

## **КАРТОГРАФО-КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

### *Леонид Александрович Пластинин*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

### *Владимир Павлович Ступин*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (964)103-08-17, e-mail: stupinigu@mail.ru

### *Борис Николаевич Олзоев*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (914)927-05-88, e-mail: bnozoev@yandex.ru

Статья посвящена обоснованию программ картографо-космического мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений. Изложены цели, задачи, состав и структура системы мониторинга. Рассмотрены методологические, методические и технологические особенности его организации. Кратко освещены результаты практической реализации разработанных программ на примере территории Байкальского региона. Намечены перспективы дальнейшего развития системы мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений.

**Ключевые слова:** Байкальский регион, мониторинг.

## **CARTOGRAPHIC AND SPACE MONITORING OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES AND PHENOMENA OF THE BAIKAL REGION**

### *Leonid A. Plastinin*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, D. Sc., Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

### *Vladimir P. Stupin*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, D. Sc., Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (964)106-08-17, e-mail: stupinigu@mail.ru

### *Boris N. Olzoev*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (914)927-05-88, e-mail: bnozoev@yandex.ru

The article is devoted to the substantiation of the programs of mapping and space monitoring of natural and anthropogenic processes and phenomena. The goals, objectives, composition and

structure of the monitoring system are stated. The methodological and technological features of its organization are considered. The results of the practical implementation of the developed programs are briefly reviewed on the example of the Baikal Region. Prospects for the further development of the monitoring system of natural and anthropogenic processes and phenomena are outlined.

**Key words:** the Baikal Region, monitoring.

### *Введение*

Программы картографо-космического мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений предназначены для разработки и организации оперативной информационной системы наблюдений, выявления, оценки, прогноза и картографирования динамики обширных территорий Байкальского региона на основе интеграции дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, цифровой картографии и геоинформационных систем (ГИС).

Целями картографо-космического мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений является создание региональной инфраструктуры разностороннего использования результатов космической деятельности и информационное обеспечение оперативных управленческих решений.

Основными задачами системы картографо-космического мониторинга являются:

- формирование региональной информационной инфраструктуры использования достижений ДЗЗ из космоса, цифровой картографии и ГИС;
- стимулирование продвижения геоинформационных услуг на основе использования данных ДЗЗ из космоса;
- подготовка и повышение квалификации специалистов в области ДЗЗ, цифровой картографии и ГИС;
- выявление, зонирование и картографирование динамики опасных природных и антропогенных процессов: переработки берегов водохранилищ, селевой опасности, лесных пожаров и др.;
- оперативное картографическое моделирование зон чрезвычайных ситуаций.

### *Состав и структура системы картографо-космического мониторинга*

Реализация программ картографо-космического мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений Байкальского региона предполагает создание следующих блоков:

- 1) базового регионального картографического комплекса, состоящего из актуальных электронных карт различного масштаба;
- 2) базы данных материалов ДЗЗ;
- 3) региональной геоинформационной системы, обеспечивающей интеграцию данных систем ГЛОНАСС/GPS, материалов ДЗЗ, баз электронных карт и отраслевых информационных систем.

4) отраслевых информационных систем:

- мониторинга и управления лесным комплексом;
- мониторинга и управления агропромышленным комплексом;
- мониторинга и управления объектами коммунальной инфраструктуры;
- территориального и муниципального планирования и управления;
- обеспечения региона космоснимками и результатами их обработки, включая ведение архива изображений;
- мониторинга окружающей среды, экологии, особо охраняемых природных территорий;
- мониторинга и управления дорожным хозяйством;
- автоматизированных систем поддержки управленческих решений, в том числе в чрезвычайных и кризисных ситуациях;
- систем создания 3D-моделей территорий и объектов;
- регионального геопортала.

### ***Методология картографо-космического мониторинга***

Задача доведения результатов космической деятельности до конечных пользователей имеет общенациональный, межведомственный и межрегиональный характер. Практика применения аэрокосмических съемок для изучения природы Сибири показывает целесообразность интегрирования наземных, дистанционных и картографических методов в единый комплексный дистанционно-картографический метод исследования, базирующийся на системной методологии.

Применение этой методологии позволяет:

- обеспечить эффективное использование региональной картографо-космической инфраструктуры, обеспечивающей потребности в дистанционной информации и картографических услугах широкого круга пользователей;
- обеспечить устойчивое межведомственное и межрегиональное взаимодействие и информационное сопряжение федеральной, региональной и муниципальной инфраструктуры использования результатов космической деятельности;
- обеспечить комплексный подход при получении, совместной обработке, хранении и предоставлении информации, полученной космическими и другими информационными средствами;
- реализовать единую техническую и технологическую политику при использовании результатов космической деятельности в интересах органов государственной власти и органов местного самоуправления региона;
- реализовать механизмы государственно-частного партнерства для реализации крупных проектов по внедрению картографо-космических материалов в рамках рассматриваемых программы.

Методика оперативного космического мониторинга включает ряд последовательных шагов, на каждом из которых решаются задачи, направленные на достижение конкретных целей:

- определение стратегии исследований на основе изучения исходных материалов и анализа природных условий исследуемой территории;
- моделирование исследуемых систем на основе выделения и углубленного изучения их структуры приоритетов и динамики;
- прогнозирование развития систем на основе проигрывания вариантов различных воздействий на них на созданных ранее моделях;
- разработка рекомендаций по оптимальной эксплуатации и совершенствованию исследуемых систем.

Оперативный картографо-космический мониторинг базируется на комплексном использовании различных данных и материалов.

Топографо-геодезические данные и материалы используют на всех этапах мониторинга в качестве основы для планирования и организации работ.

Материалы дистанционного зондирования также используются на всех этапах как незаменимые источники первичной информации.

Гидрометеорологические данные используются для получения оперативной информации о гидрологическом и метеорологическом состоянии территорий;

Статистические данные об антропогенной и техногенной структуре территории мониторинга используются для анализа их потенциального воздействия, позволяющие выделять районы раннего и нового освоения, а также урбанизированные территории.

Геолого-геоморфологические и лесотаксационные данные включают геоморфологические геологические и гидрологические карты и используются для оценки рельефа, инженерно геологических условий и потенциальной пожароопасности территорий.

Принципиальная схема системы космического мониторинга природных и антропогенных процессов и явлений включает четыре взаимосвязанных этапа: наблюдение, оценка, прогноз и выработка рекомендаций органам управления по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

### *Технология космического мониторинга*

Технологическая схема организации космического мониторинга включает подготовительные и основные работы. Результатом выполнения программы мониторинга являются карты оценки состояния и динамики опасных природных и техногенных процессов, прогноз их развития и рекомендации по смягчению их негативного воздействия.

В подготовительные работы выполнения программы организации картографо-космического мониторинга входят следующие этапы:

- сбор исходных материалов (карт, аэрокосмических снимков, литературных источников, ведомственных материалов, статистических и полевых данных);

- составление программы полевого наземного и аэровизуального обследования исследуемых территорий;

- полевое наземное и аэровизуальное обследование;

- тематическое дешифрирование аэрокосмических снимков.

В основные работы выполнения программы организации дистанционно-картографического мониторинга входят:

- выбор полигонов в качестве эталонов дешифрирования аэрокосмических снимков;

- создание системы мониторинга эталонных полигонов дешифрирования аэрокосмических снимков;

- создание пространственной базы данных: аэрокосмических снимков и электронных карт;

- создание информационной (атрибутивной) базы данных;

- тематический анализ пространственной информации с использованием созданных баз данных;

- создание специализированных и тематических карт.

Система картографо-космического мониторинга обширного Байкальского региона является геоинформационной и базируется на использовании данных ДЗЗ. Она представляет собой ГИС, которая накапливает, систематизирует, анализирует и актуализирует пространственную и другую информацию о состоянии природной и антропогенной среды региона. ГИС обладает мощными инструментами построения любых моделей, отображаемых территорий и ситуаций в их пределах, а также инструментами пространственного и непространственного анализа данных, с помощью которых выявляются закономерности, присущие объекту мониторинга. Средствами ГИС, на основании выявленных закономерностей определяются показатели, характеризующие динамику изменений процесса или явления во времени и пространстве. Совмещение в среде ГИС динамических характеристик и интерпретирование на основе выявленных закономерностей позволяют переходить к прогнозированию развития объекта мониторинга с большей или меньшей долей вероятности.

ГИС картографо-космического мониторинга состоит из четырех подсистем: получения исходной информации, получения дополнительной информации, сбора и хранения информации, обработки информации.

Технологическая схема обработки данных содержит стандартные этапы: подготовительный, производственный и редакционный.

На предварительном этапе осуществляется разработка содержательной составляющей ГИС и требований к технологическому и программному обеспечению мониторинга, а также разработка технико-экономического обоснования работ.

База картографических, аэросъемочных, космосъемочных, литературно-справочных данных и их атрибутов, отражающих внутреннюю структуру и сложные иерархические связи всех этих данных, должна соответствовать ряду критериев функциональности, обеспечивать быстрый доступ и наглядное отображение зоны работ, выполнять общую ориентацию и геопривязку данных, а также показывать географическое покрытие каждым видом данных.

### *Результаты*

Рассмотренные выше методологические, методические и технологические наработки были подготовлены и апробированы на примере Прибайкалья, для которого характерен самый широкий спектр опасных и нежелательных геодинамических и других процессов.

Наиболее значимые работы в этом направлении были проведены при выполнении договорных работ по изучению динамики берегов каскада Ангарских водохранилищ. Широкое использование рассмотренных научно-методических разработок на основе интеграции материалов ДЗЗ из космоса и ГИС-технологий позволило выполнить качественный анализ размыва берегов, их классификацию, районирование и картографирование, а также получить количественные характеристики береговых процессов.

Другим важным направлением наших исследований стало изучение селевой опасности региона. В рамках рассмотренной концепции нами было выполнено районирование селевой опасности горных районов южного Прибайкалья и составлены разномасштабные карты пораженности и интенсивности селевых процессов в пределах Тункинских гольцов и хребта Хамар-Дабан.

Наконец, рассмотренная концепция была реализована при оперативном выявлении, картографировании и количественной оценке последствий обширных лесных пожаров в Прибайкалье и Республике Бурятия.

### *Заключение*

В современных условиях реализация программ картографо-космического мониторинга является одним из действенных антикризисных механизмов, обеспечивающих значительную экономию финансовых и материальных средств, что обусловлено:

- жизненной необходимостью ускорения перехода России к инновационной модели развития;
- готовностью широкого спектра космических технологий, продуктов и услуг к практическому внедрению в реальные социально-экономические процессы.

Преимуществами реализации программ картографо-космических технологий являются:

- создание базы данных дистанционного зондирования Земли и информационных технологий для долговременного мониторинга производственных объектов, природной среды;
- высокая оперативность и систематичность предоставления данных, в том числе независимо от погодных условий и времени суток;
- возможность автоматизированной обработки и представления получаемых данных, их интеграции в геоинформационные системы.

© Л. А. Пластинин, В. П. Ступин, Б. Н. Олзоев, 2019