

УДК 528.25946

**ГИС В РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ АНАЛИЗА  
ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МОНГУН-ТАЙГИНСКОГО  
КОЖУУНА (РЕСПУБЛИКА ТУВА)**

**<sup>1</sup>Чупикова С.А., <sup>1</sup>Аюнова О.Д., <sup>2</sup>Аракчаа К.Д.**

<sup>1</sup>ФГБУН «Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН», Кызыл,  
*e-mail: s\_fom@inbox.ru;*

<sup>2</sup>ГБУ «НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва», Кызыл,  
*e-mail: chodura@yandex.ru*

Геоинформационный ресурс природных водных лечебных ресурсов Монгун-Тайгинского кожууна (района) Республики Тыва является частью информационной поддержки комплексных междисциплинарных исследований, которые необходимы для развития знаний об источниках (аржаанах) Тувы в качестве лечебных и рекреационных ресурсов. В статье приведены результаты геоинформационного анализа некоторых показателей гидроминеральных ресурсов Монгун-Тайгинского кожууна. Представлены функциональные возможности ГИС при визуализации пространственной и атрибутивной информации источников. Построены тематические карты, отражающие качественную и количественную характеристику источников. Проведен геоинформационный анализ морфометрических показателей их местоположения. На основе цифровой модели рельефа, карт углов наклона и экспозиций склонов проведен анализ показателей освещенности мест выходов источников. ГИС входит составной частью в создаваемую геобазу «Ресурсный потенциал Республики Тыва».

**Ключевые слова:** Монгун-Тайгинский кожуун, гидроминеральные ресурсы, геоинформационный анализ, цифровая модель рельефа

**GIS ANALYSIS OF HYDROMINERAL RESOURCES OF THE MONGUN-TAIGA  
(TYVA REPUBLIC)**

**<sup>1</sup>Chupikova S.A., <sup>1</sup>Ayunova O.D., <sup>2</sup>Arakcha K.D.**

<sup>1</sup>*Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Kyzyl, e-mail: s\_fom@inbox.ru;*

<sup>2</sup>*Research Institute of Health and Social Problems of Tuva Republic, Kyzyl, e-mail: chodura@yandex.ru*

Geoinformational resource of natural water treatment resources of the Mongun-Tayginsky kozhuun (district) of Tuva Republic is the part of the informational support of an integrated interdisciplinary research, which are necessary for the informational development on arzhaans of Tuva as therapeutical and recreational resources. The results of geoinformational analysis of some indicators of hydro-mineral resources of the Mongun-Tayginsky kozhuun are considered. The paper describes GIS functionality during the visualization of spatial and attributive information of the resources. Thematic maps showing the qualitative and quantitative characteristics of the resources are carried out. Geo-informational analysis of morphometric parameters of the sources location is carried out. The analysis of illumination indicators of the springs outlet area are carried out based on the digital elevation model, maps of vertical angle and exposure angle. GIS is a part of the created geodatabase «The resource potential of Tuva Republic».

**Keywords:** Mongun-Tayginsky kozhuun, hydromineral resources, GIS-analysis, digital elevation model

Республика Тыва обладает многочисленными целебными источниками (аржаанами), солеными и грязевыми озерами, используемыми населением для лечебных и профилактических целей. «Аржанолечение» – часть традиций и культуры тувинского народа.

Исследования природных водных лечебных ресурсов Тувы проводилось в разное время разными авторами [1, 6-9]. В последние годы развернут комплекс работ по исследованию курортного потенциала республики, по изучению гидрогеохимических, микробиологических, геофизических других параметров целебных источников Тувы, впервые проведены медико-биологические исследования феномена стихийного (неорганизованного) аржаанного лечения. К работе привлечены ведущие научно-ис-

следовательские институты, вузы и другие организации, специализирующиеся в этой области [4]. Получены современными методами данные о качестве, бальнеологической ценности и величине запасов минеральных источников [4]. Составляется свод природных водных лечебных ресурсов Тувы, в настоящее время в его перечень включено около 180 объектов. Издается серия брошюр, посвященных лечебным водам административных территорий Тувы (кожуунов) [1].

Цель исследования. В настоящей работе рассматривается процесс создания геоинформационного ресурса природных водных лечебных объектов Монгун-Тайгинского кожууна с целью систематизации, анализа, создания средства хранения и представления информации с включением его в геобазу «Ресурсный потенциал Республики Тыва»

[3]. Современные геоинформационные технологии позволяют решать эти задачи, используя специализированное программное обеспечение. Первым опытом в этом направлении было создание ГИС-ресурса «Чойганские минеральные воды» [2].

### Материалы и методы исследования

ГИС-проект гидроминеральных ресурсов Монгун-Тайгинского кожууна создавался на основе имеющихся картографических материалов, литературных источников [1, 6-9] и данных современных полевых и аналитических исследований.

В программной среде ArcGIS 9.3 создана цифровая модель исследуемой территории с использованием топоосновы 1:100 000 масштаба в проекции Transverse\_Mercator GK WGS\_1984\_UTM\_Zone\_46N. Использовались следующие векторные слои топоосновы: площадные слои – водоемы, острова, населенные пункты (НП); линейные слои – реки, изолинии рельефа, дороги. Тематическое содержание проекта характеризует гидроминеральные объекты, геологическое строение, ландшафты, растительность с выделением лесных пород, почвы, земли сельскохозяйственного назначения территории. Создана цифровая модель рельефа (ЦМР). Для проведения оценки гидроминеральных лечебных ресурсов и построения тематических карт использовались аналитические возможности ГИС и методы геоинформационного картографирования.

Для составления карты гидроминеральных ресурсов кожууна в качестве исходных материалов в данном проекте использовались карты 1:25 000 масштаба, карта «Природных водных лечебных ресурсов Республики Тыва» (Аракчаа К.Д. и др., 2011), файл векторных данных 1:100 000 масштаба – «необорудованные источники».shp.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе анализа информации на географическую карту Монгун-Тайгинского района вынесен 21 гидроминеральный источник, включая два озера. На картах 1:100 000 масштаба представлено 5 необорудованных источников без названий, на картах 1:25 000 масштаба вынесены 9 источников без названий. По результатам экспедиционных работ 2013 г. (Аракчаа К.Д.) в Монгун-Тайгинском кожууне получены координаты источников Ала-Тайга, Аспаты, источника у оз. Ак-Холь, колонки в п. Мугур-Аксы, что позволило однозначно определить их местоположение. Анализируя местоположение источников, составлена карта, где, имена источников Доргун, Шоргун, Куш-Уялыг-Шан и Кызыл-Хая, описанные в литературе [1] были присвоены объектам карты 1:25000 масштаба. Источник Кара-Суур и Мозуту-Бажи, Куш-Уялыг-Шан вынесены на карту только по описанию [1] и требуют уточнения их местоположения. Источники под номерами 14-20, вынесены с карт 1:25000 масштаба впервые и не имеют названий.

Как известно, территория Монгун-Тайгинского кожууна принадлежит к высокогорному поясу. Проанализировано расположение водных объектов относительно положения над уровнем моря.

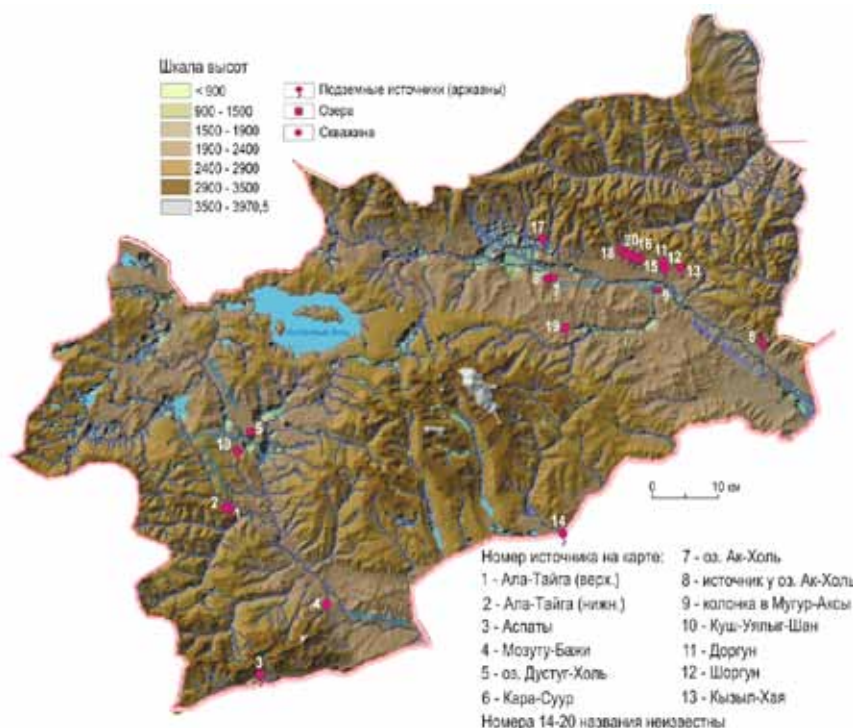


Рис. 1. Цифровая модель рельефа Монгун-Тайгинского кожууна

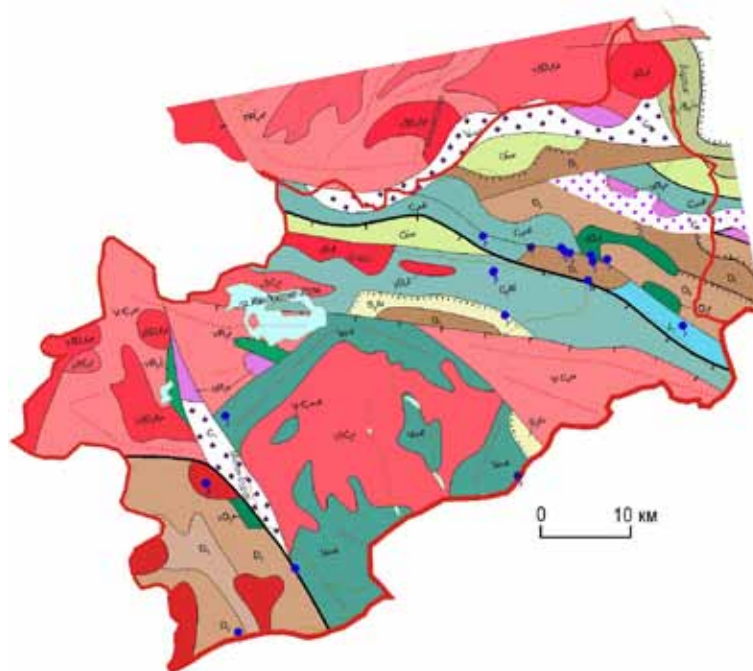


Рис. 2. Геологическая карта Монгун-Тайгинского кожууна

Для высотной оценки местоположения аржаанов Монгун-Тайгинского кожууна была создана цифровая модель рельефа (Layers – Tin), основанная на аппроксимации рельефа многогранной поверхностью с высотными отметками в узлах треугольной сети. Исходными данными при создании цифровой модели рельефа (ЦМР) являлись векторные топоданные 1:100 000 масштаба: изолинии рельефа, отметки высот и урезов воды, речная сеть (рис. 1).

Большая часть источников расположена на высотах от 2000 м и выше над уровнем моря. Самым высокогорным является аржаан Ала-Тайга (№№ 1,2) – высота 2362 м. – на восточном склоне хр. Ала-Тайга в долине р. Сарыг-Быматы; ист. Аспаты (№ 3) (у подножия южного склона г. Малый Монгулек), ист. Мозуту-Бажи (№ 4) (в правобережье р. Моген-Бурен) расположены на высоте 2200 м; ист. № 18 имеет высоту – 2460 м, ист. №10 – 2240 м над уровнем моря. Более низкие высоты занимают и озеро Ак-Холь и его источник (№№ 7, 8), расположенные в плоской широкой долине на левобережье р. Каргы. (1922 м), источник Кара-Суур находится на высоте 1890 м. Источники Доргун, Шоргун, Кызыл-Хая, источники №№ 11, 12, 13, располагаются у подножия гор Саралыг-Ой-Тайга, ист. №17 – у подножия г. Кадыр-Орук-Даг, ист. №№ 18, 20 – у подножия гор Дыттыг-Ой-Тайга хребта Цаган-Шибету на высотах меньше 2000 м. Гидроминеральные источники кожууна сосредоточены в основном в восточной и западной

частях территории и тяготеют к разломам северо-западного простирания (рис. 2).

ЦМР послужила основой для получения производных морфометрических карт-углов наклона и экспозиций склонов. Освещённость или экспозиция склонов относится к основным физико-географическим факторам, влияющим на климатические, геоморфологические и другие процессы. Этот показатель является одним из основных параметров пространственной дифференциации горных ландшафтов и может применяться для анализа теплообеспеченности и благоприятности расположения лечебных источников при их использовании. Построенная карта солярной экспозиции склонов позволяет провести анализ освещенности мест расположения источников.

Экспозиция (Aspect) склоновых элементов рельефа характеризуется незначительным преобладанием юго-западных склонов (202,5-247,5°), на которых расположены источники Доргун, Шоргун, Кызыл-Хая, №№ 11–13. На юго-восточных (112,5-157,5°) склонах расположены ист. Ала-Тайга, №№ 1, 2, к южным склонам (157,5 – 202,5°) приурочены источники № 19, 15, Аспаты (№ 3); северо-восточным (22,5-67,5°) – Мозуту-Бажи (№ 4), Куш-Уялыг-Шан (№ 10), что в основном определяется направлением горных хребтов. Озеро Ак-Холь, благодаря своему расположению в долине реки Каргы, и озеро Дустуг-Холь – долина реки Моген-Бурен – имеют хорошую равномерную освещенность в течение дня.

Основываясь на мнении Гродзинского М.Д. [5], согласно которому в горных ландшафтах склоны юго-западной экспозиции оказываются тепле и суше, чем южной экспозиции, а склоны северо-восточной экспозиции – холоднее и влажнее, чем северные, можно сказать, что наиболее благоприятные условия по теплообеспеченности имеются на источниках: Доргун, Шоргун, Кызыл-Хая, Ала-Тайга, Аспаты, №№ 11 – 13, 1, 2, 3.

Анализ крутизны склонов (Slope of Aspect), проведенный с помощью ГИС ArcMap 9.3, показал, что средняя крутизна составляет  $24,6^\circ$  (от 0 до  $45,3^\circ$ ) с преобладанием участков с уклонами менее  $29,6-34,7^\circ$ .

Созданная карта гидроминеральных источников района сопровождается базой данных, основанной на результатах лабораторных аналитических исследований за разные годы – количественных и качественных показателей. База данных содержит так же сведения о традициях использования источников местным населением, типах обустройства. Создание баз данных в сочетании с картографическими методами анализа позволили хранить, обрабатывать, преобразовывать, отображать информацию об исследуемых объектах в картографической форме, а также в виде таблиц, графиков, текстов (рис. 3).



Рис. 3. Карта показателей источников (аржаанов) Монгун-Тайгинского кожууна, включающая сведения о традициях использования их местным населением

**Выводы.** Интеграция картографии и геоинформатики открывает новые возможности в познании окружающей среды. Основываясь на анализе различных картографических источников, используя данные GPS и литературные сведения, впервые создана современная карта выходов подземных вод района. ГИС, объединяя в себе функции хранения, анализа, визуализации данных, позволила создать серию карт, отражающих гидрохимические показатели источников, используя атрибутивную информацию в БД. Комплект тематических карт, характеризующие физико-географические условия, позволяет оценить рекреационные возможности местности. Создание ГИС гидроминеральных источников Монгун-Тайгинского района является составной частью информационной поддержки комплексных междисциплинарных исследований природных водных лечебных источников, изучение которых необходимо для систематизации знаний о лечебных и рекреационных ресурсах Республики Тува.

#### Список литературы

1. Аракчаа К.Д. Лечебные воды Монгун-Тайги: общая характеристика и перспективы освоения. – Кызыл: РИО ТувГУ, 2013. – 66 с.
2. Аюнова О.Д., Аракчаа К.Д., Чузикова С.А. Геоинформационное картографирование аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2014, Т.2, №1, С. 12 – 16.
3. Красильников М.П., Янчат Н.Н., Калуж Ю.А., Аюнова О.Д., Чузикова С.А., Мамаш Е.А., Тас-оол Л.Х. База Данных (БД) «Ресурсный потенциал Республики Тува» Свидетельство о гос. регистрации базы данных БД № 2012621110, от 26.10.2012 г. – М.: Роспатент, 2012.
4. Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов: опыт и перспективы использования в целях профилактики заболеваний, лечения и реабилитации больных. Материалы I Международной практической конференции. Республика Тува, ГУПРТ «Курорт Чедыр», 17-20 июня 2013 г. – Кызыл, типография КЦО «Аньяк», 2013. – 196 с.
5. Основные геоморфометрические параметры: теория [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html> (дата обращения 24.04.2014).
6. Отчет по хозяйственным работам за 1989-1991 гг. Исследование по комплексной оценке гидроминеральных ресурсов Тувинской АССР // отв. исп. Г.М. Шпейзер, К.Д. Аракчаа, К.С. Кужугет и др. – Кызыл, 1991. – 88 с.
7. Отчет по хозяйственной работе за 1991-1993 гг. Исследование гидрогеологических условий и химического состава аржаанов Тувы в связи с их клинико-эпидемиологическими свойствами // Отв. исп. М.Б. Букаты, К.Д. Аракчаа, А.И. Сурнин и др. (рукопис.). – Кызыл, 1993. – 72 с.
8. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. Кызыл, 1968. – 105 с.
9. Чюдюк Б.Б. Лечебные источники Тувы. – Кызыл: Тувинское книжное изд-во. 2004. – 80 с.