

Электронный атлас «Снег и лёд на Земле»

© 2015 г. Т.Е. Хромова, А.А. Медведев, А.Я. Муравьев, Н.М. Зверкова

Институт географии РАН, Москва
tkhromova@gmail.com**Digital Atlas «Snow and Ice on the Earth»**

T.Y. Khromova, A.A. Medvedev, A.Ya. Muraviev, N.M. Zverkova

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

*Статья принята к печати 2 апреля 2015 г.**Базы данных, гляциологические информационные ресурсы, цифровые карты, электронный атлас.
Data bases, digital atlas, digital maps, glaciological information resources.*

Обсуждаются результаты работ по созданию электронного гляциологического атласа. Рассмотрены предпосылки и методы его создания, структура, содержание и возможности использования.

Results of the work done on creating the digital glaciological atlas are discussed. The prerequisites for and the techniques of the Atlas preparation together with its structure, content, and the ways of the use are presented.

Предпосылки создания Атласа

Один из старейших методов исследования в гляциологии – картографический. Современная гляциологическая цифровая картография – это не только способ представления результатов научных исследований, но и мощный инструмент получения новых знаний о криосфере Земли [6].

Значительные и быстрые изменения окружающей среды требуют применения методов, позволяющих управлять большим потоком информации, оптимизировать процесс сбора, хранения, анализа и обмена данными. Такие возможности предоставляют геоинформационные технологии. Быстрый переход к созданию цифровых массивов данных и активное использование геоинформационных технологий в гляциологических исследованиях обусловлены применением картографического метода исследований и системного подхода в гляциологии, которые активно развивались в Институте географии РАН ещё в «докомпьютерную» эпоху [5]. Основные результаты таких исследований приведены в Каталоге ледников СССР [3] и Атласе снежно-ледовых ресурсов мира [1, 2, 10]. Цифровые версии этих изданий и составляют ядро системы гляциологических информационных продуктов, разрабатываемых в Институте географии РАН [9]. Доступ к данным организуется на портале «География», который создавался в рамках направления «Электронная Земля» Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Разработка фундаментальных основ создания научной распределенной информационно-вычислительной среды на основе технологий ГРИД» [8]. Система предоставляет доступ к ин-

формационным ресурсам по основным направлениям криосферных исследований, обеспечивает формирование информационной среды для решения научных задач, позволяет использовать ГИС-технологии для анализа данных [4].

Отправной точкой для создания электронного гляциологического атласа стала идея перевода в цифровой формат богатейшей информации Атласа снежно-ледовых ресурсов мира с целью вовлечения этого массива данных в современный технологичный процесс научных исследований. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира был создан по инициативе и под руководством академика В.М. Котлякова для глобальной оценки природных льдов как потенциального источника пресной воды, региональной оценки режима, изменчивости и возможностей использования снежно-ледовых ресурсов, процессов и явлений [1, 2, 10]. Этот Атлас стал «последним из могикан» традиционного атласного картографирования. Изданный в конце 1990-х годов в 24 краски без использования компьютерных технологий этот Атлас аккумулирует информацию, накопленную научным сообществом за вторую половину XX в., и представляет собой уникальный источник среднесуточных данных о состоянии гляциосферы Земли. В нём представлены карты, дающие информацию о всех видах природных льдов: твёрдых осадках, снежном покрове, снежных лавинах, горных ледниках и ледниковых покровах, морских и речных льдах, подземных льдах и наледях; климатических условиях существования снега и льда, талом снеговом и ледниковом стоке, древнем оледенении, современных запасах снега и льда.

Для составления карт использовались топографические карты, каталоги ледников, резуль-

таты полевых исследований, стандартная гидрометеорологическая информация, космические снимки. Специально для создания Атласа были проведены широкие научные изыскания, на основе которых разработаны расчётные методы, положенные в основу построения карт на малоизученные территории [2, 10]. С использованием этих методов впервые построены карты, характеризующие твёрдые осадки, температурные условия, снежный покров и сток в высокогорье, учитывающие индикационную роль нивально-гляциальных явлений. Большая их часть представляет собой набор изолинейных карт разного масштаба, созданных на базе концепции поля в современной картографии [7]. Такой подход обеспечил единообразие в представлении данных и возможность широкого применения геоинформационных приёмов анализа информации [6]. Именно эти карты в первую очередь необходимо было сохранить, перевести в цифровой формат и сделать доступными для широкого круга пользователей.

Методы и технологии

Цифровые карты для Атласа «Снег и лёд на Земле» создавались на платформе ARC/GIS [<http://esri-cis.ru/arcgis/>] и представлены в виде векторных слоёв. Тематическая нагрузка с карт Атласа снежно-ледовых ресурсов мира цифровалась вручную. Работы по оцифровке вели с применением различных аппаратных и программных средств. На начальных этапах карты цифровали и обрабатывали при помощи дигитайзера и ранних версий программных пакетов ESRI ArcInfo и ArcView. Потом работы стали вести в ARC/GIS. Оцифровку карт проводили по привязанному (спроецированному) растру. При проецировании сначала определялась проекция карты и параметры этой проекции. Затем в программном пакете ARC/GIS оцифрованная по растру в условной проекции карта методом проективного преобразования трансформировалась в исходную проекцию.

В рамках проекта эмпирическим путём был подобран оптимальный алгоритм, дающий наиболее точный результат. Далее проводилась трансформация в единую систему координат (World Geodetic System 1984, WGS 1984). Затем векторные покрытия оформлялись в готовые проекты в формате ARC/GIS. Оформление слоёв предусматривало подбор и систематизацию условных знаков по тематическим разделам и масштабным уровням. Основное внимание уделялось оригинальной гляциологической инфор-

мации. Оформление основы в проектах сведено к минимуму, чтобы сконцентрировать внимание пользователя на основном содержании карт.

Для визуализации информации на платформе Adobe Flash¹ создано оригинальное программное приложение, организующее цифровые карты в электронный атлас. При разработке этого приложения была выбрана модель представления данных, отвечающая следующим требованиям: наглядности представления информации; простоте получения информации; удобству поиска, просмотра и отбора информации; возможности использования информации в других программных продуктах; возможности быстрого переиздания атласа (добавление новой информации или её удаление); дружественному интерфейсу, обеспечивающему интерактивный режим. После выбора модели была составлена концептуальная схема атласа с указанием связей между приложениями и узлами.

Дизайн электронного атласа разрабатывался как система, в которой читатель легко воспринимает карты, легенды и прочую информацию. В интерактивной среде для этого используются такие структурные указатели, как пиктограммы или цветные вкладки для создания границ и разделения различных типов информации. В качестве навигационных ссылок применялся *гипертекст* (слова, также являющиеся ссылками) либо визуальные образы, нарисованные в виде ассоциаций. В атласе использованы графические структуры, в которых информация, графика и программные устройства располагаются в определённом порядке, и в зависимости от способа перемещения читателя по содержимому динамически вызываются последовательные блоки информации.

Цель создания эргономичного интерфейса «большой экранной плотности» состояла в эффективном отображении информации и структурировании отображения на дисплее с тем, чтобы привлечь внимание к наиболее важным единицам информации. Данные на экране расположены таким образом, чтобы пользователь интуитивно понимал, где найти необходимую информацию, и где ожидать её вывод. Суммарная информация на экране минимизируется: информация, на которую следует немедленно обратить внимание, отображается на видном месте; информация, которая необходима во вторую очередь (например, средства справки), не отображается, но доступна в случае необходимости.

Электронный атлас представляет собой сочетание функциональных возможностей геоинформационных систем и адаптированного для непод-

¹<http://www.adobe.com/ru/products/flashruntimes.html>

готовленного пользователя интерфейса. В нём реализованы возможности хранения большого объёма информации, «свободная» навигация по информации и выход в основное меню; легко выполняются добавление данных, корректировка уже имеющейся информации, отражение информации послойно, интерактивный диалог, получение справочной или другой пояснительной информации, увеличение на экране, подключение к глобальной сети Интернет и использование её как телекоммуникационной площадки.

Интерфейс Атласа организован таким образом, что доступ к картам возможен по интерактивной карте мира, по основным регионам и из списка географических районов. На главной странице помещены ссылки на странице доступа к данным, общей информации об Атласе, информации о структуре, содержании, авторах и контактах; обеспечена возможность переключения на англоязычную версию Атласа.

На страницах доступа к данным и на страницах регионов размещены элементы управления атласом: переход на главную страницу, печать, переключение на английский язык, доступ к информационному разделу, доступ к фотографиям, переход на сайт геопортала ИГРАН, доступ к контактной информации, выход из приложения. На страницах регионов размещены элементы управления пространственными данными: включение тематического слоя, включение условных обозначений к тематическому слою, доступ к исходным данным, изменение размеров и перемещение по экрану карты.

Структура и содержание

В Атласе снежно-ледовых ресурсов мира, послужившим основой для электронного атласа, выделено 17 тематических разделов; его отличают сложная многоступенчатая региональная структура и масштабный ряд, одинаковый для всех регионов и представляющий собой систему кратных масштабов. Их выбор определялся уровнем гляциологических исследований. На глобальном уровне даны карты полушарий, составляющих вводную часть Атласа, и карты материков, открывающих региональные разделы. В региональном разделе представлены карты природных регионов, и, наконец, локальный уровень отражает крупные ледниковые районы и отдельные ледники. Кроме карт природных характеристик, в Атласе имеется прикладная часть, на картах которой показаны параметры снега и льда, важные для инженерных расчётов, а также рассмотрены меры борьбы со снегом и льдом и способы их использования.

В электронном атласе сохранена региональная структура. Материал представлен на трёх масштабных уровнях: мир – материк – природный регион.

Тематика карт в электронном атласе соответствует уровням исследования и масштабному ряду Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. *Карты полушарий* дают общую характеристику Земного шара и носят обзорный характер. На них показывается распространение на Земле снежного покрова и разных видов льдов. Серия *карт материков* характеризует климатические условия существования снега и льда (температура и осадки), максимальные снегозапасы, снежные лавины, сели, ледостав на реках, подземные льды. *Карты природных регионов* – самый большой раздел в Атласе. В него входят карты арктических островов, антарктических областей, а также районов горного оледенения Европы, Азии, Северной и Южной Америки. Здесь наиболее полно представлены все тематические разделы Атласа. Карты прикладной части распределены по регионам. Подробная информация о разработке и создании исходных карт Атласа снежно-ледовых ресурсов мира опубликована в работе [2].

Заключение

Электронный атлас «Снег и лёд на Земле» – это систематическое собрание изолинейных карт, выполненных по программе как целостное произведение и изданное в виде автономного программного продукта на компакт-диске, который помещён на с. 4 в настоящем номере журнала. Содержание атласа развёртывается в восьми крупных разделах, в 39 региональных подразделах, обеспечивающих полноту охвата картами ключевых гляциологических регионов, и в двух вспомогательных разделах (вводном и справочном – указателе географических регионов). Карты отражают 13 тем картографирования и 80 сюжетов карт – геоинформационных слоёв, размещённых на 590 атласных страницах. Тематика и сюжеты карт развёртываются на трёх уровнях, каждый с соответствующей гаммой базовых масштабов и соответственно территориальных охватов.

Информация в Атласе даётся в наглядной, удобной для использования и изучения форме в виде адаптированной ГИС, созданной на основе Атласа снежно-ледовых ресурсов мира, которая общедоступна и не требует от пользователя специального программного обеспечения.

Интерфейс Атласа организован таким образом, чтобы доступ к картам был возможен по интерактивной карте мира, по основным регионам и из списка географических районов. Кроме возможности просмотреть все цифровые карты,

пользователю предоставляются также исходные векторные слои в формате shp. файлов, сохранённые в десятичных градусах. Это позволяет проектировать данные в любую проекцию, собирать собственные проекты, трансформировать данные в другие ГИС-форматы, анализировать информацию вместе с собственными или другими данными, имеющими географическую привязку.

Электронный гляциологический Атлас создан в отделе гляциологии Института географии РАН при поддержке директора института академика В.М. Котлякова. Руководитель работ – Т.Е. Хромова. Основные исполнители – А.Я. Муравьев, Н.М. Зверкова, Г.М. Варнакова. Программное приложение – А.А. Медведев. На разных этапах проекта в нём принимали участие Л.Н. Глебова, А.Б. Качалин, О.С. Крюкова, Е.П. Кузнецова, В.В. Куликова, А.В. Кустов.

При создании электронного атласа использованы результаты исследований, поддержанных РФФИ (96-07-89146-в, 98-05-64303-а, 01-07-90217-в, 01-05-65474-а), Программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Электронная земля», «Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений и катастроф, включая проблемы ускоренного развития атомной энергетики» и Отделения наук о Земле РАН «Физические и химические процессы в атмосфере и криосфере, определяющие изменение климата и окружающей среды».

Литература

1. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира / Под ред. В.М. Котлякова. М.: изд. Российской академии наук, 1997. 342 с.
2. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира / Под ред. В.М. Котлякова. М.: изд. Российской академии наук, 1997. Т. 2. Кн. 1. 263 с.; Кн. 2. 270 с.
3. Каталог ледников СССР. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1965–1982.
4. Котляков В.М., Зверкова Н.М., Хромова Т.Е. Концепция гляциологической геоинформационной системы // Изв. РАН. Серия геогр. 1977. № 5. С. 125–133.
5. Котляков В.М., Зверкова Н.М., Хромова Т.Е., Варнакова Г.М., Муравьев А.Я. Гляциологическая картография от МГГ до МПГ // МГИ. 2009. № 107. С. 45–50.
6. Хромова Т.Е. Геоинформационное моделирование нивально-гляциальных систем // МГИ. 1999. Вып. 86. С. 37–44.
7. Червяков В.А. Концепция поля в современной картографии. Новосибирск: Наука, 1978. 150 с.
8. Электронная Земля. Программа фундаментальных исследований РАН. М: изд. ВИНТИ РАН, 2009. 478 с.
9. Khromova T.Y. GIS for cryosphere studies // Materials of the Partnership conference «Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining» // Geoinformation Research Papers. 2013, BS1004. doi:10.2205/2013BS012_Kaluga. http://ebooks.wdcb.ru/2013/2013BS012/SESSION_3/Khromova.pdf.
10. World Atlas of Snow and Ice Resources. V. 2. Moscow: Russian Academy of Sciences, 1977. 372 p.

Summary

Results of the work done on creating the digital glaciological atlas are presented. The starting point for the Atlas creation was the intention to translate the rich information collected in the Atlas of Snow-Ice World Resources published in 1997 into the digital format. The Atlas includes a set of isoline maps of different scales constructed on the basis of the field concept in the present-day cartography. Such approach allowed an uniformity in the data presentation as well as possibility of wide using of the geoinformational ways for analysis of the information. Digital maps for the Atlas «Snow and Ice on the Earth» were built on the ARC/GIS software in forms of the vector layers. To visualize the information an original software supplement had been created by means of the Adobe Flash software. This software organizes digital maps into an electronic atlas.

The Atlas content is presented by 8 large sections and 39 subsections which present characteristics of the key glaciological regions; there are also two auxiliary subsections: introductory one and the reference part that is indicator of geographical regions. The whole material is placed on the 590 pages of the Atlas. Themes and subjects of the maps are given in a system of three levels which one with corresponding number of base scales and, respectively, the territorial coverage. In addition to a possibility to look through all digital maps, any user can also see original vector layers in the format of shp. files which are saved in decimal degrees. This makes possible to project the data into any view, to design own project, to transform the data into other GIS-formats, to analyze the information together with own or other data with geographical conjunction.

Digital (electronic) glaciological Atlas has been constructed in the Department of glaciology of the Institute of Geography RAS with encouragement from academician V.M. Kotlyakov. Principal investigator is T.E. Khromova. Main performers are A.Ya. Muraviev, N.M. Zverkova, G.M. Varnakova. The software supplement has been developed by A.A. Medvedev. This Atlas has been prepared as an autonomous (self-regulating) product in a CD ROM disk, the last one is placed on p. 4 of this issue.