

Разработка геоинформационной системы для сбора и обработки данных водных ресурсов Республики Казахстан

Н. Е. Кабдулин¹, А. В. Елагин¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: Nurzhik_90kz@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются развитие ГИС-технологий; востребованность геопрограммных данных; программное обеспечение в ГИС. Проанализирована гидрология Казахстана. На основе космических снимков в системе ArcGIS составлена карта водохозяйственных бассейнов. Выявлены проблемы водопользования и путь их решения с помощью геоинформационных систем.

Ключевые слова: ГИС-технологии, геопрограммные данные, программное обеспечение в ГИС, гидрология Казахстана, карта водохозяйственных бассейнов, геоинформационные системы

Development of a geoinformation system for collecting and processing data of water resources of the Republic of Kazakhstan

N. Y. Kabdulin¹, A. V. Elagin¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: Nurzhik_90kz@mail.ru

Abstract. The development of GIS technologies is considered; the demand for geospatial data; software in GIS. The hydrology of Kazakhstan is analyzed. Based on satellite images, a map of water management basins has been compiled in the ArcGIS system. The problems of water use and the way to solve them with the help of geoinformation systems are revealed.

Keywords: GIS technologies, geospatial data, GIS software, hydrology of Kazakhstan, map of water basins, geoinformation systems

Введение

На сегодняшний день самыми острыми водными проблемами республики Казахстан считаются: увеличивающийся дефицит воды; предоставление населению качественной питьевой воды; загрязнение поверхностных и подземных вод; большие сверхнормативные потери воды; угроза истощения водных ресурсов вследствие увеличения населения и развития экономики; межгосударственное водоразделение.

Основными причинами перечисленных проблем являются, прежде всего, недостатки в управлении водным сектором республики, которые характеризуются разрозненностью, ослаблением функций и потерей меж секторальных связей, что не позволяет решать вопросы сохранения водных источников, рационального использования и воспроизводства водных ресурсов.

Для решения проблем и достижения рационального водопользования необходимо усовершенствовать системы управления с помощью геоинформационных технологий с использованием геопространственных данных.

В наши дни цифровые геопространственные данные часто применяются в решении большого перечня прикладных задач. Предоставляет цифровые геопространственные данные, известные как необычные методы дистанционного мониторинга и измерения, с использованием морских съемок, изображений и наблюдений, а также автономных систем записи (автоматизированные гидрологические станции, морские суда). Дождевые облака контролируются радаром. С помощью этого метода вы можете предсказать будущие осадки и связанные с ними осадки. Использование самолетов и космических кораблей для наблюдения за водой - прекрасная возможность. Например, инфракрасный измеритель, установленный на самолете, может измерять температуру моря, океанов и озер. Спутниковые изображения помогают стабилизировать и поддерживать реки, наводнения и поймы, скопление льда, ледниковые условия, океанические течения и многое другое.

Методы и материалы

Одной из стандартных «растров» для отображения объектов, процессов и событий послужила картографическая информация. В данном случае были использованы данные дистанционного зондирования, представленная на рис. 1, полученные с геопортала. Геопортал обеспечивает обмен геоданными. Для дальнейшей обработки и получения точной географической информации о расположении геопространственных объектов создан ГИС-проект на платформе ArcGIS, представлено на рис. 4. Созданная растровая, а также векторная модель содержит дополнительную информацию в виде атрибутивной таблицы, которая связана с объектом уникальным идентификатором ID.

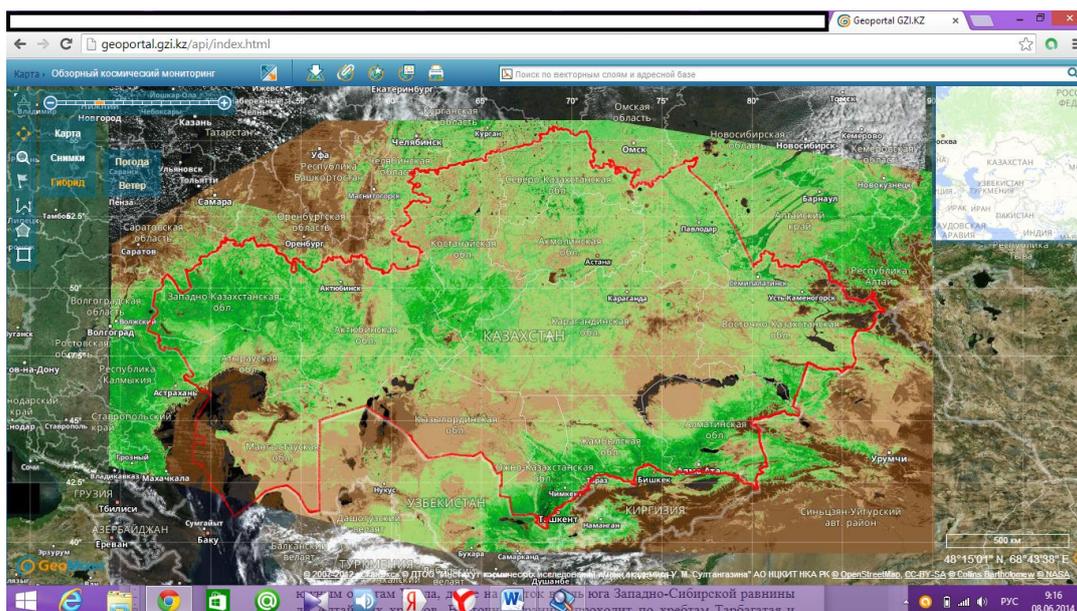


Рис. 1. Полученные данные дистанционного зондирования Земли

В векторной модели данных географические объекты представляются в виде графических примитивов, как точка, линия, дуга, полигон. К точечным объектам относятся города, местоположение которых определяется парой координат; линейные объекты, такие как реки, границы, дороги, хранятся как наборы координат X, Y; озера, моря относятся к полигональным объектам, в виде замкнутого набора координат. Таким образом создается шейп-файл с расширением .shp. Формат шейп-файла дает возможность определить геометрию и атрибутивную информацию о географических объектах. Созданные слои отображаются в Таблице содержания Вида. Каждый географический тип объекта сопровождается реляционной таблицей, данные которых представлены ниже.

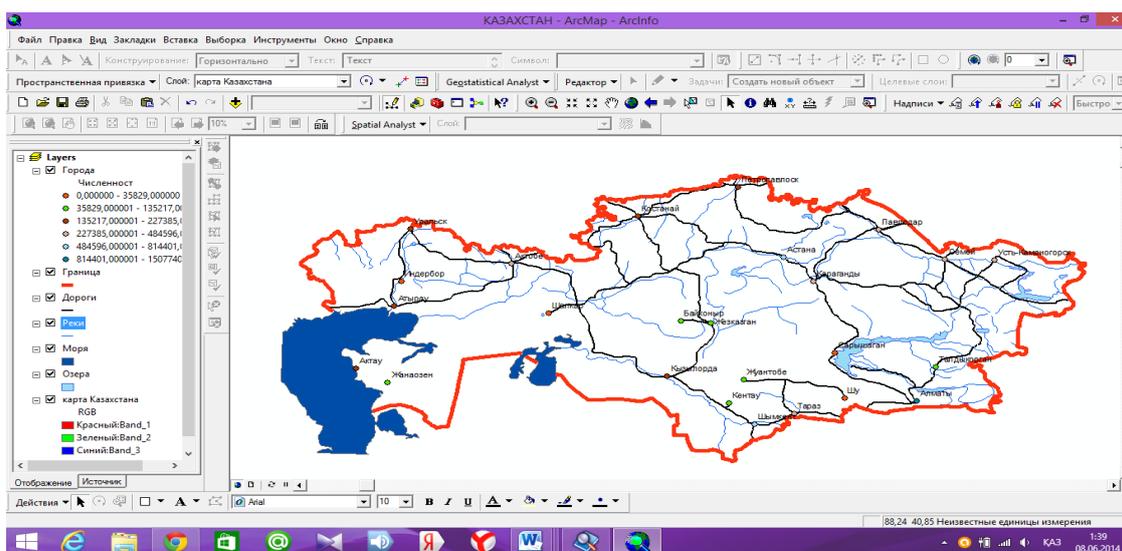


Рис. 2. Карта Казахстана

Казахстан расположен в Центральной Азии. Занимает девятое место в мире по размеру площади (2,72 млн. км²). Относится к аридным и засушливым областям северного полушария. Влага поступает со стороны Атлантического океана и заносится западными и северо-западными ветрами. Тянь-Шань и Алтай препятствуют поступлению влаги с Индийского и Тихого океанов. Равнинная часть республики это; Кызылкум, Бетпакдала, Мойынкум, Прикаспийская низменность, плато Устюрт и другие аридные районы, где осадки за год составляют около 100/150 мм воды. Потенциальная испаряемость почв превышает 1000/1500 мм воды в год. 90% стока воды приходится на весенний период, а в остальное время года наблюдаются сухие речные долины. Основная часть объема поверхностных вод формируются за пределами страны и протекает транзитом. Объем подземных вод, учитывая сухость климата, а также нерегулярность стока степных рек, не превышает 10%.

Особенностью территории Казахстана является то, что большая ее часть относится к бессточным бассейнам Каспийского и Аральского морей. Озер Балхаш, Тенгиз, Алаколь и др., а также насчитывается 85 022 рек и временных водотоков, не имеющих выхода к Мировому океану (представлено на рис. 4).

В связи с этим, в низовьях трансграничных рек, расположенных на территории страны (р. Сырдарья, Или, Урала и многих др.), происходит значительное накопление загрязняющих веществ, которые переносятся со стоками рек, выпадают с атмосферными осадками, попадают в результате размещения промышленных, коммунальных отходов и выбросов загрязняющих веществ, а также из многих других источников. Все это вызывает серьезное обострение проблемы управления водными ресурсами и качеством воды водных объектов Казахстана.

Созданный ГИС-проект восьми водохозяйственных бассейнов Казахстана представлена в векторной форме. Векторная структура данных дают представление географического пространства более интуитивно понятным способом. Она представляет пространственное положение объектов, храня атрибуты в отдельном файле для последующего доступа. Объекты создавались путем соединения точек прямыми линиями, дугами, площади определяются набором линий. Местоположение точечного объекта описывается парой координат (X, Y). Линейные объекты, такие как реки, граница, сохранены как наборы координат X, Y. Полигональные объекты (водохозяйственные бассейны, озера) хранятся в виде замкнутого набора координат. Вся графическая информация структурировалась не только по объектам, но и по слоям. Каждый объект принадлежит какому-то слою. Элемент изображения – линия, прямоугольник, фрагмент текста – располагается в своем собственном слое. Каждый элемент векторного изображения является объектом, который описывается с помощью математического уравнения линий, дуг, окружности и т.д. Сложные объекты (ломанные линии, различные геометрические фигуры) векторного изображения описываются как совокупность элементарных графических объектов. Слоям в ГИС даны имена; слои можно делать видимыми и невидимыми, доступными и недоступными, можно удалить или добавить. Деления информации на слои делает удобным как для редактирования содержания отдельных тематических групп, так и для решения отдельных задач, когда нет необходимости видеть всю информацию, более того – видимость всей информации на экране мешает решению задач; отключение ненужных в данный момент слоев позволяет быстрее и лучше выполнить работу.

Первый этап – ввод данных. Подсистема ввода информации – это устройство для преобразования пространственной информации в цифровую форму и ввода ее в базу данных. В настоящее время одним из наиболее объективных и оперативных источников географической информации, является космические снимки, которые послужили основой данной работы. Данные съемок дистанционного зондирования земли спектрорадиометром MODIS со спутника Terra (EOS-AM1). Полученные снимки являются файловой базой геоданных ГИС «Водных объектов Казахстана» в виде растра, в формате JPEG, представлена на рис. 3.

Трансформация, проецирование и географическая привязка направлены на получение геометрически корректного изображения объектов в правильной системе координат. Геопривязка полученного растрового изображения осуществлялась в среде и средствами ArcGIS, с помощью функции «Пространственная привязка» по геодезическим координатам: широта B и долгота L, или их интерпретации в форму прямоугольных пространственных координат мировой геоде-

зической системы координат World Geodetic System (WGS-84), вводом 4 опорных точек, представлена на рис. 17. После коррекции растрового изображения выполнена оцифровка, то есть процесс перевода исходных картографических материалов в цифровую форму, что называется созданием векторной модели данных. Система ArcGIS позволяет легко создавать географические данные с использованием оцифровки непосредственно на карте и хранить их в базе географических данных. База географических данных в свою очередь обеспечивает хранение географической информации в структурированном виде, что в дальнейшем обеспечивает удобное управление, обновление, обмен данными.

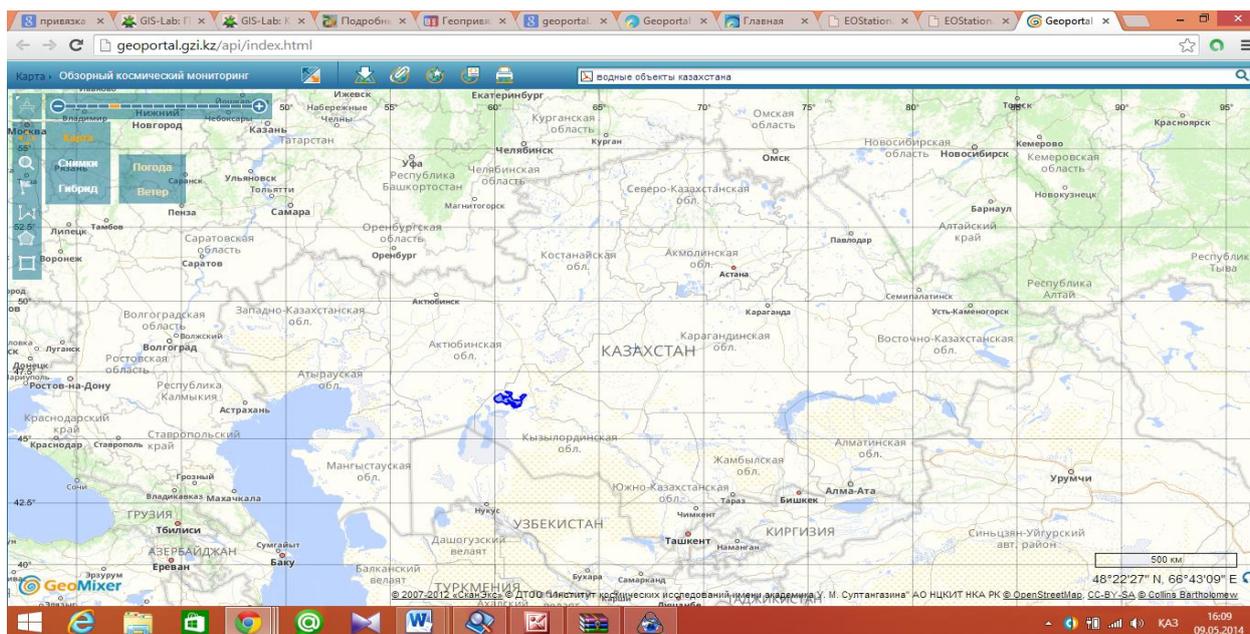


Рис. 3. Данные с геопортала

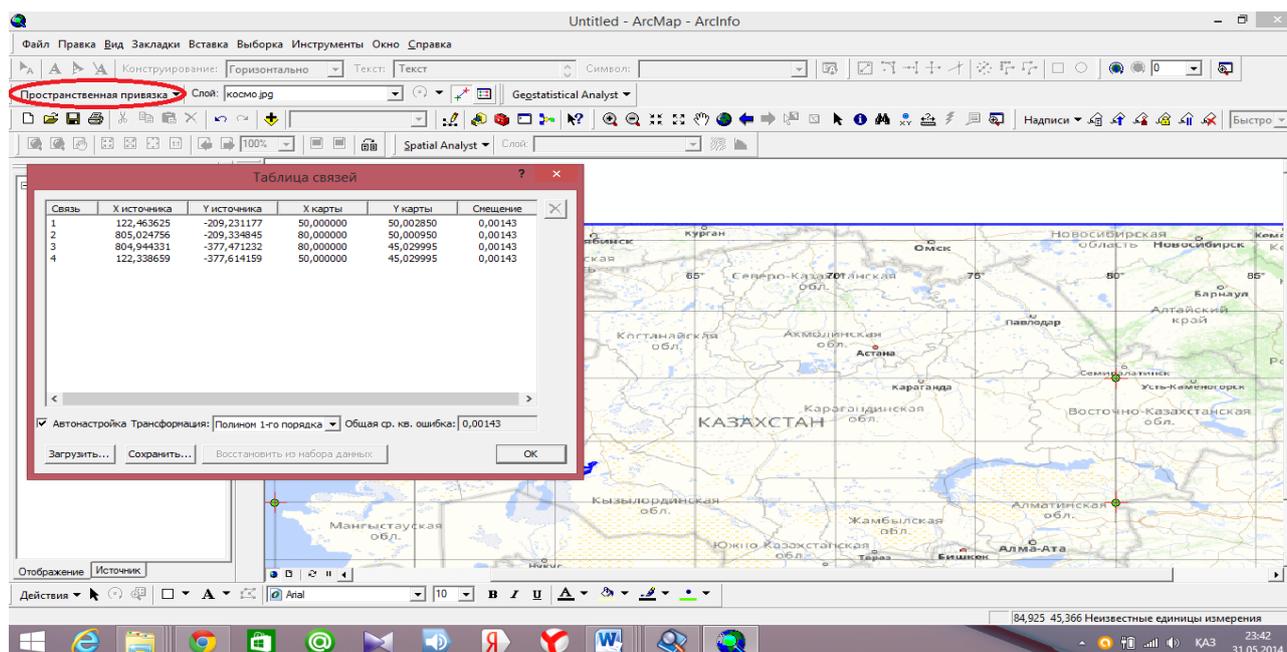


Рис. 4. Привязка растра

Применяются три технологии оцифровки:

- оцифровка вручную;
- автоматическая;
- полуавтоматическая (интерактивная).

Автоматическая оцифровка выполняется при помощи программ, называемых векторизаторами. Работа заключается в распознавании образов, которые могут идентифицировать и выделять из растра отдельные точечные, линейные и площадные объекты, сравнивая изображения с заложенными в эти программы образцами условных знаков.

Полуавтоматическая, или интерактивная оцифровка ведется с применением программ, которые автоматически распознают объекты на сравнительно простых растровых изображениях и обращаются за помощью к оператору, когда не могут выполнить векторизацию автоматически.

В данном случае мною была выбрана ручная оцифровка, которая состоит в обводе контуров объектов на экране при помощи мыши с фиксированием координат характерных точек контуров, с помощью инструментов в программном обеспечении, представлена на рис. 5.

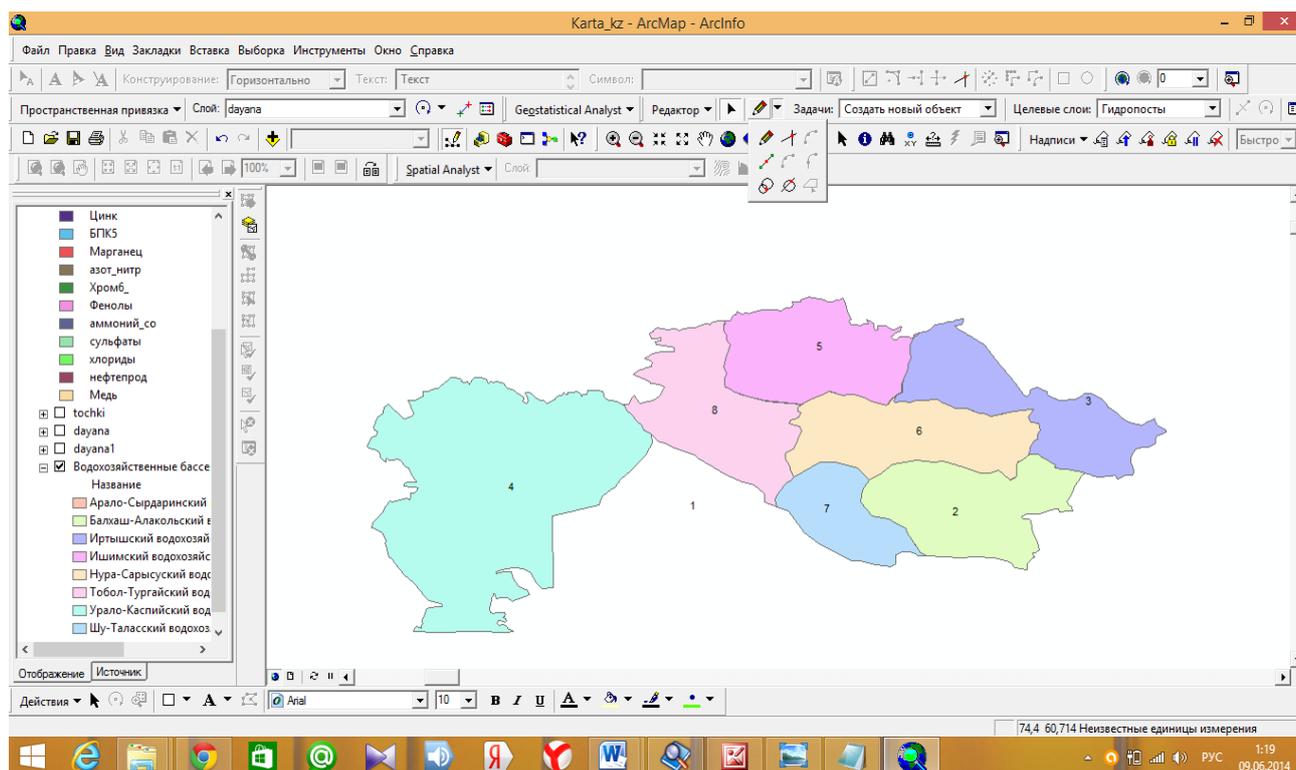


Рис. 5. Инструмент редактор

Пространственные объекты реального времени можно разделить на легко идентифицируемые четыре точки: точки, линии, полигоны и поверхность. По созданному ГИС-проекту водохозяйственных бассейнов, водные объекты группируются в слой в соответствии с их типом и характеристиками, содержат графиче-

ческое описание объекта и его основные характеристики, что и составляет базу данных. В этом случае, водохозяйственные бассейны Казахстана, а также водохранилища и озера представляются в виде полигонов, реки описываются полилиниями, города, гидропосты точками.

Полученные пространственные объекты состоят из двух взаимосвязанных частей:

- позиционной (тополого-геометрической);
- непозиционной (атрибутивной).

Эти две части описывают пространственное положение и тематическое содержание объектов.

Цифровое описание пространственных объектов включает в себя:

- наименование;
- указание местоположения;
- набор свойств;
- отношения с иными объектами;
- пространственное «поведение».

Получение информации об объектах сопровождается атрибутивной таблицей, которая содержит качественные и количественные характеристики объектов. Например, объем воды в бассейнах страны, обеспеченность водохозяйственных бассейнов водными ресурсами и т.д.

Таким образом создана реляционная база данных. База данных – это поименованная совокупность данных, имеющих определенную структуру и находящихся под управлением специального комплекса программ, называемого СУБД (система управления базами данных).

Результаты

Созданный ГИС-проект дает объективную оценку и рациональное планирование использования водных ресурсов республики. Банк геоданных содержит информацию о реках, водохранилищах, озерах, а также информацию о протяженности, площади, запасах и качестве водных ресурсов.

Созданная ГИС-карта с базой данных значительно облегчит работу по управлению водными ресурсами. На полученной карте возможно произвести визуализацию информации, которая показывает либо количественные, либо качественные характеристики, таких как забор воды, объемы сброса воды, количество загрязняющих веществ.

Делая выводы, следует констатировать, что ГИС в настоящее время представляет собой современный тип интегрированной информационной системы, применяемой в разных направлениях, отвечая требованиям глобальной информатизацией общества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт, А.М. Геоинформационное картографирование [Текст] / А.М. Берлянт; Моск. гос. Ун-т им. М. В. Ломоносова, Рос. акад. естеств. наук. – Москва, 1997. – 63 с.

2. Бугаевский, Л.М. Геоинформационные системы [Текст]: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Геодезия", "Фотограмметрия и дистанц. зондирование", по специальностям "Прикладная геодезия", "Исслед. природ. ресурсов аэрокосм. средствами", "Аэрофотогеодезия" / Л.М. Бугаевский, В.Я. Цветков. – М.: Златоуст, 2000. – 221 с.
3. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии [Текст]. – Алматы, 2004. – 132 с.
4. Водный кодекс Республики Казахстан [Текст]: [официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 02 января 2021 г.].
5. Геоинформатика [Текст]: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 012500 "География", 013100 "Природопользование", 013600 "Геоэкология", 351400 "Приклад. информатика (по обл.)" / Г.Г. Капралов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Академия, 2005. – 477 с.
6. Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем [Текст]: межвузовский научный сборник / Редкол.: С.В. Павлов (науч. ред.) [и др.]; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Уфимский гос. авиационный технический ун-т. – Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2008. – 213 с.
7. Геопортал GeoMixer [Электронный ресурс]: официальный сайт. – Электрон. дан. – Казахстан, 2021. – Режим доступа: geoport.kz. – Загл. с экрана.

© Н. Е. Кابدун, А. В. Елагин, 2022