

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева**

**Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова**

**Кафедра геологии нефти и газа**

**Черкасова Анастасия Константиновна**

**Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского  
месторождения медно-сульфидных руд**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Специальность 7М05203 – «Гидрогеология и инженерная геология»**

**Алматы 2021**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра геологии нефти и газа

УДК 556.3

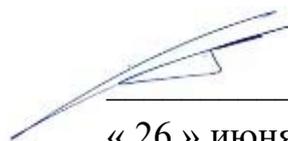
На правах рукописи

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой

Геологии нефти и газа

Доктор Геонаук (PhD), профессор



Енsepбаев Т.А.

« 26 » июня 2021 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

На тему: «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля  
Актогайского месторождения медно-сульфидных руд»

по специальности 7М05203 – «Гидрогеология и инженерная геология»

Выполнила



Черкасова Анастасия Константиновна

Рецензент

PhD, Научный сотрудник

ТОО «Институт Гидрогеологии и  
геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина»



Канафин К.М.

«09» июня 2021 г.

Научный руководитель

кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор



Ауелхан Е.С.

«07» июня 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра геологии нефти и газа

6M075500 – «Гидрогеология и инженерная геология»

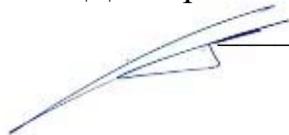
**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Геологии нефти и газа»

Доктор Геонаук (PhD), профессор

Т.А.Енсепаев

« 16 » 2021 г.



**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение магистерской диссертации**

Магистранту Черкасовой Анастасии Константиновне

Тема: «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд»

Утверждена приказом Ректора Университета № 330-м от 11.11.2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации «18» июня 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: геолого-гидрогеологические, текстовые, графические материалы при исследованиях Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Изучение природных условий Актогайского месторождения медно-сульфидных руд;

б) Оценка геологической и гидрогеологической изученности рассматриваемой территории и объекта исследований;

в) Прогноз гидрогеологических условий освоения Актогайского месторождения;

г) Анализ существующих методик по понижению уровня подземных вод в карьерах;

д) Прогноз гидрогеологических условий освоения Актогайского месторождения;

е) Обоснование выбора дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения;

ж) Анализ правовых аспектов использования дренажных вод согласно действующему законодательству Республики Казахстан;

з) Рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

А) Схематическая геологическая карта Балхашского вулканического глубинного пояса;

Б) Структурные блоки месторождения Актогай;

В) Карта фактического материала;

Г) Схематическая гидрогеологическая карта месторождения Актогай;

Д) Гидрогеологические разрезы к схематической гидрогеологической карте месторождения Актогай

Рекомендуемая основная литература:

1. Завалей В.А., Ауелхан Е.С., Боронина А.А. и др. Отчет о выполненных работах по теме НИОКР: «Оценка эксплуатационных запасов дренажных вод медно-порфирового месторождения Актогай в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области». НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева», г.Алматы, 2019.

2. Ерікұлы Ж. Применение методов математического моделирования для оценки водопритоков в карьер Актогайского меднорудного месторождения в Восточном Казахстане: дис. ... PhD, 6D075500 / Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева. – Алматы, 2015.

3. Детальная разведка молибден-меднопорфирового месторождения Актогай с подсчетом запасов по состоянию на 1 июля 1980 г.: отчет МД «ЮЖКАЗНЕДРА»: рук. Сергейко Ю.А.; испол. Кыдырбеков Л.У., Лапаев И.Г., Топаяев А.Н. и др. – Алматы, 1980.

**ГРАФИК**  
подготовки магистерской диссертации

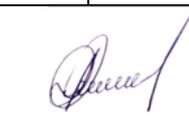
| Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов  | Сроки представления научному руководителю | Примечание |
|---|---|------------|
| Природные условия Актогайского месторождения  | 05.03.2021                                |            |
| Геологическое строение и гидрогеологические условия Актогайского месторождения  | 20.03.2021                                |            |
| Прогноз изменений гидрогеологических условий при освоении Актогайского месторождения  | 30.04.2021                                |            |
| Обоснование выбора дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд                                    | 10.05.2021                                |            |
| Анализ правовых аспектов использования дренажных вод согласно действующему законодательству Республики Казахстан                        | 20.05.2021                                |            |
| Рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения и его дальнейшему гидрогеологическому изучению | 31.05.2021                                |            |

### Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

| Наименования разделов  | Консультанты,<br>И.О.Ф.<br>(уч.степень,<br>звание)      | Дата<br>подписания | Подпись   |
|--|---|--------------------|---|
| Природные условия<br>Актогайского месторождения  | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор, к.т.н.    | 01.03.2021         |    |
| Геологическое строение и<br>гидрогеологические условия<br>Актогайского месторождения   | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор, к.т.н.    | 19.03.2021         |    |
| Прогноз изменений<br>гидрогеологических условий<br>при освоении Актогайского<br>месторождения  | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор,<br>к.т.н. | 29.04.2021         |    |
| Обоснование выбора<br>дренажной системы карьерного<br>поля Актогайского<br>месторождения медно-<br>сульфидных руд                                      | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор,<br>к.т.н. | 10.05.2021         |   |
| Анализ правовых аспектов<br>использования дренажных вод<br>согласно действующему<br>законодательству Республики<br>Казахстан                           | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор,<br>к.т.н. | 17.05.2021         |  |
| Рекомендации по организации<br>дренажной системы карьерного<br>поля Актогайского<br>месторождения и его<br>дальнейшему<br>гидрогеологическому изучению | Е.С. Ауелхан<br>ассоциированный<br>профессор,<br>к.т.н. | 28.05.2021         |  |
| Нормоконтролер   | Э.М. Кульдеева<br>лектор, PhD                           | 17.06.2021         |  |

Научный руководитель



Ауелхан Е.С.

Задание принял к исполнению магистрант



Черкасова А.К.

Дата

« 16 » февраля 2021 г.

## АҢДАТПА

Диссертация кіріспеден, 6 бөлімнен және қорытындыдан, 60 беттен, 17 суреттен, 11 кестеден тұрады.

Зерттеудің өзектілігі Ақтоғай кен орнының гидрогеологиялық ерекшеліктерін егжей-тегжейлі қарастыратын Карьер алаңын дренаждаудың оңтайлы жүйесін анықтау қажеттілігінен тұрады.

Диссертациялық зерттеуде: тау-кен көлік жабдығының қалыпты жұмыс жағдайын, борттар мен кертпештердің еңістерінің тұрақтылығын, пайдалы қазбаның ылғалдылығын азайтуды қамтамасыз ететін дренаж жүйесін анықтау; дренаж іс-шараларын таңдау; Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасы шеңберінде дренаждық суларды пайдаланудың құқықтық аспектілерін талдау орындалады. Нәтижесінде Ақтоғай кен орнының Карьер алаңының дренаждық жүйесін ұйымдастыру және Ақтоғай кен орнын пайдалану процесінде оны гидрогеологиялық зерттеу бойынша ұсынымдар беріледі.

## АННОТАЦИЯ

Диссертация состоит из введения, 6 разделов и заключения, на 60 страницах, 17 рисунков, 11 таблиц.

Актуальность исследований заключается в необходимости определения оптимальной системы дренажа карьерного поля Актогайского месторождения, детально рассматривающей его гидрогеологические особенности.

В диссертационном исследовании выполняется: определение системы дренажа, которая обеспечит нормальные условия работы горно-транспортного оборудования, устойчивость откосов бортов и уступов, уменьшение влажности полезного ископаемого; выбор дренажных мероприятий; анализ правовых аспектов использования дренажных вод в рамках действующего законодательства Республики Казахстан. В итоге даются рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения и рекомендации по гидрогеологическому изучению Актогайского месторождения в процессе его эксплуатации.

## ABSTRACT

The thesis consists of an introduction, 6 chapters and a conclusion, 60 pages, 17 figures, 11 tables.

The relevance of the research lies in the need to determine the optimal drainage system for the open pit field of the Aktogay field, considering in detail its hydrogeological features.

In the dissertation research, the following is carried out: determination of a drainage system that will ensure normal operating conditions for mining and transport equipment, the stability of the slopes of the sides and ledges, a decrease in the moisture content of the mineral; selection of drainage measures; analysis of the legal aspects of the use of drainage waters within the framework of the current legislation of the Republic of Kazakhstan. As a result, recommendations are given on the organization of the drainage system of the open pit field of the Aktogay field and recommendations for the hydrogeological study of the Aktogay field during its operation.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  | стр. |
|--|------|
| Введение   | 10   |
| 1 Общие и природные условия Актогайского месторождения   | 12   |
| 1.1 Административное и географическое положение  | 12   |
| 1.2 Климатические условия  | 12   |
| 1.3 Орографические условия   | 12   |
| 1.4 Гидрографические характеристики  | 13   |
| 2 Геологическое строение и гидрогеологические условия Актогайского месторождения   | 14   |
| 2.1 Геологическое строение   | 14   |
| 2.2 Гидрогеологическая изученность   | 15   |
| 2.2.1 Методика и объемы гидрогеологических работ, выполненных при детальной разведке Актогайского месторождения                                  | 15   |
| 2.2.2 Методика и объемы гидрогеологических исследований, выполненных в современный период освоения месторождения                                 | 16   |
| 2.2.2.1 Изучение зональности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов  | 16   |
| 2.2.2.2 Изучение возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера                       | 17   |
| 2.2.2.3 Исследования по оценке эксплуатационных запасов дренажных вод Актогайского карьера   | 19   |
| 2.3 Гидрогеологические условия Актогайского месторождения  | 20   |
| 3 Прогноз изменений гидрогеологических условий при освоении Актогайского месторождения   | 22   |
| 3.1 Освоение Актогайского месторождения  | 22   |
| 3.2 Прогнозный расчет водопритоков в карьер  | 24   |
| 3.3 Возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера                                    | 27   |
| 3.4 Сопоставление гидрогеологических параметров участка Стадии 1 Актогайского карьера с ранее определенными параметрами на месторождении Актогай | 36   |
| 3.5 Построение моделей поверхностей Актогайского месторождения   | 37   |
| 3.5.1 Уровенная поверхность подземных вод Актогайского карьера   | 38   |
| 3.5.2 Рельеф дневной поверхности Актогайского месторождения и карьера в процессе его освоения  | 42   |
| 3.6 Карьерный водоотлив  | 45   |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4   | Обоснование выбора дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд                                    | 47 |
| 4.1 | Существующие методики по дренированию месторождений полезных ископаемых   | 49 |
| 4.2 | Определение системы дренажа Актогайского карьера  | 49 |
| 5   | Анализ правовых аспектов использования дренажных вод согласно действующему законодательству Республики Казахстан                        | 52 |
| 6   | Рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения и его дальнейшему гидрогеологическому изучению | 54 |
| 6.1 | Организация дренажной системы карьерного поля   | 54 |
| 6.2 | Гидрогеологическое изучение Актогайского месторождения в процессе его эксплуатации  | 55 |
|     | Заключение  | 57 |
|     | Список использованной литературы  | 58 |

## ВВЕДЕНИЕ

Как говорил академик А.П. Капринский, подземные воды являются наиболее драгоценным ископаемым. Но, одновременно, в некоторых областях деятельности человека подземные воды всё же оказывают отрицательное влияние. Для его исключения в горнодобывающей промышленности проводят гидроизоляционные и дренажные мероприятия, призванные понизить уровень обводненности при разработке карьера. Данные мероприятия не редко имеют довольно высокую стоимость по причине сложности реализации и гидрогеологических условий территории. Данный факт напрямую влияет на сложность и дороговизну добычи полезного ископаемого, так как расходы на дренаж не редко достигают до 30% общих затрат на разработку карьера и добычу, а довольно часто этот процент оказывается значительно выше [1]. Этот факт позволяет утверждать, что значение гидрогеологии крайне велико для горной промышленности.

В настоящее время ТОО КАЗ Минералз Актогай реализует проект по разработке Актогайского месторождения медно-сульфидных руд, являющегося крупнейшим в Казахстане. Проект освоения Актогайского месторождения разрабатывался еще в советское время, однако был признан нерентабельным из-за низкого содержания меди. Между тем развитие и совершенствование техники и технологии работ по добыче и переработке руд, рост рыночных цен на медь, увеличение выгоды за счет больших объемов добычи руды, а также за счет получения попутных компонентов повлияло на рентабельность разработки Актогайского месторождения в настоящее время.

В связи с разработкой Актогайского месторождения, **Актуальность исследований** заключается в необходимости определения оптимальной системы дренажа карьерного поля, детально рассматривающей гидрогеологические особенности месторождения, с учетом дополнительных оценок вероятной обводненности месторождения и водопритоков в карьер, для исключения технических и экономических рисков при освоении.

**Цели и задачи исследований.** Основной целью данной диссертационной работы является определение системы дренажа, которая обеспечит нормальные условия работы горно-транспортного оборудования, устойчивость откосов бортов и уступов, уменьшение влажности полезного ископаемого. Выбор дренажных мероприятий, уровень их эффективности напрямую влияет на рентабельность самой разработки месторождения. Для выполнения этой задачи также обосновывается необходимость и целесообразность дренирования водоносного интервала для достижения максимальной эффективности и рентабельности всей дренажной системы, намечаются пределы необходимого осушения, что так же является, по мнению автора, одной из важнейших задач при разработке системы дренажа.

При этом необходимо провести анализ правовых аспектов использования дренажных вод и учесть их требования в рамках действующего законодательства Республики Казахстан.

**Научная новизна** магистерской диссертации заключается в разработке дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд, обеспечивающей нормальные условия работы горно-транспортного оборудования, устойчивость откосов бортов и уступов, уменьшение влажности полезного ископаемого, учитывающей необходимость и целесообразность дренирования каждого водоносного интервала с определением пределов необходимого осушения.

**Практической базой** диссертационной работы являются материалы ранее выполненных работ по различным исследованиям Актогайского месторождения медно-сульфидных руд [2-11].

Автор выражает благодарность специалистам Кафедры геологии нефти и газа Института геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова КазННТУ и ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR», за ценные советы и наставления по написанию настоящей работы.

## **1. Общие и природные условия Актогайского месторождения**

### **1.1 Административное и географическое положение**

В административном отношении участок работ расположен в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области (Приложение А).

Согласно международной разграфки масштаба 1:200 000 Актогайский карьер расположен на стыке листов L-44-VIII и L-44-IX.

В географическом отношении северная часть Стадии 1 Актогайского карьера расположена на юго-восточном склоне горы Колдар.

Месторождение находится в благоприятном регионе с точки зрения географического расположения и экономических условий неподалеку от транспортных и энергетических коммуникаций [3].

### **1.2 Климатические условия**

В Восточном Казахстане преобладает континентальный сухой климат с характерными для рассматриваемого региона сильными ветрами, которые также формируют условия для интенсивного испарения. Также для данного региона характерно сравнительно небольшое количество осадков.

Средняя температура самого холодного месяца января колеблется от  $-8^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ ., в то время как самого жаркого месяца июля – от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$  [3].

Среднегодовой уровень выпадения осадков – 227 мм.

С поздней осени до ранней весны (октябрь - март) можно ожидать значительные снегопады. Уровень выпадения снега за среднемесячный показатель может достигнуть 18 мм.

В январе относительная влажность находится между 50% и 100%, тогда как в июне она колеблется в пределах 16% - 85% [2, 3].

### **1.3 Орографические условия**

Район месторождения является частью северного обрамления Балхаш-Алакольской депрессии и представляет собой обширную равнину с развитием гряд пологих сопок и мелких соленых озер и такыров между ними.

Рельеф местности в районе месторождения мелкосопочный (горы Колдар). Склоны сопок с углами наклона  $10-15^{\circ}$ , отметки рельефа колеблются от 360 до 470 м. Относительное превышение высот 30-50 м. В зоне месторождения распространены коренные интрузивные и вулканогенные породы, представленные скальными туфопесчаниками, гранитами, базальтами, порфиритами, конгломератами и другими разностями.

Для визуализации особенностей рельефа участка исследований, были обработаны и применены данные по поверхностям в модуле трехмерного анализа для MapInfo Professional - Vertical Mapper. Полученные результаты представлены на 3-D карте в Приложении Б.

Основой для построения рельефа стали топографические карты 100 000 масштаба: L-44-28; L-44-29; L-44-40; L-44-41.

Месторождение Актогай расположено в сейсмической зоне, недалеко от которой происходили землетрясения. Рассматриваемый район сейсмически слабоактивен, возможны землетрясения до 6 баллов [3].

#### 1.4 Гидрографические характеристики

Гидрографическая сеть района представлена реками Аягуз и более мелкими Баканас и Тансык, озёрами Балкаш, Колдар, Ешиге, Кошкар.

Реки Аягуз, Баканас относятся к бассейну озера Балкаш, находящегося в 65 км в юго-западном направлении от Актогайского месторождения.

**Река Аягоз** с притоками Нарын, Батпак, Курайлы и Женишке-Су является наиболее крупной в районе. Ближайшее русло реки Аягуз по отношению к участку работ протекает в 30 км к западу. На этом участке река не имеет постоянного стока и распадается на отдельные плесы [3].

**Река Тансык** образуется слиянием небольших речек Шаумен и Жиланды, берущих свое начало в юго-западных предгорьях Тарбагатай. Река теряется в 7 км к северо-западу от оз. Колдар [2].

**Озеро Балхаш.** Региональным базисом стока поверхностных и подземных вод является оз. Балхаш - крупный бессточный бассейн континентального типа, являющийся третьем по величине бессточным бассейном после Каспийского и Аральского морей. Своим существованием озеро обязано рекам, стекающим со склонов Заилийского и Джунгарского Алатау. Длина озера около 480 км при средней ширине 32,3 км, площадь акватории составляет 15,5 км<sup>2</sup> [2].

**Озеро Колдар** расположено в 9 км к северо-востоку от месторождения и представляет собой водоем с площадью зеркала 13 км<sup>2</sup> и глубиной до 5-8 м. Площадь и глубина его, в зависимости от водности года, сильно меняется. Южный берег, сложенный палеозойскими породами, более крутой, северный и западный – пологие. Берега, за исключением южного, покрыты тростником, чиём. Основным источником питания озера является паводковые воды р.Тансык[2].

**Озеро Ешиге,** расположено северо-восточнее месторождения, на расстоянии 4 км. Данное озеро маловодное, солёное, берега низкие, пологие, солончаковые [3].

## 2 Геологическое строение и гидрогеологические условия Актогайского месторождения

### 2.1 Геологическое строение

Месторождение Актогай располагается в восточной части вулканического глубинного пояса, который простирается вдоль северной части озера Балхаш и содержит несколько медно-порфировых месторождений, включая месторождение Коунрад недалеко от озера Балхаш, которое разрабатывается с 1934 года и где уже добыто 1000 млн. тонн руды с содержанием меди в 0,55%. Схематическая геологическая карта на рисунке 2.1 ниже показывает протяжение этого вулканического глубинного пояса и местоположение известных медно-порфировых, молибдено-порфировых и скарновых месторождений и залежей.

Границы Актогайского рудного поля определяются морфологией Колдарского интрузивного массива и зоной его экзоконтактов с отложениями керегетасской свиты. Обнаженная часть массива фиксирует ядро Колдарской горст-антиклинали, крылья которой сложены вулканогенно-осадочными и вулканогенными отложениями колдарской, кзылкиинской и бакалинской свит. По отношению к Колдарскому массиву все они являются более молодыми.

Расположение Колдарского интрузивного массива и связанная с ним гидротермальная активность структурно контролировались образованием разломов, связанных с возникновением зоны разломов Актогай, которая имеет направление  $290^\circ$ , и с образованием разломов, ориентированных примерно на  $060^\circ$ . Месторождения Айдарлы и Актогай находятся в зоне разломов Актогай, в то время как месторождение Кызылкия находится в зоне разломов Икбасс, ориентированной на северо-восток (Приложение В) [2, 3].

Медно-порфировое месторождение Актогай – крупнейшее в Республике Казахстан по разведанным запасам меди.

Принципиальной особенностью участка месторождения является кольцевой план геологических образований, обусловленный особенностями тектонического строения.

Руды месторождения представляют собой минерализованные гидротермально-измененные граниты и вулканиты, содержащие молибденит-халькопирит-пиритовую, реже – молибденит-борнит-пирит-халькопиритовую минерализацию прожилково-вкрапленного, гнездово-вкрапленного и брекчиевого типов.

Рудный штокверк месторождения Актогай является составной частью обширного ареала сульфидной (преимущественно пиритовой) минерализации, включающего в себя также рудный штокверк месторождения Айдарлы.

В подсчете запасов выделены два промышленных типа руд: окисленные руды (включая в них и смешанные руды) и сульфидные руды (включая в них руды зоны развития вторичных сульфидов). Основную промышленную ценность месторождения составляют сульфидные руды. В таблице 2.1 представлен минеральный состав сульфидных руд [10].

Таблица 2.1 – Минеральный состав сульфидных руд

| Минералы              | Рудные  | Нерудные  |
|-----------------------|---|---|
| Главные               | Пирит, халькопирит, молибденит, магнетит  | Кварц, калишпат (микроклин), серицит, биотит, хлорит, кальцит, десмин, ломантит |
| Второстепенные        | Борнит, халькозин, гематит, сфалерит, галенит, титаномагнетит, рутил, сфен, лейкоксен   | Альбит, пренит, эпидот, актинолит, турмалин, мусковит                           |
| Редкие и очень редкие | Ковеллин, кубанит, дигенит, тетраэдрит, самородное золото и серебро, электрум, штрмейерит, вольфрамит, шеелит, молибдошеелит, повеллит, виттихенит, карролит, арсенопирит, пентландит, мушкетовит, пирротин, марказит, кобальт-пирит, маккиनावит, валлериит, ильменорутит, анатаз | Апатит, ангидрит, сидерит, барит  |

В геологическом строении на участке залегают современные отложения, представленные глинистыми грунтами (суглинками, супесью), песками различной крупности, а также элювиальные образования, представленные дресвяно-щебенистыми грунтами с суглинистым заполнением и скальным грунтом, включающие породы диорита, гранодиорита, песчаника и известняка. Сверху все перечисленные отложения перекрыты почвенно-растительным слоем [10].

## 2.2 Гидрогеологическая изученность

### 2.2.1 Методика и объемы гидрогеологических работ, выполненных при детальной разведке Актогайского месторождения

В 1976-77 гг. Актогайской ГРЭ Джунгарской ГРЭ на стадии предварительной разведки (Т.Кудеков, К.А.Камалиев) изучались гидрогеологические и инженерно-геологические условия Актогайского медного месторождения. Результаты этих работ изложены в отчете А.К.Топоева, И.Г.Лапаева, К.А.Камалиева.

В 1978-89 гг. детально изучались гидрогеологические и инженерно-геологические условия этого месторождения (Т.М.Кальменов, Т.К.Кудеков, А.С.Алмазов) [2].

Гидрогеологические работы на месторождении были проведены в соответствии с утвержденными проектами в две стадии: предварительная (1976-77 гг.) и детальная (1978-80 гг.) [2].

Основные объемы выполненных работ с распределением их по стадиям приведены в Приложении Г.

Все пробуренные на Актогайском месторождении гидрогеологические и переоборудованные для проведения откачек геологические и инженерно-геологические скважины опробовались откачками, которые подразделялись на три вида: пробные, зональные и опытные кустовые [2].

Пробные откачки производились для предварительной оценки фильтрационных свойств водовмещающих пород и изучения качества воды отдельных водоносных горизонтов с одним максимальным понижением уровня. Зональные откачки производились для изучения изменения фильтрационных свойств пород в вертикальном разрезе.

Опытные кустовые откачки проводились для получения расчетных гидрогеологических параметров (коэффициентов фильтрации, водопроницаемости, уровнепроницаемости, водотдачи, приведенного радиуса влияния) из 2-х опытных кустов 1К и 2К на одно максимальное понижение уровня с постоянным дебитом.

Основной задачей режимных наблюдений являлось: установление закономерностей формирования режима подземных вод, оценка размеров естественного питания водоносного горизонта по сезонам года (по данным об амплитуде колебания уровней) и изучение характера изменения качества подземных вод в годовом разрезе [2].

## **2.2.2 Методика и объемы гидрогеологических исследований, выполненных в современный период освоения месторождения**

### **2.2.2.1 Изучение зональности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов**

Методика и объемы гидрогеологических работ, проведенных на медно-порфировом Актогайском месторождении, были определены технической спецификацией и программой работ ТОО «KAZ Minerals Aktogay», предусматривающими оценку гидрогеологических условий месторождения с целью изучения зональности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов в плане и разрезе для дальнейшего построения гидродинамической модели прогноза притоков подземных вод в карьер.

Гидрогеологические работы на месторождении были проведены с октября 2018 по май 2019 г. ТОО «Производственная компания «Геотерм» совместно с Казахским национальным техническим университетом имени К.И.Сатпаева [3].

Основные объемы выполненных работ приведены в Приложении Д.

При проведении этих работ 12 гидрогеологических скважин пробурены группами, состоящими из 3-х скважин на каждом из 4-х участков. Участки расположены вокруг карьера. Точки их заложения определены с таким условием, чтобы изучить расчлененность гидрогеологического строения месторождения Актогай до глубины 220 метров от топографической поверхности на различных глубинах и участках изучаемой территории.

Скважины пробурены в группах с различной глубиной в связи с необходимостью оценки гидрогеологических параметров, качества подземных вод и проведения гидрогеологического мониторинга в разрезе по каждому отдельному водоносному горизонту. Пробуренные скважины добавлены в мониторинговую сеть для изучения влияния карьера на изменение гидрогеологической обстановки изучаемой территории. Кроме этого, конструкции скважин позволяют, в случае необходимости, использовать их в качестве водопонижающих скважин.

Опытные откачки из скважин осуществлены с выбранным расчетным оптимальным расходом, при котором скважинные эффекты оказывают минимальное влияние на изменение уровня при откачке. Выбор наиболее оптимального расхода осуществлен по данным кратковременных пробных откачек с последовательно увеличивающимся расходом (не менее 3–4 ступеней изменения расхода). Такой подход при последующей обработке опытных данных увеличивает достоверность определяемых фильтрационных параметров.

По завершении ступенчатой откачки, в результате обработки полученных данных в программе ANSDIMAT, определялся оптимальный расход продолжительной опытной откачки скважины [3].

В результате выполненных работ получен фактический материал, позволяющий оценить степень неоднородности и анизотропности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов медно-порфирового месторождения Актогай. Предварительно оценена роль тектонических разломов на условия питания и формирования водопритоков в карьер [3].

#### **2.2.2.2 Изучение возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера**

В соответствии с Техническим заданием, выданным ТОО КАЗ Минералз Актогай Исполнителю – ТОО «Производственная компания «Геотерм» была поставлена задача по изучению возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера посредством проведения гидрогеологических исследований, для решения которой выполнены следующие виды работ [7]:

бурение 5-ти гидрогеологических скважин глубиной 50 м, каждая; полевые опытно-фильтрационные работы; отбор проб воды и их лабораторные исследования; ликвидация 5-ти пробуренных гидрогеологических скважин; камеральные работы и составление отчета.

Скважины пробурены пневмоударным способом для уточнения сложившихся гидрогеологических условий в северной части Стадии 1 Актогайского месторождения. Скважины №№ 1, 2, 3 (ВН-1, ВН-2, ВН-3) пробурены в северной части изучаемой площади вблизи поисково-разведочных скважин №№ Ар-01, Ар-02, где был зафиксирован самоизлив подземных вод, также в этой стороне отмечается наибольшее скопление участков водопритоков в карьер (7 участков №№ 1-7 из 16-ти). Скважины №№ 4, 5 (ВН-4, ВН-5) пробурены в южной части изучаемой площади между участками водопритока № 12, № 13 (скв. № 5 (ВН-5)) и в непосредственной близости к трем локализованным участкам водопритока №№ 14-16 (скв. № 4 (ВН-4) [7].

В процессе проведения буровых работ в виду хорошей изученности литологического и стратиграфического расчленения разреза в процессе выполнения детальной разведки молибден-меднопорфирового месторождения Актогай с подсчетом запасов по состоянию на 1 июля 1980 г. [2] – геофизические исследования в скважинах и отбор проб бурового шлама не проводились.

Опытно-фильтрационные работы в скважинах заключались в проведении одиночных откачек на одно понижение. Откачки проводились погружными электрическими центробежными насосами производительностью 1 – 3,6 л/с. Во время проведения опытов использованы глубинные самописцы/регистраторы марки Solinst model 3001 Levelogger Edge M100 с постоянным установленным интервалом записи замеров уровня воды в скважинах. Контрольные замеры статического и динамического уровней воды в скважинах выполнялись электроуровнемерами типа TLC 107, Solinst, Canada. Значение величины дебита скважин при откачках определялось объемным способом с использованием мерной емкости объемом 200 л. Параметры вскрытых скважинами водоносных зон рассчитывались в программном комплексе ANSDIMAT, предназначенном для определения параметров водоносных пластов.

В процессе откачек из 4-ех скважин (скважина № 2 – оказалась безводной) отбирались пробы подземных вод на сокращенный химический анализ, а также на наличие железа и меди. Лабораторные исследования проб воды проведены в аккредитованной лаборатории ТОО «Производственная компания «Геотерм».

После проведения опытно-фильтрационных работ и отбора проб воды пробуренные гидрогеологические скважины №№ 1-5 (ВН-1 – ВН-5) ликвидированы, составлены соответствующие акты.

В результате проведенных гидрогеологических исследований, определены объемы ожидаемых водопритоков локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера, с учетом полученной информации даны рекомендации по дальнейшему ведению гидрогеологических наблюдений [7].

### **2.2.2.3 Исследования по оценке эксплуатационных запасов дренажных вод Актогайского карьера**

Работы по оценке эксплуатационных запасов дренажных вод проведены в соответствие с Рабочей программой и Технической спецификацией их выполнения. Программа научно-исследовательских работ (НИР) разработана ТОО «KAZ Minerals Aktogay» с целью оценки эксплуатационных запасов дренажных вод медно-порфирового месторождения Актогай в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области [8].

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева» выполнены следующие виды работ:

- осуществлен сбор и анализ архивной информации по геологии, гидрогеологии, гидрометеорологии района Актогайского месторождения, оценка гидрогеологического изученности месторождения (актуализированы и оцифрованы гидрогеологические материалы по историческим и вновь пробуренным гидрогеологическим скважинам);

- проведен сбор, обработка и оформление результатов мониторинга подземных вод в карьере, данных по учету и использованию вод карьерного водоотлива, гидрохимического опробования за период эксплуатации карьера;

- проведена открытая гидрогеологическая съемка карьера, осуществлено опробование участков водоявлений в бортах и на дне карьера и водосборников, обследованы участки рудного поля для оценки взаимодействия поверхностных и подземных вод и уточнения условий формирования запасов дренажных вод. Осуществлены полевые работы по анализу влияния тектонических разломов на условия формирования дренажных вод;

- проведена камеральная обработка материалов с детальным анализом материалов открытой гидрогеологической съемки рудника Актогай и осуществлен подсчет эксплуатационных запасов дренажных вод на оставшийся период отработки месторождения, проведена категоризация запасов, составление и оформление отчета в соответствии с инструктивными требованиями ГКЭН РК.

Расчет водопритоков в карьер выполнен гидродинамическим методом. Для расчета водопритоков в карьер месторождения Актогай, аналитическое моделирование было проведено по принципу «большого колодца», который

реализован в программе ANSDIMAT. Карьер рассматривается как скважина с радиусом, равным эффективному радиусу карьера и с понижением, соответствующим уровню максимальной отработки карьера. Понятие таких допущений предполагает, что любое гидродинамическое уравнение, применимое к скважине, может использоваться для расчета водопритока в карьер. Эксплуатационные запасы дренажных вод приняты равными минимальным оцененным водопритокам подземных вод в количестве  $506\text{м}^3/\text{сутки}$ .

По геолого-гидрогеологическому строению, Актогайское месторождение относится к III типу (месторождения, приуроченные к массивам трещиноватых магматических, метаморфических пород щитов, молодых и древних горно-складчатых областей, содержащих безнапорные трещинные, трещинно-жильные воды).

По сложности гидрогеологических условий, Актогайское месторождение относится к 3-й группе (наиболее сложные условия), так как имеет место высокая изменчивость строения водоносных, слабопроницаемых и водоупорных пород, имеющих локальное распространение и с осложненными тектоническими нарушениями, а водовмещающие породы, содержащие трещинно-карстовые или трещинно-жильные воды, по фильтрационным свойствам весьма неоднородные.

Для месторождений этой группы источники формирования эксплуатационных запасов дренажных вод могут быть оценены только приближенно. Так как оценка эксплуатационных запасов проводилась по расчетному дебиту планируемой водоприемной системы в очень сложных гидрогеологических условиях, оцененные запасы относятся к категории  $C_2$ .

Так как дренажные воды планируется использовать для технических нужд, изменением качества подземных вод в процессе дренажа авторы отчета [8] пренебрегли.

### **2.3 Гидрогеологические условия Актогайского месторождения**

В гидрогеологическом отношении площадь месторождения представляет собой бассейн подземных вод зоны открытой трещиноватости в жестких палеозойских породах, находящийся в области очагового питания и транзита подземных вод (Приложения Е-К).

Удаленность от поверхностных водотоков, малое количество атмосферных осадков (194 мм), наличие местами слабопроницаемых покровных отложений, кольматации трещин продуктами выветривания и гидротермальных изменений пород обусловили слабую обводненность месторождения и повышенную минерализацию подземных вод [2].

В обводнении месторождения участвуют три водоносных горизонта, данные по которым сведены в таблицу 2.2 [2, 9, 11].

Таблица 2.4 – Гидрогеологические условия Актогайского месторождения

| Наименование гидрогеологического подразделения   | Возраст (геологический индекс) | Расположение на рассматриваемом участке   | Литология (состав пород)  | Характеристики гидрогеологического подразделения |                            |   |                             |   |   |                                 |               |
|--|--------------------------------|---|---|--|----------------------------|---|-----------------------------|---|---|---------------------------------|---------------|
|  |                                |   |   | опробованные интервалы, от-до, м                 | дебит, л/с<br>понижение, м |   | глубина залегания уровня, м | минерализация, г/л и тип воды по хим. составу | глубина развития наиболее обводненной части разреза, от-до, м | коэффициент фильтрации, м/сутки |               |
| Подземные воды зоны открытой трещиноватости верхнекаменноугольных-нижнепермских отложений                | С <sub>3</sub> -Р <sub>1</sub> | развиты в юго-восточной части месторождения за Южно-Колдарским разломом и вскрыты скважиной № 683 | водовмещающими породами являются алевриты, песчаники, туфопесчаники, туфы липаритового и трахилипаритового состава  | 0-100  | 0,4<br>22,4                |   | 17,8                        | 5, сульфатные натриевые                       | 18-66   |                                 |               |
|  |                                |   |   | 0-200  | 0,03<br>15,6               |   |                             |   |   |                                 |               |
| Подземные воды зоны открытой трещиноватости каменноугольных отложений                                    | С                              | развиты в западной, северной, центральной и юго-восточной частях рассматриваемого месторождения   | водовмещающие породы – нерасчлененные вулканиты, туфы липаритового, андезитового и андезитодацитового состава   | 0-100  | 0,01<br>35                 | - | 2,0<br>18,9                 | 5,3-13,7                                      | 0,9-7,7, сульфатно-хлоридно натриевые                         | 40-158                          | 0,001 – 0,34  |
|  |                                |   |   | 0-300  | 0,05<br>30,6               | - | 0,18<br>47                  |   |   |                                 | 0,001 – 0,007 |
|  |                                |   |   | 100-600  | 0,3<br>45,6                | - |                             |   |   |                                 | 0,009         |
| Подземные воды зоны открытой трещиноватости разновозрастных интрузивных пород кислого и среднего состава | vδ-γ                           | развиты практически повсеместно на площади рассматриваемого месторождения                         | водовмещающие породы представлены гранодиоритами, гранодиорит-порфирами, диоритами и габбро-диоритами, слагающими наиболее возвышенные, водораздельные участки. | 0-100  | 0,03<br>24,6               | - | 2,0<br>21,2                 | 4,9-16,5                                      | 0,9-7,0, сульфатно-хлоридно натриевые                         | 50-80 (редко 270 м)             | 0,002 – 0,042 |
|  |                                |   |   | 0-200  | 0,3<br>27,3                | - | 1,1<br>21,2                 |   |   |                                 | 0,022 – 0,18  |
|  |                                |   |   | 100-600  | 0,04<br>96,5               | - | 0,1<br>45,3                 |   |   |                                 | 0,001 – 0,01  |

Подземные воды на месторождении формируются, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков, преимущественно зимне-весенних. В связи с тем, что участок месторождения является приподнятым относительно местного базиса эрозии, но перекрыт сверху слабопроницаемыми суглинками, талые воды растекаются в различные стороны, не играя существенной роли в питании подземных вод.

По данным режимных наблюдений на месторождении Актогай установлено, что уровенный режим подземных вод характеризуется интенсивным весенними дождями. Инфильтрация атмосферных осадков происходит в основном на вершинах и возвышенностях, сложенных устойчивыми к выветриванию палеозойскими породами. Подъем уровня начинается в марте, апреле, затем до осени идет плавный спад уровня, связанный с расходом воды на подземный сток, испарение и транспирацию.

Второй, значительно меньший по величине, подъем уровня отмечается осенью, когда вследствие резкого уменьшения испарения несколько увеличивается питание подземных вод.

В целом условия формирования подземных вод месторождения неблагоприятные из-за аридности климата, наличия покрова суглинков, затрудняющих инфильтрацию атмосферных осадков. Скудность питания подземных вод и кольматация пород продуктами гидротермальных изменений обусловили слабую обводненность месторождения и повышенную минерализацию подземных вод [2, 9, 11].

### **3 Прогноз изменений гидрогеологических условий при освоении Актогайского месторождения**

#### **3.1 Освоение Актогайского месторождения**

Проектом промышленной разработки (ППР) предусматривается добыча окисленных и сульфидных руд с их переработкой на промплощадке Актогайского ГОКа. Из окисленных руд методом кучного выщелачивания будет производиться катодная медь количестве до 25 тыс.т в год в местном электролизном цехе. Сульфидная руда в количестве 25 млн.т/год перерабатывается на местной обогатительной фабрике. Медный (около 400 тыс.т/год) и молибденовый (около 4,5 тыс.т/год) концентраты отправляются потребителям железнодорожным транспортом.

Проведенные горно-консалтинговой компанией AMC Consultants Pty (AMC) исследования по расширению месторождения Актогай (детальное технико-экономическое обоснование) с использованием компьютерной технологии оптимизации контура карьера и его пространственно-временного развития показали, что отработка всех балансовых запасов открытым способом экономически целесообразна.

Выполненная технико-экономическая оценка подтвердила экономическую эффективность варианта открытой отработки месторождения. В связи с этим в плане принят к рассмотрению вариант открытой отработки месторождения [8].

В декабре 2015 года началось производство катодной меди из окисленной руды, а уровень проектного производства был достигнут 1 июля 2016 года.

В 2014-16 гг. ТОО «KAZ Minerals Aktogay» было выполнено строительство фабрики по переработке сульфидной руды. В декабре 2016 года начались пусконаладочные работы. Производство меди в концентрате из сульфидной руды началось в первом квартале 2017 года, а уровень проектного производства был достигнут 1 октября 2017 года. После полного наращивания производства годовая мощность по переработке руды действующей обогатительной фабрики составила 25 млн. тонн. После планируемого расширения Актогайского ГОКа в конце 2021 года мощность по переработке руды обогатительной фабрики увеличится вдвое и составит 50 млн. тонн. [15].

Следует отметить, что согласно официально публикуемым итогам производственной деятельности группы KAZ MINERALS [15] добыча руды ведется с превышением объемов возможной переработки Актогайского ГОКа и складированием руды с низким содержанием для доступа к участкам с рудой высокого содержания. Сравнительная таблица с графическим отображением добычи руды и производства меди приведена ниже.

Оценочный срок эксплуатации рудника после расширения его мощности по переработке руды составит 28 лет [15], т.е. до конца 2048 года.

Таблица 3.1 – Основные параметры карьера [8, 14, 15]

| Наименование параметров                                 | Единица измерения          | Показатели   |
|---|----------------------------|--------------|
| Длина:  |                            |              |
| - по поверхности  | м                          | 2250         |
| - по дну  | м                          | 1450         |
| Ширина:   |                            |              |
| - по поверхности  | м                          | 2250         |
| - по дну  | м                          | 370          |
| Высотная отметка дна карьера (Балтийская система высот) | м                          | +90          |
| Глубина   | м                          | 340          |
| Высота уступа:  |                            |              |
| - сдвоенного  | м                          | 20           |
| - рабочего  | м                          | 10           |
| Ширина предохранительных берм                           | м                          | 8-10         |
| Угол откоса уступов: в погашен./рабочего                |                            |              |
| - в рыхлых породах                                      | град.                      | 35/35        |
| - в скальных породах                                    | град.                      | 60/80        |
| Площадь карьера по поверхности                          | тыс.м <sup>2</sup>         | 3932         |
| Горная масса  | млн.м <sup>3</sup> (млн.т) | 713,4 (1875) |
| Балансовая руда   | млн.т.                     | 1500         |
| Товарные запасы руды, в том числе:                      |                            |              |
| - окисленные руды                                       | млн.т                      | 101,6        |
| - сульфидные руды                                       | млн.т                      | 1397         |
| Общее количество меди в руде                            | млн.т                      | 5,8          |
| Вскрыша   | млн.м <sup>3</sup>         | 136,9        |
| Средний коэффициент вскрыши                             | м <sup>3</sup> /т          | 0,09         |
| Коэффициент вскрыши                                     | т/т                        | 0,25         |

Таблица 3.2 – Добыча руды и производство меди на Актогайском ГОКе

| № п/п  | Год  | Добыча руды, млн. тонн | Производство меди, тыс. тонн |            |       |
|--------|------|------------------------|------------------------------|------------|-------|
|        |      |                        | катодной                     | сульфидной | Всего |
| 1      | 2015 | 3                      |                              |            |       |
| 2      | 2016 | 16,1                   | 18,1                         |            | 18,1  |
| 3      | 2017 | 26,2                   | 25,1                         | 65,1       | 90,2  |
| 4      | 2018 | 41,91                  | 25,7                         | 105,7      | 131,4 |
| 5      | 2019 | 55,13                  | 22,7                         | 123        | 145,7 |
| 6      | 2020 | 41,2                   | 21,3                         | 109,9      | 131,2 |
| Итого: |      | 183,54                 | 112,9                        | 403,7      | 498,5 |

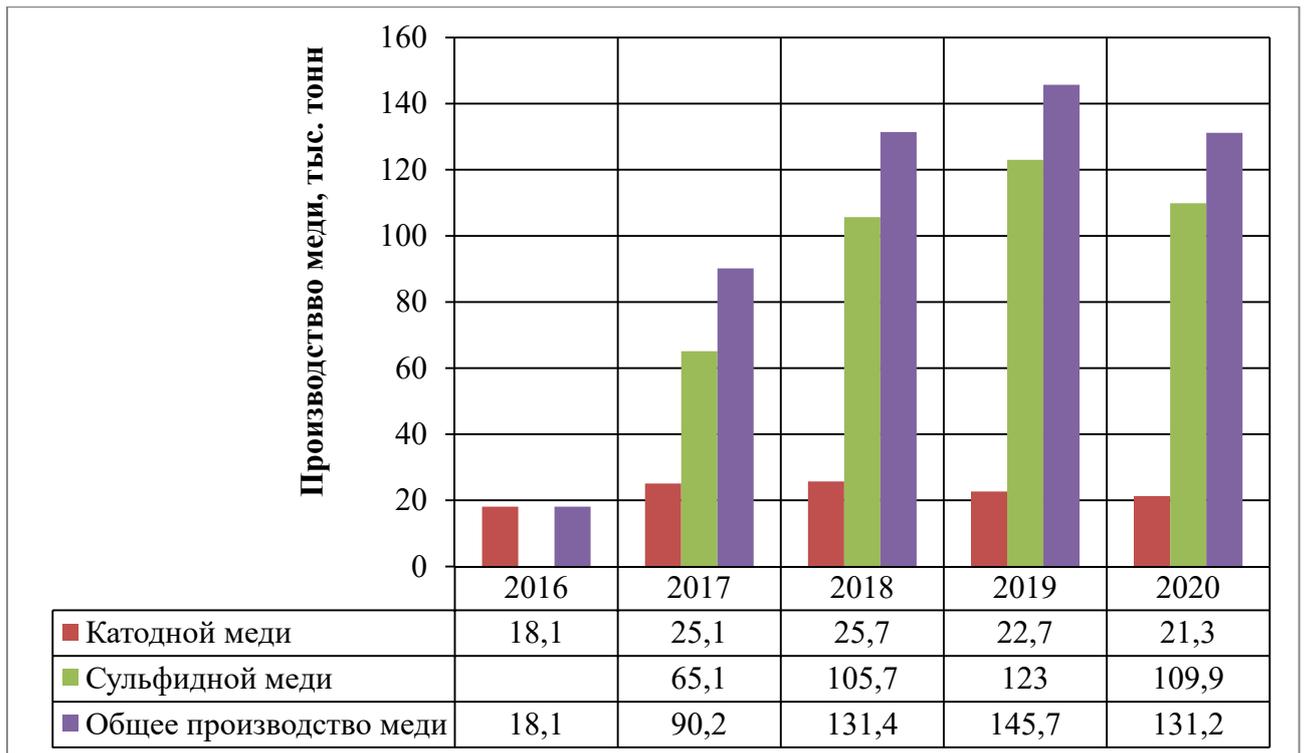


Рисунок 3.1 – Объемы производства меди Актогайским ГОКом

### 3.2 Прогнозный расчет водопритоков в карьер

Интенсивность водопритока в карьер зависит от фильтрационных параметров дренируемых пластов и условий их питания [16].

Основными расчетными гидрогеологическими параметрами при прогнозе водопритоков в горные выработки являются: мощность водоносного горизонта, коэффициенты фильтрации, водопроводимости, уровнепродности (пъезопроводности), водоотдачи [17].

Расчеты водопритока в горные выработки карьерного поля месторождения Актогай выполнялись в различные годы, начиная с 80-ых годов прошлого столетия [2].

Мощность зоны обводненной трещиноватости пород месторождения определялась по данным стандартного каротажа, кавернометрии и расходомерии, а также зональных откачек из двух гидрогеологических и инженерно-геологических скважин. При этом учитывался характер выхода керна, трещиноватость пород и сведения о поглощении промывочной жидкости, а также изменение физико-механических свойств пород. С глубиной водопоглощение и проницаемость пород уменьшаются, а прочностные характеристики возрастают.

По данным зональных откачек и расходометрических исследований в скважинах на месторождении установлено, что наиболее водообильная часть

разреза распространена на глубину 90 м, а зона развития обводненной трещиноватости пород прослежена на глубину 220 м. Зональными откачками подтверждается уменьшение водообильности и фильтрационных свойств пород с глубиной (рисунок 3.2) [2].

В результате выполненных гидрогеологических исследований в процессе проведения детальной разведки с подсчетом запасов месторождения Актогай в 1980 году была выполнена оценка водопритоков в карьер [2]. Прогноз водопритоков в карьер выполнен различными способами и методами: аналитическим, балансовым и методом гидрогеологической аналогии.

Позже в 2015 году была опубликована диссертация Ерікұлы Жайықа [11] в рамках которой выполнена оценка водопритоков в карьер Актогайского меднорудного месторождения методом математического моделирования в системе GMS модуля MODFLOW.

Как уже отмечалось ранее НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева» в 2019 г. выполнен расчет водопритоков в карьер гидродинамическим методом с учетом схемы водоосушения. Аналитическое моделирование было проведено по принципу «большого колодца», который реализован в программе ANSDIMAT [8].

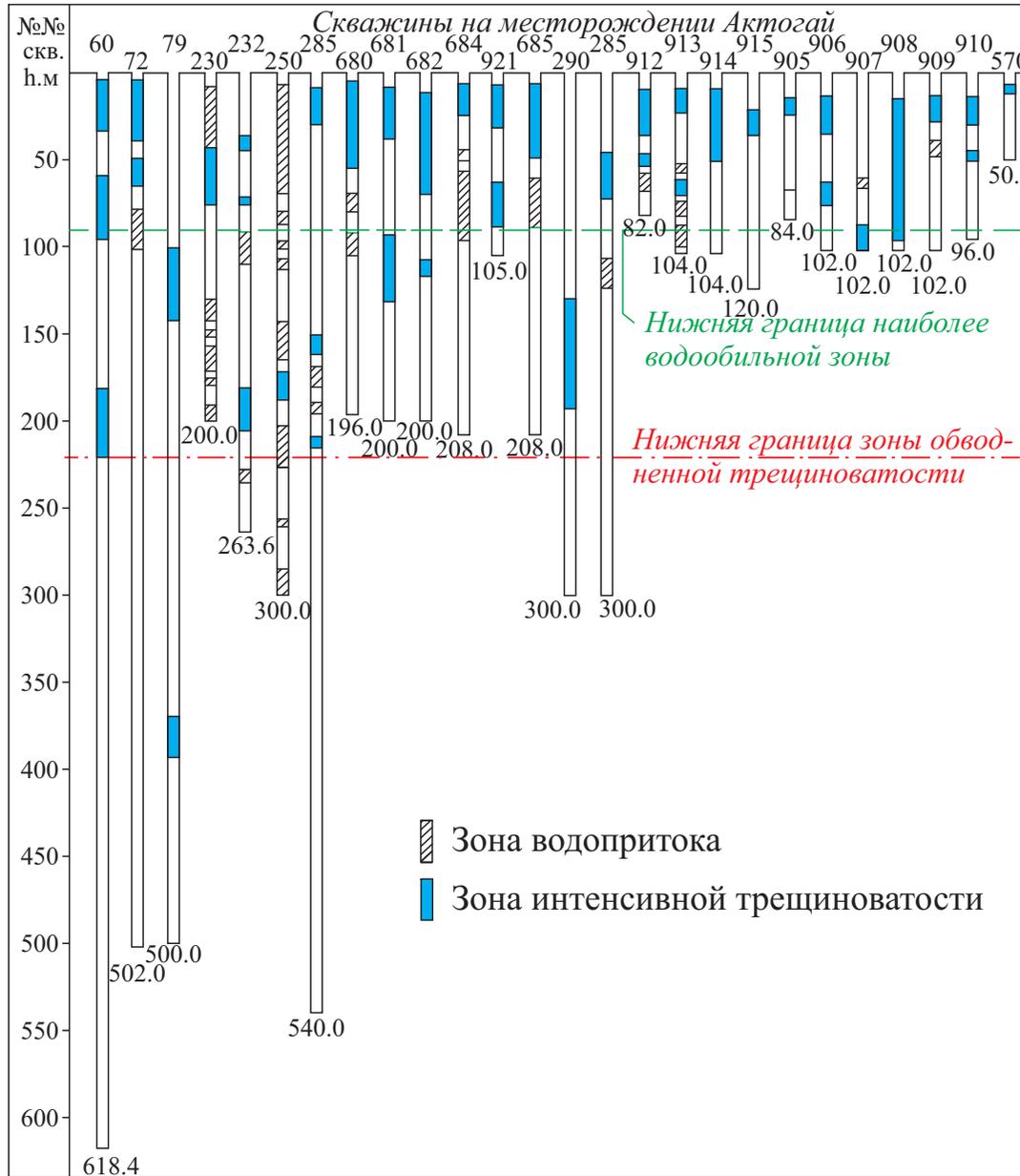
Результаты расчетов водопритоков в карьер Актогайского месторождения в разное время и различными методами приведены в таблице 3.3 и визуально отображены на рисунке 3.3.

Таблица 3.3 - Водопритоки в карьер Актогай с учетом глубины отработки

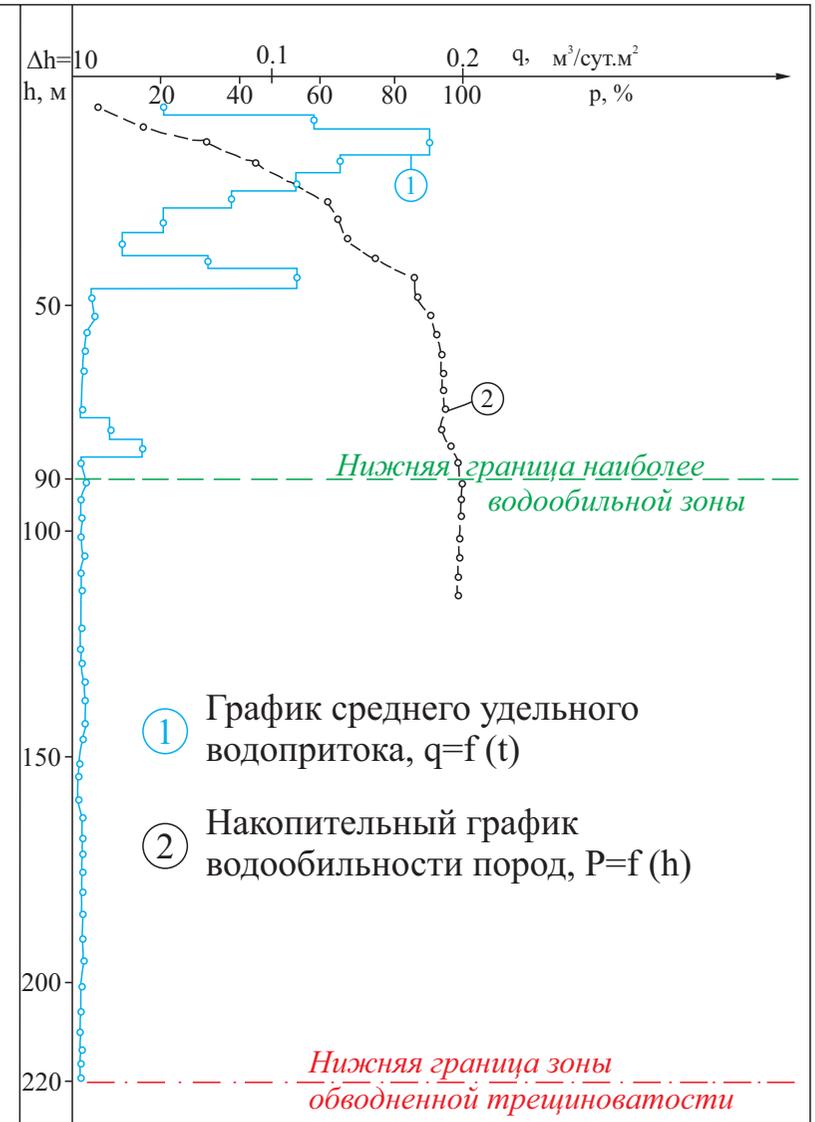
| Глубина отработки, м | Методы определения величины водопритока |                       |                     |                       |                             |                       |                              |                       |                                      |                       |
|----------------------|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                      | в 1980 г. [2]                           |                       |                     |                       |                             |                       | в 2015 г. [11]               |                       | в 2019 [8]                           |                       |
|                      | Аналитический                           |                       | Балансовый          |                       | Гидрогеологической аналогии |                       | Математическое моделирование |                       | Аналитическое моделирование ANSDIMAT |                       |
|                      | м <sup>3</sup> /час                     | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /час | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /час         | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /час          | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /час                  | м <sup>3</sup> /сутки |
| 100                  | 202,0                                   | 4848                  | 106,4               | 2553,6                | -                           | -                     | 106,3                        | 2551,2                | 30,25                                | 726*                  |
| 585                  | 62,0                                    | 1488                  | 266,2               | 6388,8                | 86,7                        | 2080,8                | 268,6                        | 6446,4                | 33,917                               | 814*                  |

\*Примечание: Значения приняты средние, с учетом глубины отработки

Рисунок 3.2 - Результаты расходомертрии скважин



Сводная схема результатов расходомертрии



Интегральные графики водообильности пород

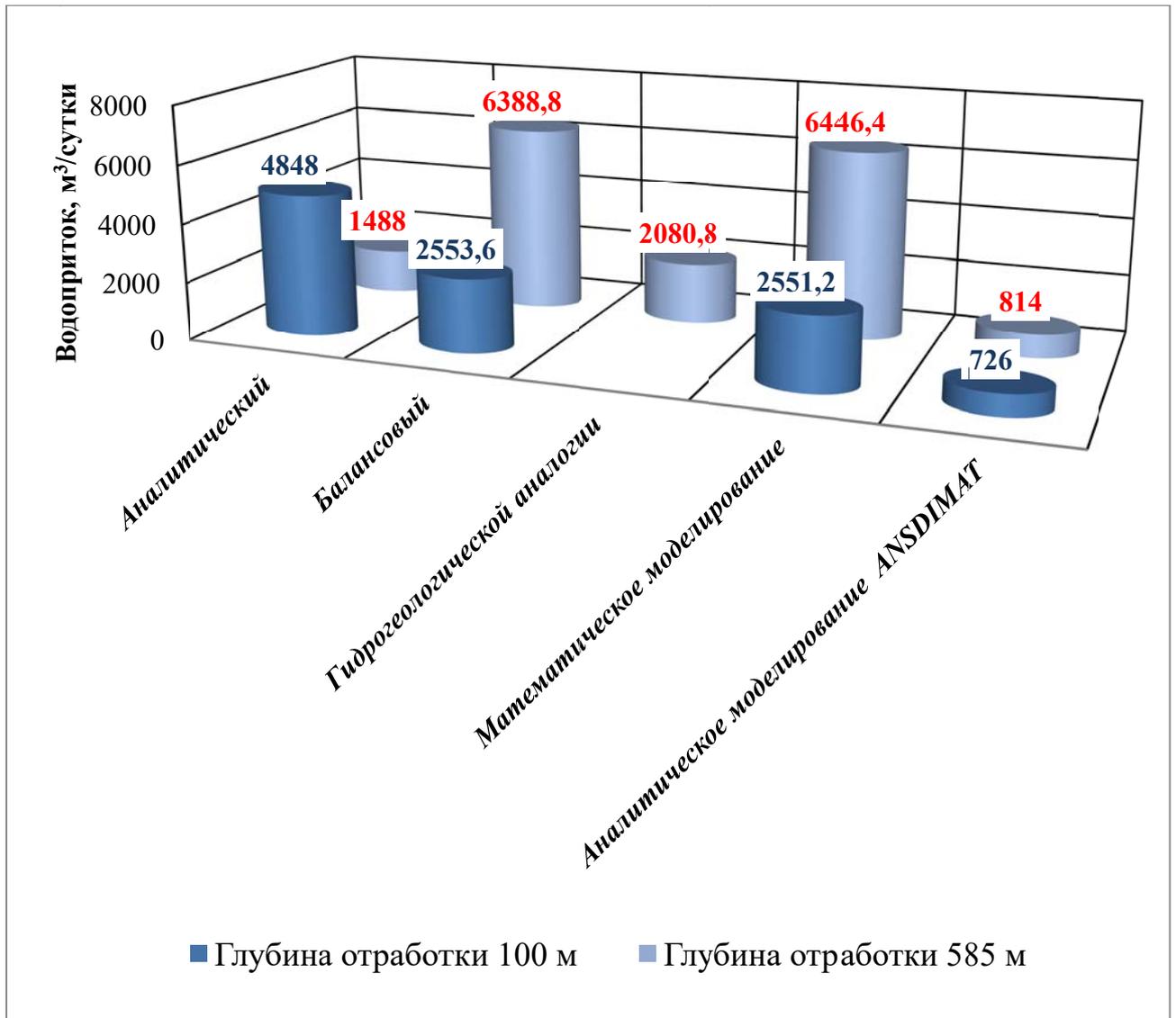


Рисунок 3.3 – Прогноз водопритоков в карьер Актогайского месторождения рассчитанный различными методами

### 3.3 Возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера

По результатам рекогносцировочного обследования [7] определено, что на северной части Стадии 1 Актогайского карьера идет отработка, иными словами ведется добыча сульфидной руды на рабочем горизонте 360 м (абс.отм), на период обследования занимающем 64 % Стадии 1. В южной части Стадии 1 Актогайского карьера рабочий горизонт находится на отметке 370 м.

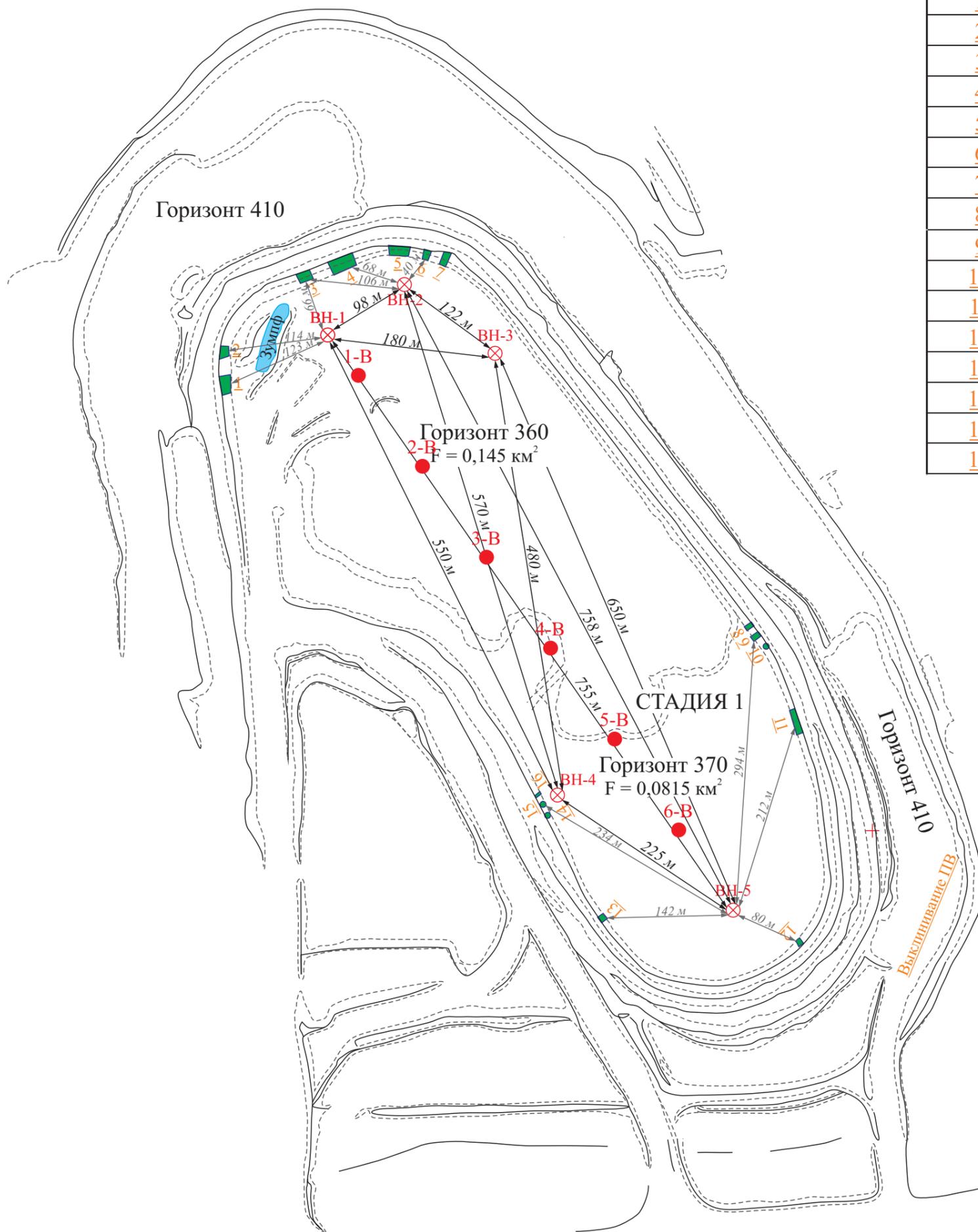
Рабочие горизонты 360, 370 м Стадии 1 граничат с горизонтами 410, 420 м. В карьере Стадии 1 отмечено 16 участков водопритоков (рисунок 3.4), данные по которым приведены в таблице 3.4.

Масштаб 1: 5000



Участки водопритоков  
в карьере

| Номер участка | Дебит, $\text{дм}^3/\text{с}$ |
|---------------|-------------------------------|
| <u>1</u>      | 0,5                           |
| <u>2</u>      | 0,03                          |
| <u>3</u>      | 0,13                          |
| <u>4</u>      | 0,1                           |
| <u>5</u>      | 0,506                         |
| <u>6</u>      | 0,05                          |
| <u>7</u>      | 0,02                          |
| <u>8</u>      | 0,005                         |
| <u>9</u>      | 0,005                         |
| <u>10</u>     | 0,001                         |
| <u>11</u>     | 0,005                         |
| <u>12</u>     | 0,065                         |
| <u>13</u>     | 0,05                          |
| <u>14</u>     | 0,005                         |
| <u>15</u>     | 0,2                           |
| <u>16</u>     | 0,021                         |



У С Л О В Н Ы Е   О Б О З Н А Ч Е Н И Я

- ⊗ ВН-1      Водопонижающие скважины для проведения исследований внутри карьера
- 1            Номер участка, где был измерен водоприток в карьер по борту.  
Площадь измерения по участку закрашена зеленым цветом
- 2-В        Водопонижающая скважина

Рисунок 3.4 - Схема расположения пробуренных скважин на рабочих горизонтах 360-370 Стадии I Актогайского месторождения показана

Для уточнения сложившихся гидрогеологических условий в северной части Стадии 1 Актогайского месторождения были пробурены 5 гидрогеологических скважин глубиной 50 м каждая. Скважины №№ 1, 2, 3 (ВН-1, ВН-2, ВН-3) пробурены в северной части изучаемой площади вблизи поисково-разведочных скважин №№ Ар-01, Ар-02, где был зафиксирован самоизлив подземных вод, также в этой стороне отмечается наибольшее скопление участков водопритоков в карьере (7 участков №№ 1-7 из 16-ти, таблица 3.4). Скважины №№ 4, 5 (ВН-4, ВН-5) пробурены в южной части изучаемой площади между участками водопритока № 12, № 13 (скв. № 5 (ВН-5)) и в непосредственной близости к трем локализованным участкам водопритока №№ 14-16 (скв. № 4 (ВН-4)).

Схема расположения пробуренных скважин на рабочих горизонтах 360-370 Стадии 1 Актогайского месторождения показана на рисунке 3.4.

Таблица 3.4 – Участки водопритоков в карьере отработки Стадии 1 Актогайского месторождения

| Номер участка | Водоприток   |                     | Локализация участков водопритока в карьере |                     |   |   |
|---------------|--------------|---------------------|--|---------------------|---|---|
|               |              |                     | объем водопритока                          |                     | абс. отм. рабочего горизонта, м             | расположение согласно сторонам света      |
|               | дебит, л/с   | от всех участков, % | дебит, дм <sup>3</sup> /с                  | от всех участков, % |   |   |
| 1             | 2            | 3                   | 4  | 5                   | 6   | 7   |
| 1             | 0,5          | 29,53               | 1,336                                      | 78,91               | 360   | северная сторона северной части карьера   |
| 2             | 0,03         | 1,77                |  |                     |   |   |
| 3             | 0,13         | 7,68                |  |                     |   |   |
| 4             | 0,1          | 5,91                |  |                     |   |   |
| 5             | 0,506        | 29,89               |  |                     |   |   |
| 6             | 0,05         | 2,95                |  |                     |   |   |
| 7             | 0,02         | 1,18                |  |                     |   |   |
| 8             | 0,005        | 0,30                | 0,016                                      | 0,95                | 370   | восточная сторона южной части карьера     |
| 9             | 0,005        | 0,30                |  |                     |   |   |
| 10            | 0,001        | 0,06                |  |                     |   |   |
| 11            | 0,005        | 0,30                |  |                     |   |   |
| 12            | 0,065        | 3,84                | 0,065                                      | 3,84                | 370   | юго-восточная сторона южной части карьера |
| 13            | 0,05         | 2,95                | 0,05                                       | 2,95                | 370   | юго-западная сторона южной части карьера  |
| 14            | 0,005        | 0,30                | 0,226                                      | 13,35               | 370   | западная сторона южной части карьера      |
| 15            | 0,2          | 11,81               |  |                     |   |   |
| 16            | 0,021        | 1,24                |  |                     |   |   |
|               | <i>1,693</i> | <i>100,00</i>       | <i>1,693</i>                               | <i>100,00</i>       | <i>Итого водопритока в карьере Стадии 1</i> |   |

Бурение скважин осуществлялось пневмоударным способом, станком Youngjin power 900 YJ water drilling rig южнокорейского производства.

Применение пневмоударного бурения значительно повысило скорость проходки гидрогеологических скважин, а продувка скважин воздухом исключила возможность кольятации трещин шламом и буровым раствором.

В процессе проведения буровых работ в виду хорошей изученности литологического и стратиграфического расчленения разреза в процессе выполнения детальной разведки молибден-меднопорфирового месторождения Актогай с подсчетом запасов по состоянию на 1 июля 1980 г. [2] – геофизические исследования в скважинах и отбор проб бурового шлама не проводились.

Устья скважин не были оборудованы так как после проведения опытно-фильтрационных работ и отбора проб подземных вод скважины ликвидировались.

Результаты опытно-фильтрационных работ на участках указанных скважин, обработка данных результатов и полученных гидрогеологических параметров водовмещающих пород сведены в таблицы 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Результаты полученных данных в процессе проведения одиночных откачек воды из скважин №№ 1, 3-5

| Данные и параметры                           | Номер гидрогеологической скважины |                    |                       |               |                       |
|--|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
|  | 1<br>(ВН-1)                       | 2<br>(ВН-2)        | 3<br>(ВН-3)           | 4<br>(ВН-4)   | 5 (ВН-5)              |
| Дата,<br>дд.мм.гг.                           | 14.04.19-<br>15.04.19             | Скважина безводная | 19.04.19-<br>20.04.19 | 14.04.19      | 12.04.19-<br>13.04.19 |
| Продолжительность<br>понижения, час/мин      | 0,85/<br>51                       |                    | 0,183/<br>11          | 0,317/<br>19  | 1,617/<br>97          |
| Продолжительность<br>восстановления, час/мин | 15,133/<br>908                    |                    | 16,883/<br>1013       | 3,733/<br>224 | 11,433/<br>686        |
| Производительность<br>насоса, л/с            | 1,0                               |                    | 3,6                   | 1,0           | 3,6                   |
| Глубина загрузки<br>насоса, м                | 40                                |                    | 37                    | 26            | 26                    |
| Температура воды, °С                         | 11,13                             |                    | 10,86                 | 10,95         | 12,2                  |
| Статический уровень, м                       | 1,75                              |                    | 1,96                  | 1,86          | 1,75                  |
| Дебит, л/с                                   | 0,62                              |                    | 1,1                   | 0,9           | 2,26                  |
| Понижение, м                                 | 37,62                             |                    | 28,14                 | 24,33         | 23,84                 |
| Удельный дебит, л/с                          | 0,016                             |                    | 0,04                  | 0,037         | 0,095                 |

Таблица 3.6 – Расчетные параметры по результатам обработки данных ОФР проведенных на Стадии 1 в Актогайском карьере

| Номер скважины     | Значение          | Параметры                                       |   |                               |                                       |
|--------------------|-------------------|---|---|-------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                   | Водопроницаемость, $Kt$ , м <sup>2</sup> /сутки | Пьезопроводность, $a$ , м <sup>2</sup> /сутки | Интервал опробования, $t$ , м | Коэффициент фильтрации, $K$ , м/сутки |
| 1 (ВН-1)           | по понижению      | 0,24  | 0,53  | 18,25                         | 0,005                                 |
|                    | по восстановлению | 0,35  | 0,51  |                               | 0,007                                 |
|                    | среднее           | 0,29  | 0,52  |                               | 0,006                                 |
| 2 (ВН-2)           | безводная         |   |   |                               |                                       |
| 3 (ВН-3)           | безводная*        |   |   |                               |                                       |
| 4 (ВН-4)           | по понижению      | 0,31  | 0,8   | 18,14                         | 0,006                                 |
|                    | по восстановлению | 0,30  |   |                               | 0,006                                 |
|                    | среднее           | 0,305   | 0,8   |                               | 0,006                                 |
| 5 (ВН-5)           | по понижению      | 1,72  | 0,3   | 18,25                         | 0,036                                 |
|                    | по восстановлению | 1,24  | 3,46  |                               | 0,026                                 |
|                    | среднее           | 1,4   | 1,88  |                               | 0,031                                 |
| Среднее по участку |                   | 0,665   | 1,066   | 18,21                         | 0,014                                 |

Опытная откачка в скважине № 3 (ВН-3) была весьма непродолжительна и составила 11 минут, именно столько времени понадобилось, чтобы при дебите в 1,1 л/с полностью осушить ствол скважины до глубины 30,1 м ( $H_{\text{дин}}$ ). Понижение уровня воды в скважине за 11 минут составило 28,14 м. Далее откачка была остановлена и велись наблюдения за восстановлением уровня воды, которое так и не произошло. Наблюдения велись на протяжении 16,9 часов.

Всего из скважины за всю 11 минутную откачку было извлечено – 0,726 м<sup>3</sup>, в то время как объем воды в самой скважине с учетом: внутреннего диаметра труб 0,12 м, статического уровня воды 1,96 м, глубиной загрузки насоса 37 м составлял 0,396 м<sup>3</sup>. Следовательно водоприток в скважину был обеспечен водой, собранной в небольшой локальной трещите объемом составляющим разницу от приведенных выше величин – 0,33 м<sup>3</sup>. В связи с изложенным, обработка 11-ти минутной откачки не проводилась, скважину можно квалифицировать как безводную.

Проведенные гидрогеологические исследования, связанные с изучением возможности понижения уровня подземных вод на участке Стадии 1 Актогайского карьера показали неизменность гидрогеологических условий на рабочих горизонтах карьера 360-370 м.

При открытых горных работах водоприитоки формируются прежде всего за счет всех вскрытых водоносных горизонтов, для которых контур карьера является границей с заданным напором.

Проходка и эксплуатация открытых горных выработок, как правило, связаны с существенным нарушением естественного режима водоносных горизонтов, поэтому режим фильтрации к карьерам при ограниченном питании водоносных горизонтов по площади в течении длительного времени может быть нестационарным. В процессе разработки месторождения некоторые факторы, определяющие водоприитоки, претерпевают изменения, характер которых сложно, а зачастую невозможно оценить заранее. Эти изменения касаются прежде всего условий питания подземных вод [18].

Для определения типа водопонижительных работ на участке Стадии 1 Актогайского карьера, необходимо определить типизацию (классификацию) расчетной гидродинамической схемы [18].

С учетом результатов выполненных исследований [7], представленных в настоящей работе и результатов ранее выполненных работ [2, 3, 6-8], определяем типизацию расчетной гидродинамической схемы:

- по развитию фильтрационного процесса во времени на участке выделен нестационарный режим, с напорными водами;
- трещинные породы характеризуются существенной неоднородностью и анизотропией фильтрационных и емкостных свойств;
- плановая модель потока – двухмерная;
- характер питания водоносных горизонтов по площади – инфильтрационный;
- неограниченный пласт.

Следует отметить, что предусмотрено планирование водопонижительных работ по осушению горной массы на начальном этапе на 20 м. Т.е. в приведенном ниже расчете мощность зоны обводненной толщи будет браться с учетом уровня воды на участке Стадии 1, с расчетом необходимой мощности осушения – 20 м.

Прогноз водоприитоков в карьер Стадии 1 Актогайского месторождения выполнен аналитическим методом [16, 19, 20].

Расчет водоприитоков в карьер производим по методу «большого колодца» с учетом граничных условий месторождения по формуле:

$$Q = \frac{1,36 \cdot K \cdot H^2}{\lg \frac{R_{\Pi}}{r_0}}, \quad (3.1)$$

где:

K – коэффициент фильтрации, 0,036 м/сутки (таблица 3.6);

H – мощность зоны обводненной трещиноватости, 18,21 м (таблица 3.6), с учетом уровня подземных вод на участке и необходимой мощности осушения);

$R_{\pi}$  – радиус депрессионной воронки карьерного водоотлива, 711,5 м (формула 3.2);

$r_0$  – радиус «большого колодца», 268,58 м (формула 3.2).

Вначале рассчитываем приведенный радиус депрессии ожидаемого карьерного водоотлива по формуле для неустановившегося режима фильтрации:

$$R_{\pi} = 1,5 \cdot \sqrt{a_y \cdot t}, \quad (3.2)$$

где:

$a_y$  – коэффициент уровнепроводности, принятый по данным кустовых откачек и водопонижения из шурфа I –  $0,9 \cdot 10^3$  м<sup>2</sup>/сутки [2];

$t$  – время отработки карьера на глубину 20 м, с учетом темпа производимых работ, равное 250 суток.

$$R_{\pi} = 1,5 \cdot \sqrt{0,9 \cdot 10^3 \cdot 250} = 711,5 \text{ м}$$

Далее выполняем расчет радиуса «большого колодца», по формуле:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (3.3)$$

где:

$F$  – площадь карьера Стадии 1 по поверхности рабочих горизонтов 360-370 м, 0,2265 км<sup>2</sup> или 226500 м<sup>2</sup>.

$$r_0 = \sqrt{\frac{226500}{3,14}} = 268,58 \text{ м}$$

Подставляя полученные значения в формулу 3.1 получим:

$$Q = \frac{1,36 \cdot 0,036 \cdot 18,24^2}{\lg \frac{711,5}{268,58}} = 38,5 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Ожидаемый водоприток в карьер рассчитанный аналитическим методом, составил 38,5 м<sup>3</sup>/сутки.

Выполненный расчет водопритоков в карьер Стадии 1 Актогайского месторождения является прогнозным и проведен с учетом понижения уровня подземных вод на первые 20 м.

В процессе разработки Актогайского месторождения и выполнения водопонижительных работ, необходимо вести ежедневный мониторинг и фиксацию получаемых данных, в дальнейшем полученные результаты будут использоваться для корректировки расчета.

Следует ещё раз отметить, что трещинные породы Актогайского месторождения характеризуются существенной неоднородностью и анизотропией фильтрационных и емкостных свойств. Именно по этой причине скважина № 2 (ВН-2) пробуренная в 40-68 м от водопритоков в карьер в объеме до 0,5 л/с и в 98 м от скважины № 1 (ВН-1) с удельным дебитом 0,016 л/с оказалась безводной.

По типизации месторождений по условиям дренажа Актогайское месторождение относится к группе со сложными преимущественно трещиноватыми, достаточно хорошо фильтрующими и водоустойчивыми породами [19].

Дренаж карьера на данном этапе разработки с учетом не больших мощностей осушения (20 м) рекомендуется осуществлять с помощью систем водопонижающих скважин, оборудованных глубинными насосами. Следует выделить преимущества данного способа водопонижения: их сооружение не требует больших капитальных затрат и отличается технической простотой; скважины могут быть введены в действие сравнительно быстро; они позволяют оперативно реагировать на изменение условий дренирования месторождения. Возможно, недостатком применения данного способа дренажа будет его малая эффективность в существующих гидрогеологических условиях при слабопроницаемых породах и низком коэффициенте фильтрации (до 1 м/сутки) [19].

В виду того, что водопонижающие скважины будут использоваться для предварительного снижения напоров на участке проходки, целью фильтрационного расчета является определение числа и дебита скважин, обеспечивающих понижение напоров на защищаемых участках до заданных пределов в заданный период.

В общем случае дебит  $Q_i$  каждой из группы определенным образом расположенных скважин оценивают подбором из зависимости [16]:

$$S_B = \sum_1^n \frac{Q_i \cdot \ln \frac{2,5 \cdot a_y \cdot t}{\rho_i^2}}{4 \cdot \pi \cdot T} \quad (3.4)$$

где:

$S_B$  – требуемое понижение напора в расчетной точке, > 20 м;

$\rho_i$  – расстояние от скважины  $i$  до расчетной точки, 120, 240, 360, 480, 600 м (для первой скважины внутренний радиус обсадной колонны);

- $n$  – число скважин, 6;  
 $Q_i$  – дебит каждой, 6,42 м<sup>3</sup>/сутки;  
 $a_y$  – коэффициент уровнепроводности, принятый по данным кустовых откачек и водопонижения из шурфа I – 0,9 · 10<sup>3</sup> м<sup>2</sup>/сутки [2];  
 $t$  – время отработки карьера на глубину 20 м, с учетом темпа производимых работ, равное 250 суток.  
 $T$  (km) – коэффициент водопроницаемости, 0,665 м<sup>2</sup>/сутки (таблица 3.6);

Ожидаемый водоприток в карьер рассчитанный аналитическим методом, составил 38,5 м<sup>3</sup>/сутки. С помощью подбора определили необходимое количество скважин (6), с дебитом 6,42 м<sup>3</sup>/сутки каждая (всего 38,52 м<sup>3</sup>/сутки) в линейном ряду расположенном от скважины № 1 (ВН-1) в юго-восточном направлении в сторону скважины № 5 (ВН-5) с расстоянием между скважин в 120 м. Длина линейного ряда водопонижающих скважин 600 м.

Подставляем подобранные значения в формулу 4, получаем:

$$\begin{aligned}
 20,74 = & \sum_1^6 \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{0,06^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665} + \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{120^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665} + \\
 & + \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{240^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665} + \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{360^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665} + \\
 & + \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{480^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665} + \frac{6,42 \cdot \ln \frac{2,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 250}{600^2}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,665}
 \end{aligned}$$

В результате получаем понижение уровня подземных вод на участке Стадии 1 Актогайского карьера 20,74 м.

В виду большой вероятности бурения безводных скважин по причине анизотропии фильтрационных и емкостных свойств пород, расположение скважин должно корректироваться организацией, проводящей буровые работы, при необходимости скважины должны переноситься. Т.к. скважины будут буриться в достаточно устойчивых горных породах, рекомендуется устье скважин крепить кондуктором до 2 м, в то время как остальной ствол скважины оставлять открытым, и только после проведения пробной откачки, в случае подтверждения водопритоков, оборудовать скважины фильтровой колонной, с внутренним диаметром 120 мм. Рекомендуемая оптимальная

глубина скважин с учетом соблюдения необходимого понижения уровня подземных вод 25 м.

В случае малой эффективности водопонижающих скважин, следует рассмотреть возможность организации в Актогайском карьере подземного дренажного комплекса, при принятии данного решения, на участке работ необходимо провести дополнительные исследования в процессе проектирования данных систем.

### **3.4 Сопоставление гидрогеологических параметров участка Стадии 1 Актогайского карьера с ранее определенными параметрами на месторождении Актогай**

Проведенный комплекс опытно-фильтрационных работ, обработка и анализ полученных результатов позволяют констатировать, что полученные параметры водоносной зоны на участке отработки Актогайского карьера на 1-ой Стадии, сопоставимы и практически не разнятся с данными полученными в результате выполнения работ по детальной разведке Актогайского месторождения [2].

Ранее пробуренные гидрогеологические скважины, по которым определялись параметры, попадающие в плане в пределы контура участка отработки Стадии 1 Актогайского карьера, скважины №№ 60, 70, 72. Также параметры определялись для скважин, находящихся в непосредственной близости к участку отработки Стадии 1, скважины №№ 32, 34, 36, 285.

Параметры коэффициента фильтрации для двух групп скважин, условно отмеченных выше, а также их расстояния и интервалы опробования с учетом абсолютных отметок отражены в таблице 3.7. Для сравнения в таблицу внесены данные полученные в процессе обработки результатов опытно-фильтрационных работ на участке отработки Стадии 1 Актогайского карьера.

Абсолютная отметка поверхности земли вычислялась по имеющимся данным от обратного, к абсолютным отметкам уровня воды в скважинах прибавлялась глубина до воды.

Уровенная поверхность подземных вод участка работ, существующая до начала проведения открытых разработок, детально изученная в процессе разведки месторождения Актогай [2], представлена на карте гидроизогипс по состоянию на 1 июля 1980 г.

Компьютерная обработка карты гидроизогипс выполнена с применением специализированных программ. Карта обрабатывалась с координатной привязкой в программе MapInfo Professional. Был создан тематический слой, содержащий пространственные данные по уровенной поверхности подземных вод всей площади Актогайского месторождения.

Также полученные параметры водоносной зоны на участке Стадии 1 Актогайского карьера имеют аналогичные значения, с расчетными параметрами, определенными в рамках выполнения работ по НИОКР связанных с изучением зональности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов месторождения Актогай [3]. В юго-восточной стороне на расстоянии 580 м от скважины № 4 (ВН-4) и в 360 м от скважины № 5 (ВН-5) в том же направлении, расположена 3-ья группа скважин, пробуренная в процессе выполнения вышеуказанных работ [3], параметры коэффициента фильтрации которых составляют 0,004-0,01 м/сутки.

Таблица 3.7 – Сравнительная таблица параметров гидрогеологических скважин в контуре и близ контура участка отработки Стадии 1 Актогайского карьера

| Номер скважины  | Устье скважин, абс.отм., м | Уровень воды, абс.отм., м | Интервал опробования<br>глубина от-до, м<br>абс.отм., м от-до | Коэффициент фильтрации, К, м/сутки |
|---|----------------------------|---------------------------|---|------------------------------------|
| Скважины в контуре участка Стадии 1 Актогайского карьера    |                            |                           |   |                                    |
| 1 (ВН-1)  | 360                        | 358,25                    | $\frac{1,75 - 50}{358,25 - 310}$                              | 0,006                              |
| 4 (ВН-4)  | 370                        | 368,14                    | $\frac{1,86 - 50}{368,14 - 320}$                              | 0,006                              |
| 5 (ВН-5)  | 370                        | 368,66                    | $\frac{1,34 - 50}{368,66 - 320}$                              | 0,031                              |
| 60  | 434,3                      | 429                       | $\frac{100 - 600}{334,3 - (-165,7)}$                          | 0,009                              |
| 72  | 432,8                      | 426,3                     | $\frac{100 - 500}{332,8 - (-67,2)}$                           | 0,001                              |
| Скважины близ контура участка Стадии 1 Актогайского карьера |                            |                           |   |                                    |
| 34  | 443,3                      | 432,1                     | $\frac{0 - 100}{443,3 - 343,3}$                               | 0,005                              |
| 36  | 434,8                      | 423                       | $\frac{0 - 100}{434,8 - 334,8}$                               | 0,04                               |
| 285   | 431                        | 419,4                     | $\frac{80 - 540}{351 - (-109)}$                               | 0,001                              |

### 3.5 Построение моделей поверхностей Актогайского месторождения

В процессе написания данной диссертации был выполнен выбор обрабатываемого материала (гидрогеологических карт, карт фактического материала, топографических основы, космических снимков), которые совмещались и обрабатывались в различных программах.

Для удобства и правильности выполнения работы, все картографические материалы привязывались в единой системе координат по отдельным слоям. Координатная пространственная привязка растровых изображений к единой географической сети выполнялась в программном комплексе MapInfo Professional. В дальнейшем выполнялась оцифровка различных слоев картографического материала, с присвоением оцифрованным элементам информационной основы (рисунки 3.5-3.8). Все построенные тематические слои изолиний поверхностей (рисунок 3.8) с помощью утилиты MapInfo Vertical Mapper были переведены в точечные файлы формата GRD, к которым были присвоены координаты. В дальнейшем данные по поверхностям из различных слоев были сгруппированы в единый (рисунок 3.8), который позволил в дальнейшем построить поверхность рельефа с учетом изменений при разработке Актогайского месторождения.

### 3.5.1 Уровенная поверхность подземных вод Актогайского карьера

Векторизация различных слоев картографической основы диссертационной работы в программе для создания геоинформационных системах позволила обработать полученные данные в другом программном обеспечении, таком как Surfer.

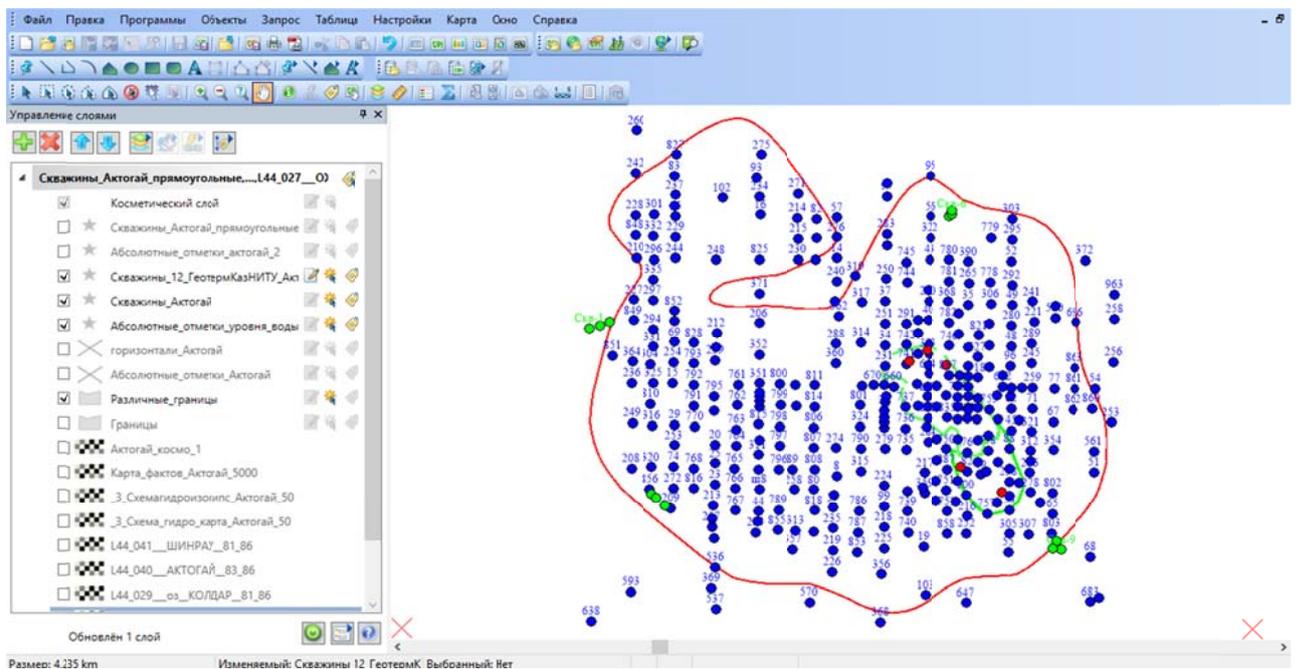


Рисунок 3.5 – Контур Актогайского месторождения, с выносом гидрогеологических скважин



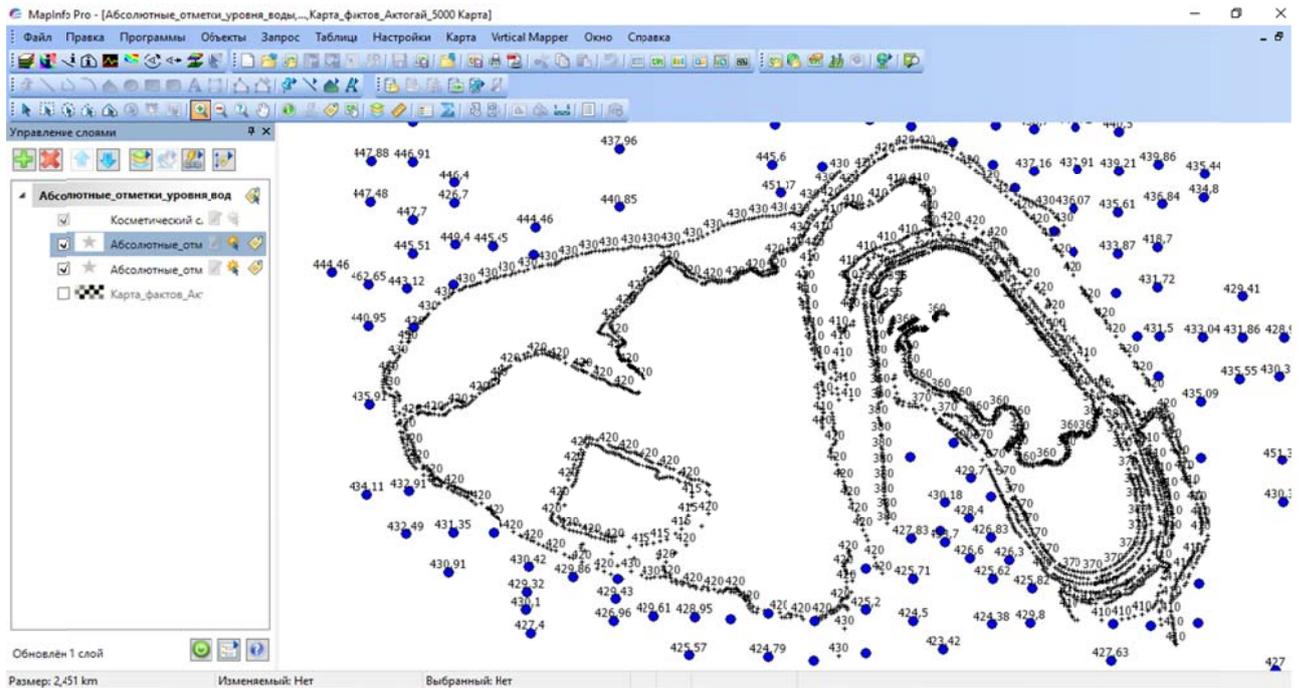


Рисунок 3.8 – Перевод изолиний поверхности в точечные элементы формата GRD с помощью утилиты MapInfo Vertical Mapper

**Surfer** – программа используемая специально для анализа и моделирования поверхностей, генерирования сетки, визуализации ландшафта, разработки трехмерных карт и других связанных операций [21].

Поскольку в программе Surfer есть возможность загружать данные в вид текстового файла .txt, можно воспользоваться этим моментом и экспортировать атрибутику из MapInfo Professional в данном формате. Для этого в меню Таблица > Экспорт выбираем Тип файла ASCII с разделителем .txt [22, 23].

Ввиду того, что экспортированный файл содержит в себе информационную основу по скважинам, у нас есть возможность обработки данного файла в программе Surfer. Отобразив значения данных по гидрогеологическим скважинам пробуренным на площади Актогайского месторождения в программе Surfer получаем карту гидроизогипс (уровенной поверхности подземных вод) (рисунок 3.8).

Построенная карта гидроизогипс схожа с гидроизогипсами отображенными на гидрогеологической карте Актогайского месторождения подземных вод (рисунок 2.3), что свидетельствует о правильности ввода данных по гидрогеологическим скважинам, послужившим основой для построения данной карты.

Программные возможности Surfer позволяют построенную карту гидроизогипс (рисунок 3.8) отображать в различных вариантах. Не является исключением представление данной карты в 3-D модели (рисунок 3.9-3.10).

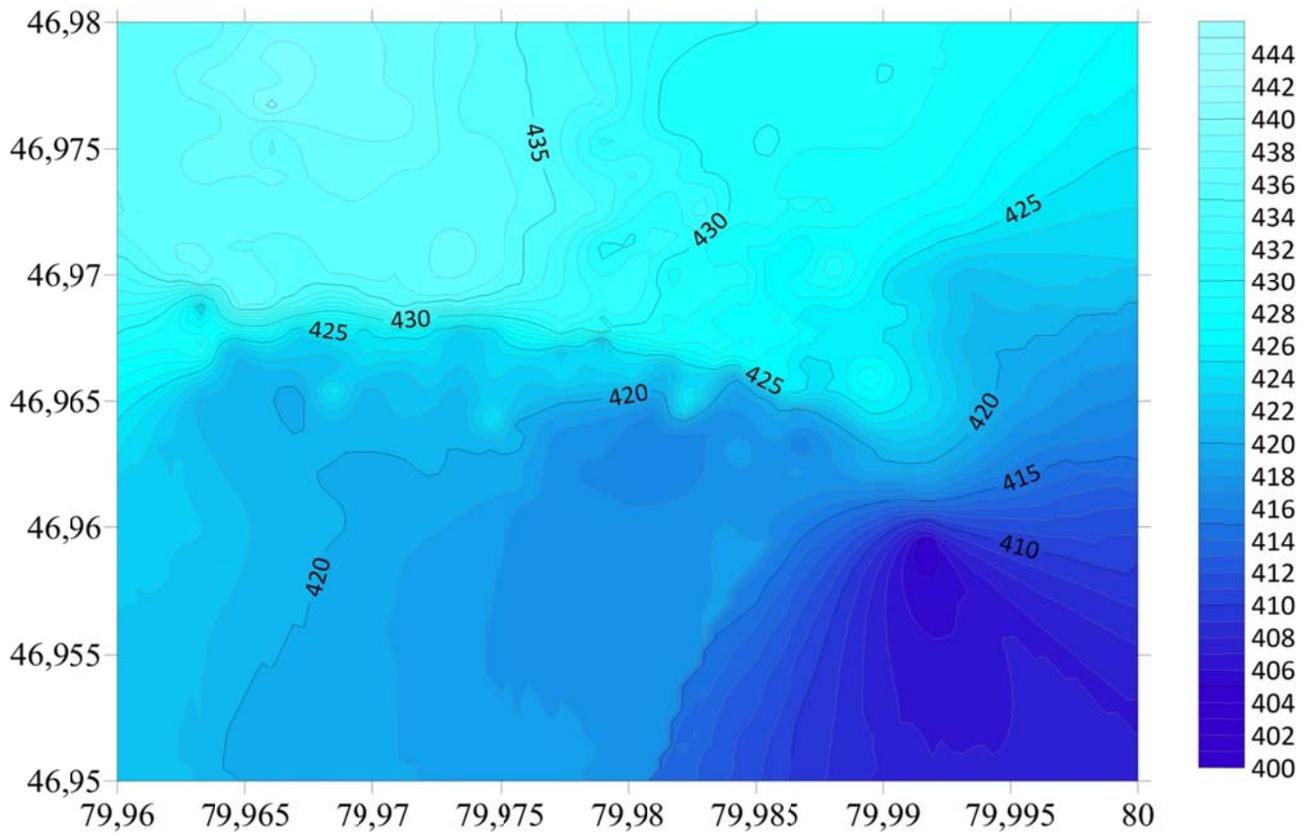


Рисунок 3.9 – Уровенная поверхность подземных вод Актогайского месторождения посторенная в программе Surfer

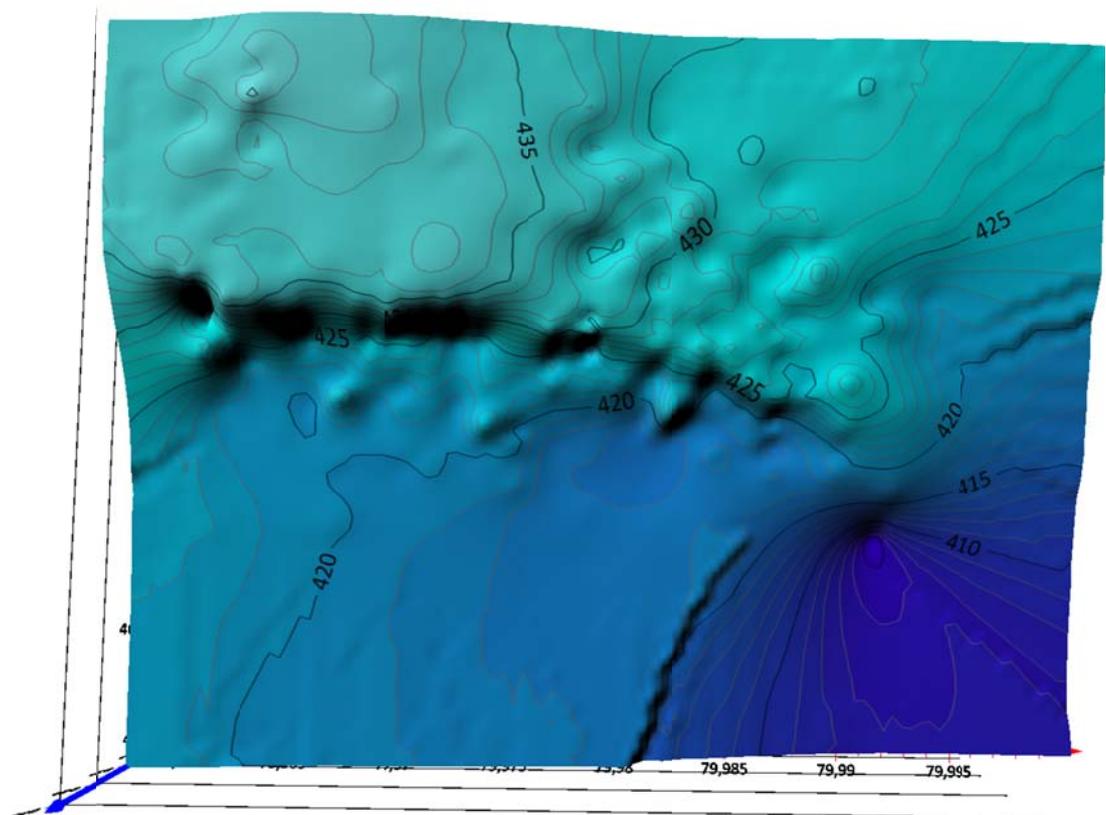


Рисунок 3.10 – 3-D модель уровенной поверхности подземных вод Актогайского месторождения посторенная в программе Surfer – вид с верху

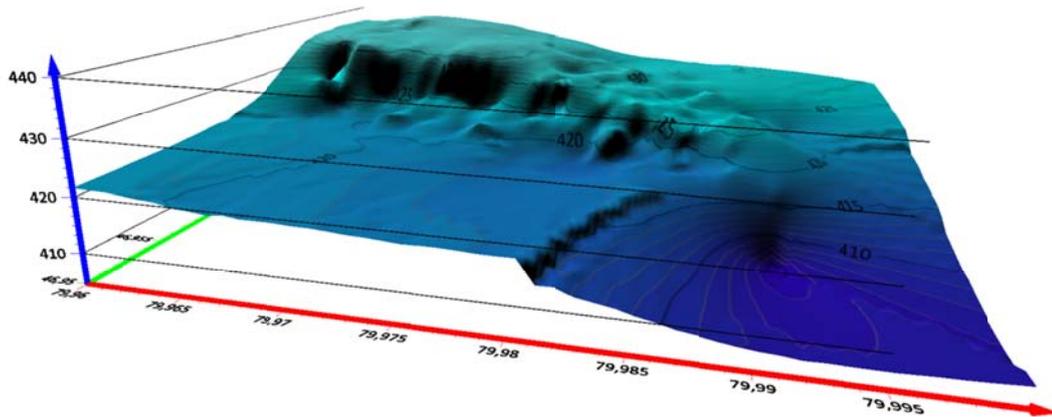


Рисунок 3.11 – 3-D модель уровенной поверхности подземных вод Актогайского месторождения построенная в программе Surfer – вид с боку

Построенная 3-D модель гидроизогипс позволяет визуально увидеть «бугристость» уровенной поверхности подземных вод Актогайского месторождения, что в очередной раз позволяет подтвердить неоднородность и анизотропность физических свойств водоносных горизонтов медно-порфирового месторождения Актогай.

### 3.5.2 Рельеф дневной поверхности Актогайского месторождения и карьера в процессе его освоения

Для визуализации особенностей рельефа Актогайского месторождения на информационной основе в программной среде Surfer в процессе написания данной диссертационной работы была построена 3-D модель рельефа дневной поверхности (рисунки 3.12-3.13).

Рельеф дневной поверхности строился под данным абсолютных отметок устья гидрогеологических скважин и шурфов пройденных при детальном изучении Актогайского месторождения [2].

Для визуального представления фактического рельефа дневной поверхности были использованы данные по топографической съемки поверхности самого Актогайского карьера совмещенные с данными абсолютных отметок устья гидрогеологических скважин и шурфов пройденных при детальном изучении Актогайского месторождения (рисунки 3.14-3.16).

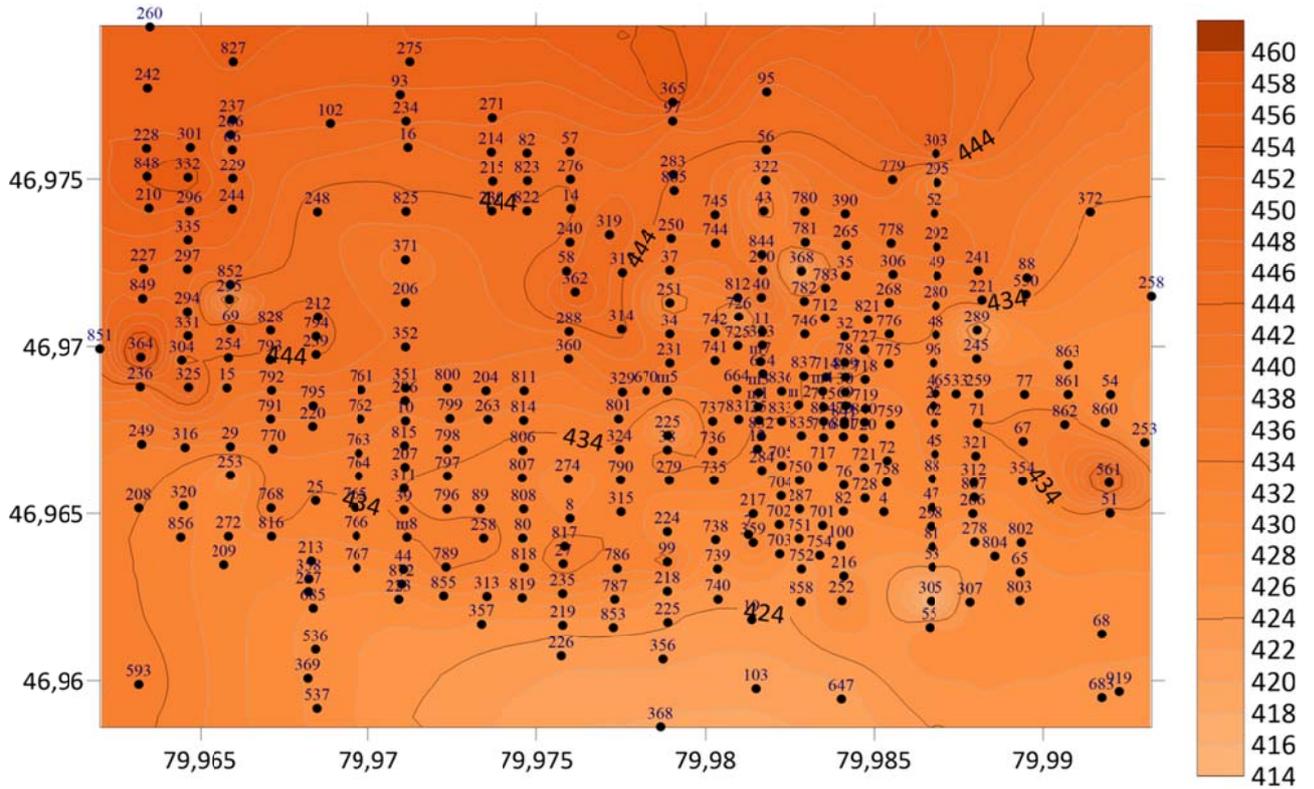


Рисунок 3.12 – Рельеф дневной поверхности Актогайского месторождения посторенный в программе Surfer

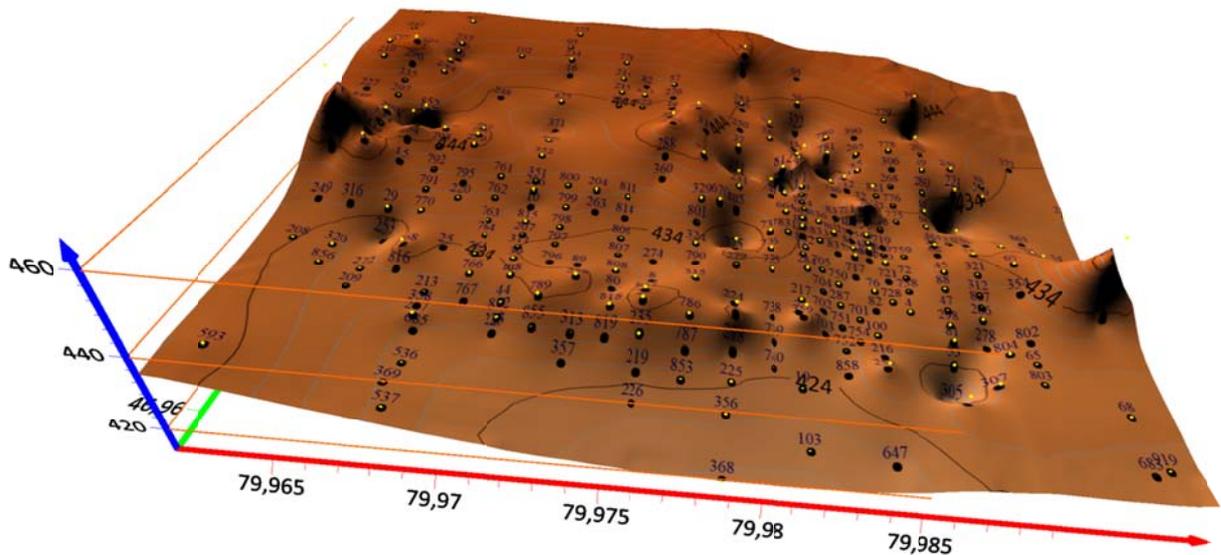


Рисунок 3.13 – 3-D модель рельефа дневной поверхности Актогайского месторождения посторенная в программе Surfer

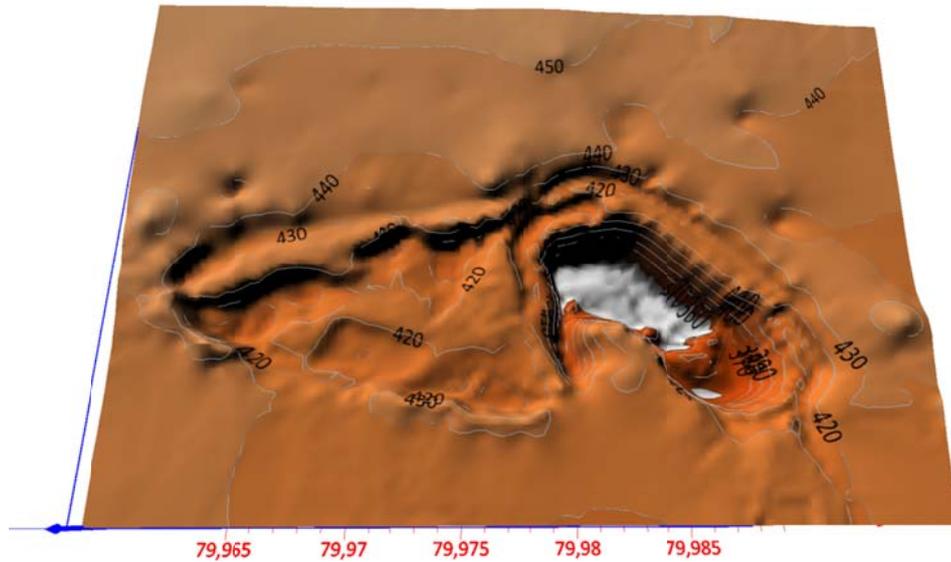


Рисунок 3.14 – 3-D модель рельефа дневной поверхности Актогайского карьера посторенная в программе Surfer – вид сверху

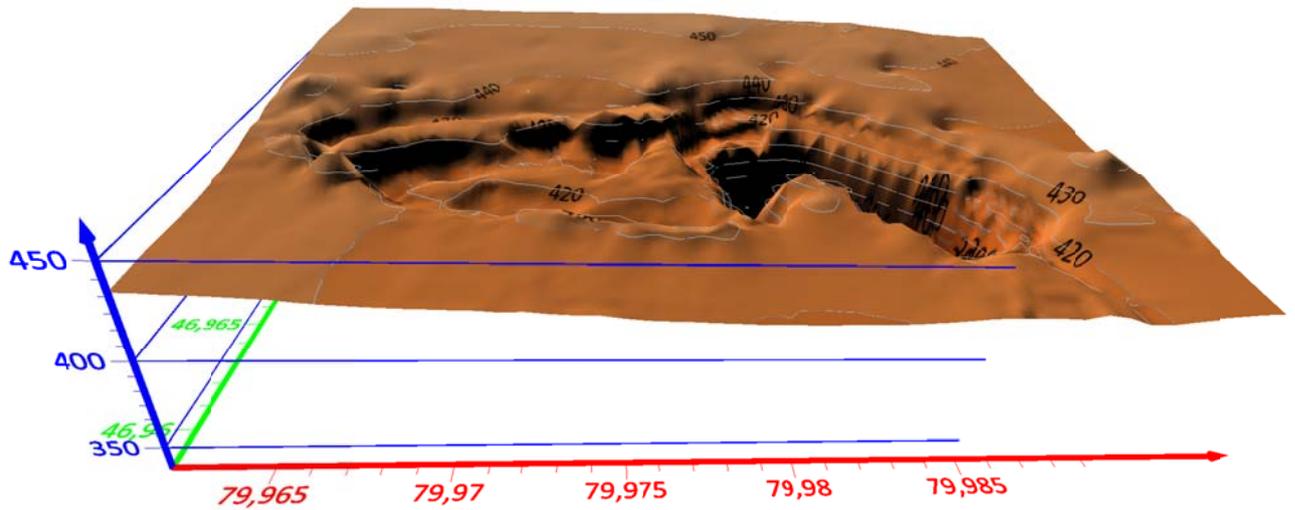


Рисунок 3.15 – 3-D модель рельефа дневной поверхности Актогайского карьера посторенная в программе Surfer – вид сверху под углом

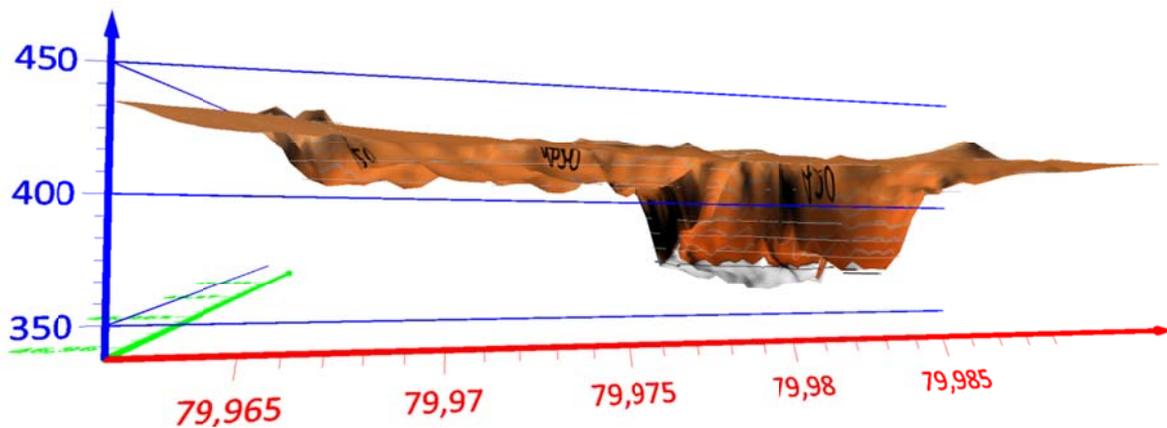


Рисунок 3.16 – 3-D модель рельефа дневной поверхности Актогайского карьера посторенная в программе Surfer – вид в профиле

### 3.6 Карьерный водоотлив

Карьерный водоотлив осуществляется методом принудительной откачки дренажных вод. Дренажные воды карьера аккумулируются в зумпфах, пройденных в нижних точках дна карьера, откуда насосной станцией первого подъема вода перекачивается в зумпф-водохранилище. Разбор воды осуществляется из водохранилища специальным автотранспортом, оборудованным для пылеподавления. Определенный объем воды расходуется на испарение.

Замер расхода откаченной воды определяется по производительности насосного оборудования, а для пылеподавления – суммарно по емкости и количеству рейсов специального автотранспорта [8].

В приложении Л приведены сведения о карьерном водоотливе и фактического объема использования воды для пылеподавления.

Схема водоснабжения рудника Актогай обусловлена с одной стороны технологическими процессами получения меди, с другой – сопутствующими мероприятиями по обслуживанию инфраструктуры, буровым работам, экологическим мероприятиям и пр.

Технология переработки окисленных руд представлена в Техническом регламенте оксидного производства. Добытая окисленная руда доставляется на площадку кучного выщелачивания, где обрабатывается раствором серной кислоты для извлечения соединений меди переводом их в продуктивный раствор, который поступает на оксидное производство.

На оксидном производстве медь из продуктивного раствора извлекается органическим экстрагентом, затем реэкстрагируется путем электролиза. Конечным продуктом является катодная медь [8].

В таблице 3.8 приводятся сведения по водному балансу основных объектов водоснабжения в пределах Актогайского месторождения, где могут быть задействованы дренажные воды.

Анализируя приведенные данные, фактический водоотлив из карьера составил – 1610,2 м<sup>3</sup>/сутки. Можно сделать вывод, что водоприток в карьер на рассматриваемой стадии разработки с учетом его неравномерного вскрытия по площади приближен к подсчитанным объемам водопритоков при глубине отработки 100 м балансовым методом и методом математического моделирования, который при данных расчетах составил 2553,6 м<sup>3</sup>/сутки и 2551,2 м<sup>3</sup>/сутки соответственно (Таблица 3.3). Разница от рассчитанного водопритока до фактического карьерного водоотлива составляет почти 40%. Данная разница логична и объясняется условиями рассматриваемых условий в процессе разработки Актогайского месторождения. Рассчитанный водоприток ожидался при глубине разработки всей площади карьера на 100 м, в то время как рассматриваемые условия разработки карьера составляют различную глубину по площади и в западной части составляют 20-30 м, в восточной 70-90 м.

Таблица 3.8 – Суточное водопотребление Актогайского ГОКа для оксидного и сульфидного производства, водный баланс карьера

| Наименование показателей расхода   | Оксидное производство по техническому регламенту | Сульфидное производство по техническому регламенту | Водный баланс карьера |
|--|--|--|-----------------------|
| Естественная влага 5%, м <sup>3</sup> /сутки                                   | 1643,84  | 4512   |                       |
| Вода для влагонасыщения штабеля, м <sup>3</sup> /сутки                         | 1643,84  |  |                       |
| Вода, вводимая для компенсации потерь при выщелачивании, м <sup>3</sup> /сутки | 911,01   |  |                       |
| Вода, поступающая с кислотой, м <sup>3</sup> /сутки                            | 85,15  |  |                       |
| Вода вводимая при экстракции, м <sup>3</sup> /сутки                            | 240  |  |                       |
| Вода, вводимая при дроблении, м <sup>3</sup> /сутки                            |  | 142445,76  |                       |
| Вода вводимая при флотации, м <sup>3</sup> /сутки                              |  | 7465,68  |                       |
| Полив дорог, м <sup>3</sup> /сутки   |  |  | 240                   |
| Пылеподавление на отвалах, м <sup>3</sup> /сутки                               |  |  | 5                     |
| Бурение скважин, м <sup>3</sup> /сутки   |  |  | 45                    |
| Питание техники, м <sup>3</sup> /сутки   |  |  | 1,2                   |
| Всего, м <sup>3</sup> /сутки:  | 4523,84  | 154423,44  | 291,2                 |
| Итого, м <sup>3</sup> /сутки:  | 159238,48  |  |                       |

Фактическое использование дренажных вод для пылеподавления и полива дорог составило 348,3 м<sup>3</sup>/сутки (Приложение Л), в то время как по техническому регламенту данный параметр составляет 245 м<sup>3</sup>/сутки. В любом случае с учетом объема карьерного водоотлива и ожидаемых водопритоков в карьер водный баланс карьера полностью обеспечивается за счет дренажных вод. Оставшиеся дренажные воды будут использоваться в производственном процессе Актогайского ГОКа.

Основной объем хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения Актогайского рудника удовлетворяется подземными водами Жузагашского месторождения, запасы которого в 2016 году были переоценены ТОО «Гео-Инвест» (Молдашев Б.Р., Муртазин Е.Ж. и др.), в результате чего ГКЗ РК были утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в количестве 70 000 м<sup>3</sup>/сутки по категории А+В на 27-летний срок эксплуатации [13]. Следует отметить, что с вводом в эксплуатацию планируемого расширения Актогайского ГОКа увеличится мощность производства, которая потребует увеличения потребности в воде.

#### **4 Обоснование выбора дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд**

Основным условием ведения горных работ является необходимость осушения массива горных пород.

В зависимости от величины водопритока и устойчивости водовмещающих пород применяют откачные и безоткачные способы осушения. Первые основаны на водопонижении путем откачки подземных вод, вторые – на заполнении порового пространства тампонирующими или закрепляющими материалами, замораживании и других способах гидроизоляции выработок.

При откачных способах используют системы предварительного и попутного осушения. Предварительное осушение осуществляется автономными системами скважин или дренажных горных выработок до начала основных горных работ. Попутное осушение достигается приемом подземных вод в выработки основного назначения с последующей откачкой из водосборников одновременно с основными горными работами.

Стоимость различных систем существенно возрастает от систем попутного осушения к системам предварительного осушения и ещё более – к безоткачным системам гидроизоляции. Поэтому важной задачей гидрогеологических исследований является обоснование способа осушения массива водовмещающих пород. Выбор способа осушения массива или гидроизоляции выработок зависит от их назначения [24].

Степень обводненности открытых или подземных горных выработок оценивают величиной общего водопритока в карьер (шахту) на период сдачи их в эксплуатацию. Величина прогнозного водопритока - один из признаков, определяющих сложность эксплуатации горно-добывающего предприятия и необходимость организации дренажных мероприятий.

Типизация карьерных (шахтных) полей необходима для обоснования дренажных мероприятий и предварительного выбора рациональной схемы дренирования. Критерии целесообразного дренирования месторождений определяются целями дренажа. В частности, целесообразность снижения напоров в прибортовом массиве и в подошве карьера подтверждается расчетами устойчивости борта; снижение уровней вскрытых водоносных пластов ограничивается величиной, определяющей допустимый водоприток, при котором не возникают фильтрационные деформации откоса. Целесообразное снижение напоров водоносных пластов, залегающих в подошве или кровле подземных горных выработок, устанавливается расчетом устойчивости относительно водоупорных пластов на прорыв их подземными водами [16].

Различия в технологических схемах горных работ требуют отдельных классификаций месторождений по дренируемости, учитывающих особенности открытой и подземной разработки. Классификация

месторождений, разрабатываемых открытым способом, по дренируемости приведена в таблице 4.1 [16].

Таблица 4.1 – Классификация месторождений по дренируемости

| Категория месторождения по условиям осушения карьерных полей | Характеристика гидрогеологических и инженерно-геологических условий эксплуатации карьера  |   |
|--|---|---|
|  | Группа А – карьером вскрываются рыхлые песчаные и мягкие глинистые породы   | Группа Б – карьером вскрываются полускальные породы, не склонные к размоканию и набуханию   |
| I-простые  | Притоки подземных вод в карьер не превышают 200 м <sup>3</sup> /ч. Горные работы могут выполняться с применением средств открытого водоотлива. На стадии строительства карьера возможно временное использование водопонижающих скважин с суммарным дебитом не более 400 м <sup>3</sup> /ч.  | Притоки подземных вод в карьер не более 500 м <sup>3</sup> /ч. Горные работы выполняются с применением средств открытого водоотлива или нескольких водопонижающих скважин с суммарным дебитом до 500 м <sup>3</sup> /ч. |
| II-сложные   | Притоки подземных вод в карьер от 200 до 1000 м <sup>3</sup> /ч. Горные работы возможны при применении средств глубинного дренажа, для сокращения водопритоков в карьер, ограничения фильтрационных деформаций пород или обеспечения общей устойчивости бортов (за счет снижения напоров не вскрытых карьером водоносных пластов) | Притоки подземных вод в карьер от 500 до 3000 м <sup>3</sup> /ч. Горные работы возможны при применении глубинного дренажа для сокращения водопритоков в карьер или обеспечения общей устойчивости бортов                |
| III-особосложные   | Притоки подземных вод в карьер превышают от 1000 м <sup>3</sup> /ч. Необходим дренаж нескольких водоносных горизонтов во вскрышной толще и в подошве карьера с применением водопонижающих скважин или подземного дренажного комплекса   | Притоки подземных вод в карьер превышают 3000 м <sup>3</sup> /ч. Для сокращения водопритоков в карьер требуется применение средств глубинного дренажа (водопонижающих скважин или подземного дренажного комплекса)      |

Ввиду того, что меднорудное месторождение Актогай представлено в основном полускальными породами, не склонными к размоканию и набуханию, прогнозные водопритоки подземных вод в карьер не более 270 м<sup>3</sup>/сутки (таблица 3.3) данное месторождение по условиям осушения карьерных полей относится к группе Б к I – простой категории.

#### **4.1 Существующие методики по дренированию месторождений полезных ископаемых**

Защита от подземных и поверхностных вод открытых горных выработок (карьеров) в основном должна предусматривать [25]:

- внешние сооружения и мероприятия для регулирования поверхностного стока на территории, прилегающей к карьеру (разрезу);
- внутрикарьерные устройства и мероприятия, рассчитанные на приток подземных вод, поступающих в карьер, и на сток собирающихся в нем поверхностных вод (водостоки, водосборники, водоотливные установки или устройства для сброса воды из водосборников в подземные выработки и при необходимости - в зависимости от местных условий - внутрикарьерные скважинные и иглофильтровые водопонижительные установки, местный тампонаж горных пород, дренажи, пригрузки откосов);
- внешние водоотводящие устройства для сброса карьерных вод.

Для дренажа карьерных полей применяют два вида дренажных устройств – глубинного и открытого типов.

Глубинные средства дренажа: водопонижающие скважины, оборудованные погружными насосами; подземные дренажные комплексы, включающие стволы дренажных шахт, штреки со сквозными и забивными фильтрами, восстающими скважинами и колодцами в почве; самоизливающие горизонтальные, вертикальные или наклонные скважины; поглощающие самотечные скважины.

Средства открытого дренажа: прибортовые канавы; опережающие дренажные траншеи; водосборники в подошве карьера; горизонтальный трубчатый дренаж закрытого типа; отводные и нагорные канавы.

К перспективным способам дренирования месторождений относится создание внутри массива горных пород противофильтрационных завес, ограждающих разрабатываемый обводненный участок массива. Мероприятие особенно важно в случаях, когда использование обычных методов дренирования приводит к региональному истощению водоносных пластов, нарушению нормальных условий водоснабжения района или загрязнению подземных вод [16].

#### **4.2 Определение системы дренажа Актогайского карьера**

Последовательность введения в работу дренажных устройств, располагаемых в плане и в высотном отношении по какой-либо схеме, определяет систему дренажа, при этом выбор системы зависит от гидро и инженерно-геологических условий эксплуатации горного предприятия. Выделяются опережающая, параллельная и совместная системы дренажа.

В опережающей системе к дренажным работам приступают до начала ведения горных работ и в дальнейшем осушительные мероприятия проводят

с опережением во времени. Эта система целесообразна на месторождениях с простыми гидрогеологическими условиями. Параллельная система предусматривает проведение дренажных мероприятий одновременно с ведением горных работ; система применяется на месторождениях с простыми и средней сложности гидрогеологическими условиями.

В совместной системе к дренированию приступают до начала ведения горных работ, а во время строительства и эксплуатации горного объекта эти мероприятия проводят как с опережением горных работ, так и одновременно с продвижением фронта работ. Система применяется на месторождениях со сложными и очень сложными гидрогеологическими условиями [16].

Основная особенность крепких и средней плотности трещиноватых пород, которым в основном представлено Актогайское месторождение – их слабая изменчивость в откосах под влиянием воды, вследствие чего допустимо её свободное высачивание в карьер. Другая важная особенность – сильная неоднородность трещиноватости (проницаемости) пород даже в пределах одного геоструктурного комплекса [19].

С учетом простых условий по дренируемости Актогайского месторождения и незначительных водопритоков в карьер, его разработку следует осуществлять с применением параллельной системы дренажа, с использованием в основном элементов локально открытого и глубинного дренажа.

Рабочие горизонты карьера на низших отметках должны оборудоваться водосборниками (зумпфами), в которых будут скапливаться подземные воды представленные водопритоками в карьер. Пределы необходимого осушения лучше принимать равными 10 м равным интервалам проходки рабочих горизонтов карьера.

Для локализации групп водопритоков, как это было отмечено при разработке месторождения на Стадии 1 на рабочем горизонте 360 в северном борту карьера, целесообразно применять открытый дренаж, представляющий собой горизонтальную дренажную канаву длиной 130 м, пройденную вдоль берм по подошве карьера, обеспечивающую охват площади выклинивания по периметру. Глубина дренажной канавы должна быть не менее 3 метров. Аккумулированные подземные воды в дренажной канаве в дальнейшем должны перекачиваться в водосборный зумпф.

При встрече участков повышенной обводненности следует проводить локальное глубинное водопонижение скважинами, проходимыми с подошвы карьера. Такой локальный дренаж при рассматриваемых гидрогеологических условиях на участке Актогайского карьера целесообразен в двух случаях:

1. При наличии выявленных предварительными изысканиями зон с резко повышенной обводненностью или проницаемостью (зоны тектонического дробления, закарстованных пород и т.д.);

2. При возможности полного осушения вскрышной толщи и полезного ископаемого малым числом водопонижающих скважин, пробуренных в подошве карьера [19,20].

С учетом карьерного водоотлива действующего на Актогайском месторождении (раздел 3.6), дренажные воды принудительно перекачиваются из водосборников (зумпфов) в зумпф-водохранилище расположенный на рабочем горизонте 420 Стадии 3. В дальнейшем дренажные воды используются для пылеподавления, питания техники и в процессе бурения скважин.

## **5 Анализ правовых аспектов использования дренажных вод согласно действующему законодательству Республики Казахстан**

Добыча подземных вод на территории Республики Казахстан осуществляется согласно и на основании Разрешения на специальное водопользование вне зависимости от количества и целевого использования подземных вод. Единственным исключением является использование подземных вод для нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с потребностью в воде до 50 м<sup>3</sup>/сутки (пункт 1 статьи 92 [26]). В таком случае добыча подземных вод ведется на основании регистрации водопользования.

При проведении операций по добыче твердых полезных ископаемых, согласно Кодексу о недрах и недропользовании Республики Казахстан (п.6 ст. 214 [27]) недропользователь обязан выполнять водоохранные мероприятия, а также соблюдать иные требования по охране водных объектов, установленные водным и экологическим законодательством Республики Казахстан, в отношении подземных вод, поступающих в горные выработки.

Технологически неизбежное поступление подземных вод в горные выработки при проведении операций по добыче твердых полезных ископаемых не требует получения специальных разрешений или лицензий.

Использование подземных вод, поступающих в горные выработки, осуществляется в соответствии с водным и экологическим законодательством Республики Казахстан.

При этом следует отметить некую противоречивость действующего водного законодательства Республики Казахстан по использованию дренажных (шахтных, карьерных, рудничных) подземных вод.

Так, статьей 66 Водного кодекса Республики Казахстан [26] подпунктом 3 пункта 4 «Не требуется разрешения на специальное водопользование при:» – «заборе (откачке) подземных вод (шахтных, карьерных, рудничных), попутно забранных при разведке и (или) добыче твердых полезных ископаемых», в то время как подпунктами 8, 10 пункта 1 этой же статьей Водного кодекса требуется оформление разрешения на специальное водопользования на сооружения и технические устройства для осушительных, водопонизительных и природоохранных мероприятий, оказывающих влияние на состояние подземных вод, и водоотводящие сооружения, эксплуатируемые горными выработками, предназначенными для извлечения из шахт, карьеров, штолен, разрезов. Также обязательства по оформлению разрешения на специальное водопользование дренажных подземных вод предусмотрены пунктом 3 статьи 103 Водного кодекса Республики Казахстан, которая гласит «Подземные воды, не отнесенные к категории питьевых и минеральных вод, а также воды, забранные попутно с другими полезными ископаемыми (шахтные, карьерные, рудничные воды),

могут использоваться для технического водоснабжения и для других производственных нужд на условиях специального водопользования с соблюдением экологических требований».

Ввиду того, что дренажные воды используются в производственном процессе при разработке Актогайского месторождения, для законности их добычи эксплуатирующей организации ТОО «KAZ Minerals Aktogay» следует оформить разрешение на специальное водопользование.

При оформлении разрешения на специальное водопользование возникнет необходимость подтверждения наличия эксплуатационных запасов подземных вод. Эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы дренажных и попутных вод, извлечение которых связано с разработкой других видов полезных ископаемых, а также использованием недр в других целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, подлежат государственной геологической экспертизе и государственному учету в соответствии с возможностями их дальнейшего использования, необходимостью сброса и оценкой влияния на окружающую природную среду [28].

В рамках выполненных в 2019 году работ по оценке эксплуатационных запасов дренажных вод медно-порфирового месторождения Актогай в Аягоском районе Восточно-Казахстанской области [8] Протоколом ГКЭН при МД «Востказнедра» № 14 от 12.12.2019 г. утверждены запасы дренажных подземных вод по категории  $C_1$  в количестве 506 м<sup>3</sup>/сутки. Следует отметить, что промышленное освоение месторождений (участков) подземных вод допускается на запасах категории А или В, а в отдельных случаях на запасах категории  $C_1$  [28]. То есть утвержденные запасы дренажных подземных вод Актогайского месторождения по категории  $C_1$  достаточны для оформления на них разрешения на специальное водопользование в пределах 506 м<sup>3</sup>/сутки. В виду того, что фактический среднесуточный водоотлив дренажных вод составляет – 1610,2 м<sup>3</sup>/сутки (Приложение Л) ТОО «KAZ Minerals Aktogay» рекомендуется провести переоценку дренажных подземных вод с целью их увеличения. Данные работы можно провести за счет средств самого недропользователя в рамках обязательного финансирования.

Добыча твердых полезных ископаемых на территории Республики Казахстан возможна лишь при наличии контракта на недропользование, в одно из обязательных условий которого входят «обязательства недропользователя по расходам на научно-исследовательские, научно-технические и опытно-конструкторские работы на территории Республики Казахстан в период добычи» (п.п. 9 п.2 ст. 36 [27]). Финансирование таких работ осуществляется в размере 1 % от расходов на добычу, понесенных недропользователем в предыдущем году, в порядке, определяемом компетентным органом совместно с уполномоченным органом в области науки (п.п. 2 п.1 ст. 212 – [27]).

## **6 Рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения и его дальнейшему гидрогеологическому изучению**

### **6.1 Организация дренажной системы карьерного поля**

Анализируя гидрогеологические условия Актогайского месторождения можно рекомендовать следующие мероприятия по организации дренажной системы и осуществления водоотлива из карьера.

Простейшее из обязательных гидротехнических мероприятий по регулированию поверхностного стока на карьерных полях – проходка нагорных канав для перехвата вод поверхностного стока на склонах и отвода их за пределы карьерного поля.

Мелкие водотоки (ручьи, небольшие речки), протекающие в пределах карьерного поля, отводятся по каналам или туннелям (в условиях гористого рельефа) [16].

Рабочие горизонты карьера на низших отметках должны оборудоваться водосборниками (зумпфами), в которых будут скапливаться подземные воды, представленные водопритоками в карьер.

Для локализации групп водопритоков целесообразно применять открытый дренаж, представляющий собой горизонтальную дренажную канаву) пройденную вдоль берм по подошве карьера обеспечивающей охват площади выклинивания по периметру. Глубина дренажной канавы должна быть не менее 3 метров. Аккумулированные подземные воды в дренажной канаве в дальнейшем должны перекачиваться в водосборный зумпф.

При встрече участков повышенной обводненности следует проводить локальное глубинное водопонижение скважинами, проходимыми с подошвы карьера.

Ожидаемые водопритоки в карьер по своему максимальному значению полученные при балансовом методе расчета составляют 6388,8 м<sup>3</sup>/сутки или 266,2 м<sup>3</sup>/час (Таблица 3.3), при этом формирование их осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, которые поступают в карьер подземным стоком. Ожидаемый водоприток является максимальным и рассчитывался на конечный срок разработки карьера, ввиду чего насосы и оборудование, применяемые при водоотливе должны подбираться с учетом фактических параметров достигнутых на момент разработки карьера.

Так в работах [2, 11] производительность насосов для карьерного водоотлива определена по формуле:

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{в}} \times K_{\text{н}} \quad (6.1)$$

где:

$Q_B$  – величина водопритоков в карьер, 266,2 м<sup>3</sup>/час;

$K_H$  – коэффициент, учитывающий работу насосов 20 часов в сутки, 1,2.

$$Q_H = 266,2 \times 1,2 = 319 \text{ м}^3/\text{час}$$

Обеспечение такой производительности может быть достигнуто двумя насосами марки КНЗ-10/АПП 150<sup>II</sup> (либо аналогами) производительностью 150 м<sup>3</sup>/час каждый. По требованиям СП РК 2.03-103-2013 [25] на карьере необходимо соорудить водосборы с емкостью на трех часовой водоприток, т.е. 1200 м<sup>3</sup>. В связи с тем, что с глубиной кислотность вод будет увеличиваться (рН=4), по аналогии с месторождениями Коунрад и Саяк рекомендуется перед откачкой производить гашение вод кальцинированной содой [2, 11].

## **6.2 Гидрогеологическое изучение Актогайского месторождения в процессе его эксплуатации**

Разработка Актогайского месторождения ведется под наблюдением специалистов-гидрогеологов ТОО «KAZ Minerals Aktogay».

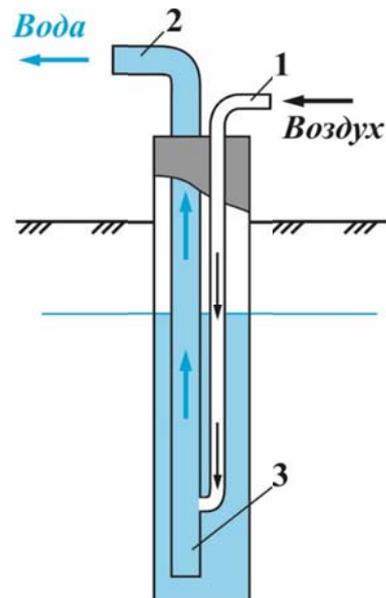
Гидрогеологическая служба горно-добывающего предприятия Актогайского ГОКа должна:

- проводить наблюдения за водопритоками в горные выработки и за уровнями дренируемых водоносных горизонтов;
- измерять изменения состава карьерных вод;
- периодически проводить обследование карьера и гидрогеологическую съемку прилегающей к нему территории;
- участвовать в контроле режима и условий эксплуатации технических средств дренажа (проводить периодические контрольные замеры дебитов водопонижающих скважин, определять производительность насосного оборудования систем карьерного водоотлива и т.п.);
- проводить наблюдения за состоянием водосборников, водоотводных канав, водопонижающих скважин;
- выполнять уточнение гидрогеологических условий эксплуатации месторождения;
- давать оценку эффективности дренажных мероприятий;
- вести контроль безопасности горных работ;
- осуществлять разработку предложений по повышению эффективности дренажных и природоохранных мероприятий, снижению потерь полезного ископаемого [16].

Следует ещё раз отметить, что трещинные породы Актогайского месторождения характеризуются существенной неоднородностью и анизотропией фильтрационных и емкостных свойств. Именно по этой причине скважина № 2 (ВН-2) пробуренная в 40-68 м от водопритоков в

карьер в объеме до 0,5 л/с и в 98 м от скважины № 1 (ВН-1) с удельным дебитом 0,016 л/с оказалась безводной.

В дальнейшем при проведении опытно-фильтрационных работ, рекомендуется откачки проводить эрлифтной установкой, обязательно с эксцентрической (параллельной) системой расположения труб (Рисунок 6.1). Данные рекомендации носят исключительно практический характер и позволят увеличить точность получаемых данных в процессе опытно-фильтрационных работ и обеспечат сохранность пристволовой зоны скважин пробуренных без установки обсадочных труб.



Условные обозначения:

- 1 - воздухопроводная труба;
- 2 - водоподъемная труба;
- 3 - смеситель.

Рисунок 6.1 – Схема эрлифта параллельная (эксцентрическая) система с расположением труб «рядом»

В процессе проведения откачек воды из скважин насосом, получаемые параметры по удельному дебиту в данных гидрогеологических условиях являются завышенными и не отражают действительную ситуацию на участке. Ведь насосы работают на полную мощность, и не работают на холостом ходу. В связи с чем, как это было видно при дебите 0,9 л/с в скважине № 4 (ВН-4) максимальное понижение 26,19 м до глубины загрузки насоса было достигнуто за 12 минут откачки. Водоприток в скважину фактически был гораздо меньше чем 0,9 л/с. В случае использования при откачках вышеуказанной эрлифтной системы, водоподъем воды в конце откачки будет характеризовать фактический водоприток к скважине, откачка может продолжаться сколько угодно долго. Таким образом, на изучаемых участках будут получены фактические водопритоки, данные по которым позволят подобрать малodeбитные насосы, предупредив их поломки и перегревы при периодической работе не на всю мощность или на холостом (сухом) ходу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель настоящей диссертационной работы заключалась:

- в определении системы дренажа, которая обеспечит нормальные условия работы горно-транспортного оборудования, устойчивость откосов бортов и уступов, уменьшение влажности полезного ископаемого;
- в выборе дренажных мероприятий в пределах карьерного поля Актогайского месторождения;
- в проведении анализа правовых аспектов использования дренажных вод в рамках действующего законодательства Республики Казахстан.

Все вышеуказанные цели были достигнуты в процессе выполнения аналитических и исследовательских работ, результаты которых представлены в данной диссертационной работе.

С учетом простых условий по дренируемости Актогайского месторождения и незначительных водопритоков в карьер, разработку его было рекомендовано осуществлять с применением параллельной системы дренажа, с использованием в основном элементов локально открытого и глубинного дренажа. Помимо этого, в настоящей магистерской диссертации определены рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения, а также даны рекомендации по гидрогеологическому изучению Актогайского месторождения в процессе его эксплуатации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скабалланович И.А., Седенко М.В. Гидрогеология, инженерная геология и осушение месторождений. Изд.3, перераб., доп. М., Недра, 1973, - 194 с.
2. Детальная разведка молибден-меднопорфирового месторождения Актогай с подсчетом запасов по состоянию на 1 июля 1980 г.: отчет МД «ЮЖКАЗНЕДРА»: рук. Сергийко Ю.А.; испол. Кыдырбеков Л.У., Лапаев И.Г., Топаев А.Н. и др. – Алматы, 1980. – Т.І. – Книга 1. – 265с. Т.ІІІ. – Книга 1. – 178 с.
3. Калитов Д.К., Завалей В.А., Беимбетов Р.К. и др. Отчет о выполненных работах по НИОКР «Изучение зональности физико-фильтрационных свойств и параметров водоносных горизонтов в плане и разрезе медно-порфирового месторождения Актогай в целях построения гидродинамической модели прогноза притоков подземных вод в карьер». / ТОО «Производственная компания «Геотерм», г.Алматы, 2019.
4. Изучить гидрогеологию важнейших горнорудных объектов Казахстана (Жайрем, Ушкатын, Коктенколь, Актогай и др.): отчет о НИР (заключительный) ИГГ АН Каз ССР: рук. Жапарханов С.Ж.; испол. Крылов В.В., Кунанбаев С.Б. и др. – Алма-Ата, 1985. – 465с.
5. Отчет о детальных поисках молибденового-медного оруденения на площади Актогайского рудного поля в 1979-82 гг.: рук. Сергийко Ю.А., испол. Вольхина Т.М., и др. – Алма-Ата, 1982. – 360 с.
6. Результаты поисковых гидрогеологических работ в районе Актогайского месторождения за 1975-1976: отчет МД «ЮЖКАЗНЕДРА»: рук. Камалиев К.А.– Алма-Ата, 1976. – 325с.
7. Калитов Д.К., Завалей В.А., Ибраимов В.М. Отчет о выполненных работах по НИОКР «Изучение возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера посредством проведения гидрогеологических исследований». ТОО «Производственная компания «Геотерм», г.Алматы, 2019.
8. Завалей В.А., Ауелхан Е.С., Боронина А.А. и др. Отчет о выполненных работах по теме НИОКР: «Оценка эксплуатационных запасов дренажных вод медно-порфирового месторождения Актогай в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области». НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева», г.Алматы, 2019.
9. Ерікұлы Ж., Жапарханов С.Ж. Прогнозирование водопритокков в горные выработки Актогайского меднорудного месторождения в Восточном Казахстане // Известия НАН РК, Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2015. - №5 (413). – С. 96-104
10. Габдулина Ш.И. Изучение влияния эксплуатации хвостохранилища Сульфидной фабрики Актогайского ГОКа на химический состав и

минерализацию подземных вод с построением модели массопереноса загрязняющих веществ на базе Visual Modflow Flex: магистерская дис. ... 6M075500 / Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева. – Алматы, 2019. -72 с.

11. Ерікұлы Ж. Применение методов математического моделирования для оценки водопритоков в карьер Актогайского меднорудного месторождения в Восточном Казахстане: дис. ... PhD, 6D075500 / Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева. – Алматы, 2015. - 130 с.

12. Сотников Е.В., Ибраимов В.М. Проект промышленной разработки месторождения подземных вод Жузагашское для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения Актогайского горно-обогатительного комбината в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области. / ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR», г. Алматы, 2013.

13. Молдашев Б.Р., Муртазин Е.Ж. и др. Отчет о результатах работ по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод месторождения Жузагаш для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения Актогайского горно-обогатительного комбината в Аягозском районе Восточно-Казахстанской области (по состоянию изученности на 01.06.2016 г.). / ТОО «Гео-Инвест», г.Алматы, 2016.

14. Ракишев Б.Р. Новые крупные меднорудные карьеры Казахстана. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018 № 4. С. 5-14

15. Официальный сайт компании KAZ MINERALS. – URL: <https://www.kazminerals.com>. 17.04.2021.

16. Гальперин А.М., Зайцев В.С., Мосейкин В.М. и др. Гидрогеология и инженерная геология: Учебник. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 424 с.

17. Бабушкин В.Д., Лебединская З.П. и др. Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах. – М.: Недра, 1972. – 196 с.

18. Максимов В.М., Бабушкин В.Д., Веригин Н.Н. и др. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд., перераб. и доп. Т.1., Л., Недра, 1979. – 512 с.

19. Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Виницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. Справочник. Открытые горные работы. М., Горное бюро, 1994. – 590 с.

20. Болотских Н.С., Воронцов В.И. и др. Справочник по осушению горных пород / под ред. Станченко И.К. – М.: Недра, 1984. – 572 с.

21. Нарыжнова Е.Ю., Астапенко Т.С. Геоинформационные технологии в горной промышленности // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Перспективы и инновации в горном деле». – Минск: БНТУ, 2018. - С. 71-76.

22. Лаборатория АгроГИС-технологий. г.Калуга. Конвертируем данные из MapInfo в Surfer. - URL: <http://www.npk-kaluga.ru/MIToSurfer.htm>. 25.04.2021.

23. Ибраимов В.М. Создание и применение географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ: дис. ... PhD, 6D075500 / Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева. – Алматы, 2018. -152 с.

24. Самсонов Б.Г. Приток подземных вод к разведочным горным выработкам. – М.: Недра, 1991. – 159 с.

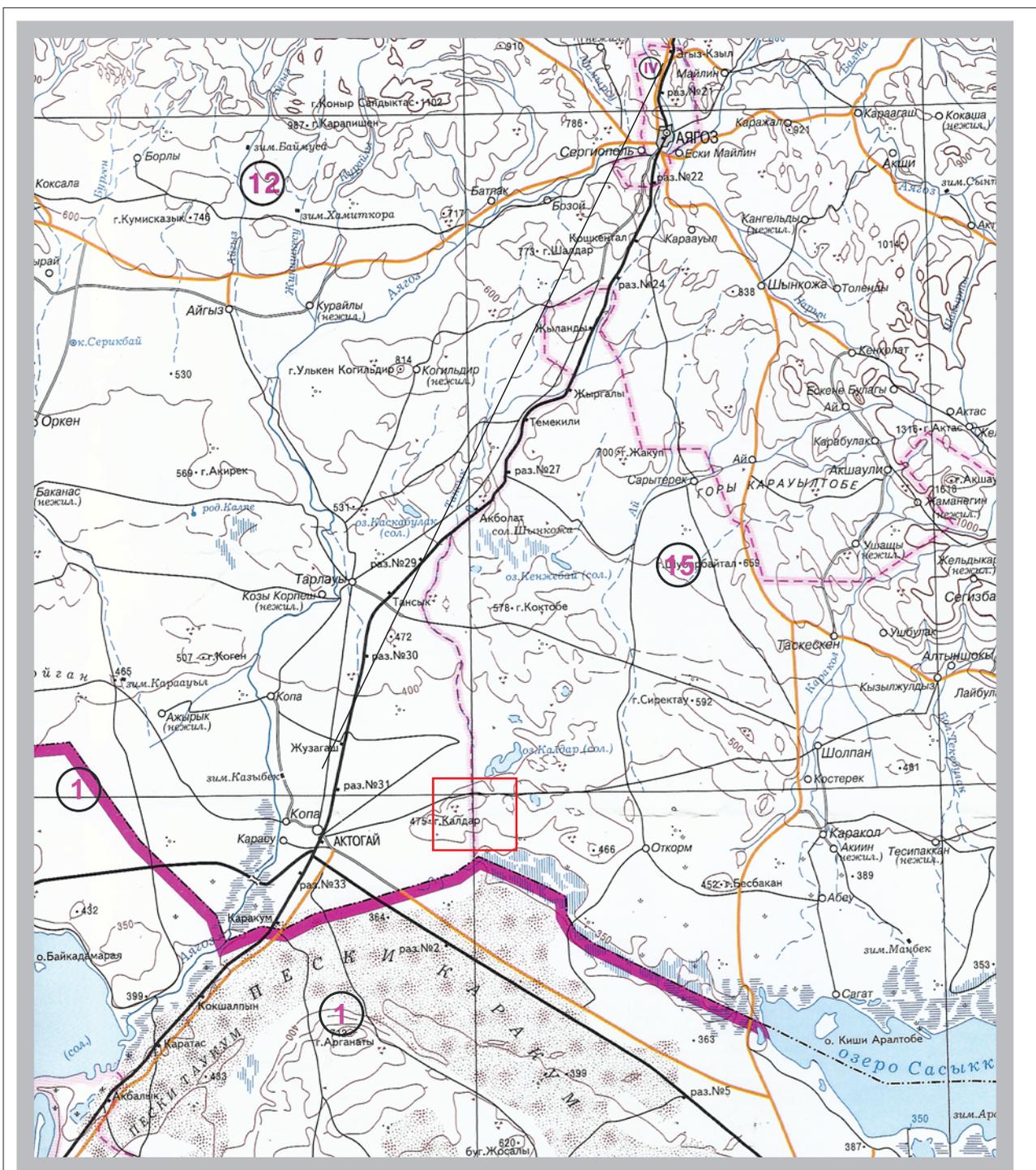
25. СП РК 2.03-103-2013 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. / АО «КазНИИСА», ТОО «ЗЦ АТСЭ». Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами МНЭ РК. – Астана, 2015. – 112 с.

26. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-ІІ // <http://online.zakon.kz>.

27. Кодекс Республики Казахстан О недрах и недропользовании от 27 декабря 2017 года № 125-VІ // <http://adilet.zan.kz>.

28. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. Утверждена приказом Министра энергетики и природных ресурсов Республики Казахстан от 13 августа 1997 г. № 99. Зарегистрирована в Министерстве юстиции Республики Казахстан 15.02.1998 г. за № 462. Утратила силу приказом Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 28 марта 2013 года № 89.

## Обзорная карта района работ



Масштаб 1 : 1 000 000

 - Участок работ

 - территория городского акимата г. Атырау Восточно-Казахстанской области..

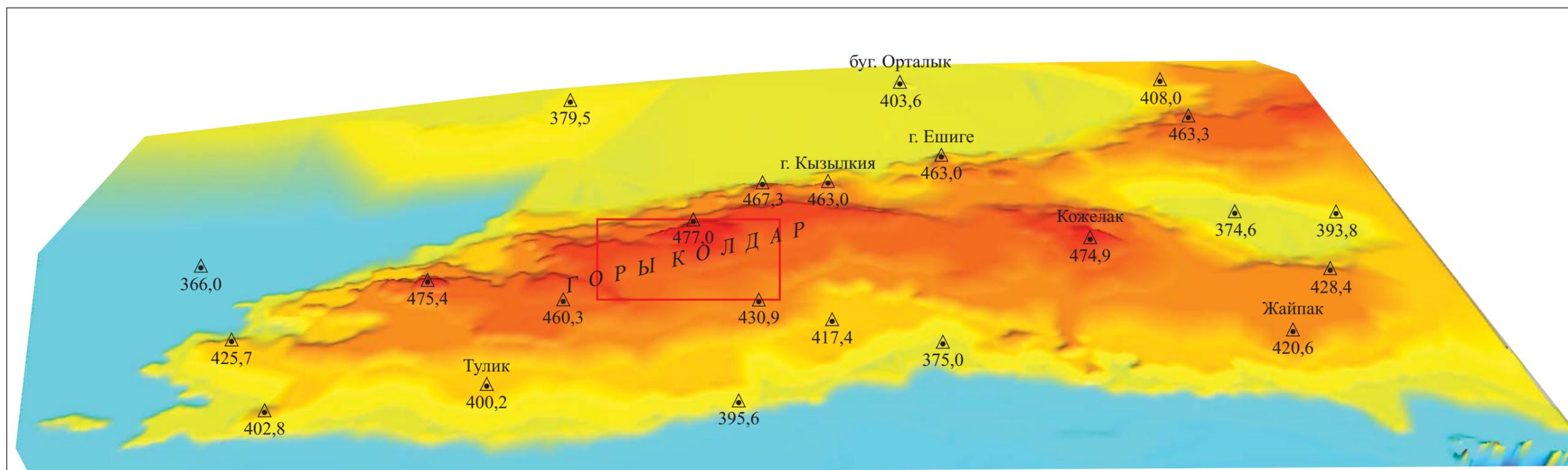
 - Атырауский район Восточно-Казахстанской области.

 - Урджарский район Восточно-Казахстанской области

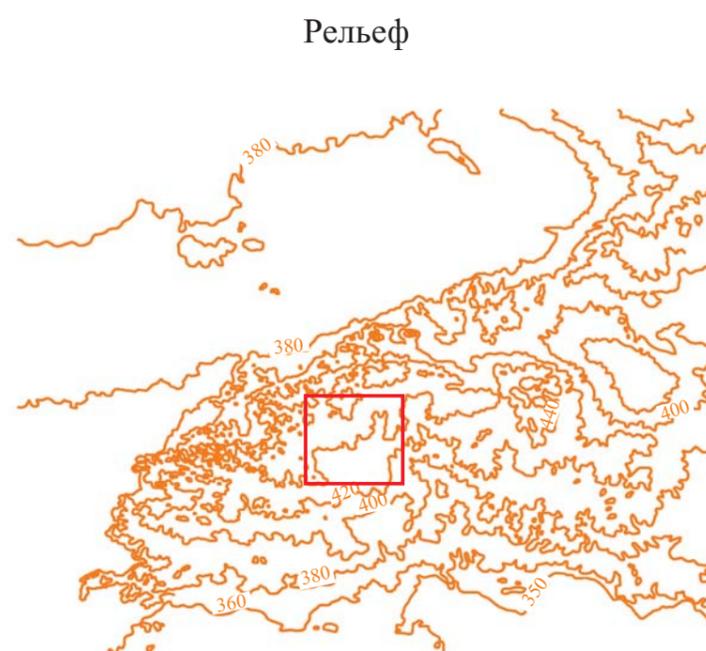
 - Алакольский район Алматинской области.

Выкопировка с административной карты Восточно-Казахстанской области масштаба 1:1 000 000, составленной и подготовленной к печати РКГП «Национальный картографо-геодезический фонд» в 2006 г. Редакторы: Н.В. Величко, Е.Г. Рынкевич, О.К. Чехович. Компьютерная картография: Г.П. Гуркина, Е.А. Скудина.

## 3D карта рельефа района работ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Рельеф

Изозоны рельефа

|   |                              |
|---|------------------------------|
|  | Абсолютная отметка 350-370 м |
|  | Абсолютная отметка 370-400 м |
|  | Абсолютная отметка 400-420 м |
|  | Абсолютная отметка 420-460 м |
|  | Абсолютная отметка 460-480 м |



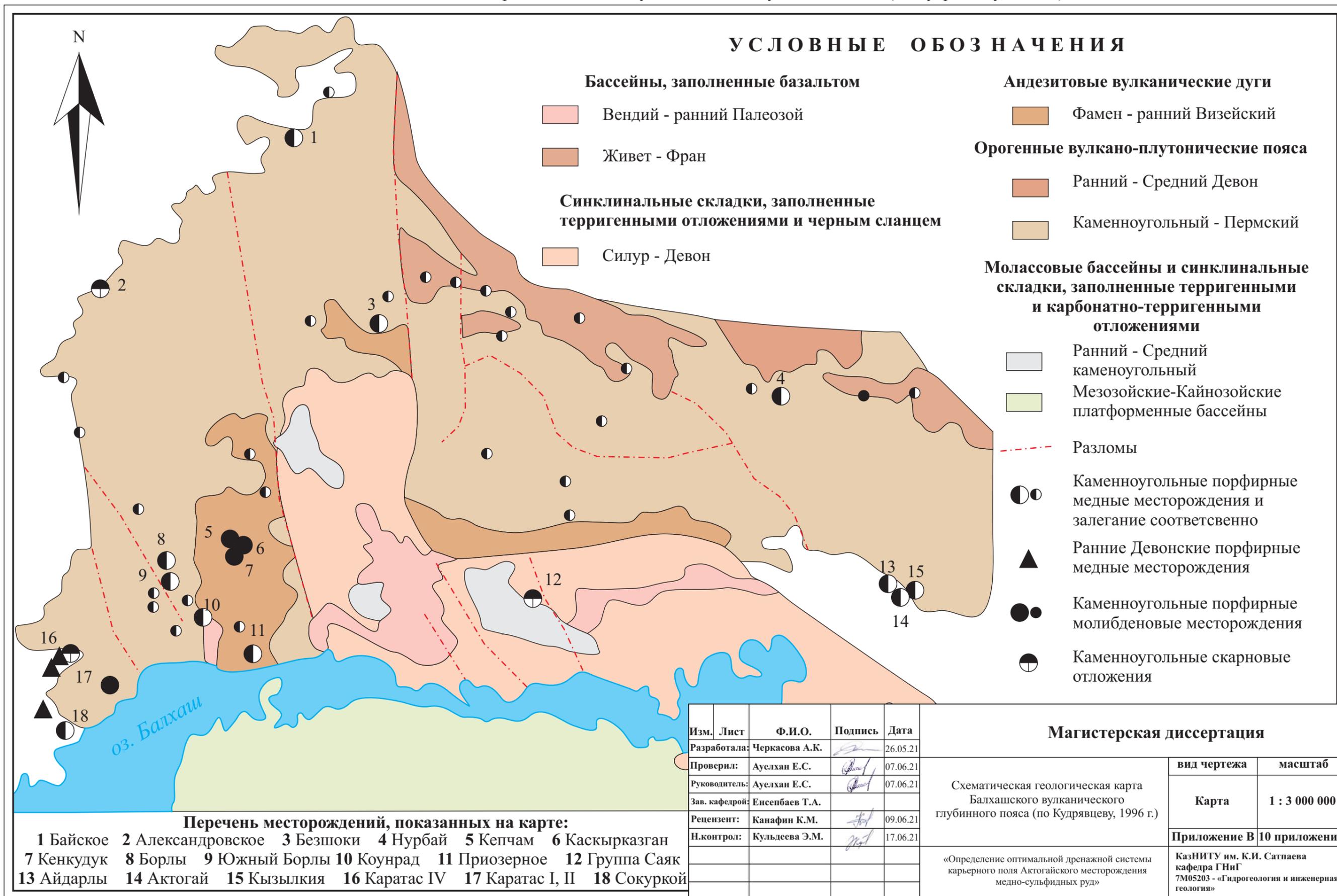
Участок

г. Ешиге  
▲  
463,0

Вверху - название: гор, сопки, бугров, внизу - абсолютная отметка, м.

| Изм.           | Лист           | Ф.И.О.  | Подпись | Дата     | Магистерская диссертация  |  |
|----------------|----------------|---|---------|----------|---|--|
| Разработала:   | Черкасова А.К. |  |         | 26.05.21 | 3D карта рельефа района работ   | вид чертежа  |
| Проверил:      | Ауелхан Е.С.   |  |         | 07.06.21 |   | масштаб  |
| Руководитель:  | Ауелхан Е.С.   |  |         | 07.06.21 |   | 3D Карта   |
| Зав. кафедрой: | Енсепаев Т.А.  |   |         |          |   | -  |
| Рецензент:     | Канафин К.М.   |  |         | 09.06.21 |   | Приложение Б   |
| Н.контроль:    | Кульдеева Э.М. |  |         | 17.06.21 |   | 10 приложений  |
|                |                |   |         |          | «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» | КазНУТУ им. К.И. Сатпаева<br>кафедра ГНиГ<br>7М05203 - «Гидрогеология и инженерная геология» |

Схематическая геологическая карта Балхашского вулканического глубинного пояса (по Кудрявцеву, 1996 г.)



## Приложение Г

**Основные объемы гидрогеологических работ, выполненных при  
разведке Актогайского месторождения**

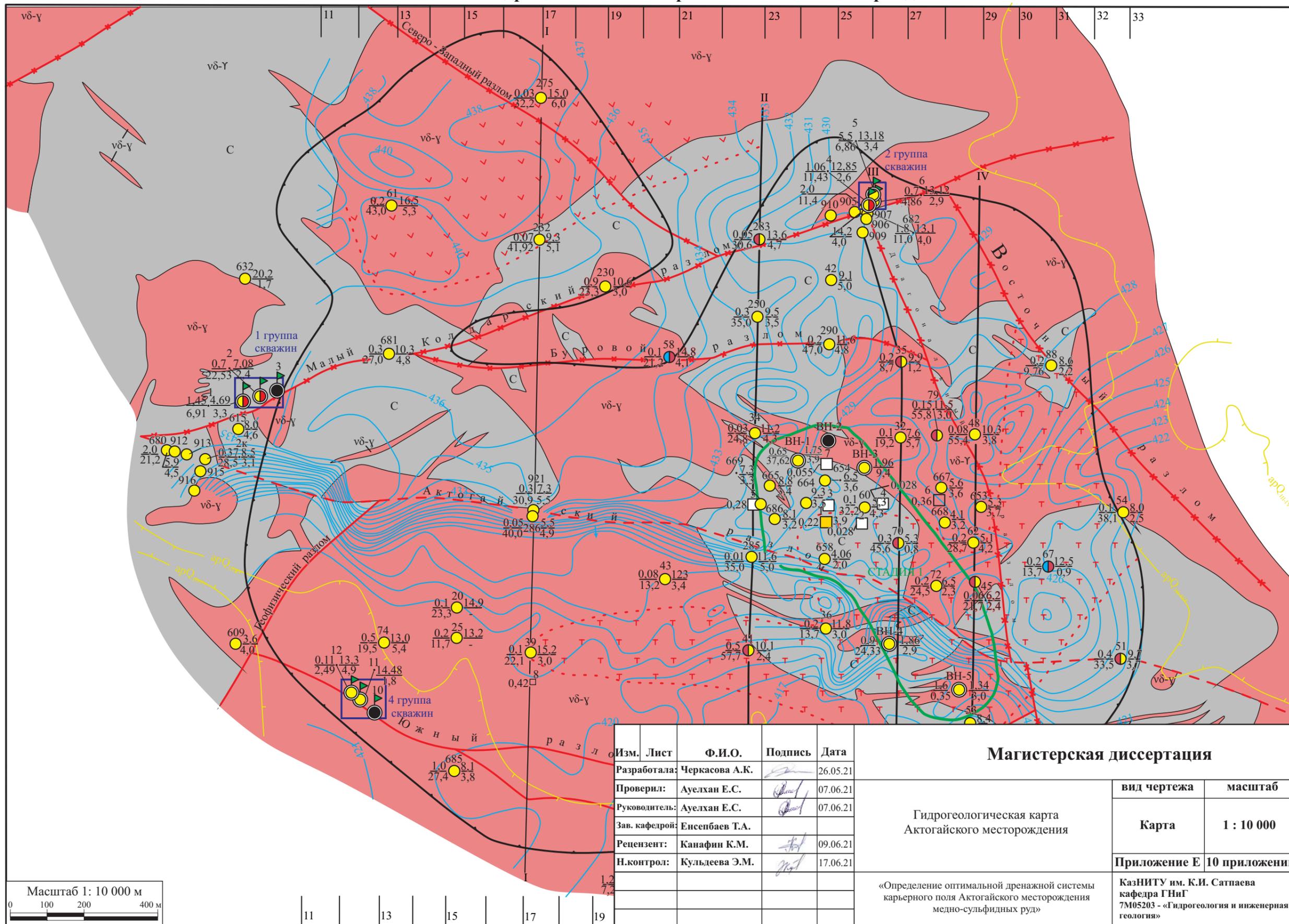
| №№ | Виды работ   | Ед.<br>измерения          | Стадия работ        |                     |
|----|--|---------------------------|---------------------|---------------------|
|    |  |                           | Предварительная     | Детальная           |
| 1  | Маршрутная гидрогеологическая съемка масштаба 1:50 000 | кв.км                     | 350                 | -                   |
| 2  | Чистка разведочных скважин                             | <u>скв.</u><br>п.м.       | <u>20</u><br>2000   | -                   |
| 3  | Механическое бурение скважин:                          |                           |                     |                     |
|    | а) картировочные                                       | -//-                      | <u>33</u><br>1930,6 | -                   |
|    | б) разведочные гидрогеологические                      | -//-                      | <u>2</u><br>1002,5  | <u>12</u><br>2201   |
|    | в) наблюдательные                                      | -//-                      | -                   | <u>9</u><br>904     |
| 4  | Расширение инженерно-геологических скважин             | -//-                      | -                   | <u>10</u><br>2236,6 |
| 5  | Геофизические исследование скважин                     | скв.                      | 33                  | 34                  |
| 6  | Механические откачки:                                  |                           |                     |                     |
|    | а) пробная   | -//-                      | <u>34</u><br>102    | <u>44</u><br>156    |
|    | б) зональная   | -//-                      | <u>4</u><br>20      | <u>18</u><br>90     |
|    | в) опытная кустовая                                    | <u>откачка</u><br>бр/см   | -                   | <u>2</u><br>84      |
| 7  | Режимные наблюдения                                    | <u>ВОДОПУНКТ</u><br>месяц | <u>8</u><br>19      | <u>33</u><br>39     |
| 8  | Лабораторные работы                                    | анализ                    | 105                 | 365                 |
| 9  | Водоотлив из шурфа №1                                  | мес.                      | -                   | 24                  |

## Приложение Д

## Объемы выполненных работ

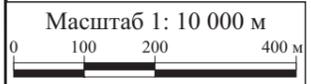
| №№ | Виды работ  | Единицы измерения      | Объемы работ      |                   |
|----|---|------------------------|-------------------|-------------------|
|    |   |                        | Запроектировано   | Выполнено         |
| 1  | 2   | 3                      | 4                 | 5                 |
| 1  | Рекогносцировочное обследование территории Актогайского месторождения       | км <sup>2</sup>        | -                 | 6,5               |
| 2  | Бурение гидрогеологических скважин, в том числе:                            | <u>колич.</u><br>п.м.  | <u>12</u><br>1480 | <u>12</u><br>1480 |
|    | 2.1 Глубиной 50,0 м   | <u>колич.</u><br>п.м.  | <u>4</u><br>200,0 | <u>4</u><br>200,0 |
|    | 2.2 Глубиной 100,0 м  | <u>колич.</u><br>п.м.  | <u>4</u><br>400   | <u>4</u><br>400   |
|    | 2.3 Глубиной 220 м  | <u>колич.</u><br>п.м.  | <u>4</u><br>880   | <u>4</u><br>880   |
| 3  | Геофизические исследования скважин  | <u>колич.</u><br>п.м.  | <u>12</u><br>1480 | <u>12</u><br>1480 |
| 4  | Опробование и литологическое расчленение разрезов скважин по буровому шламу | определение            | -                 | 300               |
| 5  | Полевые опытно-фильтрационные работы  | <u>колич.</u><br>бр/см | <u>12</u><br>36   | <u>12</u><br>36   |
| 6  | Опробование и лабораторные работы   |                        |                   |                   |
|    | 6.1 Органолептические показатели  | проба                  | 12                | 12                |
|    | 6.2 Обобщенные показатели   | проба                  | 12                | 12                |
|    | 6.3 Нефтепродукты   | проба                  | 12                | 12                |
|    | 6.4 Сокращенный химический анализ   | проба                  | 12                | 12                |
|    | 6.5 Неорганические вещества   | проба                  | 12                | 12                |
|    | 6.6 Радиологический анализ  | проба                  | 12                | 12                |
| 7  | Оборудование скважин самописцами-регистраторами                             | скважин                | 12                | 12                |
| 8  | Оборудование оголовков скважин  | скважин                | 12                | 12                |
| 9  | Камеральные работы и составление отчета                                     | отчет                  | 100               | 100               |

Гидрогеологическая карта Актогайского месторождения

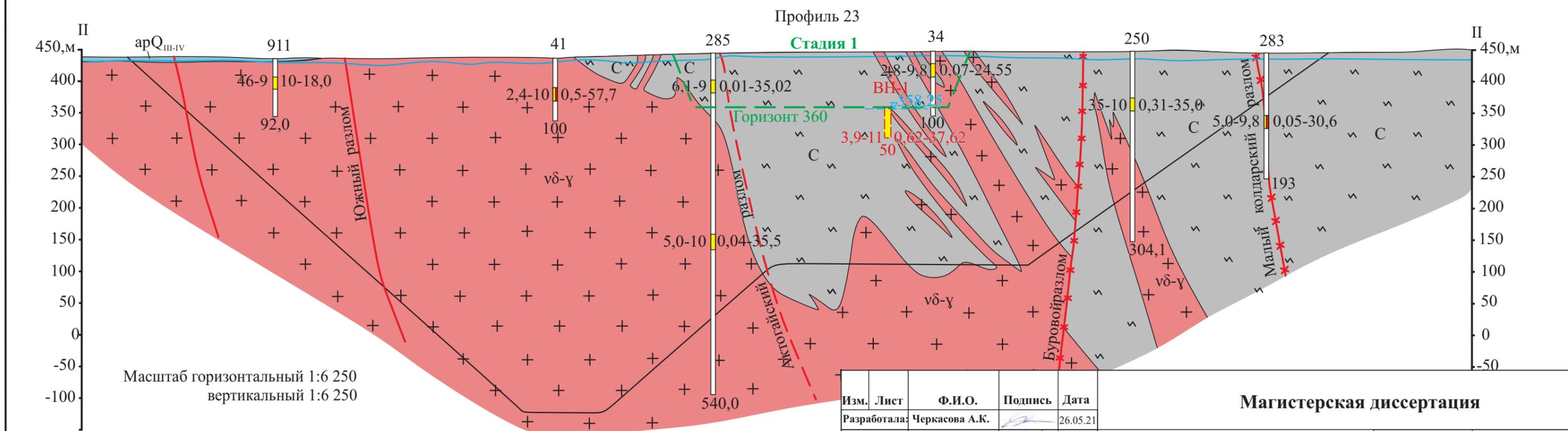
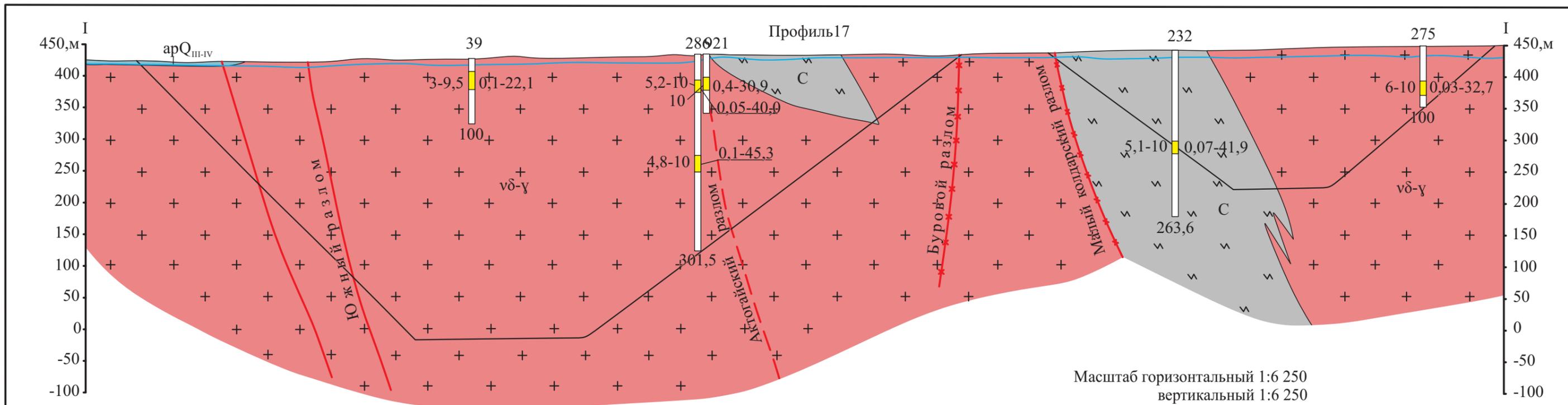


| Изм. | Лист | Ф.И.О.         | Подпись            | Дата     |
|------|------|----------------|--------------------|----------|
|      |      | Черкасова А.К. | <i>[Signature]</i> | 26.05.21 |
|      |      | Ауелхан Е.С.   | <i>[Signature]</i> | 07.06.21 |
|      |      | Ауелхан Е.С.   | <i>[Signature]</i> | 07.06.21 |
|      |      | Енсепаев Т.А.  |                    |          |
|      |      | Канафин К.М.   | <i>[Signature]</i> | 09.06.21 |
|      |      | Кульдеева Э.М. | <i>[Signature]</i> | 17.06.21 |

| Магистерская диссертация  |            |
|---|------------|
| вид чертежа   | масштаб    |
| Карта   | 1 : 10 000 |
| Приложение Е 10 приложений  |            |
| «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» |            |
| КазНУТУ им. К.И. Сатпаева<br>кафедра ГНиГ<br>7М05203 - «Гидрогеология и инженерная геология»                |            |

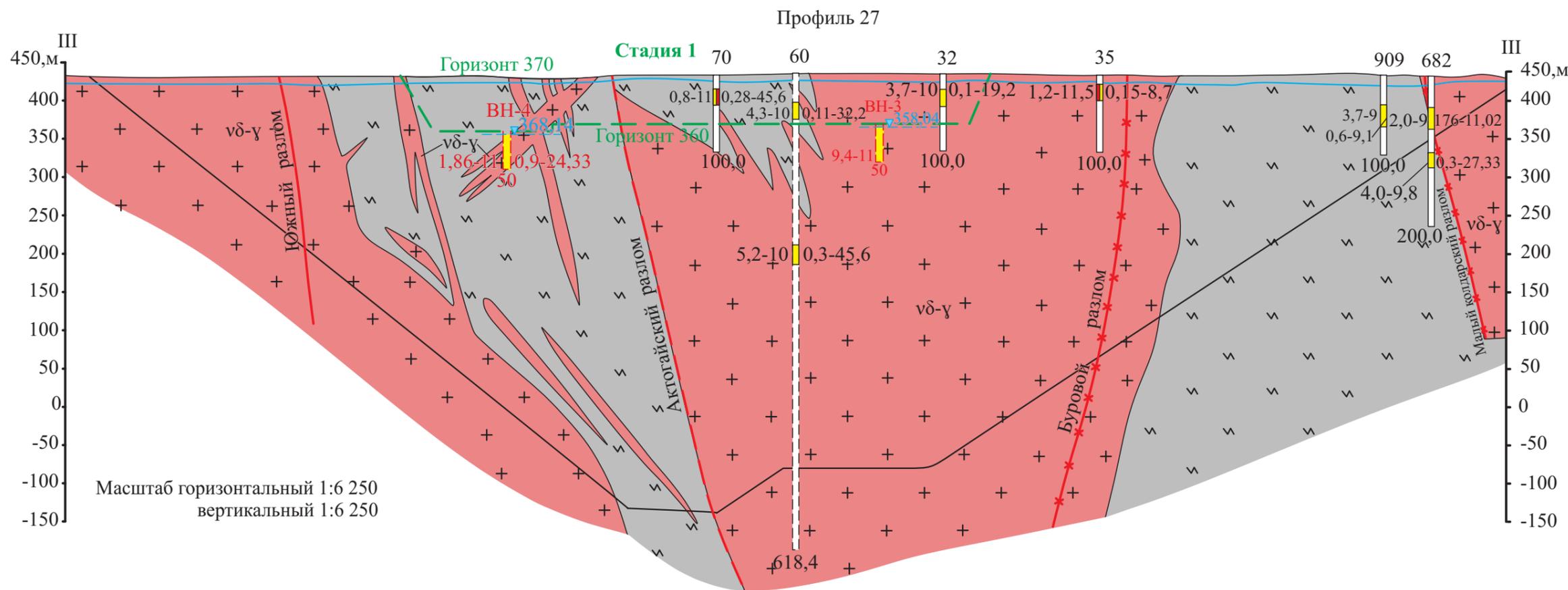


Гидрогеологические разрезы по линии I - I и II - II

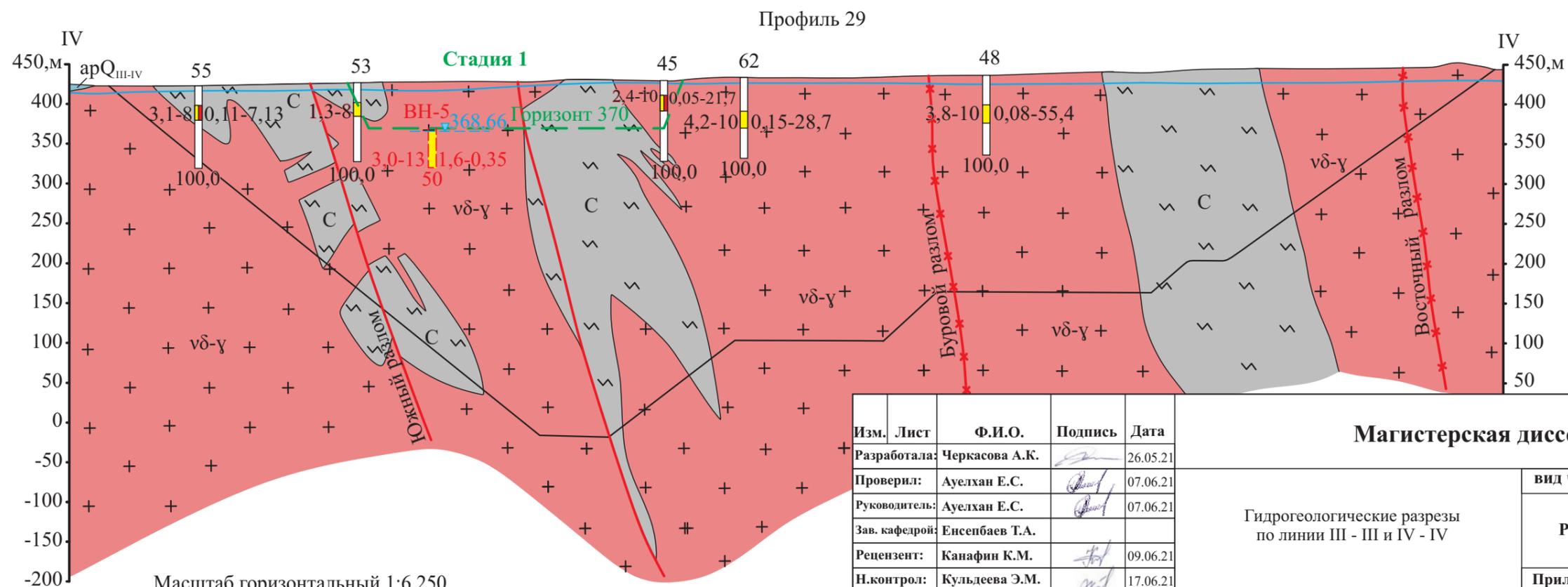


| Изм.           | Лист | Ф.И.О.         | Подпись | Дата     | Магистерская диссертация  |   |
|----------------|------|----------------|---------|----------|---|---|
| Разработала:   |      | Черкасова А.К. |         | 26.05.21 | Гидрогеологические разрезы по линии I - I и II - II   | вид чертежа   |
| Проверил:      |      | Ауелхан Е.С.   |         | 07.06.21 |   | масштаб   |
| Руководитель:  |      | Ауелхан Е.С.   |         | 07.06.21 |   | Разрез  |
| Зав. кафедрой: |      | Енсепаев Т.А.  |         |          |   | 1 : 6 250   |
| Рецензент:     |      | Канафин К.М.   |         | 09.06.21 |   | Приложение Ж10 приложений   |
| Н.контроль:    |      | Кульдеева Э.М. |         | 17.06.21 | «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» | КазНТУ им. К.И. Сатпаева<br>кафедра ГНиГ<br>7M05203 - «Гидрогеология и инженерная геология» |

Гидрогеологические разрезы по линии III - III и IV - IV



Масштаб горизонтальный 1:6 250  
вертикальный 1:6 250



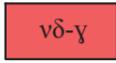
Масштаб горизонтальный 1:6 250  
вертикальный 1:6 250

| Изм.           | Лист | Ф.И.О.         | Подпись | Дата     | Магистерская диссертация  |  |
|----------------|------|----------------|---------|----------|---|--|
| Разработала:   |      | Черкасова А.К. |         | 26.05.21 | Гидрогеологические разрезы по линии III - III и IV - IV   | вид чертежа  |
| Проверил:      |      | Ауелхан Е.С.   |         | 07.06.21 |   | масштаб  |
| Руководитель:  |      | Ауелхан Е.С.   |         | 07.06.21 |   | Разрез   |
| Зав. кафедрой: |      | Енсепбаев Т.А. |         |          |   | 1 : 6 250  |
| Рецензент:     |      | Канафин К.М.   |         | 09.06.21 |   | Приложение И   |
| Н.контроль:    |      | Кульдеева Э.М. |         | 17.06.21 | 10 приложений   |  |
|                |      |                |         |          | «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» | КазНУТУ им. К.И. Сатпаева кафедра ГНиГ 7М05203 - «Гидрогеология и инженерная геология» |

## Условные обозначения к гидрогеологической карте и гидрогеологическим разрезам по линиям I - I - IV - IV

## У С Л О В Н Ы Е    О Б О З Н А Ч Е Н И Я

## I. Распространение водоносных горизонтов, комплексов и вод спорадического распространения

-  **C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>** Подземные воды открытой трещиноватости нерасчлененных верхнекаменноугольных нижнепермских отложений. Песчаники, туфоконгломераты, туфо песчаники, туфы.
-  **C** Подземные воды зоны открытой трещиноватости каменноугольных отложений. Нерасчлененные вулканиты. Туфы липаритового, андезитового и андезито-дацитового состава.
-  **vδ-γ** Подземные воды зоны открытой трещиноватости разновозрастных интрузивных пород кислого и среднего состава. Граниты, гранодиориты, диориты, габбро-диориты.

## II. Распространение водоупорных или водопроницаемых, но безводных пород

-  **dpQ<sub>III-IV</sub>** Контур распространения верхнечетвертичных-современных делювиально-пролювиальных отложений.

## III. Водоупункты

-  **170**  
4,5  
2,4 Скважина разведочная
-  **586**  
0,8 4,7  
35,4 3,0 Скважина гидрогеологическая
-  **586**  
0,8 4,7  
35,4 3,0 Центральная скважина опытного куста
-  **6**  
0,7 13,12  
4,86 2,9 Гидрогеологическая скважина пробуренная в рамках проведения НИОКР по изучению зональности (оставлена как наблюдательная)
-  **ВН-1**  
0,65 1,75  
37,62 3,9 Гидрогеологическая скважина пробуренная для изучения возможности понижения уровня в карьере (Стадия 1)
-  **1**  
0,22 3,9 Шурф. Цифры: сверху его номер; слева дебит, л/с; справа минерализация, г/л
- Цифры: сверху ее номер и возрастной индекс водоносных пород; слева в числителе-дебит, л/с; в знаменателе-понижение, м; справа в числителе-глубина установившегося уровня, м; в знаменателе-минерализация, г/л.

## IV. Минерализация и химический состав воды в водоупунктах

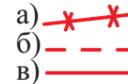
(Граница и условные знаки минерализации воды для первого от поверхности водоносного горизонта)

-  **3-5г/л**  **5-10г/л**

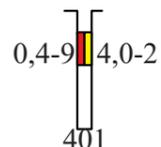
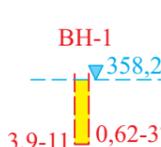
Примечание: без крапа оставлены участки с минерализацией 1-3г/л.

 Границы подземных вод с различной минерализацией Вода с преобладанием сульфатного иона Вода смешанные двухкомпонентные

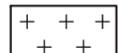
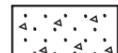
## V. Прочие знаки

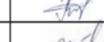
-  **I - I** Линия гидрогеологического разреза
-  **а) б) в)** Разломы: а) водоносные; б) безводные; в) гидрогеологические значение которых не выяснено
-  **419** Гидроизогипсы первого от поверхности водоносного горизонта (по состоянию на 12.11.1979г.)
-  Основное направление движения подземных вод
-  Контур карьера месторождения Актогай
-  **2 группа скважин** Участок группы гидрогеологических скважин пробуренных в рамках проведения НИОКР по изучению зональности (скважины оставлены в качестве наблюдательных)

## VI. На разрезах

-  Пьезометрический уровень
-  Уровень подземных вод со свободной поверхности
-  **29**  
0,4-9 4,0-21,1  
401 Скважина. Цифра сверху-ее номер; внизу-глубина, м; справа первая-дебит, л/с; вторая-понижение, м; слева первая-минерализация воды, г/л; вторая-температура воды, С°. Закраска соответствует химическому составу воды в опробованном интервале глубин.
-  **ВН-1**  
3,9-11 0,62-37,62  
50 Скважина пробуренная для изучения возможности понижения уровня в карьере (Стадия 1), спроецированная на линию разреза. Цифры: сверху-номер скважины; внизу-глубина, м; справа первая-дебит, л/с; вторая-понижение, м; слева первая-минерализация воды, г/л; вторая-температура воды, С°. Синей пунктирной линией показан уровень подземных вод в скважине, рядом цифра - абсолютная отметка уровня, м. Закраска соответствует химическому составу воды в опробованном интервале глубин.
-  **Стадия 1**  
Горизонт 360 Контур отработки карьера спроецированного и попадающего на линию разреза. Абсолютная отметка рабочего горизонта, м

## VII. Литология пород

-  Гранитоиды  Нерасчлененные вулканиты  Щебень

| Изм.           | Лист | Ф.И.О.         | Подпись   | Дата     | Магистерская диссертация  |  |
|----------------|------|----------------|---|----------|---|--|
| Разработала:   |      | Черкасова А.К. |  | 26.05.21 | Условные обозначения к гидрогеологической карте и гидрогеологическим разрезам по линиям I - I - IV - IV     | вид чертежа  |
| Проверил:      |      | Ауелхан Е.С.   |  | 07.06.21 |   | масштаб  |
| Руководитель:  |      | Ауелхан Е.С.   |  | 07.06.21 |   | Условные обозначения   |
| Зав. кафедрой: |      | Енсепаев Т.А.  |   |          |   | -  |
| Рецензент:     |      | Канафин К.М.   |  | 09.06.21 |   | Приложение К   |
| Н.контроль:    |      | Кульдеева Э.М. |  | 17.06.21 |   | 10 приложений  |
|                |      |                |   |          | «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» | КазНУТУ им. К.И. Сатпаева<br>кафедра ГНиГ<br>7М05203 - «Гидрогеология и инженерная геология» |

## Приложение Л

## Данные о величинах карьерного водоотлива

| Год  | Месяц    | Количество откаченной воды |                       | Количество использованной воды для полива дорог и пылеподавления |                       | Итого                 |                       |
|--|----------|----------------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  |          | м <sup>3</sup> /месяц      | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /месяц  | м <sup>3</sup> /сутки | м <sup>3</sup> /месяц | м <sup>3</sup> /сутки |
| 2016   | Январь   | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Февраль  | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Март     | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Апрель   | 7425                       | 247,5                 | 7425   | 247,5                 | 14850                 | 495,0                 |
|  | Май      | 17100                      | 551,6                 | 17100  | 551,6                 | 34200                 | 1 103,2               |
|  | Июнь     | 7500                       | 250,0                 | 7500   | 250,0                 | 15000                 | 500,0                 |
|  | Июль     | 2700                       | 90,0                  | 2700   | 90,0                  | 5400                  | 180,0                 |
|  | Август   | 5325                       | 171,8                 | 5325   | 171,8                 | 10650                 | 343,5                 |
|  | Сентябрь | 13125                      | 437,5                 | 13125  | 437,5                 | 26250                 | 875,0                 |
|  | Октябрь  | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Ноябрь   | 75                         | 2,5                   | 75   | 2,5                   | 150                   | 5,0                   |
|  | Декабрь  | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
| 2017   | Январь   | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Февраль  | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Март     | 60470                      | 1950,6                | 1350   | 43,5                  | 61820                 | 1 994,2               |
|  | Апрель   | 331755                     | 11058,5               | 17550  | 585,0                 | 349305                | 11 643,5              |
|  | Май      | 82307                      | 2655,1                | 26175  | 844,4                 | 108482                | 3 499,4               |
|  | Июнь     | 113850                     | 3795,0                | 28200  | 940,0                 | 142050                | 4 735,0               |
|  | Июль     | 81320                      | 2710,7                | 32550  | 1 085,0               | 113870                | 3 795,7               |
|  | Август   | 11370                      | 366,8                 | 8625   | 278,2                 | 19995                 | 645,0                 |
|  | Сентябрь | 17372                      | 579,1                 | 4950   | 165,0                 | 22322                 | 744,1                 |
|  | Октябрь  | 6755                       | 217,9                 | 0  | 0,0                   | 6755                  | 217,9                 |
|  | Ноябрь   | 80770                      | 2692,3                | 0  | 0,0                   | 80770                 | 2 692,3               |
|  | Декабрь  | 95298                      | 3074,1                | 0  | 0,0                   | 95298                 | 3 074,1               |
| 2018   | Январь   | 52467,3                    | 1692,5                | 0  | 0,0                   | 52467,3               | 1 692,5               |
|  | Февраль  | 45723                      | 1633,0                | 0  | 0,0                   | 45723                 | 1 633,0               |
|  | Март     | 486394,7                   | 15690,2               | 900  | 29,0                  | 487294,7              | 15 719,2              |
|  | Апрель   | 11009,7                    | 367,0                 | 6825   | 227,5                 | 17834,7               | 594,5                 |
|  | Май      | 5477                       | 176,7                 | 29025  | 936,3                 | 34502                 | 1 113,0               |
|  | Июнь     | 2376                       | 79,2                  | 30750  | 1 025,0               | 33126                 | 1 104,2               |
|  | Июль     | 2143                       | 71,4                  | 11925  | 397,5                 | 14068                 | 468,9                 |
|  | Август   | 1157                       | 37,3                  | 600  | 19,4                  | 1757                  | 56,7                  |
|  | Сентябрь | 3525                       | 117,5                 | 3075   | 102,5                 | 6600                  | 220,0                 |
|  | Октябрь  | 6587                       | 212,5                 | 1350   | 43,5                  | 7937                  | 256,0                 |
|  | Ноябрь   | 13595                      | 453,2                 | 0  | 0,0                   | 13595                 | 453,2                 |
|  | Декабрь  | 11496,7                    | 370,9                 | 0  | 0,0                   | 11496,7               | 370,9                 |
| 2019   | Январь   | 3576,3                     | 115,4                 | 0  | 0,0                   | 3576,3                | 115,4                 |
|  | Февраль  | 0                          | 0,0                   | 0  | 0,0                   | 0                     | 0,0                   |
|  | Март     | 39800                      | 1283,9                | 3588   | 115,7                 | 43388                 | 1 399,6               |
|  | Апрель   | 33544                      | 1118,1                | 19504  | 650,1                 | 53048                 | 1 768,3               |
|  | Май      | 18604,7                    | 600,2                 | 34015  | 1 097,3               | 52619,7               | 1 697,4               |
|  | Июнь     | 16495                      | 549,8                 | 38763  | 1 292,1               | 55258                 | 1 841,9               |
|  | Июль     | 16215                      | 540,5                 | 50346  | 1 678,2               | 66561                 | 2 218,7               |
|  | Август   | 10630                      | 342,9                 | 44383  | 1 431,7               | 55013                 | 1 774,6               |
|  | Сентябрь | 7146                       | 238,2                 | 27750  | 925,0                 | 34896                 | 1 163,2               |
| Итого, м <sup>3</sup>                                    |          | 1722479                    |                       | 475449   |                       | 2197928               |                       |
| Среднее за рассматриваемый период, м <sup>3</sup> /сутки |          |                            | 1261,9                |  | 348,3                 |                       | 1610,2                |

## Метаданные

Название

**Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.docx**

Автор

**Черкасова Анастасия Константиновна**

Научный руководитель

**Ергали Ауелхан**

Подразделение

**ИГНИГД**

## Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

|                        |   |    |
|------------------------|---|----|
| Замена букв            |  | 4  |
| Интервалы              |  | 0  |
| Микропробелы           |  | 2  |
| Белые знаки            |  | 0  |
| Парафразы (SmartMarks) |  | 68 |

## Объем найденных подобиий

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

**9086**

Количество слов



КЦ

**72972**

Количество символов

## Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

| ПОРЯДКОВЫЙ<br>НОМЕР | НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)   | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ<br>(ФРАГМЕНТОВ) |        |
|---------------------|--|--|--------|
| 1                   | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД</b><br>Черкасова Анастасия Константиновна, Ибраимов Виталий Медатович 4/6/2021<br>Satbayev University (ИГНИГД)               | 156  | 1.72 % |
| 2                   | <a href="https://docs.cntd.ru/document/871001024">https://docs.cntd.ru/document/871001024</a>  | 77   | 0.85 % |
| 3                   | <b>«Проект отработки окисленных руд методом кучного выщелачивания на примере месторождения Актогай»</b><br>Сапаров Е.Е. 5/11/2018<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП) | 74   | 0.81 % |

|    |  |    |        |
|----|--|----|--------|
| 4  | <b>«Проект отработки окисленных руд методом кучного выщелачивания на примере месторождения Актогай»</b><br>Сапаров Е.Е. 5/11/2018<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП) | 62 | 0.68 % |
| 5  | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД</b><br>Черкасова Анастасия Константиновна, Ибраимов Виталий Медатович 4/6/2021<br>Satbayev University (ИГНиГД)               | 62 | 0.68 % |
| 6  | <a href="http://industrial-wood.ru/dobycha-i-pererabotka/10214-osushenie-porod-pered-vyemkoy.html">http://industrial-wood.ru/dobycha-i-pererabotka/10214-osushenie-porod-pered-vyemkoy.html</a>        | 58 | 0.64 % |
| 7  | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД</b><br>Черкасова Анастасия Константиновна, Ибраимов Виталий Медатович 4/6/2021<br>Satbayev University (ИГНиГД)               | 57 | 0.63 % |
| 8  | <b>«Проект отработки окисленных руд методом кучного выщелачивания на примере месторождения Актогай»</b><br>Сапаров Е.Е. 5/11/2018<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП) | 56 | 0.62 % |
| 9  | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД</b><br>Черкасова Анастасия Константиновна, Ибраимов Виталий Медатович 4/6/2021<br>Satbayev University (ИГНиГД)               | 55 | 0.61 % |
| 10 | <a href="https://base.garant.ru/2156737/">https://base.garant.ru/2156737/</a>  | 53 | 0.58 % |

из базы данных RefBooks (0.00 %)

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | НАЗВАНИЕ | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) |
|------------------|----------|---|
|------------------|----------|---|

из домашней базы данных (10.94 %)

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | НАЗВАНИЕ   | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) |
|------------------|--|---|
| 1                | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД</b><br>Черкасова Анастасия Константиновна, Ибраимов Виталий Медатович 4/6/2021<br>Satbayev University (ИГНиГД) | 657 (25) 7.23 %                         |
| 2                | <b>Проект отделения электролиза меди производительностью 25 тысяч тонн катодной меди в год</b><br>Лобанова Е.В. 5/18/2017<br>Satbayev University (Г_М_И)                                 | 157 (9) 1.73 %                          |
| 3                | <b>Оценка эксплуатационных запасов подземных вод на участке Актогай методом Тейма, Ньюмана, Д'Гли, Хантуша.doc</b><br>Даиржанов Ален Есетович 6/8/2018<br>Satbayev University (ИГНиГД)   | 97 (6) 1.07 %                           |
| 4                | <b>Проект обогатительной фабрики по переработке медной руды Актогайское месторождения с производительностью 3000000 тонн в год</b><br>Галиев И.С 5/8/2019<br>Satbayev University (Г_М_И) | 83 (4) 0.91 %                           |

из программы обмена базами данных (3.68 %)

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | НАЗВАНИЕ | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) |
|------------------|----------|---|
|------------------|----------|---|

|   |   |         |        |
|---|---|---------|--------|
| 1 | <b>«Проект отработки окисленных руд методом кучного выщелачивания на примере месторождения Актогай»</b><br>Сапаров Е.Е. 5/11/2018<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП)  | 260 (6) | 2.86 % |
| 2 | <b>Геологическое строение и условия формирования медно-порфирового месторождения Актогай</b><br>Тусупбекова М.М. 17-МГР(ГР)-1,5а 1/22/2019<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП)   | 37 (4)  | 0.41 % |
| 3 | <b>Проект разработки месторождения Актогай. Обоснование параметров карьера и выбор системы разработки (Комплексный дипломный проект Часть 1)</b><br>Барзанов Е. Э.15-ГДК-1 5/16/2019<br>D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП) | 37 (3)  | 0.41 % |

### из интернета (7.00 %)

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | ИСТОЧНИК URL  | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) |        |
|------------------|---|---|--------|
| 1                | <a href="http://industrial-wood.ru/dobycha-i-pererabotka/10214-osushenie-porod-pered-vyemkoy.html">http://industrial-wood.ru/dobycha-i-pererabotka/10214-osushenie-porod-pered-vyemkoy.html</a> | 121 (3)                                 | 1.33 % |
| 2                | <a href="https://docs.cntd.ru/document/871001024">https://docs.cntd.ru/document/871001024</a>   | 85 (2)                                  | 0.94 % |
| 3                | <a href="https://www.kazminerals.com/ru/our-business/aktogay/">https://www.kazminerals.com/ru/our-business/aktogay/</a>   | 76 (5)                                  | 0.84 % |
| 4                | <a href="https://official.satbayev.university.ru/teachers/zavaley-vyacheslav-alekseevich">https://official.satbayev.university.ru/teachers/zavaley-vyacheslav-alekseevich</a>                   | 73 (7)                                  | 0.80 % |
| 5                | <a href="https://base.garant.ru/2156737/">https://base.garant.ru/2156737/</a>   | 66 (2)                                  | 0.73 % |
| 6                | <a href="https://files.stroyinf.ru/Data1/53/53685/index.htm">https://files.stroyinf.ru/Data1/53/53685/index.htm</a>   | 64 (5)                                  | 0.70 % |
| 7                | <a href="https://kodeksy-kz.com/ka/vodnyj_kodeks_rk/66.htm">https://kodeksy-kz.com/ka/vodnyj_kodeks_rk/66.htm</a>   | 42 (4)                                  | 0.46 % |
| 8                | <a href="https://kodeksy-kz.com/ka/vodnyj_kodeks_rk/103.htm">https://kodeksy-kz.com/ka/vodnyj_kodeks_rk/103.htm</a>   | 41 (1)                                  | 0.45 % |
| 9                | <a href="https://kodeksy-kz.com/ka/kodeks_o_nedrah_i_nedropolzovanii/212.htm">https://kodeksy-kz.com/ka/kodeks_o_nedrah_i_nedropolzovanii/212.htm</a>   | 24 (1)                                  | 0.26 % |
| 10               | <a href="https://megaobuchalka.ru/3/29623.html">https://megaobuchalka.ru/3/29623.html</a>   | 18 (2)                                  | 0.20 % |
| 11               | <a href="http://www.geolink-consulting.ru/company/publications/drenazh.html">http://www.geolink-consulting.ru/company/publications/drenazh.html</a>   | 12 (2)                                  | 0.13 % |
| 12               | <a href="https://www.zakon.kz/4924878-utverzhdeny-pravila-finansirovaniya.html">https://www.zakon.kz/4924878-utverzhdeny-pravila-finansirovaniya.html</a>                                       | 9 (1)                                   | 0.10 % |
| 13               | <a href="http://extwprlegs1.fao.org/docs/texts/blr81420.doc">http://extwprlegs1.fao.org/docs/texts/blr81420.doc</a>   | 5 (1)                                   | 0.06 % |

### Список принятых фрагментов

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | СОДЕРЖАНИЕ   | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) |
|------------------|--|---|
|                  | <b>ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИ...</b> <input checked="" type="checkbox"/> | <b>657 (7.23%)</b>                      |

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Черкасова Анастасия Константиновна

**Название:** Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.docx

**Координатор:** Ергали Ауелхан

**Коэффициент подобия 1:** 14.4

**Коэффициент подобия 2:** 8

**Замена букв:** 4

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 2

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

*Работа выполнена самостоятельно и не имеет заимствований*

*16.06.2021*

Дата



..... Ауелхан Е.С.

Подпись Научного руководителя

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Черкасова Анастасия Константиновна

**Название:** Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.docx

**Координатор:** Ергали Ауелхан

**Коэффициент подобия 1:**14.4

**Коэффициент подобия 2:**8

**Замена букв:**4

**Интервалы:**0

**Микропробелы:**2

**Белые знаки:**0

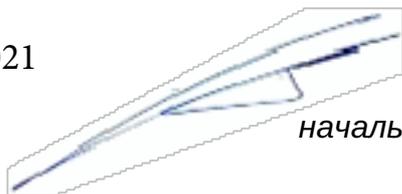
**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

**Обоснование:**

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, работа признается самостоятельной и допускается к защите.  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата 26.06.2021



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

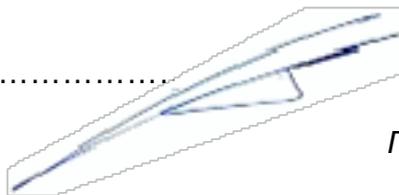
**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

Магистерская диссертация допускается к защите.

.....  
.....  
.....  
.....

.....

Дата 26.06.2021



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию Черкасовой Анастасии Константиновны  
выпускника кафедры Геология нефти и газа

Института геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова,  
представленную на соискание академической степени магистра технических  
наук по специальности 6М075500 – «Гидрогеология и инженерная геология»

На тему: «Определение оптимальной дренажной системы карьерного  
поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд»

Диссертационную работу Черкасова Анастасия выполнила в  
установленные календарным планом сроки.

Актуальность работы заключалась в определении оптимальной  
системы дренажа карьерного поля Актогайского месторождения медно-  
сульфидных руд.

В диссертационной работе: кратко рассмотрены общие, природные и  
гидрогеологические условия Актогайского месторождения, приведены  
данные по его геологическому строению; выполнен прогноз изменений  
гидрогеологических условий при освоении Актогайского месторождения,  
включающий в себя сведения об освоении месторождения и прогноз  
водопритоков в карьер, обоснование и расчеты возможности понижения  
уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1  
Актогайского карьера, сопоставление гидрогеологических параметров  
разрабатываемого участка карьера с ранее выполненными работами;  
выполнено построение моделей уровенной и дневной поверхностей  
месторождения с возможностью визуализации данных моделей в 3-Д  
формате; дано обоснование выбора дренажной системы карьерного поля  
Актогайского месторождения медно-сульфидных руд с рекомендациями по  
организации дренажной системы карьерного поля и его дальнейшему  
гидрогеологическому изучению.

Помимо всего вышеизложенного в диссертационной работе Черкасова  
Анастасия провела анализ правовых аспектов использования дренажных вод  
согласно действующему законодательству Республики Казахстан. Данный  
анализ рассмотрения административно-правовых возможностей  
использования подземных вод является редким для такого рода работ.

При написании диссертационной работы Черкасова Анастасия  
показала возможности обработки гидрогеологических данных в различных  
компьютерных программах, таких как Corel DRAW, MapInfo Professional с  
использованием утилиты MapInfo Vertical Mapper, Surfer. Использование  
данных программ позволило оформить диссертационную работу  
разнообразным картографическим материалом, с изображением 3-Д моделей

различных поверхностей Актогайского месторождения на разных стадиях его освоения.

Считаю, что тема диссертационной работы раскрыта полностью. Работа оформлена в соответствии с установленными требованиями и содержит все необходимые материалы в надлежаще представленном виде.

Также считаю нужным отметить, что за период обучения и выполнения магистерской диссертации Черкасова Анастасия проявила себя как ответственный, самодостаточный специалист, умело справляющийся с поставленными задачами на высоком профессиональном уровне.

По объёму представленных материалов и оформлению работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям на соискание академической степени магистра. Диссертационная работа Черкасовой Анастасии представляет собой завершённое исследование, выполненное на высоком научном уровне.

Диссертационная работа на тему: «Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, а её автор Черкасов Анастасия Константиновна заслуживает присвоения академической степени магистра по специальности «Гидрогеология и инженерная геология».

**Научный руководитель**  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор



Ауелхан Е.С.

« 07 » июня 2021 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

**Черкасовой Анастасии Константиновны**

выпускника кафедры Геология нефти и газа Института геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова, представленную на соискание академической степени магистра технических наук по специальности 6М075500 - «Гидрогеология и инженерная геология»

На тему: *«Определение оптимальной дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд»*

Выполнено:

- а) графическая часть на 7 листах, представленных в приложениях;
- б) пояснительная записка на 60 страницах, включая рисунки.

### **Обоснованность темы исследований и постановки задачи**

Основной целью диссертационной работы было определение системы дренажа, которая обеспечит нормальные условия работы горно-транспортного оборудования, устойчивость откосов бортов и уступов, уменьшение влажности полезного ископаемого. Выбор дренажных мероприятий, входящий в задачи диссертационной работы, обуславливает уровень их эффективности и напрямую влияет на рентабельность самой разработки Актогайского месторождения.

В настоящее время ТОО «KAZ Minerals Aktogay» реализует проект по разработке Актогайского месторождения медно-сульфидных руд, являющегося крупнейшим в Казахстане.

Учитывая вышеизложенное, я как рецензент, считаю тему исследований обоснованной и достаточно актуальной.

### **Оценка работы**

Магистерская диссертация посвящена определению оптимальной системы дренажа карьерного поля, детально рассматривающей гидрогеологические особенности Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.

В *первом разделе* работы приводится краткий обзор общим и природным условиям Актогайского месторождения.

Во *втором разделе* рассмотрены геологическое строение и гидрогеологические условия Актогайского месторождения, подробно описаны методика, объемы и результаты гидрогеологических работ и исследований, выполненных при детальной разведке рассматриваемого месторождения, изучения параметров и физико-фильтрационных свойств водоносных зон.

В *третьем разделе* проведен прогноз изменений гидрогеологических условий при освоении Актогайского месторождения. В разделе приведены сведения об освоении месторождения и прогноз водопритоков в карьер, обоснованы и рассчитаны возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера, выполнено построение моделей уровенной и дневной поверхностей месторождения.

В *четвертом разделе* проведено обоснование выбора дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения медно-сульфидных руд.

*Пятый раздел* рассматривает правовые аспекты использования дренажных вод согласно действующему законодательству Республики Казахстан.

В *шестом разделе* даны рекомендации по организации дренажной системы карьерного поля Актогайского месторождения и его дальнейшему гидрогеологическому изучению.

### **Замечания к работе**

Отдельные незначительные замечания редакционного и корректурного характера высказаны автору диссертации устно и должны быть устранены при подготовке материала к защите.

### **Выводы и рекомендации**

Тема работы Черкасовой Анастасии Константиновны раскрыта полностью. Работа оформлена в соответствии с установленными требованиями, содержит аналитические таблицы и расчеты, подкреплена графическим материалом и рисунками с отображением результатов 3-D моделирования, повышающие наглядность текстового материала.

Диссертация Черкасовой Анастасии Константиновны представляет собой завершенное исследование, выполненное на высоком профессиональном и научном уровне. Работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к магистерской диссертации, и заслуживает высокой оценки.

Рецензент рекомендует магистерскую диссертацию Черкасовой Анастасии Константиновны на соискание академической степени магистра к защите.

**Рецензент**

PhD, Научный сотрудник  
ТОО «Институт Гидрогеологии и  
геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина»,  
Сатпаев Университет



Канафин К.М.

(подпись)

« 8 » июня 2021 г.