для оценки степени загрязненности рек и водоемов, определения источников загрязнения [3].

Уровень загрязнения взвешивается с помощью космосъемки оценивается преимущественно при использовании данных, получаемых в красном и ближнем инфракрасном диапазоне спектра. На рис. 2 представлен снимок р. Днепр в пределах г. Днепропетровска, на котором разным цветом показана концентрация взвесей в поверхностном слое воды. Как видим, концентрация таких взвесей существенно увеличивается в зоне городской черты за счет попадания в воду промышленных и неорганизованных бытовых стоков.

Рассмотренный подход был использован для классификации космоснимков Азовского и Черного морей по взвешенным частицам (рис. 3). Хорошо выражена сравнительно чистая вода Черного моря, кроме устьев рек Южный Буг и Днепр, в сравнении с водами Азовского моря. На снимке прибрежные районы Азовского моря, особенно в урбанизирован-

ной зоні, виділяються як сильно забруднені взвесями.

Більший інтерес для господарської діяльності людини представляє можливість виявлення ділянок водної поверхні, що містять фітопланктон. В морях і океанах такі ділянки вважаються найбільш ймовірними на наявність зоопланктону і риби, для яких мікробіодорослі є основною їжею. Для річок і озер це, при великих концентраціях, показує ступінь забрудненості водних об'єктів.

Результати обробки космоснімків на наявність фітопланктону представлені на рис. 4 і 5. На рис. 4 представлено фрагмент космоснімка з зображенням оз. Леніна, що розлилося в річку Дніпро. А на рис. 5 — ділянки Чорного і Азовського морів. Дуже висока концентрація мікробіодорослей в Азовському морі в багатьох місцях пояснює, чому саме там є багата риба порівняно з Чорним морем.

З допомогою космічного зондування можна оцінювати стан сільськогосподарських культур і прогнозувати їх урожайність, оцінювати стан лісових масивів. Розв'язуються завдання, пов'язані з моніторингом і прогнозом повеннь і підтоплень, завдання кризового моніторингу.

В цій статті показано лише невелика частина того, що можна дослідити з допомогою космічної зйомки. Але навіть викладене показує великі можливості, які відкривають методи космічного зондування в екології і господарській діяльності людини.

Активна діяльність космічного апарату «Океан-О» мала велике практичне значення не тільки в області дистанційного зондування, але і для спеціалістів ГКБ «Южне», які вже працюють над проектами космічних апаратів для більш детального дослідження поверхні Землі.

В Національній космічній програмі України 2003—2007 рр. передбачено послідовне створення космічних систем «Січ-1М», «Січ-2», «Січ-3», а також мікросупутників «МС-1ТК», «МС-2-8», склад дослідницької апаратури яких буде відповідати сучасному світовому рівню розвитку засобів ДЗЗ і дозволить ефективно розв'язувати цілий ряд практичних завдань з дослідження Землі як середовища проживання людини.

В Національній космічній програмі України 2003—2007 рр. передбачено послідовне створення космічних систем «Січ-1М», «Січ-2», «Січ-3», а також мікросупутників «МС-1ТК», «МС-2-8», склад дослідницької апаратури яких буде відповідати сучасному світовому рівню розвитку засобів ДЗЗ і дозволить ефективно розв'язувати цілий ряд практичних завдань з дослідження Землі як середовища проживання людини.

1. Кронберг П. Дистанційне дослідження Землі: Основи і методи дистанційних досліджень в геології. — М.: Мир, 1988.—343 с.
2. Обиралов А. І. Дешифрування знімків для цілей сільськогосподарського господарства. — М.: Недра, 1982.—144 с.
3. Мищенко Н. В., Кузьмін О. В., Трифонова Т. А. Дистанційне зондування в цілях екологічного моніторингу // Сб. докл. Всеросійської наук. конф. «Дистанційне зондування земних покривів і атмосфери аерокосмічними засобами», Муром, 20—22 червня 2001 р.
4. Дистанційне зондування: кількісний підхід / Під ред. Ф. Свейна, Ш. Дейвіс. — М.: Недра, 1983.—396 с.
5. Космічний апарат для спостереження Землі «Океан-О». — НКАУ, ДКБ «Південне», 2000.

Питання аерокосмічного моніторингу і його особливості в Західному регіоні України

А. А. Комісарчук

Науково-дослідний центр аерокосмічної інформації та екологічного моніторингу при ІК ім. В. М. Глушкова НАНУ-НКАУ, Львів

Відсутність системи моніторингу навколишнього природного середовища з використанням аерокосмічної інформації і відсутність правової бази використання аерокосмічної інформації не дає змоги повно і об'єктивно оцінювати екологічну ситуацію, володіти достовірною науково обґрунтованою інформацією про реальну загрозу і потенційні соціальні наслідки очевидних порушень, так і прийнятих негативних впливів на природне середовище.

Першочерговим завданням в екологічній політиці є проведення інституційних реформ державної сис-

теми охорони довкілля та використання природних ресурсів, впровадження механізмів та інструментів екологічної політики, реалізація пріоритетних національних і державних програм з метою створення умов для сталого збалансованого розвитку держави, створення державної системи регулювання екологічної безпеки як невід'ємної складової національної безпеки України.

В цьому плані нереалізовані завдання І Національної космічної програми України зі створення п'яти регіональних центрів прийому, обробки і