

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСОВ ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ МОХОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ) НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ СЪЁМКИ LANDSAT**

**Румак А.В., Козырская К.В., Козырский С.С.**

Научные руководители: профессор Дутова Е.М., доцент Никитенков А.Н., доцент Кузеванов К.И.  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

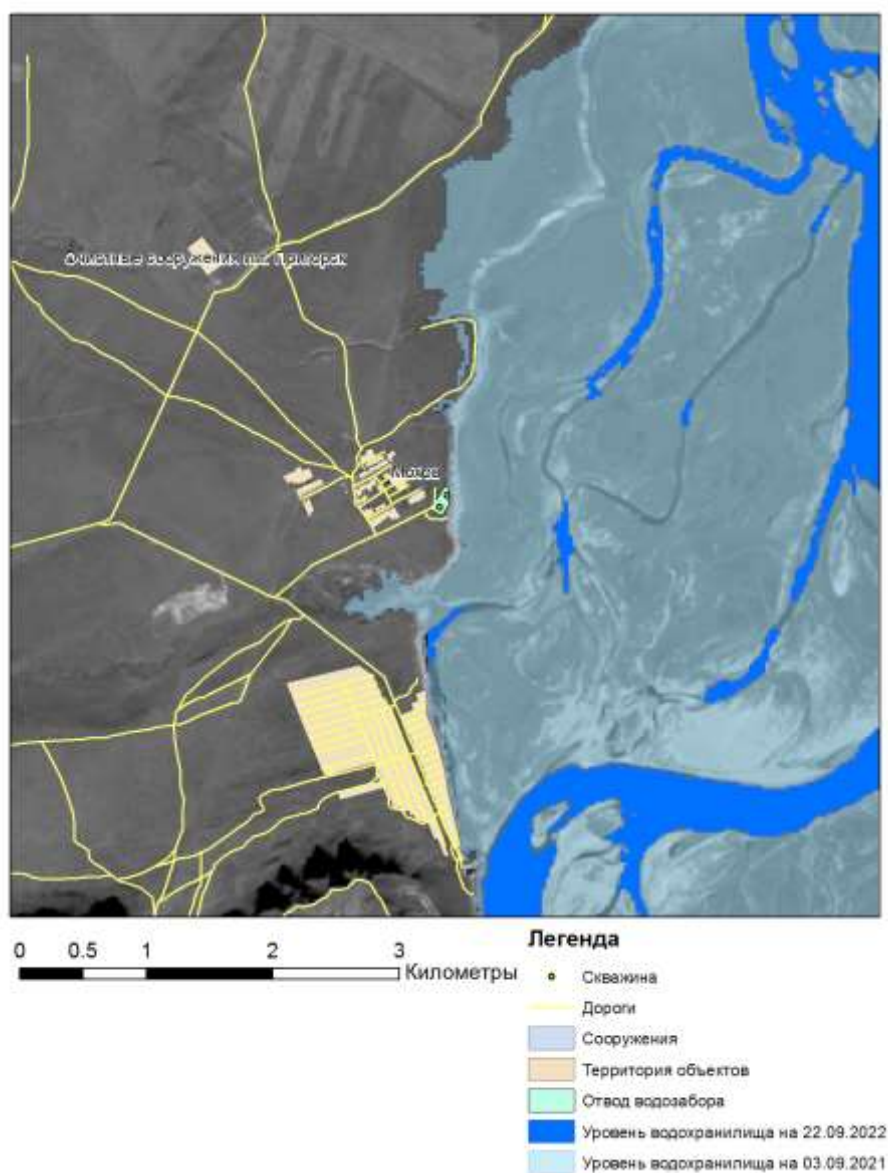
При решении вопросов, связанных с использованием подземных вод, необходимо учитывать взаимосвязь подземных и поверхностных в общем круговороте воды. Питание инфильтрационного Моховского подземного водозабора осуществляется преимущественно за счет вод Красноярского водохранилища, вместе с тем в продуктивном пласте водозабора происходит подпитка из нижележащих девонских отложений, доля которых при снижении уровня в водохранилище начинает расти и вместе с этим происходит снижение качества вод [1]. В связи с этим контроль за уровнем водохранилища и процессами, определяющими обмеление его отдельных участков в маловодные годы – один из важных элементов прогнозирования возможностей изменения качества вод, поступающих потребителю, а также их наличия, как такового [2].



**Рис. 1. Схема расположения Моховского месторождения подземных вод (с использованием векторных карт OpenStreetMaps)**

Определение площадей Красноярского водохранилища осуществлялось путём дешифрирования космоснимков, полученных в рамках программы LandSat (8 и 9). Снимки отбирались исходя из следующих критериев отбора: наличие свободной воды на снимке (тёплое время года), отсутствие значимой облачности и охват возможных уровней воды в водохранилище. Всего было дешифрировано 28 космоснимков, из которых в дальнейшем часть была отбракована из-за присутствия на них облачности. Для дешифрирования использовался ближний инфракрасный канал, как один из наиболее эффективных при выделении границ между сушей и водой [4]. Для оставшихся снимков средствами ГИС ArcGIS 10 была осуществлена контролируемая классификация их содержимого на основе подготовленных сигнатур (эталонные территории, представленные водными объектами, пашней, либо растительностью и горными породами). После классификации произведено вырезание из классифицированных растров частей, соответствующих верхней части водохранилища (что также обусловлено наличием облачности, а также локализацией сферы интересов именно этой территорией). Далее осуществлено вычисление площади, занимаемой водохранилищем на каждом из снимков. Пример результатов представлен на рисунке 2.

При анализе уровней воды в Красноярском водохранилище использовались данные енисейского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов [5]. В качестве опорных использовались уровни воды в верхнем бьефе водохранилища. Процесс перераспределения объемов воды по площади водохранилища – достаточно инерционный. В связи с этим напрямую увязывать уровни в противоположных точках не всегда корректно. Вместе с тем, было сделано предположение о том, что за счёт низкой скорости процессов наполнения и сработки водохранилища данные величины можно сопоставить для оценки связи осушаемых площадей и уровней воды, особенно при значимых их изменениях, что и было реализовано.



**Рис. 2. Сопоставление уровней водохранилища по результатам дешифрирования**

Полученные данные позволяют наглядно контролировать и оценивать площади обмеления территории водохранилища практически в реальном времени, а также дают возможность для оценки эффективности регулирования водохранилища с позиций обеспечения интересов всех водопользователей бассейна.

Количественная оценка результатов дешифрирования снимков позволяет получить зависимость уровней поверхностных вод и площадей водозабора, а также дает возможности для оценки питания береговых водозаборов при их эксплуатации. При дополнительном изучении режимов работы ГЭС, располагающихся на реке Енисей, возможно будет исследовать объемы Красноярского водохранилища и их зависимость с уровнем вблизи с исследуемым водозабором. Эти исследования предполагается продолжить в дальнейшем.

#### Литература

1. Дутова Е. М. и др. Геохимические особенности подземных вод хозяйственно-питьевого назначения Республики Хакасия // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – №. 394. – С. 239-249.
2. Покровский Д. С. и др. Подземные воды Республики Хакасия и водоснабжение населения. – 2001.
3. Интернет-ресурс: ArcGIS9 Getting Started [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://downloads.esri.com/support/documentation/ao\\_/1003Getting\\_Started\\_with\\_ArcGIS.pdf](http://downloads.esri.com/support/documentation/ao_/1003Getting_Started_with_ArcGIS.pdf)
4. Mondejar J. P., Tongco A. F. Near infrared band of Landsat 8 as water index: a case study around Cordova and Lapu-Lapu City, Cebu, Philippines // Sustainable Environment Research. – 2019. – Т. 29. – С. 1-15.
5. Интернет-ресурс: Енисейское БВУ [https://enbv.ru/i03\\_deyatelnost/i03.07.17\\_nov.php](https://enbv.ru/i03_deyatelnost/i03.07.17_nov.php)