



## Дистанционное зондирование в экологических исследованиях

В настоящее время, особенно в связи с прогрессом космической техники и космического приборостроения, все шире развивается новая область науки и техники — дистанционное зондирование Земли (космическое землеведение). Успехи в этой области обеспечиваются единством всевозрастающих потребностей человечества в охране окружающей среды и новыми возможностями для их осуществления.

...С середины 60-х годов прошлого века важную роль в изучении поверхности Земли стал играть космический мониторинг — исследование состояния окружающей среды из космоса. Как известно, пол мониторингом вообще подразумевается система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров окружающей среды. Мониторинг космический — это мониторинг с помощью космических (спутниковых) средств наблюдения. На космических снимках хорошо видны практически все физико-географические объекты земной поверхности — океаны, моря, реки, озера, горы, низменности и возвышенности, а также города (промышленные центры), городские агломерации с окрестностями, крупные сельские населенные пункты и их окрестности, луга и пашни. На спутниковых снимках также отчетливо фиксируются процессы: прослеживается, например, динамика движения пыльных бурь на Африканском континенте и оседание песчаных частиц этих бурь на поверхность Мирового океана.

Экологические наблюдения обычно ведутся за антропогенными изменениями окружающей среды на фоне ее естественных изменений, что возможно и с помощью космических средств. Система глобального эколого-космического мониторинга проводится на трех уровнях: импактном (уровень сильного глобального загрязнения), региональном и фоновом. Самый большой опыт в организации наблюдений в международном масштабе имеет Всемирная метеорологическая организация

(ВМО). В частности, благодаря этой организации в 1995 г. была подписана Конвенция об охране озонового слоя.

Во многих странах мониторинг осуществляется с учетом национальных интересов. Для предупреждения возможных критических ситуаций проводится слежение за нежелательными антропогенными процессами, которые могут оказать вред здоровью человека или нанести ущерб биосфере. Поиск критических или наиболее чувствительных звеньев в экосистемах, которые быстрее и точнее всего характеризуют состояние этих систем, а также показателя, соответствующего наиболее сильным воздействующим факторам и указывающего на источник такого воздействия, также входит в систему экологического мониторинга.

**Объектами глобального экологического мониторинга являются:**

- атмосфера;
- озоновый экран;
- гидросфера;
- растительные и почвенные покровы;
- животный мир.

Характерными показателями для глобального мониторинга являются:

- радиационный и тепловой балансы;
- газовый состав атмосферы и запыление;
- загрязнение больших рек и водоемов;
- круговорот воды на континентах;
- глобальные характеристики состояния растительности, почв, животного мира;
- глобальные балансы углекислого газа и кислорода;
- круговороты биохимических веществ.

Суждение о том, что происходит в природных системах, в значительной степени зависит от точности и широты наблюдений. Чтобы проанализировать эффективность мер по регулированию сферы контроля за непосредственным загрязнением окружающей среды и усовершенствовать эти меры, была организована сеть спутниковых наблюдений. Использование искусственных спутников Земли (ИСЗ) как средство получения гидрометеорологической и экологической информации открывает широкие возможности

для их применения в деле охраны окружающей среды. Уже несколько десятилетий интенсивно развиваются исследования с использованием спутников. Их результаты продемонстрировали большие перспективы получения информации о состоянии природной среды.

Искусственный спутник, выведенный на околоземную орбиту, дает уникальную возможность обзора огромных площадей земной поверхности в течение сравнительно короткого промежутка времени. Это достигается как значительным удалением спутника от земной поверхности, так и его движением относительно Земли. Телевизионные снимки с метеорологических спутников Земли дают изображение участков земной поверхности на плоскости в центральной проекции. Телевизионные снимки со спутников используются и для изучения облачности, подстилающей поверхности и морских льдов.

Мониторинг необходим, чтобы создать основы для проведения экспертизы и методов наблюдения, возможно — многократных. Главный замысел — разработать гибкие системы мониторинга, чувствительные к новым знаниям и технологии. Большие информационные возможности в настоящее время предоставляет Интернет, обеспечивающий выход на многочисленные международные базы данных.

Точные и надежные модели, базирующиеся на понимании основных биохимических процессов, позволяют проводить широкий анализ при использовании небольшой сети наблюдательных пунктов. Однако это не всегда подходит для многих параметров окружающей среды, и задачей мониторинга остается отчасти совершенствование фундаментальных знаний о системе, отчасти — внедрение новых методов использования малых объемов информации для описания крупных систем. Значительные достижения в области электроники и создании интегральных систем, используемых в процессе обработки данных, позволяют теперь одновременно определять многие компоненты в биосфере.

Большинство методов получения количественной информации о состоянии атмосферы с ИСЗ основаны на измерении характеристик уходящего (отраженного) солнечного и излученного системой «Земля — атмосфера» электромагнитного излучения. Эти

измерения позволяют определять вертикальные профили температуры в тропосфере, концентрацию различных газовых составляющих атмосферы, влажность и температуру, а также судить о состоянии подстилающей поверхности (альbedo, растительном покрове и т. д.).

Весьма эффективными являются космические метеорологические системы. Особый интерес представляют данные дистанционного температурного зондирования со спутников. Фотографирование поверхности Земли с большой частотой с геостационарных спутников дает возможность проследить динамику облачного покрова.

Анализ многочисленных телевизионных фотографий облачности, полученных с помощью метеорологических спутников Земли, показал, что эти снимки могут быть с успехом использованы для уточнения и определения изучения районов, где информация о гидрометеорологических условиях недостаточна или вовсе отсутствует. В настоящее время с помощью спутников определяют топографию и температуру поверхности океана, скорость ветра в определенном слое атмосферы, границы распределения полярных льдов, содержание хлорофилла и верхних горизонтах водной толщи и различные характеристики воздушного бассейна. В результате можно получать изображение земной поверхности глобального масштаба: либо одновременный снимок почти целого полушария с геостационарного спутника, либо монтаж из нескольких кадров, снятых с орбитальных спутников, движущихся ближе к Земле и повторяющих траектории своего полета каждые полтора часа. Благодаря подобным космическим фотографиям получают новые замечательные комплекты изображений океана и суши.

Изучение подобных материалов резко изменило методы исследования океана и атмосферы, позволило спланировать новые научные программы. Открылась возможность описать и понять закономерности некоторых важных климатических циклов, круговоротов и миграции биохимических элементов, а также других экологических факторов, влияющих на особенности среды обитания человека. Метеорологические спутники и вычислительная техника на них позволяют экологам использовать полученные данные для

проведения необходимых исследований. Их теоретический арсенал позволяет теперь приступить к комплексному изучению глобальной системы — Земли. Применение спутниковой информации послужит рациональному хозяйствованию на Земле, разумному использованию ее ресурсов.

Новейшие достижения в сфере сбора и обработки геоинформации, происходящие во многом благодаря развитию дистанционных методов исследования Земли из космоса, знаменуют собой начало фундаментальных изменений во всей системе обработки информации, касающейся Земли, в мониторинге состояния окружающей среды, а также в изучении природных ресурсов, территориальном планировании и управлении. Дистанционное зондирование — это также неоценимая помощь в изучении геохимии ландшафтов, решения проблемы восстановления биологических ресурсов, в изучении последствий деятельности человека на экосистемы.

Одним из методов, позволяющих повысить эффективность исследования места землетрясения, является дистанционная индикация из космоса и применение дистанционного зондирования особо опасных районов. Поэтому дистанционное зондирование все больше становится одной из тех областей науки, где на всех стадиях процесса — от сбора до обработки данных — особенно необходимо интенсивное внедрение новых технологий.

Дистанционные методы все шире используются во многих областях человеческой деятельности, постоянно возрастает их роль в исследовании окружающей среды и ликвидации последствий нерационального природопользования. Основное преимущество ИСЗ при осуществлении дистанционной индикации заключается в возможности непрерывного периодического обзора земной поверхности в различных масштабах. Обычно дистанционная индикация определяется как «получение информации об объекте без непосредственного физического контакта». Она осуществляется путем регистрации электромагнитного излучения, испускаемого или отраженного этим объектом. ИСЗ также позволяют исследовать участки, состояние которых неизвестно или мало изучено, а получение необходимой информации

обычными методами затруднено или невозможно.

Правда, приборы, установленные на ИСЗ, могут регистрировать только условия вблизи или на поверхности Земли, включая ограниченное число атмосферных параметров. Тем не менее методы дистанционной индикации порождают огромные (по сравнению с традиционными) потоки данных, поэтому следует уделять внимание разработке соответствующих алгоритмов, обеспечивающих превращение «сырых» данных, поступающих со спутника, в удобную для пользователей форму.

В настоящее время космические методы мониторинга широко используются в России, США, Франции, Китае, Японии и других странах мира. Дистанционная индикация из космоса (в видимой, инфракрасной и микроволновой областях спектра электромагнитного излучения) может найти применение в самых различных областях биосферного наблюдения для экологических исследований.

#### **Рекомендуемая литература**

Андреева Т.А. Экология в вопросах и ответах: учеб. пособие. — М.: ТК Велби, изд-во «Проспект», 2007.

Блинов Л.Н. Экологические основы природопользования: учеб. пособие для вузов. — М.: Дрофа, 2004.

Васильев К. П. Что должен знать судоводитель о картах погоды и состоянии моря. 2-е изд. перераб. и доп. — Л.: Гидрометеодат, 1980,

Бей/сер Д. Дж. Спутники исследуют океан// Курьер ЮНЕСКО, март 1986. С. 24-25.

Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды/ Под ред. И.П. Ветлова, Н.Ф. Вельтищева. — Л.: Гидрометео-издат, 1982.

Трофимова В.Л. Природопользование. Толковый словарь, — М.: Финансы и статистика, 2002.

Уайт Г. География, ресурсы и окружающая среда. — М.: Прогресс, 1990.

**М.Андреев**

**Источник:** Экология и жизнь.-2009.-№4.-С.36-38.