

18. Osipov E.Y., Osipova O.P. Mountain glaciers of southeast Siberia: current state and changes since the Little Ice Age. *Annals of Glaciology*, No 55 (66), 2014, pp. 167–176. DOI:10.3189/2014AoG66A135.
19. Shahgedanova M., Popovnin V.V., Aleynikov A., Stokes C.R. Geodetic mass balance of Azarova glacier, Kodar mountains, Eastern Siberia, and its links to observed and projected climatic change. *Annals of Glaciology*, 2011, No 52 (58), pp. 129–137.
20. Stokes C.R., Shahgedanova M., Evans I.S., Popovnin V.V. Accelerated loss of alpine glaciers in the Kodar Mountains, South-Eastern Siberia. *Global Planet Change*, 2013, 101, pp. 82–96. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2012.12.010.

УДК 528.94

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-2-23-242-250

А.Р. Аляутдинов¹, А.В. Панин², В.Н. Сёмин³

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ “АБСОЛЮТНЫЕ ДАТИРОВКИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ”

АННОТАЦИЯ

Анализ и обобщение отечественных и мировых тенденций развития методов геоинформационного картографирования показывает, что постоянно растущая потребность в пространственной информации разных сфер современного общества, использование современных технологий доступа и передачи пространственной информации, определяют переходный этап развития картографии к “картографированию на основе геоинформационных ресурсов”. Большой спрос на пространственную информацию способствует появлению большого числа сетевых информационных ресурсов, обеспечивающих задачи картографирования и являющихся основным условием использования геоинформационных технологий для решения научных и практических задач.

Картографирование на основе геоинформационных ресурсов позволяет расширить спектр использования разнородных пространственных данных, увеличить аудиторию и сократить путь до конечного пользователя при презентации картографических материалов, повышает эффективность работы с картографическими материалами за счёт технологий графического представления информации и управления содержимым ресурса [<http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2013/part4/LAO>]. В конечном итоге, разработка и использование геоинформационных ресурсов направлены на создание единого информационного пространства, как наиболее эффективного инструмента изучения природной среды и её управления.

В работе описывается технология создания информационно-справочной системы “Абсолютные датировки аллювиальных отложений”, реализованной в виде геоинформационного ресурса. Использование сетевых технологий позволяет предоставлять доступ к ресурсам системы всем заинтересованным пользователям. В качестве основного элемента разработанной информационно-справочной системы используется реляционная база пространственных данных, представленная в виде совокупности отдельных таблиц, связанных между собой логическими связями разных отношений. Большое внимание при разработке

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские Горы, 1; e-mail: alik@geogr.msu.ru

² МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские Горы, 1; e-mail: a.v.panin@yandex.ru

³ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские Горы, 1; e-mail: vnsemin@mail.ru

информационно-справочной системы было уделено созданию картографического сервиса, позволяющего отображать и классифицировать информацию, применять инструмент пространственного запроса, использовать разные картографические основы, включая материалы дистанционного зондирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

картографирование на основе геоинформационных ресурсов, база пространственных данных, Web-GIS, геоморфология, абсолютные датировки отложений

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия накоплен большой объем определений абсолютного возраста отложений речных долин, выполненных преимущественно радиоуглеродным, а в последнее время и оптико-люминесцентным методами. Эти данные использовались для решения конкретных, преимущественно узколокальных задач в области геоморфологии, четвертичной геологии и археологии речных долин. Эти материалы разрознены, и их потенциал как единого массива данных до сих пор практически не использован [Benito, 2015].

Основная цель создания информационно-справочной системы, представленной в виде реляционной базы данных, систематизация всех материалов и приведение всех радиоуглеродных датировок к астрономическому возрасту путём калибровки с использованием последней версии калибровочной кривой. В свою очередь, разработанная система облегчит определение хронологии этапов флювиальных процессов – эрозионно-аккумулятивных процессов в малых эрозионных формах, развития речных долин и паводковой активности рек [см. статью «База данных по абсолютному возрасту аллювия речных долин Европейской России и Сибири и её палеогидрологическая интерпретация» А. В. Панин, Е. Ю. Матлахова, А.Р. Аляутдинов, В.Н. Сёмин в сборнике «Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко», Москва, 23-25 ноября 2016 г.].

Возможности использования современных геоинформационных технологий позволяют реализовать на практике поставленные задачи. Специфика информационно-справочной системы, представленной в виде отдельного геоинформационного ресурса, состоит в обеспечении предоставления доступа всем заинтересованным пользователям на основе сетевых технологий, структурировании и формализации географической информации посредством создания базы пространственных данных, разработке картографического сервиса. Другой характерной чертой работ по созданию информационно-справочной системы является мультидисциплинарность исследований, когда задействованы представители разных областей географии.

Информационно-справочная система будет востребована при проведении исследований речных долин в области геоморфологии, четвертичной геологии, археологии и других дисциплин.

Разработанная информационно-справочная система доступна по адресу <http://www.geogr.msu.ru:8888/datesdb/>.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве базовой информации была использована оригинальная база данных абсолютных датировок аллювиальных отложений, разработанная на кафедре геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ. Основными источниками информации являются опубликованная в открытом доступе информация, а также информация из личных архивов авторов.

Под аллювием понимаются любые отложения, созданные концентрированным (русловым) стоком воды – речные, балочные, овражные. Склоновые отложения, в том числе делювиальные, под это определение не попадают. В базу данных включены радиоуглеродные

(14С) и оптико-люминесцентные (ОСЛ) датировки, охватывающие голоцен и поздний плейстоцен. Территориальный охват – равнинные территории Северной Евразии преимущественно в пределах России: Восточно-Европейская равнина, равнины Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока. Главное внимание уделено европейской части, поскольку здесь сосредоточен основной массив данных по абсолютной хронологии.

При формировании общего исходного массива информации большое внимание было уделено методике включения информации о датировках. В частности, было решено включать датировки культурных слоев, так как они могут нести содержательную информацию о перерывах в затоплении пойм.

Для извлечения палеогидрологической и палеогеоморфологической информации была проведена группировка массива дат. На первом этапе даты были типизированы по тем геоморфологическим и/или седиментологическим событиям, которые они датируют. Например: перерывы в осадконакоплении (даты по погребенным почвам), формирование крупных палеорусел и т.п. На втором этапе, исходя из датируемых событий, даты были отнесены к одному из пяти классов флювиальной активности, принимая за точку отсчёта современное состояние: очень низкая, низкая, умеренная (одного порядка с современной), высокая, очень высокая. В дальнейшем при необходимости первые два и последние два класса попарно объединялись, трансформируя пятичленную классификацию в трёхчленную. На обоих этапах были учтены временные отношения между датировками и датируемыми событиями: при возможности, для дат были выделены как синхронное событие (класс активности), так и предшествующее (пост-датируемое) и последующее (пре-датируемое). Часто такое деление является не просто желательным, но и необходимым. Например, датировка из кровли гумусового горизонта почвы или торфяной залежи, погребённой в толще пойменного аллювия, синхронна ослаблению пойменного осадконакопления, но пре-датирует эпоху его резкого усиления, которое бывает часто связано с ростом паводковой активности.

На следующем этапе выделенные группы были подвергнуты статистической обработке в программе OxCal (Оксфордская радиоуглеродная лаборатория), которая позволяет обрабатывать не только радиоуглеродные, но и любые даты, представленные в виде нормально распределенной случайной величины с оценкой мат. ожидания и стандартным отклонением. Даты из каждой группы были калиброваны (при необходимости, которая имеется для 14С дат и отсутствует для ОСЛ дат) и затем все функции плотности вероятности (ФПВ) суммированы. Форма суммарных ФПВ позволяет судить о динамике изучаемого явления: пики – его подъём, провалы – спад. Анализ суммарных ФПВ высокой, умеренной и низкой флювиальной активности позволяет выполнить периодизацию флювиальной истории и определить границы выделенных эпох на шкале абсолютного времени.

Все работы по формированию общего массива исходной информации, включая отбор информации, классификацию, статистическую обработку данных, выполнялись сотрудниками кафедры геоморфологии и палеогеографии.

Использование геоинформационных ресурсов для обеспечения задач картографирования в целях исследования природных объектов и явлений является одним из важнейших направлений в системе современного картографирования. Поиск и интеграция пространственных данных, полученных с геоинформационных ресурсов, методы интерактивного и оперативного картографирования, презентация картографических материалов широкой аудитории – самые значимые стороны использования геоинформационных ресурсов [см. Труды Пятого Всероссийского симпозиума «Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей», С.-Петербург, 6–8 октября 2015 г.: Лурье И.К., Аляутдинов А.Р., Семин В.Н. «Разработка и использование сетевых информационных ресурсов пространственных данных для решения научных и прикладных задач»]. В конечном итоге, благодаря использованию сетевых технологий, как одного из способов получения и представления пространственной информации, и сети Интернет как среды, в которой географическая информация развивается, повышается качество познания окружающего мира.

Практическая реализация информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений в виде геоинформационного ресурса соответствует основным тенденциям современного геоинформационного картографирования.

Ф. Дикман определяет 3 основных направления картографирования на основе геоинформационных ресурсов [Dickmann, 1994]:

- Получение информации для составления карт и геоинформационных систем;
- Непосредственно процесс интерактивного картографирования;
- Презентация картографических произведений.

Разработанный геоинформационный ресурс можно классифицировать как научный ресурс, основной задачей которого является сбор, структуризация и анализ данных абсолютных датировок. Целевое назначение ресурса – предоставление пользователям специализированной тематической информации для исследования и картографирования речных долин. Основной пользовательской аудиторией ресурса является научное сообщество, которое заинтересовано в структурированной информации об абсолютных датировках при проведении различной тематической направленности исследований – геоморфологических, археологических и прочих исследований.

В качестве основной технологии, реализующей функционирование геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений, в сети Интернет использовалась технология AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). Эта технология базируется на асинхронном взаимодействии между клиентом и информационным ресурсом, позволяя существенно повысить качество, скорость и интерактивность ресурса. Картографическое приложение, интегрированное в структуру ресурса, реализовано на основе свободно распространяемой библиотеки OpenLayers.

Разработанный ресурс информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений включает в себя ряд необходимых компонентов, определяющих функциональные возможности системы. Самым главным компонентом является разработанная база геоданных. Разработанная структура базы геоданных позволяет систематизировать и формализовать исходную информацию, выделяя отдельные тематические блоки, представленные в виде таблиц-классификаторов.

В качестве модели базы данных была выбрана реляционная модель, как наиболее удобная и функциональная при решении конкретной поставленной задачи. Структура базы геоданных представляет собой совокупность таблиц и логических отношений разных типов между ними.

Так как основная цель ресурса информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений является получение тематической информации для исследований речных долин, особое внимание было уделено разработке механизма экспорта данных. Разработанный механизм экспорта данных позволяет интегрировать полученную информацию в геоинформационные системы.

Оценка пригодности данных, полученных в ходе работы с информационно-поисковой системой информации, базируется на системе метаинформации, включающей в себя данные о качестве пространственной привязки, а также об источнике информации о датировке.

Картографический сервис, интегрированный в структуру геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы, является важным элементом и инструментом системы. Разработанная функциональность позволяет визуализировать всю совокупность базы геоданных и результаты выборки, проводить весь набор операций с масштабом, идентифицировать объект и получать информацию о выбранном объекте, использовать материалы дистанционного зондирования в качестве “подложки” карты, осуществлять пространственные запросы к базе геоданных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Концептуальная схема геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений состоит из трёх основных компонентов: использование сетевых технологий, разработка картографического приложения, разработка сервисов баз данных (рисунок 1).

В рамках выполнения работ были поставлены и решены следующие задачи:

- Формирование исходного массива информации абсолютных датировок аллювиальных отложений, включая поиск, отбор информации, классификацию, статистическую обработку данных
- Разработка базы геоданных датировок аллювиальных отложений, включая структуризацию и формализацию исходной информации
- Обеспечение механизма интеграции исходного массива информации в разработанную структуру базы геоданных
- Разработка сервисов базы геоданных, позволяющих проводить поиск и фильтрацию информации на основе разработанных таблиц классификаторов
- Формирование геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы, включая:
 - Разработку пользовательского интерфейса
 - Интеграцию базы геоданных и сервисов в структуру ресурса
 - Разработку картографического сервиса, включая возможности выполнения пространственного запроса, идентификации объекта, функций изменения масштаба и визуализации данных.

Работа по созданию геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений проводилась в несколько этапов.



Рисунок 1. Концептуальная схема информационно-справочной системы
Figure 1. Conceptual Scheme of the Information Retrieval System

На первом этапе исследования сотрудниками кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова проводился сбор, анализ, систематизация и фильтрация по достоверности всей доступной информации по радиоуглеродным и оптико-люминесцентным датировкам аллювиальных отложений.

Основная задача второго этапа исследования заключалась в разработке структуры базы данных, представленной в виде совокупности отдельных таблиц, связанных между собой определёнными связями. Большое внимание уделялось разработке таблиц классификаторов, являющихся не только формализованным представлением информации, но и необходимым условием при внедрении в базу данных сервисов поиска и фильтрации информации, а также аналитических инструментов [см. Сборник тезисов Всероссийской научной конференции Международный год карт в России: объединяя пространство и время, Москва, Российская государственная библиотека, 25-28 октября 2016 г. Аляутдинов А.Р., Семин В.Н. «Разработка информационно-справочной системы абсолютных датировок аллювиальных отложений»]. Основой для разработки структуры базы данных стал массив информации, отобранной на первом этапе исследования.

В качестве основной единицы базы данных выступает объект “разрез”, имеющий пространственную привязку и уникальное название. Структура базы данных представлена основной таблицей и совокупностью таблиц классификаторов, связанных между собой логическими связями.

Вся база геоданных представлена в табличном виде и в виде системы знаков в картографическом приложении. Табличное представление информации даёт возможность пользователю просматривать информацию в обычном для него виде. Графическое представление базы геоданных локализует на карте информацию, позволяя оценить степень и характер изученности, а также область покрытия объектов базы геоданных.

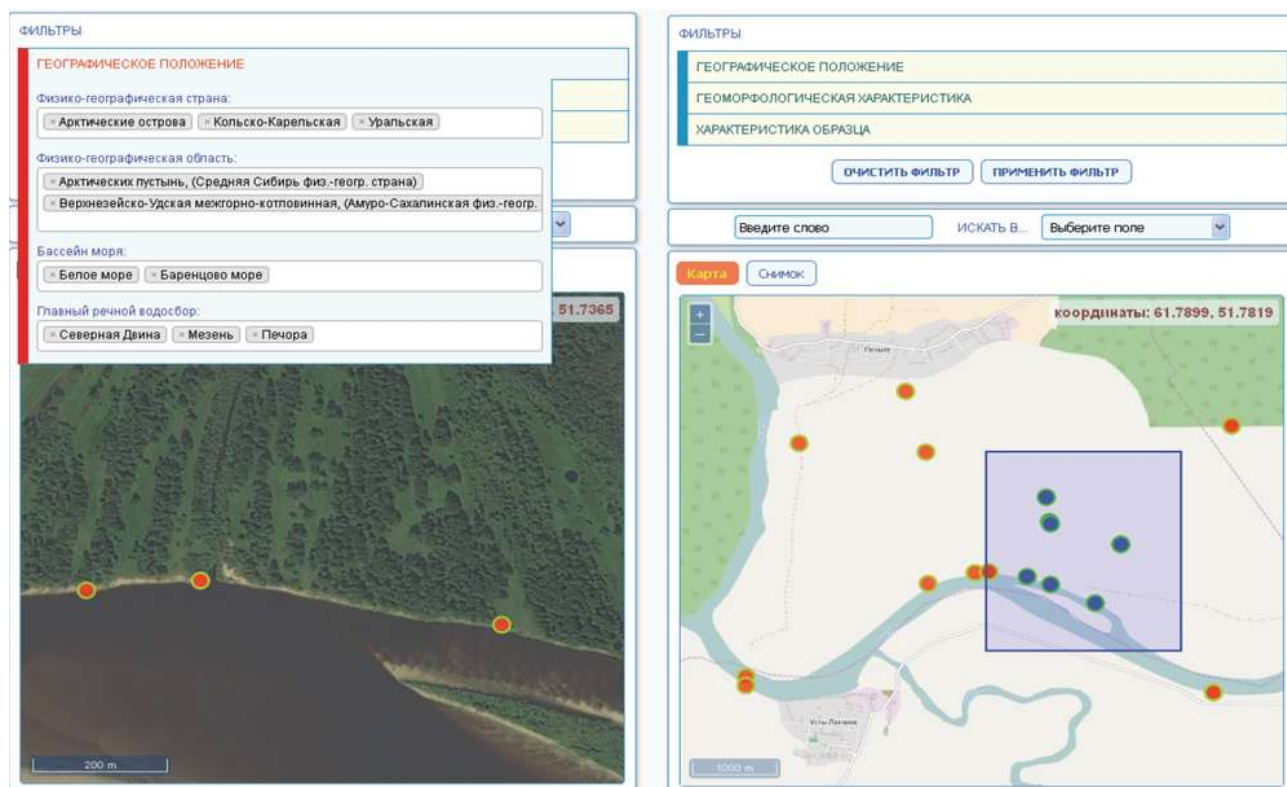


Рисунок 2. Сервисы поиска и фильтрации информации, включая пространственные запросы картографического приложения
Figure 2. Searching and Filtering Services, Including Spatial Queries of the Mapping Application

При разработке ресурса информационно-поисковой системы были реализованы два типа запросов к базе данных. Один тип запросов основан на использовании ключевых слов таблиц классификаторов, включая запросы по числовым полям с указанием диапазона выборки и запросы по текстовым полям, второй тип запросов основан на пространственной информации и реализован в виде одной из функций картографического сервиса. При выполнении запроса к базе геоданных всегда формируется новая выборка данных, которая отображается в картографическом приложении своим знаком. В случаях, когда уже имеется выбранная информация, пользователю предоставляется возможность провести операции с выборками – пересечение, вычитание, сложение. Реализация такой технологической схемы работы с базой геоданных, позволяет существенным образом снизить количество лишней информации и повысить качество поискового механизма. Полученную в ходе работы с информационно-поисковой системой результирующую выборку можно экспортировать в формат XLS, для дальнейшего использования в собственных исследованиях.

На третьем этапе исследований был разработан пользовательский интерфейс геоинформационного ресурса информационно-поисковой системы. Основными критериями при разработке пользовательского интерфейса являлись интуитивная простота интерфейса, лёгкость в использовании, чёткая структура и логичность расположения управляющих элементов. В структуру ресурса были интегрированы разработанная база геоданных, представленная в табличном виде, системы поисковых запросов и фильтров, а также картографическое приложение.

Функциональность картографического приложения, реализованного на базе свободно распространяемой JavaScript библиотеки OpenLayers, соответствует поставленным задачам. Среди прочих стандартных функциональных возможностей картографического приложения таких как, выполнение операций масштабирования и сдвига, идентификация объекта и получения информации о нём, показ координат и масштабной линейки, картографическое приложение позволяет пользователю осуществлять запрос к базе на основе пространственной привязки. При этом табличное представление результатов запросов к базе геоданных и графическое представление в картографическом приложении синхронизированы. Другой, важной функциональной возможностью, реализованной в картографическом приложении, является доступ к материалам дистанционного зондирования, используемым в качестве картографической основы. С учётом специфики исследуемого объекта – речных долин, – материалы дистанционного зондирования являются необходимой составляющей анализа пространственного расположения объектов базы геоданных.

ВЫВОДЫ

Разработанная информационно-справочная система не имеет отечественных и зарубежных аналогов. На основе систематизации и анализа базы данных абсолютных датировок аллювиальных отложений пользователю предоставлена возможность определения хронологии этапов флювиальных процессов: эрозионно-аккумулятивных процессов в малых эрозионных формах, развития речных долин и паводковой активности рек.

С точки зрения технологий информационно-справочная система представляется реализацией совокупности сетевых технологий, картографических сервисов, функциональности базы данных, предназначенных для решения конкретной задачи.

Сетевые технологии обеспечивают доступ к информационно-справочной системе всем заинтересованным пользователям, позволяют проводить оперативное обновление информации. Картографическая система визуализации облегчает “точечный” поиск необходимой информации и позволяет проводить пространственный анализ данных. Функциональные возможности базы данных реализуют поиск информации по критериям, её фильтрацию.

Информация, полученная в результате работы с ресурсом информационно-поисковой системы абсолютных датировок аллювиальных отложений, может быть использована в

научных исследованиях речных долин, а также при решении практических задач прикладного характера.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Российский Фонд Фундаментальных Исследований за финансовую поддержку гранта № 14-05-00146 по созданию Базы данных абсолютных датировок аллювиальных отложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Recurring flood distribution patterns related to short-term holocene climatic variability / G. Benito, M.G. Macklin *et al.* // Scientific reports. – 2015.–Vol. 5.– Pp. 16398–1–16398–8.
2. *Dickmann F.* Kartographie in Internet/ Möglichkeiten und grenzen der neuen Informations-technologie für die Kartographische Praxis // Kartgr.Nachr., 1994. – 47, № 3. – Pp. 87–96.

Ali A. Alyautdinov¹, Andrey V. Panin², Vladimir N. Syomin³

ELABORATION OF THE GEOINFORMATION RESOURCE OF “ABSOLUTE DATES OF ALLUVIAL DEPOSITS” INFORMATION-RETRIEVAL SYSTEM

ABSTRACT

Analysis and synthesis of domestic and global trends in the development of methods of geo-information mapping presents that the ever growing need for spatial information in various spheres of modern society, the use of modern access technologies and the transfer of spatial information, determine the transitional stage of the development of cartography to “mapping based on geo-information resources”. A great demand for spatial information contributes to the creating and using of a large number of network information resources that provide mapping tasks. These network information resources are the main condition for using modern geo-information technologies for solving scientific and practical problems.

Mapping based on geo-information resources allows one to expand the range of using heterogeneous spatial data, to increase the audience and shorten the way to the end user when presenting cartographic materials and improve the efficiency of working with cartographic materials due to the technologies of graphical representation of information and control of the content of the resource [Lurye I., Alyautdinov A., Osokin C., 2013]. The development and use of geo-information resources are aimed at creating a uniform information space, as the most effective tool for researching the natural environment and its management.

The paper describes the technology of development of the information-retrieval system “Absolute dates of alluvial deposits”, realized as a geo-information resource. Using network technologies allows providing access to the system resources for all interested users. The relational database of spatial data is used as a basic element of the developed information and retrieval system. Spatial database is a set of separate tables linked by logical links of different relations. Much attention has been paid to the creation of a cartographic service which allows displaying and classifying

¹ Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1;
e-mail: alik@geogr.msu.ru

² Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1;
e-mail: a.v.panin@yandex.ru

³ Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1;
e-mail: vnsemin@mail.ru

information as well as using the spatial query tool and different cartographic bases, including remote sensing materials.

KEYWORDS:

cartography, geo-information resources, spatial data base, Web-GIS, geomorphology, absolute dating of sediments

REFERENCES

1. Recurring flood distribution patterns related to short-term holocene climatic variability/ G. Benito, M.G. Macklin *et al.*, Scientific reports, 2015, Vol. 5, pp. 16398–1–16398–8.
2. Dickmann F. Kartographie in Internet, Möglichkeiten und Grenzen der neuen Informationstechnologie für die Kartographische Praxis, Kartgr.Nachr., 1994, 47, No 3, pp. 87–96 (in German).

УДК 551.467

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-2-23-250-256

И.В. Шумилов¹, В.М. Пищальник², И.Г. Минервин³

О НОВОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЛЁД»

АННОТАЦИЯ

В работе представлено описание новой версии (1.2) программного комплекса «ЛЁД», предназначенного для расчёта площади морского льда различной сплочённости по пентадным (один раз в пять дней) архивным картам-схемам ледяного покрова Охотского и Японского морей, создаваемых на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в универсальной полярной стереографической проекции (UPS) и публикуемых в свободном доступе Japan Meteorological Agency (JMA) после каждого ледового сезона, начиная с 1971 года. В процессе модификации базовой версии программного комплекса была реализована дополнительная возможность обработки оперативных ледовых карт-схем, публикуемых и в оперативном режиме на сайте JMA в период с декабря по май два раза в неделю (во вторник и пятницу) в поперечно-цилиндрической проекции Меркатора. Добавлены функции создания масок районирования для расчёта площади ледяного массива по оперативным картам-схемам в районах с произвольными границами для выборок любой длины и периодичности. Реализована возможность расчёта объёма льда, путем учёта средней толщины массива льда в выделенном районе, которая вычисляется ледовым экспертом по спутниковым снимкам в видимом и инфракрасном диапазонах. Приведено описание форматов файлов с исходными и выходными данными, содержащими информацию о районировании, толщине льда, площади ледяного покрова различной сплочённости. Описана методика создания масок для районов с фиксированной толщиной льда на оперативных картах-схемах. Приведены формулы для расчёта объёма льда в выделенных районах с произвольными границами на акваториях Охотского и Японского морей.

¹ ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»; 693000, Россия, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290; e-mail: ilyarolevik1@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»; 693000, Россия, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290; e-mail: vpishchalnik@rambler.ru

³ ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»; 693000, Россия, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290; e-mail: igor@minervin.ru