

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 421 (2017), 102 – 111

V. Yu. Panichkin, O. L. Mirosnichenko, L. Yu. Trushel, N. M. Zakharova

Institute of Hydrogeology and Geoecology of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan,
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: o_mirosh@mail.ru

USE OF GIS TECHNOLOGY FOR ASSESSMENT OF NATURAL UNDERGROUND WATER RESERVES OF THE QUATERNARY AQUIFER SYSTEM, SOUTH BALKHASH ARTESIAN BASIN

Abstract. South Balkhash underground water basin is one of the largest drainless depressions of the south-eastern Kazakhstan. Owing to the limited area and uneven distribution of the surface water, the issues of the underground water use gain special relevancy. The aim of the work was to assess natural reserves of the underground water confined to Quaternary sediments and having variable salinity. Differentiated evaluation of non-saline, slightly saline, moderately saline, highly saline, very highly saline underground water reserves was made. To this end, a methodology based on the use of the geoinformation technology for assessment and display of output was used. It utilizes maps of net thickness, gravity water drive and underground water salinity of the aquifer system developed on the basis of ArcGIS 9 geoinformation system. They are built for the areas having parameter attributes for each of them. The value of the natural underground water reserves is calculated through intersection of the polygons belonging to different maps, calculation of the area and volume of the aquifer of each polygon. The results are presented in the form of computer-aided maps of modules and tables of natural underground water reserves having variable salinity. Test of proposed methodology for assessment of natural reserves of the South Balkhash artesian basin showed potential for its use for assessment of natural underground water reserves of various artesian basins.

Keywords: groundwater, geographic information system, natural underground water reserves, Southern Balkhash artesian basin.

УДК 550.837.82

В. Ю. Паничкин, О. Л. Мирошниченко, Л. Ю. Трушель, Н. М. Захарова

Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина Министерства образования и науки
Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ГРУНТОВЫХ ВОД ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ЮЖНО-БАЛХАШСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

Аннотация. Южно-Балхашский бассейн подземных вод является одной из крупных бессточных впадин юго-восточного Казахстана. Вследствие ограниченности и неравномерности распространения поверхностных вод особую актуальность приобретают вопросы использования подземных вод. Целью работы являлась

оценка естественных запасов грунтовых вод, приуроченных к четвертичным отложениям, и имеющих различную минерализацию. Проведена дифференцированная оценка запасов пресных, слабосоленых, соленых, слабосоленых и соленых подземных вод. Для этого была использована методика, основанная на применении геоинформационных технологий для проведения расчетов и отображения результатов. В ее основе лежат карты эффективной мощности, гравитационной водоотдачи и минерализации подземных вод водоносного комплекса, созданные с использованием геоинформационной системы ArcGIS 9. Они построены в зонах, с каждой из которых связана атрибутивная информация о значении параметра. В результате проведения процедуры пересечения полигонов, принадлежащих различным картам, расчета площади и объема водоносного пласта в рамках каждого полигона вычисляется величина естественных запасов подземных вод. Результаты представлены в виде автоматически построенных карт модулей и таблицы естественных запасов подземных вод различной минерализации. Апробация предложенной методики при расчете естественных запасов Южно-Балхашского артезианского бассейна показала возможность ее использования для оценки естественных запасов подземных вод различных артезианских бассейнов.

Ключевые слова: подземные воды, геоинформационная система, естественные запасы подземных вод, Южно-Балхашский артезианский бассейн.

Введение. Обширная территория Южно-Балхашского артезианского бассейна подземных вод относится к числу регионов Казахстана, играющих значительную роль в развитии экономики Республики.

Южно-Балхашский бассейн подземных вод приурочен к одной из крупных бессточных впадин юго-восточного Казахстана. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 340 м до 500–600 м. Северной и западной границей бассейна является озеро Балхаш. С юга и востока он граничит с отрогами Жонгарского Алатау, а с юго-запада – с Шу-Илийскими горами. Согласно структурно-гидрогеологического районирования в состав бассейна входят два смежных бассейна третьего порядка – Балхашский и Лепсинский (рисунок 1) со своими особенностями формирования и распространения подземных вод [1].

По природным условиям это неоднородная территория, которая характеризуется засушливым и резко континентальным климатом. Поверхностные воды распространены весьма ограниченно и неравномерно. Поэтому одним из источников восполнения дефицита в воде могут служить подземные воды, которые наиболее защищены от техногенного загрязнения и являются надежным источником питьевого водоснабжения.

Грунтовые воды Южно-Балхашского бассейна приурочены к четвертичным отложениям, залегающим на неогеновых породах. Из четвертичных образований наиболее широкое распространение имеют озерно-аллювиальные и перекрывающие их эоловые, аллювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения, которые содержат подземные воды, имеющие единую водную поверхность и гидравлически связаны между собой и рассматриваются как единый водоносный комплекс.

Водовмещающие породы в Балхашском бассейне представлены мелко-, средне- разномасштабными песками, имеющими прослойки и линзы суглинков и глин. Общая мощность водоносного комплекса изменяется от 100–200 м вблизи оз. Балхаш до 1000–1500 м в районе Баканаса и северных предгорий Жонгарского Алатау. Глубина залегания подземных вод минимальная (до 1 м) у побережья оз. Балхаш и 1–3 м в долинах рек, максимальная – в пределах песчаных массивов, и 50–70 м в межбугристых и межгрядовых понижениях [1–4]. Водовмещающие отложения *Лепсинского бассейна* представлены преимущественно валунно-гравийно-галечниками в предгорной части, а по мере движения к оз. Балхаш материал становится более мелкозернистым. Общая мощность отложений изменяется от 180–220 м в предгорной части до 10–15 м у побережья озера. Глубина залегания уровня грунтовых вод бассейна закономерно увеличивается от равнины и долин рек к предгорным районам от 0–3 и 5–10 м до 50–100 м [1–3].

На территории Южно-Балхашского бассейна широко распространены и напорные (артезианские) воды, приуроченные в основном к средне- и нижнечетвертичным аллювиально-пролювиальным отложениям различного генезиса. Глубина их залегания изменяется от 30–40 до 130–145 м.

Подземные воды четвертичных отложений пресные, слабосоленые, реже соленые. Пресные грунтовые воды имеют гидрокарбонатный натриевый химический состав. По мере удаления на север и северо-запад величина минерализации повышается в начале до 1–3, а затем до 5–10 г/дм³,

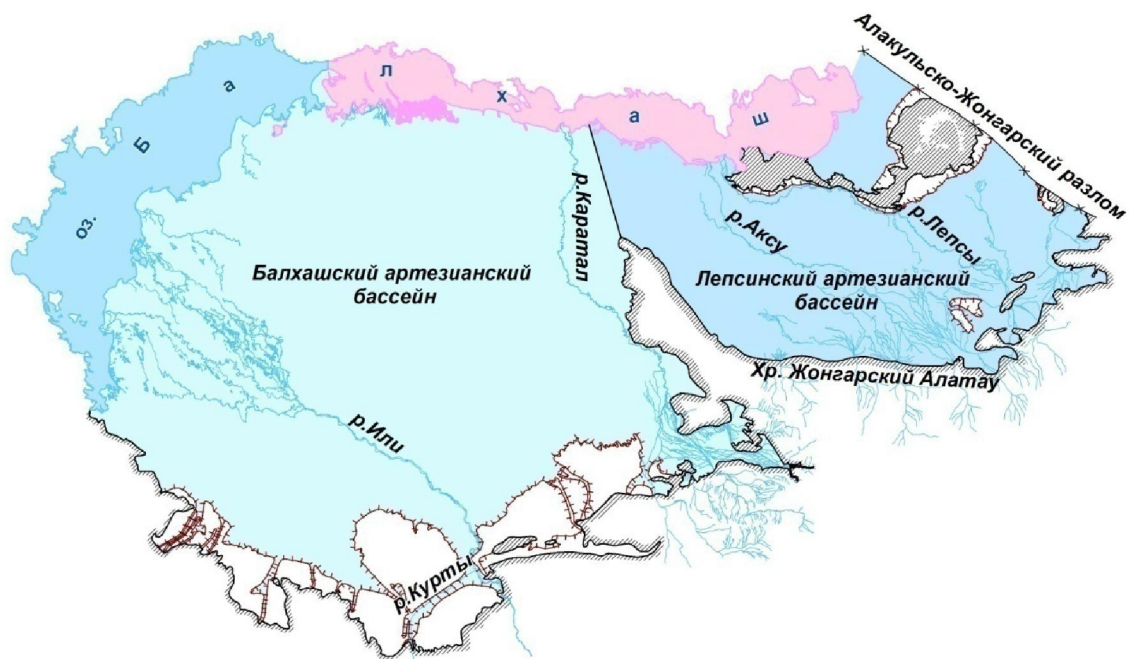


Рисунок 1 – Схема структурно-гидрогеологического районирования Южно-Балхашского артезианского бассейна

Figure 1 – Structurally-hydrogeological zoning scheme of Southern Balkhash artesian basin

состав изменяется на смешанный, сульфатный натриевый, а у самого побережья оз. Балхаш минерализация грунтовых вод достигает $30\text{--}50\text{ г/дм}^3$ и по составу они становятся сульфатно-хлоридными и хлоридными натриевыми [5-8].

Благоприятные условия питания, значительные уклоны поверхности, наличие грубообломочного материала, хорошие фильтрационные свойства пород, близость области питания способствуют формированию на большей части бассейна значительных запасов и ресурсов подземных вод. Их постоянное пополнение осуществляется путем инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации поверхностных вод, а также подземного стока со стороны горных сооружений. В целом четвертичный водоносный комплекс содержит значительные запасы подземных вод, которые ежегодно восполняются естественными ресурсами. Ниже приводится расчет естественных запасов грунтовых вод бассейна.

Для их оценки была использована методика, разработанная в лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов Института гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина под руководством член-корреспондента НАЕН РК, доктора-технических наук В. Ю. Паничкина. Она основывается на использовании геоинформационных технологий для проведения расчетов и отображения результатов. В качестве ГИС была выбрана ArcGIS9 со встроенными инструментами [9].

В настоящее время геоинформационные технологии широко применяются при изучении подземных вод [10], в частности, в процессе оценки запасов и ресурсов подземных вод [11]. Они составляют фундамент концептуальных моделей гидрогеологических объектов различных регионов мира [12-16]. В Казахстане разработаны методические аспекты совместного использования ГИС и традиционных методов гидрогеологических исследований [17, 18].

Естественные запасы равны сумме объема воды, заключенной в пласте (гравитационные запасы) и объема воды, извлекаемой в напорных условиях без осушения пласта (упругие запасы) [19, 20]. Под гравитационными запасами подземных вод понимается объем воды в порах водоносного пласта, способный вытекать под действием силы тяжести.

Для горизонта грунтовых вод естественные (гравитационные) запасы V_e рассчитываются по формуле:

$$V_e = \mu V_0,$$

где μ – гравитационная водоотдача; V_0 – объем водоносного пласта.

Предложенная методика подсчета запасов заключается в следующем. Формируются карты эффективной мощности, гравитационной водоотдачи и минерализации подземных вод водоносного комплекса. Параметры строятся в зонах с заданными атрибутивными данными – величиной эффективной мощности, коэффициентом водоотдачи и значением минерализации соответственно.

Выполняется пересечение регионов, соответствующих различным значениям эффективной мощности водоносного комплекса, с регионами, соответствующими различным значениям коэффициента водоотдачи. Исходные атрибутивные данные передаются в качестве характеристик вновь построенным регионам.

Рассчитываются площади регионов с помощью специальных инструментов, входящих в состав ГИС. Для определения объема водоносного пласта в пределах каждой зоны величины рассчитанных площадей умножаются на значения эффективной мощности. Запасы подземных вод определяются умножением вычисленного объема на коэффициент водоотдачи. Атрибутивные данные, связанные с зонами, дополняются рассчитанными значениями.

Для получения величины естественных запасов всего водоносного комплекса суммируются значения запасов подземных вод, полученные для каждого региона. При представлении результатов расчетов в виде карты модулей естественных запасов подземных вод рассчитанные значения запасов делятся на площади полигонов.

Запасы подземных вод различной минерализации определяются путем пересечения регионов, принадлежащих карте модулей естественных запасов с зонами, соответствующими выделенным значениям минерализации. Считается площадь каждого сформированного региона, объем водоносного пласта и запасы подземных вод в его пределах. Вычисленные значения помещаются в соответствующие поля таблиц атрибутивной информации.

Для подсчета естественных запасов пресных, слабосоленых, солоноватых, слабосоленых и соленых подземных вод суммируются запасы, полученные для регионов с одинаковыми значениями минерализации.

Для расчета естественных запасов грунтовых вод Южно-Балхашского бассейна с помощью программы ArcMap [21] были построены карты эффективной мощности, гравитационной водоотдачи и минерализации подземных вод водоносного комплекса четвертичных отложений.

Карта эффективной мощности четвертичного водоносного комплекса построена в зонах, с каждой из которых в качестве атрибутивной информации связано усредненное по площади значение параметра. Шаг изменения значений составляет 10 м (рисунок 2).

Карта гравитационной водоотдачи также построена в зонах с атрибутивными значениями коэффициента водоотдачи пород, изменяющимися в диапазоне от 0,05 до 0,2 (рисунок 3).

На исследуемой территории распространены как пресные, слабосоленые, солоноватые, слабосоленые, так и соленые воды в прибрежной зоне озера Балхаш (рисунок 4). Карта строилась с использованием материалов, приведенных в [1, 2]. Выделены зоны распространения подземных вод с минерализацией до 1 г/дм³, 1–3 г/дм³, 3–5 г/дм³, 5–10 г/дм³, 3–10 г/дм³, 10–30 г/дм³, 30–50 г/дм³, более 50 г/дм³.

Для определения объема водоносного пласта использовались *shape*-файлы, сформированные в зонах на основании карт эффективной мощности и водоотдачи водоносного комплекса четвертичных отложений. Пересечение принадлежащих им регионов осуществлялось с помощью инструмента *Intersect*, входящего в состав ArcGIS. В результате был создан *shape*-файл, включающий регионы со связанными значениями мощности и коэффициента водоотдачи.

Для расчета площадей полигонов использовался инструмент *Calculate Areas* из набора *Spatial Statistics Tools (Utilities)* (рисунок 5). Объем водоносного пласта в пределах каждого региона вычислялся умножением площади полигона на значение эффективной мощности, запасы подземных вод – умножением рассчитанного объема на коэффициент водоотдачи. Для расчетов использовался инструмент *Field Calculator* (рисунок 6). Таким образом, в атрибутивную таблицу, связанную с данным *shape*-файлом, были включены поля со значениями площадей, объемов водоносного комплекса и запасов подземных вод в рамках выделенных регионов. Следует отметить, что обязательным условием при осуществлении такой процедуры является проверка исходных данных на полноту. Традиционным представлением результатов является карта модулей естественных запасов подземных вод. Она формируется путем создания тематической карты с определенными диапазонами изменения параметра.

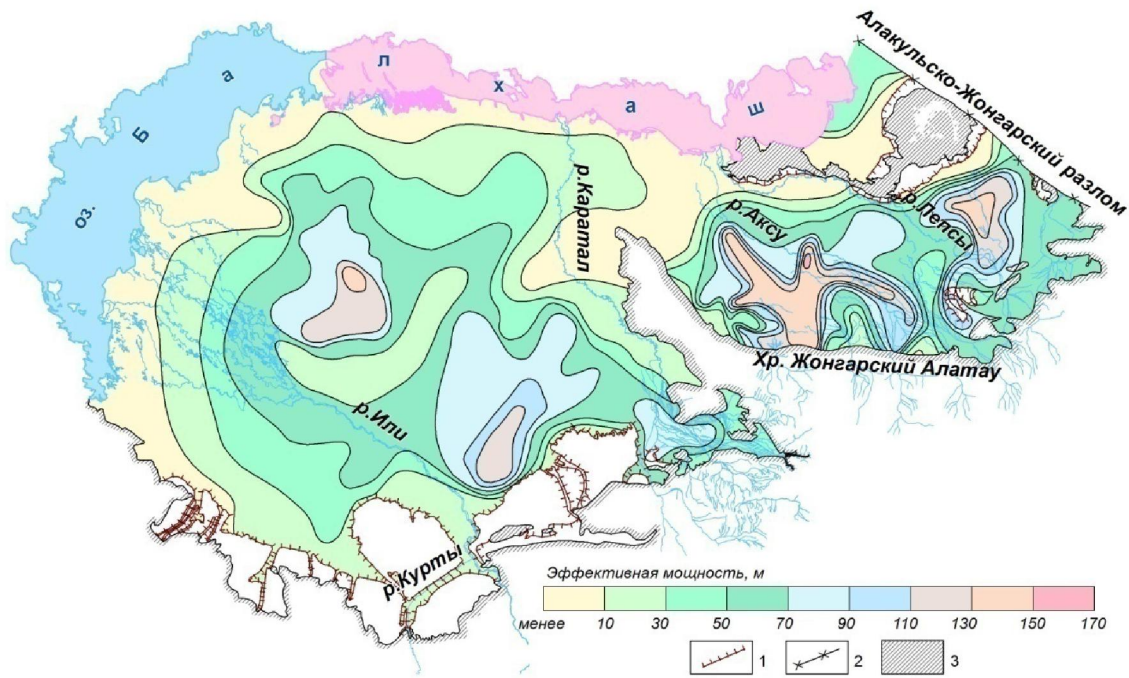


Рисунок 2 – Схематическая карта эффективной мощности водоносного комплекса четвертичных отложений Южно-Балхашского бассейна:
1 – граница распространения водоносного комплекса; 2 – тектонические нарушения; 3 – выходы палеозойских пород на дневную поверхность

Figure 2 – Schematic map of effective thickness of Quaternary aquiferous complex of Southern Balkhash artesian basin

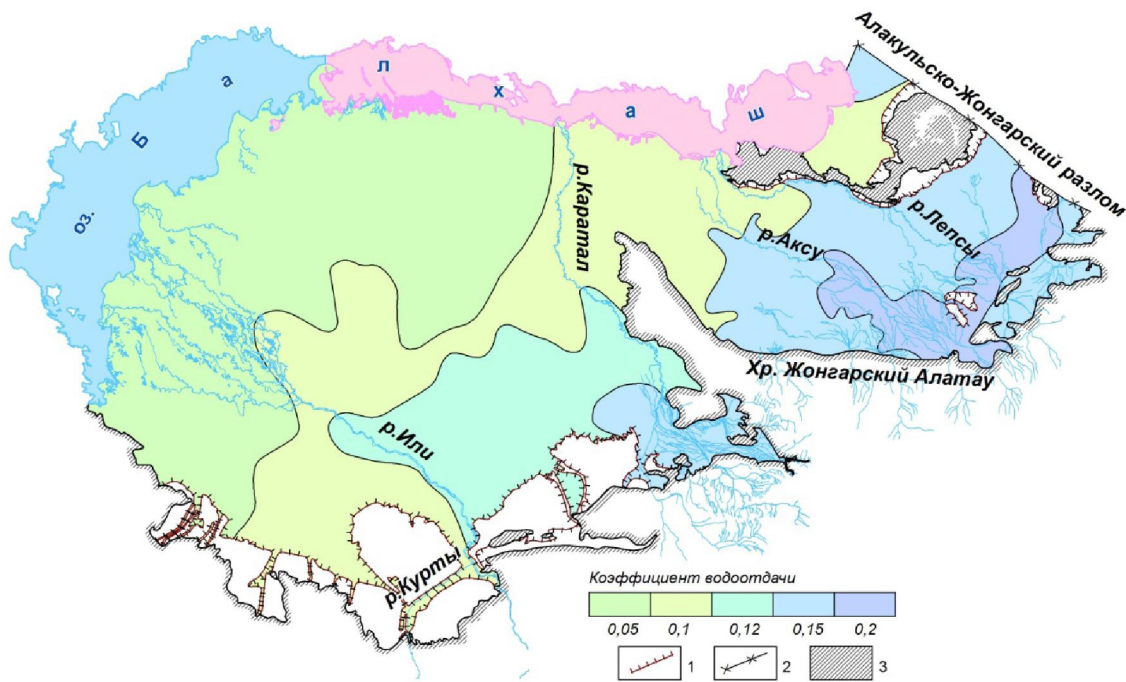


Рисунок 3 – Схематическая карта гравитационной водоотдачи водоносного комплекса четвертичных отложений Южно-Балхашского бассейна:
1 – граница распространения водоносного комплекса; 2 – тектонические нарушения; 3 – выходы палеозойских пород на дневную поверхность

Figure 3 – Schematic map of gravitational water yield of Quaternary aquiferous complex of Southern Balkhash artesian basin

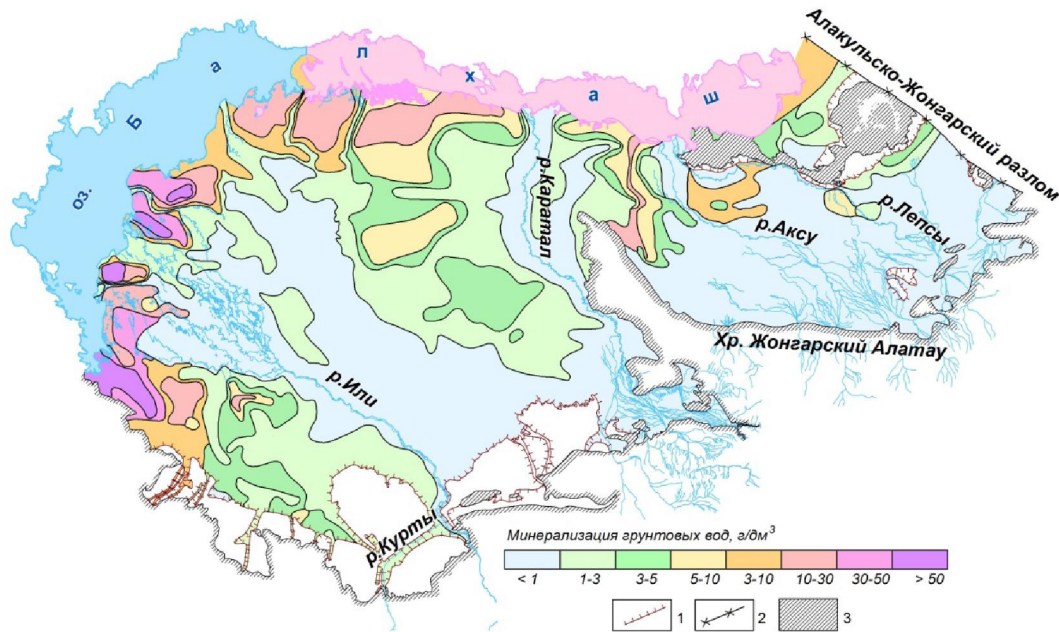


Рисунок 4 – Схематическая карта минерализации подземных вод водоносного комплекса четвертичных отложений Южно-Балхашского бассейна:
 1 – граница распространения водоносного комплекса; 2 – тектонические нарушения; 3 – выходы палеозойских пород на дневную поверхность

Figure 4 – Schematic map of mineralization of Quaternary aquiferous complex of Southern Balkhash artesian basin

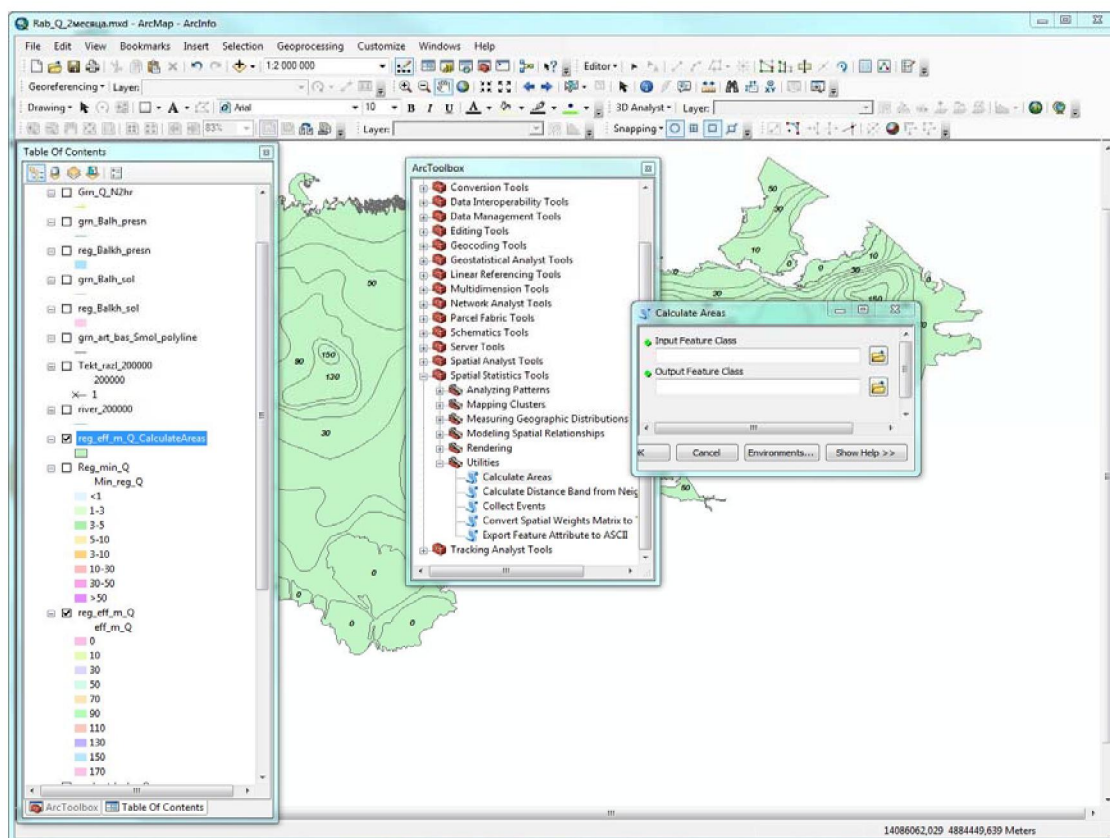


Рисунок 5 – Копия экрана, сделанная при расчете площадей регионов карты эффективной мощности
 Figure 5 – View of screen during calculation of region areas of effective thickness map

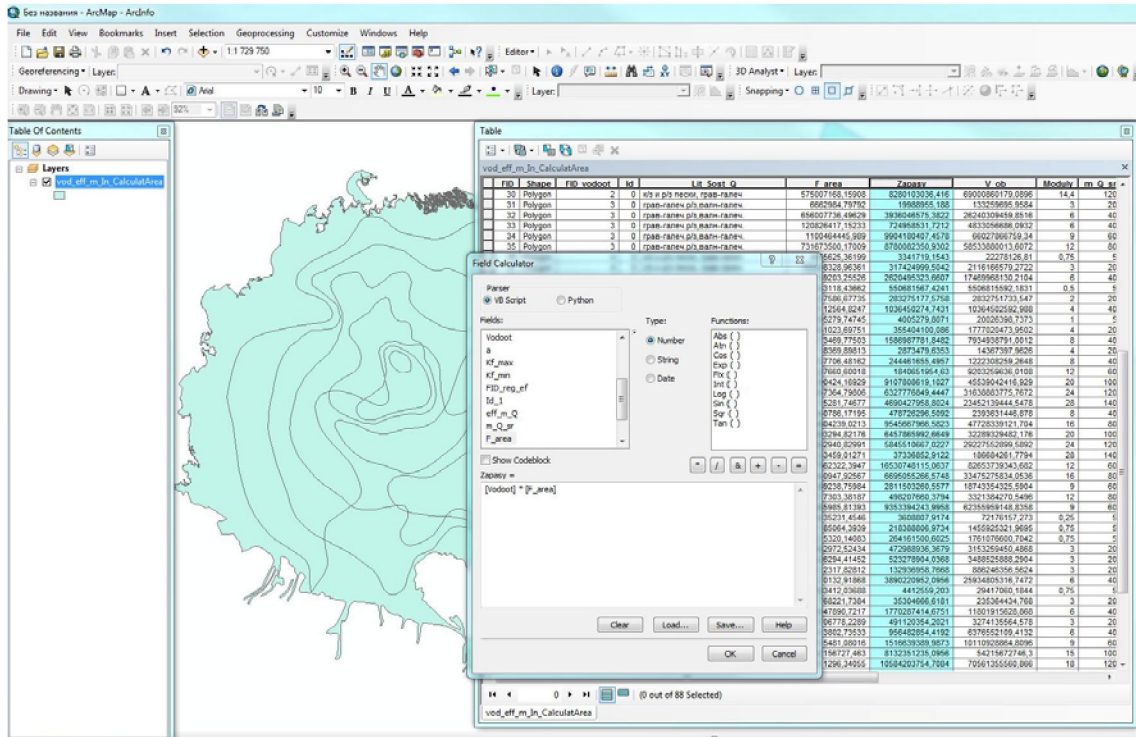


Рисунок 6 – Копия экрана, сделанная при работе с Field Calculator

Figure 6 – View of screen during work with Field Calculator

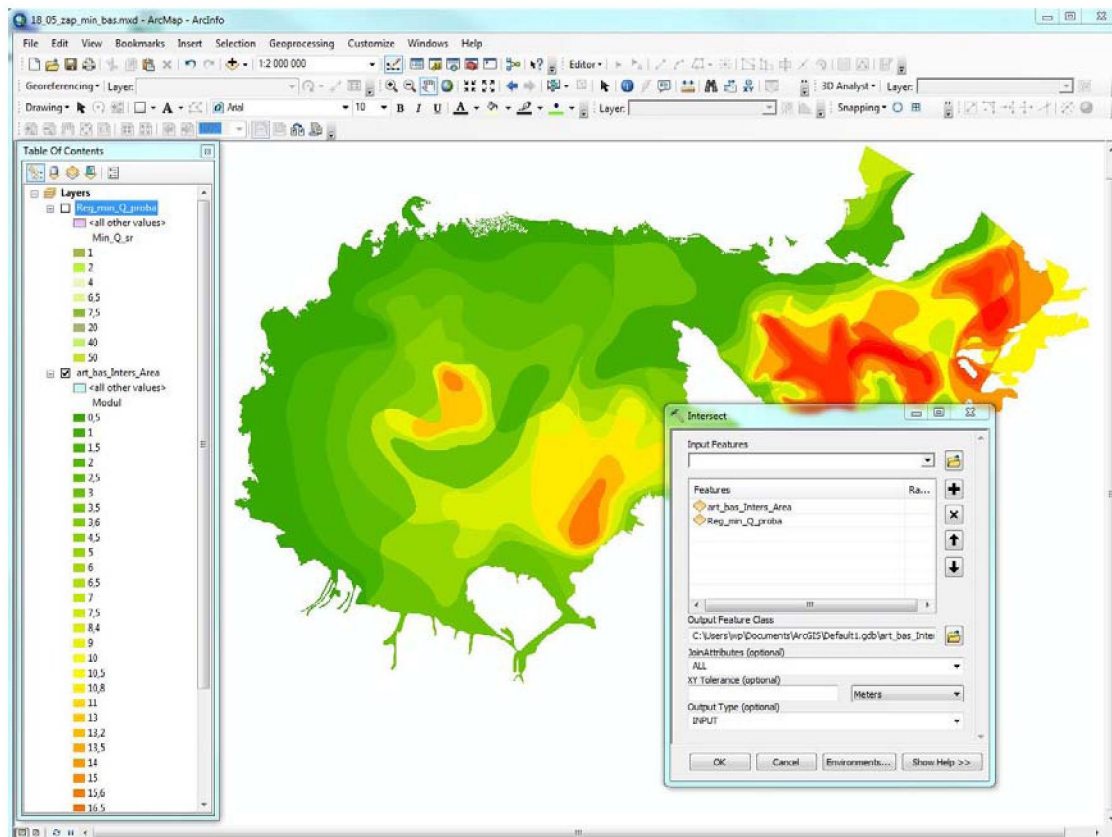


Рисунок 7 – Копия экрана, сделанная при пересечении карт минерализации и модулей естественных запасов

Figure 7 – View of screen during intersection of mineralization map and groundwater natural storage modules map

Для подсчета естественных запасов дифференцировано для пресных, слабосоленых, солоноватых, слабосоленых и соленых подземных вод выполнялась процедура пересечения полигонов, составляющих карты модулей естественных запасов и минерализации подземных вод (рисунок 7).

Результаты представлены в виде набора карт модулей естественных запасов подземных вод различной минерализации четвертичного водоносного комплекса. Суммированием значений запасов, связанных с регионами с одинаковыми значениями минерализации, получены величины естественных запасов подземных вод отдельно для Балхашского и Лепсинского артезианских бассейнов (таблица).

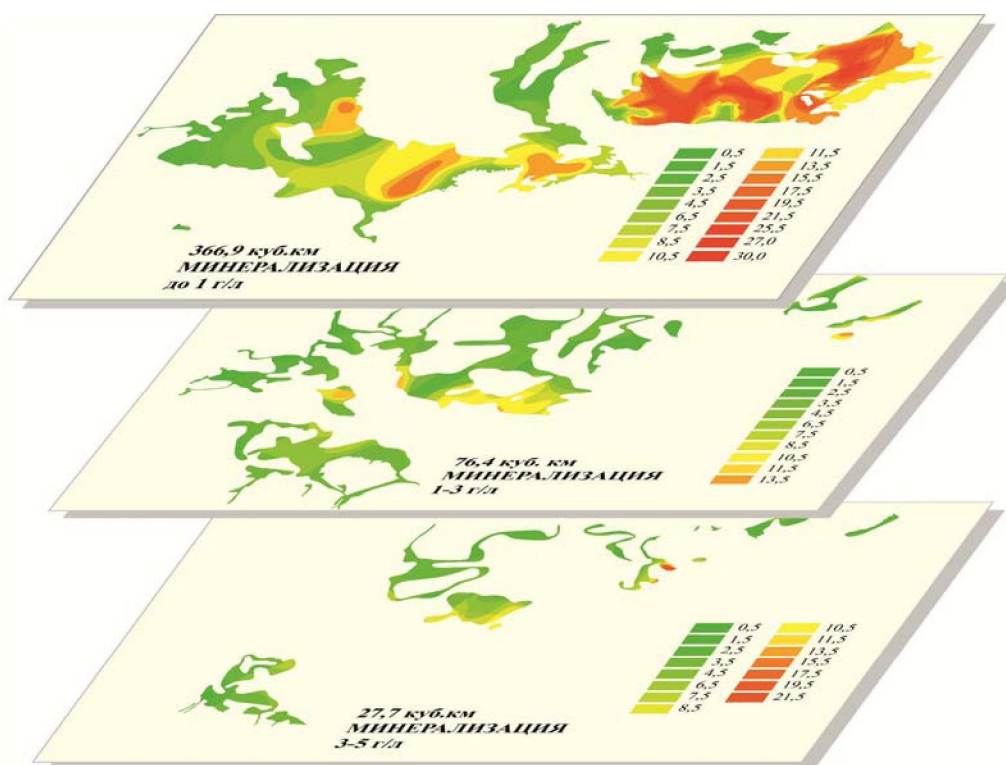


Рисунок 8 – Карты модулей естественных запасов подземных вод различной минерализации водоносного комплекса четвертичных отложений Южно-Балхашского бассейна

Figure 8 – Modules maps of different mineralization groundwater reserves of Quaternary aquiferous complex of Southern Balkhash basin

Естественные запасы подземных вод различной минерализации водоносного комплекса четвертичных отложений Южно-Балхашского бассейна

Natural supplies of underwaters of different минерализации of aquiferous complex of quaternary sedimentations of the Southern Balkhash basin

Минерализация, г/дм ³	Балхашский артезианский бассейн, км ³	Лепсинский артезианский бассейн, км ³	Всего по Южно-Балхашскому бассейну, км ³
<1	148,2	218,7	366,9
1-3	70,0	6,4	76,4
3-5	22,1	5,6	27,7
3-10	3,2	9,0	12,2
5-10	6,9	3,2	10,1
10-30	3,9	0,5	4,4
30-50	0,9	–	0,9
> 50	0,5	–	0,5
Всего	255,7	243,4	499,1

В результате расчетов было установлено, что естественные (гравитационные) запасы грунтовых вод для всего четвертичного водоносного комплекса на территории Южно-Балхашского артезианского бассейна составляют 499,1 км³, в том числе Балхашского – 255,7 км³, Лепсинского – 243,4 км³. Таким образом, апробация предложенной методики показала возможность ее использования для оценки естественных запасов подземных вод артезианских бассейнов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смоляр В.А., Мустафаев С.Т. Гидрогеология бассейна озера Балхаш. – Алматы: Гылым, 2007. – 352 с.
- [2] Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Х., Сыдыков Ж.С. и др. Подземные воды Южного Прибалхашья. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 128 с.
- [3] Балхашский сегмент. Подземные воды / Под ред. Ж. С. Сыдыкова. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – 240 с.
- [4] Ливинский Ю.Н. Формирование и оценка естественных ресурсов подземных вод Балхашского артезианского бассейна // Труды Междунар. научно-практ. конф. «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана вод» в рамках выставки «Акватерм -2007». – Алматы, 2007. – С. 78-80.
- [5] Веселов В.В., Сыдыков Ж.С. Гидрогеология Казахстана. – Алматы: Гылым, 2004. – 484 с.
- [6] Смоляр В.А. Ресурсы подземных вод Балхашского артезианского бассейна, их формирование и рациональное использование: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Институт гидрогеологии и гидрофизики им. У. М. Ахмедсафина АН РК. – Алматы, 1990. – 230 с.
- [7] Сыдыков Ж.С., Шлыгина В.Ф. Подземные воды Казахстана. Структурно-гидрогеологическая основа и систематика. – Алматы: Гылым, 1998. – 346 с.
- [8] Ватлина Э.Г. Формирование режима подземных вод Или-Балхашского бассейна: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук. – Алматы, 2001. – 38 с.
- [9] ArcGIS tutorials, <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00v20000000t000000.htm>
- [10] Лейпник М., Зеккер И.С., Лоансиго Х. Использование геоинформационных систем для изучения подземных вод // Водные ресурсы. – 1994. – Т. 21, № 6. – С. 657-661.
- [11] Бенносеф Г. Адаптация методов ГИС-технологий для решения геолого-гидрогеологических задач на территории равнины Хемис Мелиана в Алжире: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.07, 25.00.35. – Российский гос. геолого-разведочный университет им. Серго Орджоникидзе. – М., 2011. – 22 с.
- [12] Groundwater of Indiana. – <https://igs.indiana.edu/Groundwater/>
- [13] Hunter and Associates, Environmental and Engineering Consultants, Hunter GIS. – www.hunter-gis.com
- [14] Jilali A., Zarhloule Y. Structural control of the hydrogeology in Figuig Oasis in the eastern High Atlas of Morocco // Proceedings of the Geologists' Association. – 2015. – N 126(2). – P. 232-243. – DOI:10.1016/j.pgeola.2014.12.003
- [15] Bricker S.H., Barron A.J.M., Hughes A.G., Jackson C., Peach D. From geological complexity to hydrogeological understanding using an integrated 3D conceptual modelling approach: insights from the Cotswolds, UK // In: Sharp J.M. (ed.) Fractured rock hydrogeology. – London, UK: CRC Press, 2014. – DOI: 10.1201/b17016-7. ISBN 9781138001596
- [16] Izady A., Davary K., Alizadeh A., Ziaei A. N., Alipoor A., Joodavi A., Brusseau M. L. A framework toward developing a groundwater conceptual model // Arabian Journal of Geosciences. – 2014. – N 7(9). – P. 3611-3631. – DOI: 10.1007/s12517-013-0971-9
- [17] Паничкин В.Ю., Саптаев А.Г., Мирошниченко О.Л., Трушель Л.Ю., Захарова Н.М. Оценка запасов подземных вод Кызылжарминского месторождения методами математического моделирования // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2011. – № 3. – С. 80-85.
- [18] Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Ерикулы Ж. Геоинформационные технологии в гидрогеологическом картографировании // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2014. – № 5. – С. 76-81.
- [19] Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1970. – 216 с.
- [20] Рассказов Н.М., Букаты М.Б. Оценка ресурсов и запасов подземных вод. – Томск: ТПУ, 2002. – 48 с.
- [21] ArcMap Tutorial. – <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/get-started/arcgis-tutorials.htm>

REFERENCES

- [1] Smoljar V.A., Mustafaev S.T. () Hydrogeology of Balkhash basin. Алматы: Gylym, 2007. P. 352 (in Rus.)
- [2] Akhmedsafin U.M., Dzhabasov M.H., Sydykov Zh.S. et al. Groundwaters of Southern Pribalkhashye. Alma-Ata: Nauka, 1980. P. 128 (in Rus.)
- [3] Balkhash segment. Groundwaters / Ed. Zh. S. Sydykov. Alma-Ata: Gylym, 1992. P. 240 (in Rus.)
- [4] Livinskij Ju.N. Formation and evaluation of natural groundwater resources of Balkhash artesian basin // Proceedings of International Theoretical and Practical Conference “Water: Resources, Quality, Monitoring, Usage and Protection of Water” within the bounds of ‘Akvatерm -2007’ Exhibition. Алматы, 2007. P. 78-80 (in Rus.)
- [5] Veselov V.V., Sydykov Zh.S. Hydrogeology of Kazakhstan. Алматы: Gylym, 2004. P. 484 (in Rus.)
- [6] Smoljar V.A. Groundwater resources of Balkhash artesian basin, their formation and conservation: Candidate of geological-mineralogical sciences. Alma-Ata, 1990. P. 230 (in Rus.)
- [7] Sydykov Zh.S., Shlygina V.F. Groundwater of Kazakhstan. Structurally hydrogeological fundamentals and systematization. Алматы: Gylym, 1998. P. 346 (in Rus.)
- [8] Vatlina Je.G. Groundwater regime formation of Ili-Balkhash basin: Candidate of geological-mineralogical sciences. Алматы, 2001. P. 38 (in Rus.)
- [9] ArcGIS tutorials, <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00v20000000t000000.htm>

- [10] Lejpnik M., Zekcer I.S., Loansigo X. Usage of geoinformation systems for the groundwater study. *Vodnyeresursy*. 1994. N 21(6). P. 657-661 (in Rus.)
- [11] Benjusef G. GIS technologies methods adaptation for the geological-hydrogeological tasks solving in HemisMeliana plane (Algeria): Candidate of geological-mineralogical sciences. M., 2011. P. P. 22 (in Rus.)
- [12] Groundwater of Indiana. <https://igs.indiana.edu/Groundwater/>
- [13] Hunter and Associates, Environmental and Engineering Consultants, Hunter GIS. www.hunter-gis.com
- [14] Jilali A., Zarhloule Y. Structural control of the hydrogeology in Figuig Oasis in the eastern High Atlas of Morocco // *Proceedings of the Geologists' Association*. 2015. N 126(2). P. 232-243. DOI:10.1016/j.pgeola.2014.12.003
- [15] Bricker S.H., Barron A.J.M., Hughes A.G., Jackson C., Peach D. From geological complexity to hydrogeological understanding using an integrated 3D conceptual modelling approach: insights from the Cotswolds, UK // In: Sharp JM (ed.) *Fractured rock hydrogeology*. London, UK: CRC Press, 2014. DOI: 10.1201/b17016-7. ISBN 9781138001596
- [16] Izady A., Davary K., Alizadeh A., Ziaei A. N., Alipoor A., Joodavi A., Brusseau M.L. A framework toward developing a groundwater conceptual model // *Arabian Journal of Geosciences*. 2014. N 7(9). P. 3611-3631. DOI: 10.1007/s12517-013-0971-9
- [17] Panichkin V.Yu., Satpayev A.G., Miroshnichenko O.L., Trushel L. Yu., Zakharova N.M. Assessment of underground water reserves of Kyzylzharminskoe deposit by the mathematical modelling methods // *Proceedings of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology*. 2011. N 3. P. 80-85 (in Rus.)
- [18] Panichkin V.Yu., Miroshnichenko O.L., Yarikuly Zh. Geoinformation technologies in hydrogeological mapping // *Proceedings of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 2014. N 5. P. 76-81
- [19] Bindeman N.N., Jazvin L.S. Assessment of useful groundwater storage. M.: Nedra, 1970. P. 216 (in Rus.)
- [20] Rasskazov N.M., Bukaty M.B. Groundwater resources and reserves assessment. Tomsk: Tomsk polytechnic university, 2002. P. 48 (in Rus.)
- [21] ArcMap Tutorial. <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/get-started/arcgis-tutorials.htm>

В. Ю. Паничкин, О. Л. Мирошниченко, Л. Ю. Трушель, Н. М. Захарова

У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Алматы, Қазақстан

**ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ АРТЕЗИАН АЛАБЫНЫҢ ТӨРТТІК
СУЛЫ КЕШЕНІНДЕГІ ТОПЫРАҚ СУЛАРЫНЫҢ ТАБИҒИ ҚОРЛАРЫН БАҒАЛАУ ҮШІН
ГАЗ-ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ**

Аннотация. Жерасты суларының Оңтүстік Балқаш алабы оңтүстік-шығыс Қазақстанның еңірі ағынсыз ойыстарының бірі болып табылады. Беткі сулардың шектеулі болуы және тегіс таралмауы салдарынан жерасты суларын қолдану мәселесі ерекше өзектілікке ие болады. Жұмыстың бастымақсаты төрттік түзілімдерге ұштастырылған және минералдану деңгейі әртүрлі топырақ суларының табиғи қорларын бағалау болып табылады. Тұщы, ащылау, ащы, тұздылау және тұзды жерасты суларының қорларын әртарапты бағалау жүргізілді. Бұл үшін есептеулерді жүргізіп, нәтижелерді көрсету үшін геоақпараттық технологияларды қолдануға негізделген әдістеме қолданылды. Оның негізінде ArcGIS 9 геоақпараттық жүйесін қолдана отырып құрылған сулы кешеннің жерасты суларының тиімді қуатының, гравитациялық су бергіштігі мен минералдану картасы жатыр. Олар әрқайсысы өлшемнің мәні туралы атрибуттық ақпаратпен байланысқан аймақтарда құрылған. Түрлі карталарға тиесіліп олигондардың қиысу рәсімін жүргізу және әрбір полигонның шеңберінде сулы қабаттың ауданы мен көлемін есептеу нәтижесінде табиғи жерасты сулары қорларының көлемі есептеледі. Нәтижелер минералдану деңгейі әртүрлі табиғи жерасты сулары қорларының модульдері мен кестелерінің автоматты түрде құрылған карталары түрінде ұсынылған. Оңтүстік Балқаш артезиан алабының табиғи қорлары несептейтін кезде ұсынылған әдістеме сынағы оны түрлі артезиан алаптарының табиғи жерасты суларының қорларын бағалау үшін қолдануға болатындығын көрсетті.

Түйін сөздер: жерасты суы, геоақпараттық жүйе, жерасты суларының қорлары, Оңтүстік Балқаш артезиан алабы.