

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
*Кафедра региональной геологии и полезных ископаемых*

**Учебное пособие по курсу**  
**«РАЗВЕДКА И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

**Казань – 2023**

**УДК 658.5:55.553**

*Печатается по решению Учебно-методической комиссии института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) Федерального Университета Протокол № 4 от 02.02.2023 года.*

**Составители:**

доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ КФУ к.г.-м.н., **Гафуров Ш.З.**; старший преподаватель кафедры региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ КФУ **Мирзошоев Б.Р.**; старший преподаватель кафедры региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ КФУ **Муллакаев. А.И.**; доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ КФУ к.г.-м.н., **Тюрин А.Н.**; профессор кафедры региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ КФУ д.г.-м.н., **Хасанов Р.Р.**

**Научный редактор**

Заведующий кафедрой региональной геологии и полезных ископаемых ИГиНГТ доцент, **Р.Х. Сунгатуллин**

**Рецензент**

Главный геолог татарстанского филиала ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Приволжскому федеральному округу», Вице-президент Российского геологического общества, кандидат географических наук **Р.К. Садыков.**

Учебное пособие по курсу «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Учебное пособие /сост., Ш.З. Гафуров., Б.Р. Мирзошоев А.И., Муллакаев, А.Н. Тюрин, Р.Р. Хасанов. – Казань: Казанский университет, 2023. – 100 с.

Учебное пособие разработано для совершенствования практических навыков студентов геологических специальностей, изучающих курс «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Дано: краткое описание основных методов подсчета запасов твердых полезных ископаемых, геолого-экономических основ горного бизнеса, пример подсчета запасов верхнего пласта Байматского участка Сюкеевского месторождения гипса, задания для подсчета запасов нижнего пласта гипса Байматского участка Сюкеевского месторождения различными методами и по расчету основных технико-экономических показателей освоения месторождения.

© Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, ИГиНГТ

© Гафуров Ш.З., Мирзошоев Б.Р., Муллакаев А.И., Тюрин А.Н., Хасанов Р.Р., 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАПАСОВ...	5
2. МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	14
2.1. Метод среднего арифметического.....	14
2.2. Метод геологических блоков.....	16
2.3. Метод эксплуатационных блоков.....	19
2.4. Метод разрезов.....	22
2.5. Метод ближайшего района (многоугольников, Болдырева).....	28
2.6. Метод треугольников.....	30
2.7. Метод четырехугольников.....	34
3. ПОГРЕШНОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	35
4. ПРИМЕР ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ВЕРХНЕГО ПЛАСТА ГИПСА БАЙМАТСОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ.....	37
5. ЗАДАНИЕ ПО ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ НИЖНЕГО ПЛАСТА ГИПСА БАЙМАТСКОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	70
6. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	90
7. ЗАДАНИЕ ПО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ БАЙМАТСКОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА.....	96
ЛИТЕРАТУРА.....	100

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для практических занятий и самостоятельной работы студентов геологических специальностей, изучающих дисциплину «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» и его цель – совершенствование теоретических знаний и приобретение практических навыков по подсчету запасов и геолого-экономической оценке месторождений твердых полезных ископаемых.

Учебное пособие с заданиями по подсчету запасов и расчетам основных технико-экономических показателей освоения месторождений позволит студентам овладеть основными методами подсчета запасов, расчетами операционной и инвестиционной деятельности, анализом чувствительности проектов освоения месторождения.

При составлении учебного пособия учтен опыт преподавания курса «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых», и многолетний опыт работы по разведке месторождений твердых полезных ископаемых составителей учебного пособия в геологических предприятиях России и ближнего зарубежья.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАПАСОВ

Запасами месторождения называют количество заключенного в его недрах полезного ископаемого, подсчитанное по результатам разведочных работ. В России запасы твердых полезных ископаемых принято оценивать количеством их в недрах, без учета потерь при добыче.

Запасы большинства твердых полезных ископаемых измеряют в единицах массы (тысячах тонн). Запасы сыпучих полезных ископаемых (песков, гравия, щебня), строительного, облицовочного камня и природного газа измеряют в объемных единицах (в тысячах или миллионах кубических метрах).

Запасы нефти в России принято измерять в тоннах, а в западных странах – в баррелях (1 баррель=159 литров). Запасы золота в России измеряют в кг, а на западе в тройских унциях (1 тройская унция = 31,1 г). Запасы алмазов и драгоценных камней измеряют в каратах (1 карат = 0,2 г).

В основе геологического изучения недр лежит принцип последовательных приближений. В соответствии с этим принципом во всем мире процесс изучения недр принято разделять на ряд последовательных этапов и стадий. В Российской Федерации выделяют 3 этапа геологического изучения недр, которые подразделяются на 5 стадий. Разведка входит в завершающий этап геологоразведочных работ.

### *Этап III. Разведка и освоение месторождения*

На этапе III выделяются стадии:

- стадия 4. Разведка месторождения;
- стадия 5. Эксплуатационная разведка.

*Стадия 4. Разведка месторождения.* Объектом геологического изучения при разведочных работах является закрепленная лицензией в виде горного отвода часть недр, включающая полностью или частично месторождение полезных ископаемых. По целям и решаемым задач разведочные работы этой стадии подразделяются на [7]:

- осуществляемые с целью получения информации для проектирования строительства горнодобывающего предприятия;

- проводимые в процессе освоения месторождения с целью расширения и укрепления минерально-сырьевой базы действующего или реконструируемого горного предприятия (доразведка месторождения).

*Стадия 5. Эксплуатационная разведка* проводится в течении всего времени эксплуатации месторождения и представляет собой комплекс геологического обслуживания добычных работ для контроля за полнотой использования недр и управления процессом добычи. Объектом изучения и оценки являются эксплуатационные этажи, блоки, уступы и другие участки месторождения в зависимости от принятой системы вскрытия, подготовки и отработки месторождения.

По экономическому значению запасы твердых полезных ископаемых и содержащихся в них полезных компонентов, подлежащих государственному учету, подразделяются на две основные группы, которые подлежат отдельному подсчету и учету [1]:

- *балансовые* (экономические);
- *забалансовые* (потенциально экономические).

К балансовым (экономическим) запасам относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически эффективна.

К забалансовым (потенциально экономическим) относятся:

- запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам не эффективна (убыточна);
- запасы, отвечающие требованиям, предъявляемым к балансовым запасам, но использование их на момент оценки невозможно (охранные зоны).

Запасы твердых полезных ископаемых по степени геологической изученности (достоверности) подразделяются на категории: А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>.

Запасы категории А выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й группы сложности геологического строения.

Запасы категории В выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й и 2-й групп сложности геологического строения.

Запасы категории  $C_1$  составляют основную часть запасов разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп сложности геологического строения, а также могут выделяться на участках детализации месторождений 4-й группы сложности.

Запасы категории  $C_2$  выделяются при разведке месторождений всех групп сложности, а на месторождениях 4-й группы геологического строения составляют основную часть запасов, вовлекаемых в разработку.

Месторождения полезных ископаемых по степени их изученности подразделяются на разведанные и оцененные [1].

К разведанным относятся месторождения (участки недр), запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение в установленном порядке – категории: А, В,  $C_1$ .

К оцененным относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки и разработки. В оцененных месторождениях обеспечивается возможность квалификации всех или большей части запасов по категории  $C_2$ .

*Геометризация рудных тел и залежей.* Требованием к качеству и детальности подготовленности запасов для промышленного освоения является своевременное получение надежных данных, обеспечивающих

оперативное планирование разработки месторождения и решение производственных вопросов при его эксплуатации.

Никакой другой вид моделирования месторождений полезных ископаемых не обладает такой наглядностью и не обеспечивает таких возможностей для решения основных задач разведки и разработки недр, как геометризация [3]. Геометризация месторождений позволяет обобщать большой объем разнообразной геологической информации и представлять на планах, картах, разрезах и других графических материалах структурные и качественные особенности месторождения или его участков и рудных тел в наглядной и удобной для практической работы форме.

В основе построений лежит принцип триангуляции. Можно выделить следующие виды геометризации месторождения: структурная геометризация (карта абсолютных отметок кровли и подошвы продуктивной толщи), геометризация качественных показателей (карта изосодержаний), геометризация мощностей рудных тел (карта изопахит продуктивной толщи), геометризация мощностей вскрышных пород (карта изопахит вскрышных пород). Этот комплект карт позволяет оперативно оценить закономерности изменчивости основных показателей месторождения и наметить рациональные направления его изучения и освоения.

Прослеживание и оконтуривание рудных тел осуществляется при помощи различных горных выработок и буровых скважин. Для создания разрезов необходимо, чтобы разведочные выработки всегда располагались на линиях (разведочные линии). Пересечения разведочных линий образуют разведочную сеть. Существуют три главных типа разведочных сетей: квадратная, прямоугольная и ромбическая.

Одной из ответственных операций при разведке является *оконтуривание* месторождения. При оконтуривании рудных тел и залежей различают следующие виды контуров:



- *нулевой контур* (определяет границы полного выклинивания полезного ископаемого) строится по точкам, в которых мощность рудного тела или содержание полезного компонента равны нулю;

- *промышленный контур* (определяет границы промышленного содержания полезного ископаемого) строится по точкам, в которых показатели полезного ископаемого имеют минимальные промышленные значения;

- *сортовой контур*, разделяющий различные сорта полезного ископаемого в пределах промышленного контура.

По способу проведения контуров различают: *внутренний контур* – достоверно определяет область распространения полезного ископаемого. проводится через крайние продуктивные выработки (для блокировки запасов по категориям: А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>) и *внешний контур* – предположительно определяет область распространения полезного ископаемого. Контур проводится за пределами крайних продуктивных выработок методами интерполяции (для блокировки запасов по категории С<sub>2</sub>) или экстраполяции (для выделения прогнозных ресурсов по категориям: Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub>).

Итогом разведочных работ является подсчет запасов и промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. На этой основе производится проектирование, строительство и эксплуатация горнорудного предприятия, разрабатываются оптимальные технологические решения, направленные на рациональное извлечение полезного ископаемого и охрану недр.

В пределах общего контура выделяют блоки, отличающиеся по степени разведанности (изученности), по сортам полезного ископаемого, строению и морфологии рудных тел и условиям их залегания. Эти построения называют *блокировкой запасов*.

Определение площадей подсчетных блоков на планах и разрезах производят: измерением планиметром (точность 0,5-1%), вычислением по формулам планиметрии (метод простейших фигур – точность 0,5-1%), измерением палетками (точность 1-3%), аналитически по координатам

угловых точек, ограничивающих контур, графически в компьютерных программах, рекомендованных ФБУ ГКЗ России для подсчета запасов.

Регламентируемые для подсчета запасов параметры (*кондиции*) продуктивной толщи и полезного ископаемого, полученные в частных пересечениях, подлежат усреднению. Существуют два метода расчета средних параметров запасов: *метод среднеарифметического и метод средневзвешенного.*

Применительно к различным условиям разведки и геологическим особенностям рудных тел существуют довольно большое количество подходов (формул) расчета средневзвешенных и среднеарифметических оценок параметров запасов. Правильный выбор соответствующих оценок параметра во многих случаях оказывает существенное влияние на надежность подсчета запасов. Особенно больше значение имеет правильный выбор вида оценки среднего содержания полезного компонента и средней мощности рудных тел.

Для месторождений 1 и 2 группы сложности геологического строения, а часто и для 3 группы, при относительно равномерной сети разведочных выработок применяются простые формулы. Мощность рудного тела рассчитывается методом среднеарифметического, содержание полезного компонента методом средневзвешенного. Для месторождений сложного геологического строения, с крайне неравномерным распределением мощностей и содержаний полезного компонента вводятся и обосновываются коэффициенты, позволяющие минимизировать ошибки в расчетах.

Месторождения полезных ископаемых имеют геологические и экономические границы. Экономические границы определяют часть запасов месторождения рентабельную для добычи. Экономическая граница в основном определяется содержанием полезного компонента и минимальной мощностью рабочего пласта.

Требования к качеству сырья и горно-техническим условиям эксплуатации месторождений, установленные в виде конкретных значений

некоторых лимитных показателей и служащие для разделения запасов в недрах на балансовые и забалансовые носят название кондиций.

Кондиции устанавливаются на основе технико-экономических расчетов

Всего выделяются до 12 параметров. К основным параметрам кондиций относятся: *бортное содержание полезного компонента, минимальное содержание полезного компонента, минимальная мощность тел полезных ископаемых, максимальная мощность прослоев пустых пород, минимальный метрпроцент, предельный коэффициент вскрыши, максимальное содержание вредных примесей* и ряд других.

Подсчитанные запасы апробируются и утверждаются уполномоченными органами. Полезные ископаемые федерального списка утверждаются в ФБУ ГКЗ России или ее филиалах, общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ) – утверждаются в территориальных комиссиях. После утверждения запасов и постановки их на баланс месторождение считается подготовленным для промышленного освоения.

Для полезных ископаемых, в которых ценность представляет химический элемент, для характеристики запасов обычно используют два показателя: запасы руды и запасы содержащегося в руде ценного компонента.

Запасы ценного компонента определяются по следующей формуле [8]:

$$P = Q \times c$$

где  $P$  – запасы ценного компонента;

$Q$  – запасы руды;

$c$  – среднее содержание полезного компонента в руде.

Если  $c$  выражено в процентах, то:

$$P = Q \times \frac{c}{100}$$

Запасы руды определяются по формуле:

$$Q = V \times d$$

где  $V$  – объем тела полезного ископаемого или части его, по которой производится подсчет запасов;

$d$  – объемный вес руды.

Объем тела полезного ископаемого определяется по формуле:

$$V = S \times m$$

где  $S$  – площадь тела полезного ископаемого, или части его, по которой производится подсчет запасов;

$m$  – средняя мощность тела полезного ископаемого в пределах контура подсчитываемых запасов;

Подставляя значения отдельных параметров, запасы полезного компонента в недрах можно выразить в следующем виде:

$$P = S \times m \times d \times c$$

или

$$P = \frac{S \times m \times d \times c}{100}$$

Вычисление среднего содержания полезного компонента:

❖ *способ среднего арифметического по формуле:*

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} = \frac{\sum_1^n C}{n} \%$$

где  $C_{cp}$  – среднее содержание полезного компонента;

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  – содержание полезного компонента по отдельным пробам, в процентах.

Подсчет среднего содержания полезного компонента способом среднего арифметического производится в тех случаях, когда при секционном опробовании длины отдельных секций равны между собой и объёмные массы полезного ископаемого опробованных участков также равны. Если мощности опробованных участков в забое различные, то подсчет среднего содержания этим методом может привести к ошибкам.

❖ *способ среднего взвешенного по мощности* учитывает длины проб, на которые влияют полученные по пробам содержания. Вычисление среднего содержания полезного компонента производится методом среднего

уравновешенного по длинам проб или по мощности тела полезного ископаемого в отдельных пробах по формуле

$$C_{cp} = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + C_3 m_3 + \dots + C_n m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_1^n (Cm)}{\sum_1^n m} \%$$

где  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  – мощности отдельных опробованных участков рудного тела.

❖ *способ среднего взвешенного по мощности и по объёмным массам* применяется при значительных колебаниях объёмных масс по пробам, если определение их проводится систематически, по формуле

$$C_{cp} = \frac{C_1 m_1 d_1 + C_2 m_2 d_2 + C_3 m_3 d_3 + \dots + C_n m_n d_n}{m_1 d_1 + m_2 d_2 + m_3 d_3 + \dots + m_n d_n} = \frac{\sum_1^n (Cmd)}{\sum_1^n (md)} \%$$

где  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  – объёмные массы руды по отдельным пробам.

## 2. МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В геологической литературе описано свыше 20 способов подсчета запасов твердых полезных ископаемых. Среди этих способов можно назвать следующие: среднего арифметического, геологических блоков, эксплуатационных блоков, вертикальных параллельных сечений, горизонтальных параллельных сечений, непараллельных сечений, линейный, многоугольников, четырехугольников, треугольников, изогипс, изолиний, статистический, графический, среднего угла падений, средней образующей, объемной палетки Соболевского, косинусов, геоморфологический, Прокопьева и др. [8]. Однако уже с 50-х годов прошлого столетия подсчеты запасов твердых полезных ископаемых производятся в основном тремя методами, не требующими специальных графических построений и сложных вычислительных операций: геологических блоков, разрезов и эксплуатационных блоков.

Точность подсчета запасов определяется главным образом достоверностью исходной информации и детальностью разведки.

### 2.1. Метод среднего арифметического

Метод применяется в тех случаях, когда месторождение разведано скважинами или горными выработками, пересекающими тело полезного ископаемого по мощности. Сложный контур рудного тела приводится к равновеликой фигуре, имеющей форму пластины с постоянной высотой и периметром, соответствующим внешнему контуру тела (Рис. 1). Площадь равна площади рудного тела, а мощность соответствует средней мощности, вычисленной по всем выработкам. Средняя мощность рудного тела и среднее содержание полезного компонента определяются как среднеарифметическое по данным, полученным по всем выработкам в пределах внутреннего контура (Табл.1).

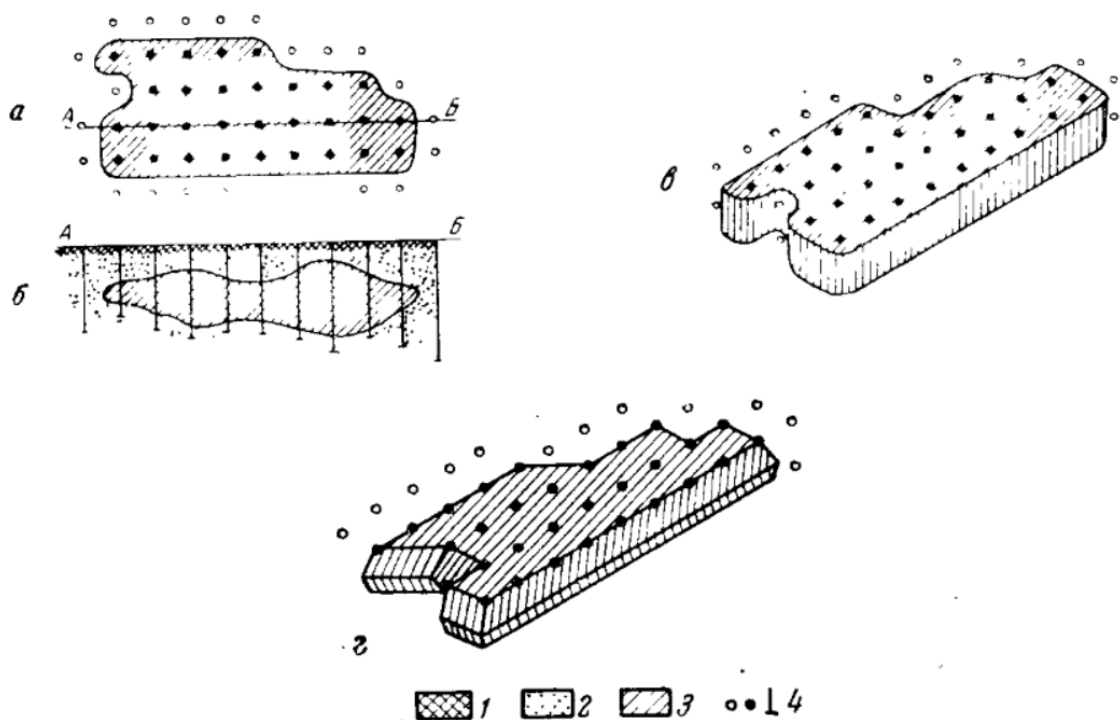


Рис. 1. Схема преобразования формы рудного тела при подсчете запасов методом среднего арифметического [8]

*a* – план тела полезного ископаемого; *б* – разрез по линии АБ; *в* – аксонометрическая проекция преобразованного тела полезного ископаемого без учета поправки на приконтурную полосу; *г* – аксонометрическая проекция преобразованного тела полезного ископаемого с учетом поправки на приконтурную полосу; 1 – почвенно-растительный слой; 2 – вмещающие породы; 3 – тело полезного ископаемого; 4 – горные выработки: черные – вскрывшие полезное ископаемое; белые – не вскрывшие полезное ископаемое.

Формуляр подсчета запасов методом среднего арифметического приведен в таблице 2.

Достоинства метода – это его простота. Метод дает возможность быстро оценить величину запасов для ориентировочного представления о промышленной ценности месторождения.

Недостатки метода – малая точность подсчета в случае сложных месторождений и при неравномерном распределении разведочных выработок, а также невозможность получения данных о распределении сортов полезного ископаемого в пространстве.

Таблица 1

Формуляр определения средней мощности и содержания полезного компонента по методу среднего арифметического

№ п/п	Номер скважины, горной выработки	Мощность, м	Содержание полезного компонента, %
1			
2			
3			
.....			
Всего			
Среднее			

Таблица 2

Формуляр подсчета запасов по методу среднего арифметического

Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя мощность, м	Объем, тыс. м <sup>3</sup>	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, тыс. тонн	Среднее содержание полезного компонента, %	Запасы полезного компонента, кг, т

## 2.2. Метод геологических блоков

Впервые метод описан В.И. Смирновым в 1950 г. При подсчете запасов этим методом, площадь тела полезного ископаемого разделяется на отдельные участки – блоки и как бы преобразуется в ряд сомкнутых разновеликих фигур, высота которых равняется средней мощности каждого блока (Рис. 2). Блоки должны быть геологически и технологически однородными, их части должны находиться в одинаковых горнотехнических условиях, иметь одинаковую степень разведанности и изученности [2, 3, 8]. Нельзя объединять в один блок



участки месторождения, резко различающиеся по мощности или по характеру оруденения.

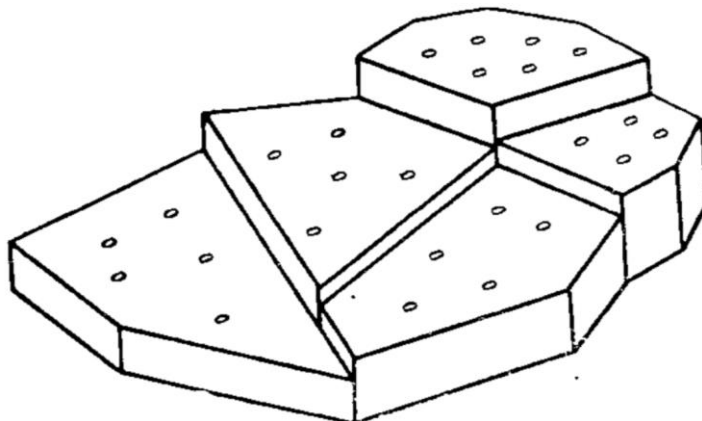


Рис. 2. Преобразование тела полезного ископаемого в группу сомкнутых разновеликих фигур при подсчете запасов по способу геологических блоков [8]

Достоинства метода – простота, скорость графических построений и вычислительных операций.

Недостатки метода - как недостаток метода следует отметить, что иногда бывает трудно судить о деталях распределения полезного компонента на месторождении. В этих случаях должны быть составлены специальные геологические разрезы, дополнительно освещающие характер распределения ценных компонентов в телах полезных ископаемых [8].

Все вычислительные операции сводятся к составлению трех основных формуляров: формуляра определения средних мощностей для каждого подсчетного блока (Табл. 3), формуляра определения средневзвешенных содержаний полезного компонента (Табл. 4) и сводного формуляра подсчета запасов руды и компонента по блокам (Табл. 5).

Таблица 3

Формуляр определения средней мощности рудного тела по методу  
геологических блоков

Номер блока	Номер выработки	Мощность, м
Блок С <sub>2</sub> -1	5	4,6
	6	5,1
	.....	
Всего		
Среднее		

Таблица 4

Формуляр определения содержаний при подсчете запасов методом  
геологических блоков по выработкам способом среднего взвешенного

№ выработки	№ проб	Мощность, м	Содержание полезного компонента, (с), %, г/т	Произведение содержания на мощность (мс)	Среднее содержание полезного компонента $\frac{\sum mc}{\sum m}$ , %
Скважина №12	128				
	129				
	130				
	131				
По скважине					

Формуляр подсчета запасов руды и полезного компонента по методу  
геологических блоков

№ блока	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя мощность, м	Объем рудного тела, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, тыс. тонн	Среднее содержание полезного компонента, %/т	Запасы полезного компонента, кг, т

### 2.3. Метод эксплуатационных блоков

Метод является одним из наиболее распространенных при подсчете запасов жильных и маломощных пластовых месторождений, когда подготовительные горные выработки (штреки, восстающие) являются одновременно и разведочными [3]. Под блоками принято понимать отдельные части тела, оконтуренные и опробованные с четырех (или менее) сторон штреками и восстающими (Рис. 3). Запасы подсчитываются в пределах каждого оконтуренного блока, общие запасы руды и полезного компонента определяются суммированием запасов всех блоков.

Запасы полезного ископаемого и полезного компонента в блоке подсчитывают по формулам [3]:

$$Q = S \times m_{cp} \times d_{cp}, \quad P = Q \times C_{cp}$$

где  $S$  – площадь блока;  $m_{cp}, d_{cp}, C_{cp}$  – оценки средних значений мощности, объёмной массы полезного ископаемого и содержания полезного компонента.

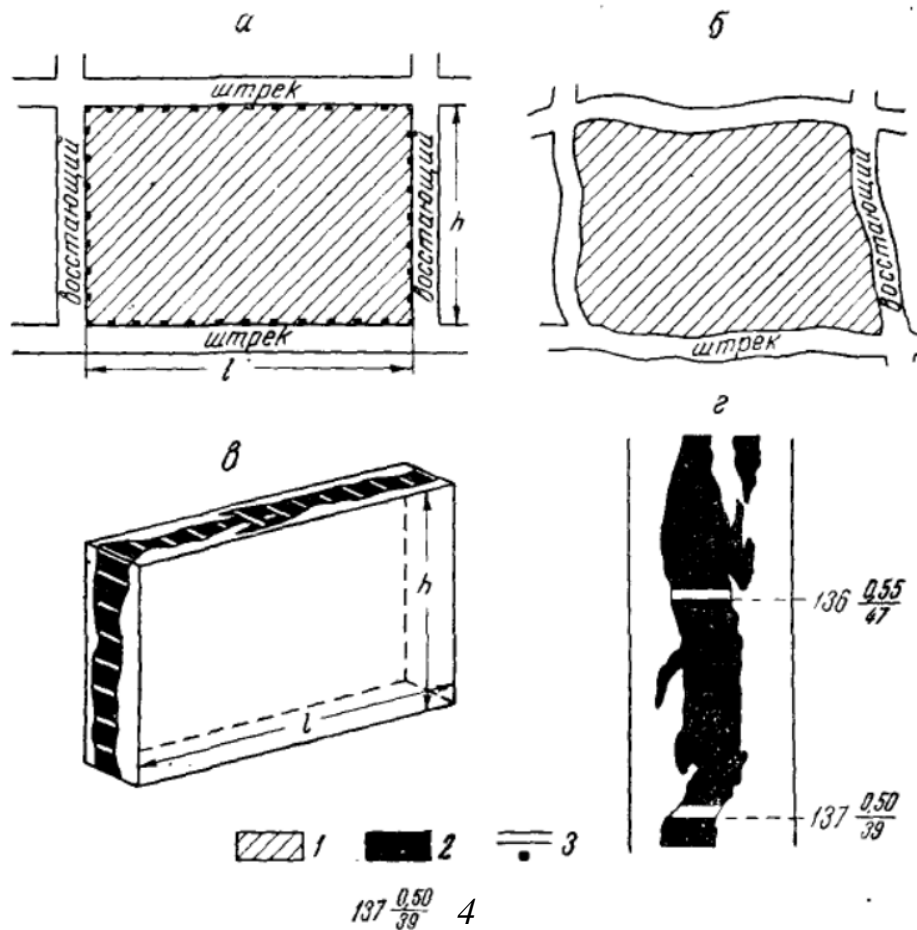


Рис. 3. Схема эксплуатационного блока, оконтуренного выработками с четырёх сторон [8]

*a* – проекция блока в плоскости жилы; *б* – проекция блока с неправильными контурами; *в* – схематическое изображение блока; *г* – часть плана опробования одной из сторон блока; 1 – площадь подсчетного блока; 2 – тело полезного ископаемого; 3 – место взятия борздовых проб; 4 – номер пробы (в числителе – мощность тела полезного ископаемого в м, в знаменателе – содержание полезного компонента в г/т).

Истинную площадь блока определяют по формуле:

$$S = S' / \cos \delta$$

если план строят на горизонтальной плоскости проекций, или по формуле

$$S = S' / \sin \delta$$

если план строят на вертикальной плоскости проекций. Здесь  $S'$  – площадь блока, измеренная а плане;  $\delta$  – средний угол падения залежи в границах блока.

Все вычисления производят в трех формулярах (Табл. 6). В первом вычисляют среднюю мощность и среднее содержание по выработкам, во втором вычисления средних величин по блокам и в третьем – оценки запасов.

Таблица 6

Формуляр вычисления средней мощности и среднего содержания по выработкам

Выработка и номер пробы	Мощность, м	Содержание полезного компонента, %, г/т
Восстающий 8		
24		
25		
26		
.....		
Итого		

Таблица 7

Формуляр вычисления средней мощности и среднего содержания по блокам

№ блока	Название выработки	Количество проб	Сумма мощностей, м	Сумма содержаний, %, г/т	Средняя мощность по блоку, м	Среднее содержание по блоку, %, г/т
В-1	Восстающий 8					
	Восстающий 9					
	Штрек 24					
	Штрек 25					
Итого						

## Формуляр сводной таблицы запасов

№ п/п	№ блока и категория запасов	Площадь блока, м <sup>2</sup>	Средняя мощность блока, м	Объем блока, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, тыс. тонн	Среднее содержание компонента, %/г/т	Запасы компонента, кг, т

Достоинства метода:

- простота графических построений и всех вычислительных операций;
- подсчет запасов может быть использован без пересчетов для целей планирования добычи;
- возможность подсчета запасов разных сортов и категорий разведанности;

Недостатки метода – ограниченные возможности его применения. Он применим только при условии нарезки относительно выдержанных тел полезных ископаемых горными выработками с оконтуриванием отдельных эксплуатационных блоков с ряда сторон [8].

#### 2.4. Метод разрезов

Метод разрезов применяется при подсчете запасов месторождений, разведанных выработками, расположенными по разведочным линиям, на основании которых можно построить геологические разрезы. Строить разрезы, пересекающие тела полезных ископаемых, можно в плоскостях, секущих тело либо в вертикальном направлении, когда разведка осуществлялась по вертикальным линиям, либо в горизонтальном, когда разведка производилась по горизонтам.

Все блоки, кроме расположенных в краевых частях, ограничены двумя секущими плоскостями. Крайние блоки ограничены плоскостью сечения только с одной стороны, а с остальных сторон их ограничивает неправильная поверхность тела полезного ископаемого (Рис. 4). Запасы руды и полезных компонентов определяются отдельно для каждого из выделенных блоков.

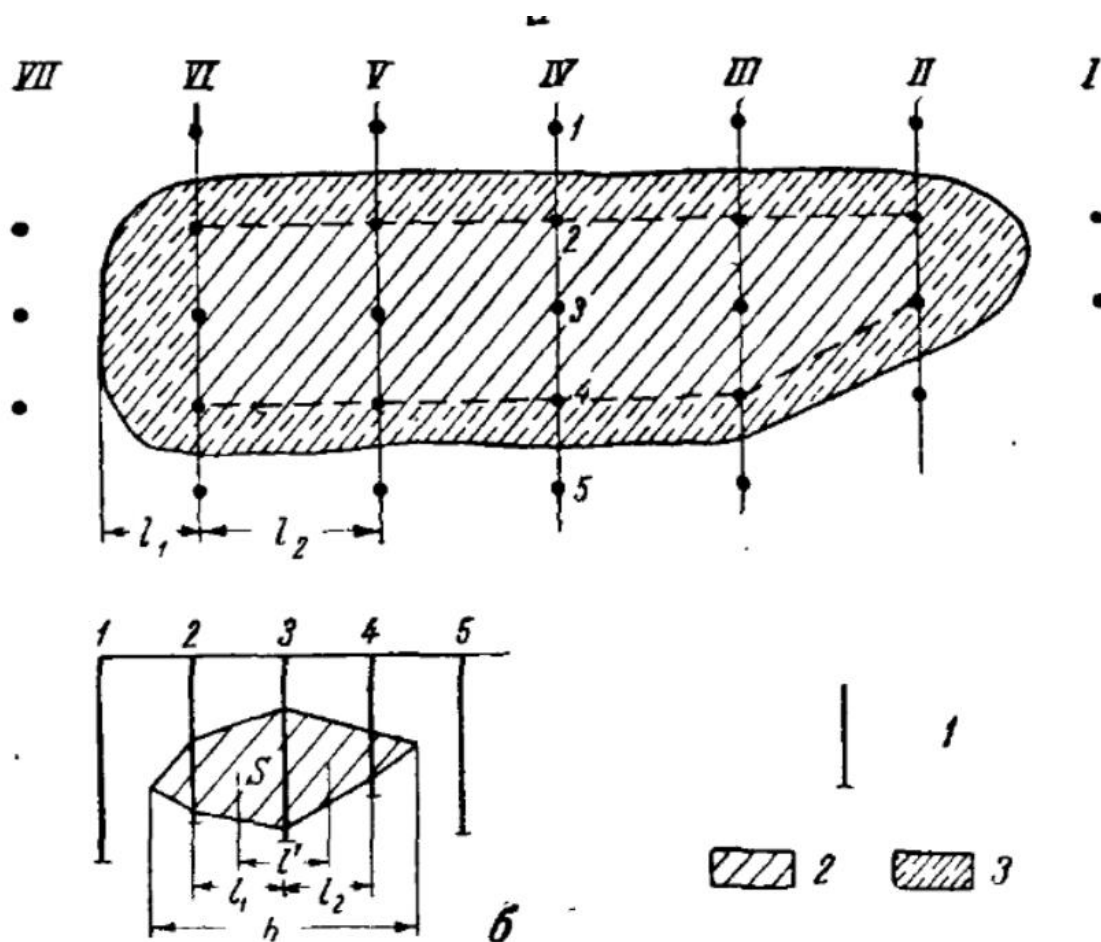


Рис. 4. Схема расположения подсчетных блоков при подсчете запасов методом разрезов [8]

*a* – план; *б* – разрез по линии IV; 1 – разведочные выработки; 2 – площадь тела полезного ископаемого; 3 – площадь приконтурной полосы.

Площадь среднего сечения блока определяют как произведение средней мощности тела полезного ископаемого на его ширину  $h$ , определяемому путем замера расстояния между крайними точками тела. Среднюю мощность находят либо как среднее арифметическое, либо как среднее взвешенное на расстояние влияние выработок  $l$ , при этом в точках выклинивания принимают мощность тела, равную мощности, установленную кондициями.

Для вычисления объёма блока используются следующие формулы [2, 3, 8]:

- когда площади сечений тела полезного ископаемого, ограничивающие блок, более или менее равновелики, а сечения близки к параллельным, – формула призмы:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times l$$

где  $V$  – объём блока;

$S_1$  и  $S_2$  – соответственно площади сечения блока;

$l$  – длина блока (расстояние между разрезами);

- если площади параллельных сечений, ограничивающих блок, имеют изометрическую форму и подобны, но по величине резко отличаются друг от друга (более чем на 40%), - формула усечённой пирамиды при тех же значениях параметров.

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}}{3} \times l$$

Для крайних блоков, которые опираются только на одно сечение, объём может быть определён также по нескольким формулам в зависимости от характера выклинивания тела полезного ископаемого:

- по формуле клина

$$V = \frac{S_1 \cdot l_1}{2}$$

где  $l_1$  – расстояние от плоскости сечения до точки выклинивания тела полезного ископаемого;

- по формуле конуса

$$V = \frac{S_1 \cdot l_1}{3}$$

при тех же значения параметров;

- по формуле усечённой пирамиды, приведённой выше, если при выклинивании тела мощность принимается раной минимальной мощности, установленной кондициями; площадь сечения ( $S_2$ ) определяется как произведение длины сечения на установленную кондициями мощность.



Если разрезы по месторождению не параллельны, а сходятся под некоторым углом, для подсчета запасов могут быть применены следующие формулы [2]:

- если угол между сечениями не превышает  $10^\circ$ , объём блока равен

$$V = \frac{H' + H''}{2} \times \frac{S' + S''}{2}$$

где  $H'$  и  $H''$  – перпендикуляры, опущенные из центров тяжести сечений на противоположный профиль (Рис. 5), таких перпендикуляров между двумя сечениями, очевидно, будет два  $S'$  и  $S''$  – площади сечений тела ископаемого на профилях.

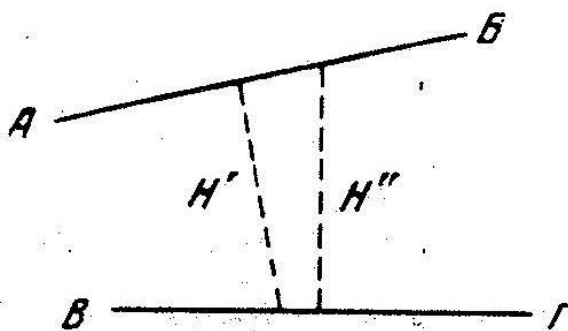


Рис. 5. Схема к подсчету запасов способом близкопараллельных сечений [2]

Среднее содержание полезного компонента и средний объём вес по блоку определяются по формулам

$$C = \frac{c' + c''}{2}, \quad d = \frac{d' + d''}{2}$$

где  $C'$  и  $C''$  – среднее содержание компонента по сечениям  $S'$  и  $S''$  ;

$d'$  и  $d''$  – средние объёмные веса по этим сечениям.

- если угол между сечениями более  $10^\circ$ , то по А.С. Золотареву,

$$V = \frac{a}{\sin a} \times \frac{H' + H''}{2} \times \left( \frac{S' + S''}{2} \right)$$

где,  $a$  – угол между сечениями в радианах.

Все расчетные операции по подсчету запасов оформляются соответствующими формулярами, которые по своей форме несколько

отличаются друг от друга в зависимости от выбранного варианта подсчета (Табл. 9, Табл. 10, Табл. 11, Табл., 12, Табл. 13).

Таблица 9

Формуляр определения средних содержаний и мощностей при подсчете методом разрезов по выработкам способом среднего арифметического

№ выработки	№ проб	Мощность, м	Содержание полезного компонента, %, г/т
Скважина №5	73		
	74		
	75		
Всего			
Среднее			

Таблица 10

Формуляр определения содержаний и мощностей при подсчете запасов методом разрезов по выработкам способом среднего взвешенного

№ выработки	№ проб	Мощность (m), м	Содержание полезного компонента (с), %, г/т	Произведение содержания на мощность (m×с)	Среднее содержание полезного компонента $\frac{\sum m \times c}{\sum m}$ , %
Скважина №12	128				
	129				
	130				
	131				
По скважине					

Таблица 11

Формуляр определения средних содержаний и мощностей по разрезам  
способом среднего арифметического

№ п/п	Выработки	Мощность, м	Содержание полезного компонента, %, г/т
	Разрез I-I		
1	Шурф №9		
2	Шурф №10		
.....	.....		
9	Шурф №17		
Всего			
Среднее			

Таблица 12

Формуляр определения средних содержаний и средних мощностей по  
разрезам способом среднего взвешенного

№ п/п	Выработка	Мощность, м	Среднее содержание полезного компонента по выработке (с), м	Расстояние между выработками (l), м	Произведение мощности на влияние выработок (m×l)	Произведение мощности на влияние выработки и на среднее содержание (m×l×с)	Среднее содержание по разрезу ( $\frac{\sum m \times l \times c}{\sum m \times l}$ ), г/т	Средняя мощность по разрезу ( $\frac{\sum m \times l}{\sum l}$ ), м
				Разрез I-I				
1	Скважина №5							
2	Скважина №6							
...	.....	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....
8	Скважина №15							
	Итого по разрезу							

## Формуляр подсчета запасов методом разрезов

№ блока	№ разреза	Площадь рудного тела по разрезу (s), м <sup>2</sup>	Расстояние между разрезами (l), м	Объемы блоков, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы сырья, тонн	Среднее содержание полезного компонента по разрезу (с), %, г/г	Запасы полезного компонента (Р), кг, т
В-1	I-I II-II							

Достоинства метода – отличается простотой, наглядностью и позволяет максимально использовать имеющую геологическую информацию.

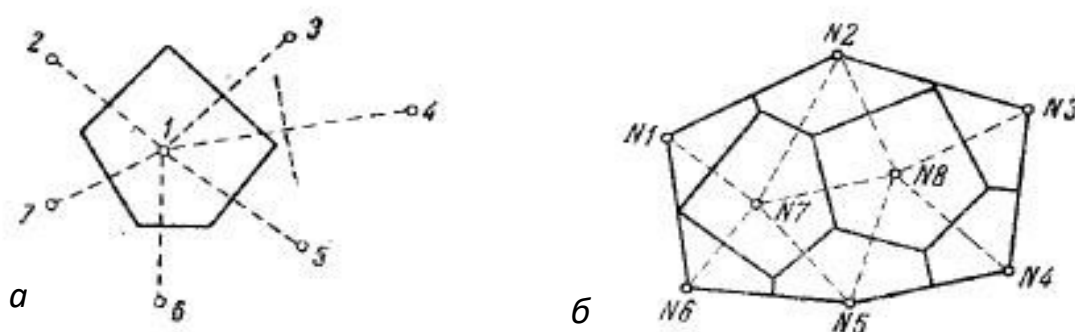
Недостаток метода – возможность его применения только на месторождениях, разведанных линиями, по которым можно построить надежные геологические разрезы.

## 2.5. Метод ближайшего района (многоугольников, Болдырева)

Метод многоугольников называют также методом ближайшего района или методом Болдырева, обосновавшего применение его для подсчета запасов. Сущность метода состоит в следующем. Вокруг каждой разведочной выработки строят многоугольник, все точки которого являются более близкими к данной выработке, чем ко всем остальным ее окружающим. Площадь многоугольника называют ближайшим районом и на нее распространяют значения мощности, содержания и объемной массы полезного ископаемого, полученные по выработке. Многоугольники строят следующим образом. На разведочном плане соединяют прямыми линиями точки встречи разведочных скважин с залежью полезного ископаемого, в результате чего получают систему треугольников. Далее все стороны треугольников делят пополам и в точках деления восстанавливают к ним

перпендикуляры. Перпендикуляры продолжают до пересечения с соседними, в результате вокруг каждой выработки получают многоугольник. В результате тело полезного ископаемого как бы преобразуется в группу сомкнутых многогранных призм, основанием которых являются многоугольники, а высотой- мощностью тела по выработке, находящейся в центре многоугольника (Рис. 6, 7).

Формуляр подсчета запасов по методу многоугольников приведен в таблице 14.



*a* - на подсчетном плане вокруг одной из разведочных скважин

*б* - площадь, разбитая на многоугольники

Рис. 6. Построение многоугольника [8]

Достоинство метода – простота и скорость вычислительных операций.

Недостатки метода [8]:

- построение подсчетных многоугольных призм сильно искажает природную морфологию залежей;
- проведение каждой новой выработки не позволяет пополнить план подсчета, приводит к необходимости перечерчивать значительную часть его;
- невозможно выделение отдельных сортов минерального сырья с достаточной степенью надежности, так как качество минерального сырья для блока характеризуется только по одному пересечению.

## Формуляр подсчета запасов по методу многоугольников

№ многоугольника	Площадь, м <sup>2</sup>	Мощность, м	Объем, м <sup>3</sup>	Объемный вес т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, тыс. тонн	Содержание полезного компонента, %	Запасы полезного компонента, т
1							
2							
.....							
Всего							

Метод не рекомендуется для широкого использования.

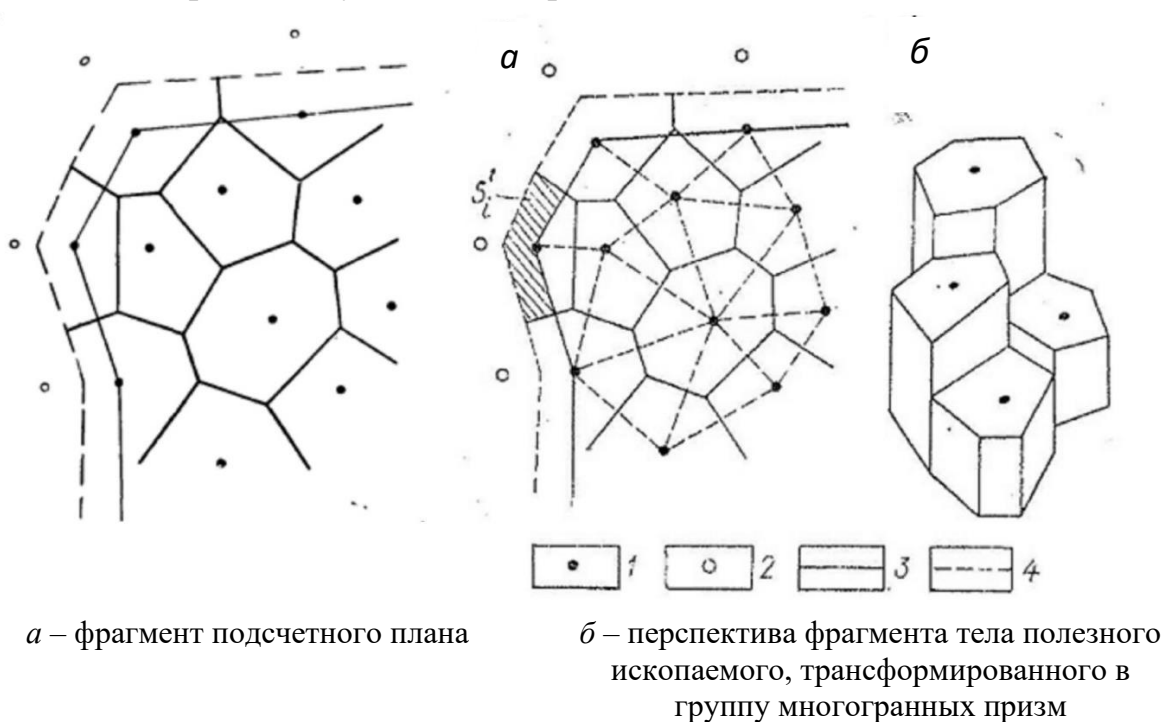


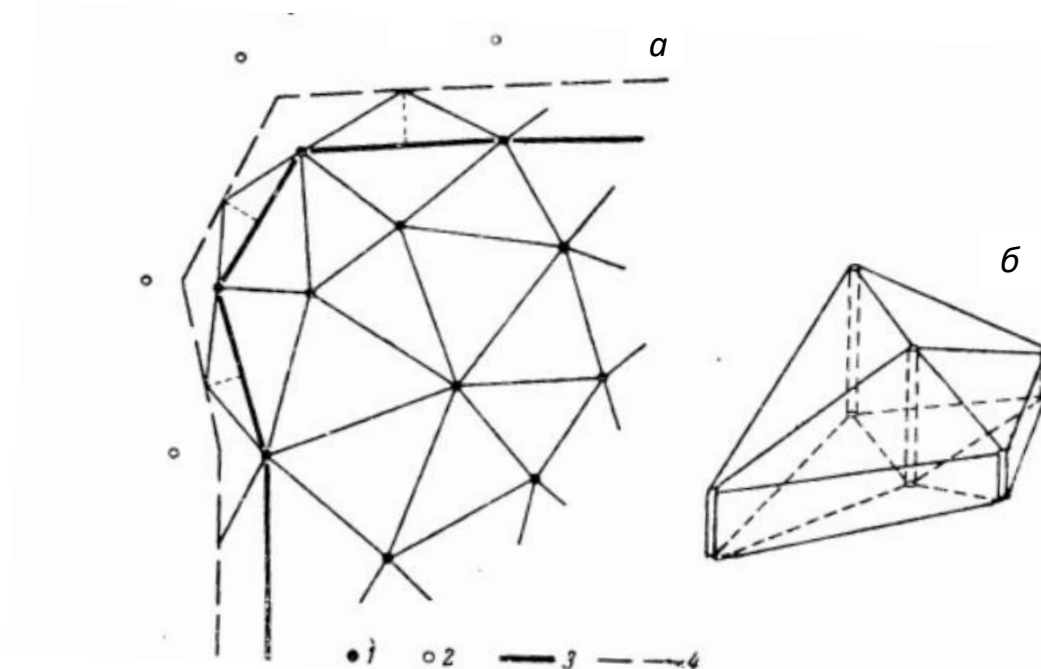
Рис. 7. Подсчет запасов по методу многоугольников [8]

1 – скважины, пересекшие тела полезного ископаемого; 2 – скважины, показавшие тела полезного ископаемого; 3 – внутренний контур; 4 – внешний контур.

## 2.6. Метод треугольников

При этом методе на подсчетном плане каждая выработка с соседней соединяется прямой линией (Рис. 8). Площадь тела полезного ископаемого

разбивается на треугольники. Вариантов разбивки площади на треугольники может быть несколько (Рис. 9). Предпочтительно выбирать те из них, при которых треугольники приближаются к равносторонним. В межконтурной полосе треугольники строят следующим образом. Из середины отрезков, соединяющих выработки, находящиеся на контуре, проводят перпендикуляры. Точки пересечения их с внешним контуром соединяют с выработками, расположенными на контуре, что приводит к образованию сети треугольников, целиком заполняющих межконтурное пространство. При вычислении запасов площадь треугольника обычно определяют геометрически. Объем каждой косоугольной призмы находят путем умножения площади на треть суммы высот (мощностей), призмы. Умножая объем призмы на объемный вес, получают цифру запасов сырья в призме, а умножая запасы сырья на среднее содержание компонента – цифру запасов полезного компонента.



*a* – фрагмент подсчетного плана

*б* – перспектива фрагмента тела полезного ископаемого, трансформированного в группу косоусеченных трехгранных призм

Рис. 8. Подсчет запасов по методу треугольников [8]

*1* – скважины, пересекшие тела полезного ископаемого; *2* – скважины, показавшие тела полезного ископаемого; *3* – внутренний контур; *4* – внешний контур.

Формуляр подсчета запасов по методу треугольников при определении содержания полезного компонента среднеарифметическим способом и способом среднего взвешенного частных содержаний в выработках на мощности приведены в таблицах 15 и 16.

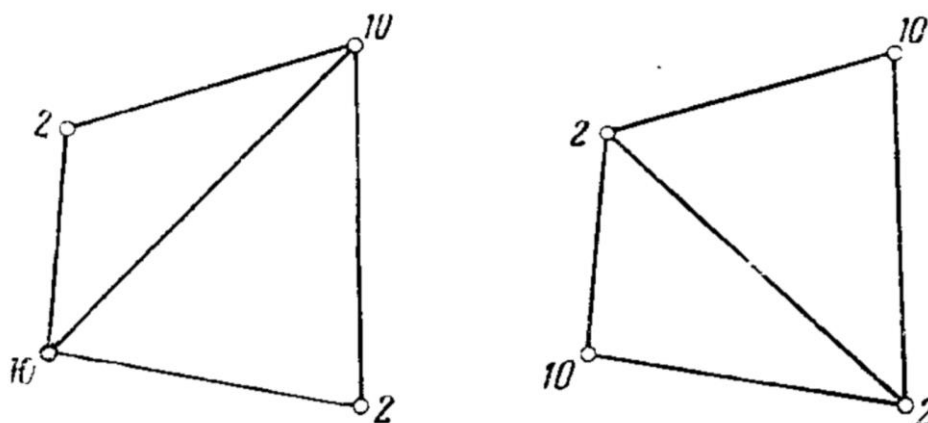


Рис. 9. Два варианта построения треугольников по четырем точкам [8].  
Кружок с цифрой показывает скважину и мощность залежи по ней.

Таблица 15

Формуляр подсчета запасов по методу треугольников при определении содержания компонента среднеарифметическим способом

№ выработок	№ треугольника	Площадь треугольников, м <sup>2</sup>	Мощность по выработке, м	Средняя мощность, м	Объем, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, т	Содержание полезного компонента по выработкам, %	Среднее содержание полезного компонента, %	Запасы полезного компонента, т
1 2 3	I									
2 5	II									
...										
Всего										



Формуляр подсчета запасов по методу треугольников при определении среднего содержания компонента способом среднего взвешенного частных содержаний в выработках на мощностях

№ выработок	№ треугольника	Площадь треугольников, м <sup>2</sup>	Мощность по выработкам, м	Средняя мощность, м	Объем, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, т	Содержание компонента по выработкам, %	Произведение содержания на мощность	Среднее содержание полезного компонента, %	Запасы полезного компонента, т
1	I										
2											
3											
.....	III										
Всего											

Достоинства метода – метод является простым и одним из самых старых.

Недостатки метода:

- расчетные операции очень громоздки, особенно при большом количестве разведочных выработок, каждая из которых участвует в подсчете не менее трех раз, обычно 5-6 раз;

- расчленение тел полезных ископаемых на косоусеченные трехгранные призмы сильно искажает их геологическую форму и т.д.;

Недостатки метода не позволяют рекомендовать его для широкого использования.

## 2.7. Метод четырехугольников

Метод четырехугольников аналогичен методу треугольников, но разбивка площади проекции рудного тела на плане производится на четырехугольники путем соединения разведочных выработок прямыми линиями. Все недостатки метода треугольников относятся и к этому методу, и он не рекомендуется для широкого использования. Формуляры подсчета запасов аналогичны методу треугольников.

### 3. ПОГРЕШНОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Любой подсчет запасов производится с той или иной точностью, которая зависит, прежде всего, от сложности геологического строения месторождения, детальности его разведки и от точности определения основных параметров, входящих в подсчет [8].

Все погрешности, возникающие при подсчете запасов, делятся на три группы:

- погрешности геологические, связанные с распространением фактических данных, полученных при разведке по отдельным выработкам и скважинам на близлежащие участки;

- технические погрешности, связанные с техникой замеров и определения исходных параметров для подсчета запасов;

- погрешности, связанные с применением различных методов подсчета запасов.

С геологическими погрешностями связаны максимальные ошибки в подсчете запасов. Особенно заметное влияние на точность подсчета запасов рудных месторождений оказывают погрешности оконтуривания промышленных участков и определения оценок среднего содержания компонента в подсчетных блоках [3]. Распространение показателей (мощности, содержания) отдельных разведочных выработок на весь подсчитываемый объем полезного ископаемого носит вероятностный характер. Так при разведке месторождения колонковым бурением диаметром 93 мм при разведочной сети 100 м на 100 м, данные по керну, площадь которого составляет 0,0055 м<sup>2</sup> распространяются на площадь 2500 м<sup>2</sup> (в 455 тыс. раз больше). Геологическая погрешность при подсчете запасов может достигать до +10-15%. В отдельных случаях, особенно при неправильном построении геологической модели месторождения и больших ошибках в определении среднего содержания полезного компонента, она может быть и

выше, что не должно допускаться в практике геологоразведочных работ (пример неподтверждение запасов Наталкинского месторождения золота).

Технические погрешности оцениваются следующими величинами:

- ошибка определения объемного веса по различным источникам достигает 5-10% [8];

- погрешность составления маркшейдерских планов и измерения на них площадей контуров не превышает 0,5-1 %;

- погрешность замеров мощностей оценивается в широких пределах: в горных выработках в 2-3%, для жил она составляет 2-10%, а по скважинам может достигать 20-30% [8];

- допустимые средние случайные погрешности химических анализов руд черных, цветных и редких металлов колеблются в пределах 1-20%.

Как геологические, так и технические погрешности могут быть случайными и систематическими. Случайные погрешности, обладая противоположными знаками, могут в различной степени взаимно погашать друг друга и не оказывать серьезного влияния на конечные результаты подсчета запасов. Систематические погрешности, обладая одним знаком, оказывают одностороннее влияние на результаты подсчета.

Погрешности методов подсчета запасов. Точность конечных цифр запасов мало зависит от способа подсчета. Отклонения в запасах, подсчитанных разными методами, лежат в пределах 1-5% и редко достигают 10%. Как показывает опыт практических занятий по подсчету запасов студентами, выполняющих подсчет тремя методами реального месторождения (метод среднего арифметического, метод геологических блоков и метод вертикальных разрезов) отклонения между методами не превышают 0,5-2%.

#### 4. ПРИМЕР ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ВЕРХНЕГО ПЛАСТА ГИПСА БАЙМАТСОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ

Байматский участок Сюкеевского месторождения гипса находится в Камско-Устьинском муниципальном районе Республики Татарстан, в 2,0 км западнее с. Сюкеево, являющимся ближайшим населенным пунктом. Расстояние от месторождения до п.г.т. Камское Устье составляет 20 км, до г. Казани – 150 км. Ближайшая железнодорожная станция Буа (г. Буинск) находится в 55 км западнее месторождения, а ближайшая пристань на р. Волге, расположенная в п.г.т. Затон им. Куйбышева, в 12 км севернее.

По своей геологической сути Байматский участок представляет собой непосредственное продолжение эксплуатируемого Сюкеевского месторождения гипса, но в плане эти два месторождения разделены друг от друга полосой шириной от 360 м до 1200 м, которая не входит в лицензионные границы ни одного из участков недр.

Геологическое изучение Байматского участка недр тесно связаны с историей изучения Сюкеевского месторождения гипса (оно же Сюкеевское месторождение битуминозных пород) и структурным нефтепоисковым бурением.

В 1953-1955 гг. и 1969-1972 гг. геолого-поисковой конторой треста «Татнефтегазразведка» на правом берегу р. Волги, на Тетюшской, Старо-Маинской, Апастовской и Кайбицкой площадях проводилось структурное бурение с целью изучения Улеминского вала и выявления новых структур для постановки нефтепоискового бурения.

Дополнительной задачей являлось детальное изучение Сюкеевского месторождения. Непосредственно на месторождении и обширных площадях, прилегающих к нему (Байматский участок недр), были пробурены около 40 скважин.

В результате работ установлено, что два продуктивных пласта гипса Сюкеевского участка (верхний и нижний), приуроченные к верхнеказанским отложениям, имеют сплошное развитие и прослежены до населенных пунктов Сюкеево, Баймат, Лаптевка, Большие Атряси и Малые Атряси. Кроме того, в этих же скважинах был вскрыт и третий, более мощный гипсово-ангидритовый пласт, приуроченный к сакмарскому ярусу пермской системы.

В 2010 г геологами Татарского геологоразведочного управления ПАО «Татнефть» по заявке ООО «Фоника Гипс» на основе имеющегося фактического материала был оконтурен Байматский участок недр площадью 141,9 км<sup>2</sup>, перспективный для выявления месторождений гипса и ангидрита, и составлена проектно-сметная документация на производство геологоразведочных работ.

Поисковая и оценочная стадия геологоразведочных работ на Байматском участке недр была проведена в 2011-2013 гг. ОАО «Уральская геологосъемочная экспедиция» (г. Екатеринбург). Глубина геологического изучения определялась глубиной залегания гипсово-ангидритового пласта.

В результате выполненных работ в пределах Байматского месторождения было выделено два блока и подсчитаны суммарные запасы гипсового камня верхнего и нижнего пластов по категории С<sub>2</sub> в количестве 225,4 млн. т.

Завершающим этапом геологического изучения стала разведка Байматского участка. Объектами изучения являлись верхний (1 гипсовый) и нижний (2 гипсовый) пласты. Целевым назначением работ был подсчет запасов гипса по промышленным категориям в пределах площади оценочных работ.

Байматский участок будет надежной сырьевой базой для действующего завода по производству сухих строительных смесей и строительных изделий. Площадь завода расположена в 1 км северо-восточнее участка.

В геологическом строении месторождения принимают участие пермские и четвертичные образования.

Пермская система представлена лишь двумя отделами нижним и средним. В объеме нижнего отдела устанавливается сакмарский ярус, вскрытый всеми поисковыми и поисково-оценочными скважинами.

Ярус характеризуется чередованием слоев ангидрита, гипса и доломита и выделен в гипсово-ангидритовый пласт. Мощность отдельных слоев ангидрита – 1,0-12,0 м, гипса – 0,7-12,8 м, доломита – 0,5-6,5 м. Вскрытая мощность отложений сакмарского яруса составила 91,8 м.

Средний отдел представлен казанским и уржумским ярусами. Казанский ярус вскрыт всеми скважинами, пробуренными на Байматском месторождении. В его объеме выделяются оба подъяруса, нижний и верхний.

Нижнеказанские отложения залегают на размытой поверхности сакмарского яруса и сложены исключительно доломитами серыми, крепкими, с прожилками и гнездами гипса. Мощность подъяруса составляет 60-70 м.

Верхнеказанские отложения согласно залегают на нижнеказанских доломитах и сложены гипсом, доломитами, мергелями и глинами. В объеме подъяруса выделены: приказанская ( $P_{2pr}$ ), печищенская ( $P_{2p\check{c}}$ ) и верхнеуслонская ( $P_{2vu}$ ) толщи. Суммарная мощность подъяруса составляет 70-90 м.

Приказанская ( $P_{2pr}$ ) толща слагается преимущественно доломитами с подчиненными прослоями гипсов. Доломиты серые, плотные, часто сильно пропитанные битумом. Кроме битума отмечаются включения кристаллической серы. Гипсы отмечаются в виде отдельных прослоев мощностью до 1,5 м, тонких прожилков и гнезд. Мощность толщи достигает 35 м. С горнотехнической точки зрения доломиты приказанской толщи следует рассматривать как подстилающие породы нижнего пласта.

Печищенская ( $P_{2p\check{c}}$ ) толща залегают на доломитах приказанской толщи и сложена выдержанными по мощности пластами гипса и доломита. Во всех скважинах гипс находится в основании разреза, под доломитами, и представляет собой нижний (второй) продуктивный пласт месторождения. Гипс белый, кристаллический, массивный, с тонкими прослойками в 0,1-0,7 м

доломитов и промазками глин. Мощность пласта изменяется в пределах 7-12 м. Пласт гипса перекрывается слоем доломита буровато-серого, плотного, с подчиненными прослоями гипса и прожилками селенита. Доломиты сильно битуминизированы. Мощность доломитов 8-15 м. С горнотехнической точки зрения доломиты печищенской толщи рассматриваются как межпластовые породы между нижним и верхним продуктивными пластами гипса месторождения. Общая мощность печищенской толщи составляет 10-25 м.

Верхнеуслонская (P<sub>2</sub>vi) толща сложнопостроенная. В ее строении выделяются три пачки (снизу вверх): доломитово-гипсовая, гипсовая и мергельно-глинистая. Доломитово-гипсовая пачка представлена переслаиванием доломита светло-серого и гипса белого. Суммарная мощность пачки 1-6 м. Гипсовая пачка сложена гипсом белым, кристаллическим, содержащим маломощные прослои и включения доломита и выделена в верхний (первый) продуктивный пласт месторождения. Его мощность по сравнению с нижним пластом изменяется в более широких пределах от 1,5 до 11 м.

Мергельно-глинистая пачка верхнеуслонской толщи залегает на гипсовой пачке и сложена глинами серыми с включениями гипса и мергелем серым, трещиноватым, с прожилками селенита. Мощность пачки 1,5-6 м. Общая мощность верхнеуслонской толщи составляет 10-20 м.

Перекрываются верхнеказанские отложения с размывом уржумским ярусом, сложенным красноцветными песчано-глинистыми породами с подчиненными прослоями известняков, мергелей и гипса. Мощность уржумского яруса 20-120 м.

Четвертичная система представлена суглинками коричневым, известковистым, комковатым, мощностью 1-1,5 м и маломощным (0,2-0,5 м) почвенно-растительным слоем сплошным чехлом, перекрывающим пермские образования.

К полезному ископаемому Байматского участка относятся нижний и верхний пласты гипса.



Нижний пласт, приуроченный к печищенской ( $P_2pc$ ) толщи выдержан по мощности (8,4-9,9 м) – коэффициент вариации 0,05 и качеству гипса – 2-3 сорт.

Верхний пласт, связанный с верхнеуслонской ( $P_2vu$ ) толщей, отличается большей изменчивостью. Мощность пласта колеблется от 4,0 м до 9,2 м – коэффициент вариации 0,26, а качество гипса меняется от 2 до 4 сорта. Изменчивость объясняется взаимными фаціальными переходами доломитово-гипсовой пачки, слагающей нижнюю часть разреза верхнего пласта, в гипс и наоборот.

По сложности геологического строения Байматский участок относится к первой группе – «Крупные месторождения с выдержанной мощностью и качеством полезного ископаемого».

Разведка Байматского участка гипса в Камско-Устьинском муниципальном районе Республики Татарстан проведена Татарским геологоразведочным управлением ПАО «Татнефть» по заявке и геологическому заданию ООО «Фоника Гипс», правообладателя лицензии ТАТ № 01483 ТР на геологическое изучение, разведку и добычу гипса на Байматском участке недр.

Целевым назначением работ является расширение сырьевой базы гипсового камня для действующего Завода строительных материалов ООО «Фоника Гипс», расположенного вблизи Байматского участка. В настоящее время завод использует гипсовый камень Сюкеевского месторождения гипса с утвержденными запасами (Лицензия ТАТ № 14551 ТЭ) и выпускает сухие строительные смеси, гипсокартон и пазогребневые перегородочные плиты (торговая марка «Аксолит»).

Основными задачами работ являлось: изучение геологического строения Байматского участка, изучение горнотехнических и гидрогеологических условий залегания пластов гипса, оценка качества гипсового камня в соответствии с действующими стандартами и подсчет запасов по промышленным категориям.

Полевые работы проводились с апреля до октября 2016 г в пределах юго-восточной части площади оценочных работ, выполненных в 2011-2013 гг. ОАО УГСЭ. На месторождении было пробурено 18 скважин глубиной от 70,0 м до 135,5 м и общим объемом 1208,7 м, суммарным метражом 1895,6 м. Скважины бурились по прямоугольной сети. Расстояние между скважинами менялось от 400 м до 1200 м. По всем скважинам проведен каротаж.

По согласованию с Заказчиком одна скважина (№ 25) была пробурена на Сюкеевском месторождении между скважинами 17 и 18 для сопоставления с данными разведки Сюкеевского месторождения, выполненной в 1959-1960 гг. (Пихтин, 1970).

С учетом поисковых и оценочных скважин созданная плотность сети буровых скважин для подсчета запасов составила: категория А – 330 м x 400 м, категория В – 400 м x 500 м, категория С<sub>1</sub> – 500 м x 600 м.

Бурение скважин производилось вращательным способом буровыми установками УРБ 2А-2. Колонковое бурение выполнялось колонковым снарядом диаметром 108 мм, оснащенным твердосплавной коронкой диаметром 112 мм. Выход керна по гипсовым пластам составлял не менее 80%. Расширение ствола скважин и бескерновое бурение проводилось трехшарошечными долотами различных диаметров. В качестве промывочной жидкости при бурении использовалась вода. Опытно-фильтрационные работы, ввиду отсутствия водопритока в ствол скважин, не проводились.

В целях оценки качества гипсового камня обоих продуктивных пластов гипса по керну скважин отобрано 95 рядовых проб, а по отдельным пересечениям составлено 10 групповых проб для производства полных химических анализов.

Для изучения физико-механических свойств гипсового камня и вмещающих пород в 3 скважинах (2Б, 13Б, 18Б) было отобрано 42 монолита, по которым выполнены физико-механические испытания.

С целью радиационно-гигиенической оценки сырья производился промер керна радиометром СРП-88Н. Кроме того, для проведения

лабораторного радионуклидного анализа из групповой пробы была отобрана проба гипса весом 0,5 кг.

Пробы были проанализированы в лабораториях ЦНИИГеолнеруд и РАЛ (ТГРУ ПАО «Татнефть»), обладающих аккредитацией на производство соответствующих анализов.

Одновременно с основными лабораторными анализами по дубликатам 30 проб были выполнены внутренний и внешний контрольные анализы, которые показали, что имеющиеся расхождения между основными и контрольными анализами незначимы.

Полезным ископаемым Байматского участка является гипс (гипсовый камень). Основным критерием, определяющим качество гипсового камня, является содержание в нем собственно минерала гипса (водного сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ).

В настоящее время качество гипсового камня регламентируется ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов». Согласно указанному стандарту, гипсовый камень по содержанию в нем гипса подразделяют на четыре сорта.

Качество гипсового камня верхнего пласта Байматского участка охарактеризовано 41 рядовой и 5 групповыми пробами, отобранными в 16 скважинах. Содержание гипса (по гидратной воде) в указанных пробах изменяется от 67,5% (проба 3Б/3) до 96,9% (проба 7Б/1).

Из общего количества рядовых проб верхнего пласта 2 пробы (5%) с низким содержанием гипса (67,5-68,1%) не отвечают требованиям к качеству гипсового камня, 3 пробы (6%) соответствуют гипсовому камню 1 сорта, 9 проб (22%) – гипсовому камню 3 сорта и 7 проб (17%) – гипсовому камню 4 сорта. Остальные 20 проб (50%) отвечают гипсовому камню 2 сорта. Среднее средневзвешенное содержание гипса в верхнем пласте составляет 87,83%, что соответствует 3 сорту гипсового камня. Коэффициент вариации содержания по верхнему пласту составил 0,09 – весьма выдержанное.

Качество гипсового камня нижнего пласта Байматского участка охарактеризовано 54 рядовыми и 5 групповыми пробами, отобранными в 17 скважинах. Содержание гипса (по гидратной воде) в указанных пробах изменяется от 83,9% (проба 7Б/3) до 96,7% (проба 11Б/4).

Из общего количества рядовых проб нижнего пласта 8 проб (15%) соответствуют гипсовому камню 1 сорта, 3 пробы (5%) – гипсовому камню 3 сорта. Остальные 43 пробы (80%) отвечают гипсовому камню 2 сорта. Среднее средневзвешенное содержание гипса в нижнем пласте составляет 93,26%, что соответствует 2 сорту гипсового камня. Коэффициент вариации содержания по верхнему пласту составил 0,02 – весьма выдержанное.

Средняя плотность гипсового камня по данным, полученным при производстве разведочных работ, для верхнего и нижнего пластов составила 2,34 г/см<sup>3</sup>.

Продуктивная толща Байматского участка слагается двумя пластами гипса, залегающими на довольно значительных глубинах, в связи с чем, их добыча будет осуществляться подземными горизонтальными выработками (штольни, штреки) камерно – столбовым способом без крепления.

Нижний пласт гипса присутствует на всей разведанной площади месторождения и залегает горизонтально с незначительными поднятиями и погружениями. Подстилается и перекрывается нижний пласт доломитами. Кровля пласта гипса устанавливается на абсолютных отметках 34,72-55,19 м, подошва – на абсолютных отметках 27,72-42,79 м. Мощность нижнего пласта гипса изменяется в небольших пределах – от 7,0 м до 12,4 м, а в большинстве случаев составляет 9-10 м. Гипс, слагающий пласт, монолитный, с отсутствием трещиноватости. По данным физико-механических испытаний, выполненных в 2015 г, гипс нижнего пласта характеризуется следующими показателями: средняя плотность – 2,34 г/см<sup>3</sup>, пористость – 0,7-2,7%, предел прочности при сжатии в сухом (естественном) состоянии – 13,03-23,58 МПа, предел прочности при растяжении – 1,9-9,4 МПа. В соответствии с инженерно-геологической классификацией порода нижнего пласта относится к группе

скальных и будет обладать достаточной устойчивостью при разработке месторождения. Категория по буримости гипса равна IV.

Доломиты, подстилающие нижний пласт, слоистые плотные, крепкие. По данным анализов средняя плотность доломитов составляет  $1,8-2,3 \text{ г/см}^3$ , а водопоглощение меняется в пределах  $0,98-7,10\%$ . Предел прочности при сжатии доломитов в сухом состоянии колеблется от  $18,33-78,39 \text{ МПа}$ .

Нижний пласт гипса отделяется от верхнего пласта гипса слоем доломитов мощностью 6-9 м. Доломиты, слагающие кровлю нижнего пласта, в основном массивные, плотные, крепкие, участками трещиноватые, содержат линзы и гнезда гипса. По данным анализов средняя плотность доломитов составляет  $1,8-2,8 \text{ г/см}^3$ , а водопоглощение находится в пределах  $0,19-12,23\%$ . Предел прочности при сжатии доломитов в сухом состоянии колеблется от  $14,28-80,17 \text{ МПа}$ .

С инженерно-геологической точки зрения доломиты относятся к скальным породам. Категория их по буримости V.

Верхний пласт гипса практически отсутствует в северной части контура разведки, где он начинает расслаиваться и вскрыт лишь одной скважиной 11Б. Пласт залегает горизонтально с незначительным погружением в юго-западном направлении. Пласт сложно построен. В его разрезе выделяются, снизу вверх: гипсово-доломитовая пачка и слой монолитного гипса. Подстилается верхний пласт доломитами, а перекрывается мергельно-глинистой пачкой верхнеуслонского возраста.

Кровля пласта гипса устанавливается на абсолютных отметках  $59,42-67,02 \text{ м}$ , подошва – на абсолютных отметках  $53,34-62,42 \text{ м}$ . Мощность нижнего пласта гипса изменяется в небольших пределах – от  $4,0 \text{ м}$  до  $10,6 \text{ м}$ , а в большинстве случаев составляет  $5-6 \text{ м}$ . В подсчет запасов включена верхняя часть пласта, представленная монолитным гипсом. По данным физико-механических испытаний, выполненных в 2015 г, гипс нижнего пласта характеризуется следующими показателями: средняя плотность –  $2,34 \text{ г/см}^3$ , пористость –  $0,04-3,9\%$ , предел прочности при сжатии в сухом (естественном)

состоянии – 11,41-23,62 МПа, предел прочности при растяжении – 4,2-7,6 МПа. В соответствии с инженерно-геологической классификацией порода нижнего пласта относится к группе скальных и будет обладать достаточной устойчивостью при разработке месторождения. Категория по буримости гипса равна IV.

Перекрывается верхний пласт гипса породами верхнеуслонской толщи казанского яруса и отложениями уржумского яруса, которые главным образом представлены плотными глинами с подчиненными прослоями известняка, доломита, песчаника, мергеля и гипса. Суммарная мощность указанных отложений составляет 42,0-64,6 м. Глины и мергели относятся к связным полускальным горным породам (категория буримости III-IV).

Плотность верхнеуслонских глин меняется от 2,3 г/см<sup>3</sup> до 2,8 г/см<sup>3</sup>, число пластичности составляет – 4-13,3.

Обобщая приведенные сведения, можно сделать следующие выводы:

- Горные породы, слагающие разрез Байматского участка, относятся, в соответствии с их инженерно-геологической классификацией, к группе полускальных и скальных.

- Горные породы месторождения не дислоцированы тектоническими процессами, но для них характерна трещиноватость и возможно ожидать проявления карста.

- Данные физико-механических испытаний и имеющийся опыт разработки месторождения позволяют прогнозировать достаточную устойчивость продуктивных пластов и вмещающих пород при ведении добычных работ.

Гипс нижнего пласта не горючий, не взрывоопасный и является безопасным по радиоактивности. Результаты испытаний радиационных характеристик гипса показали, что суммарная эффективная активность естественных радионуклидов <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K составляет  $4-7 \pm 1,5$  Бк/кг х 37, что, согласно сертификату аккредитации сырья, позволяет отнести гипс верхнего и нижнего пластов Байматского месторождения к I классу

применения, т.е. считать их пригодными во всех возможных видах использования.

Таким образом, по совокупности факторов, влияющих на сложность инженерно-геологических условий эксплуатации, Байматский участок следует отнести к категории месторождений средней сложности.

Подсчет запасов выполнен с соблюдением следующих основных параметров, установленных в геологическом задании:

- Качество гипса в нижнем пласте по разведочным пересечениям должно отвечать требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов».

- Минимальная мощность верхнего и нижнего гипсовых пластов по разведочным пересечениям не должна быть менее 4 м.

- По суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов гипсовый камень верхнего и нижнего пластов должен отвечать требованиям СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», предъявляемые к материалам 1 класса.

Подсчет запасов произведен методом геологических блоков на топографической основе масштаба 1: 5 000. Блокировка месторождения на отдельные блоки выполнена исходя из степени их изученности (Рис. 10). В соответствии с «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, гипс и ангидрит» [4], принята следующая плотность разведочной сети:

- категория А – 300-400 м;

- категория В – 400-500 м;

- категория С<sub>1</sub> – 500-600 м;

- категория С<sub>2</sub> – 1000-2000 м.

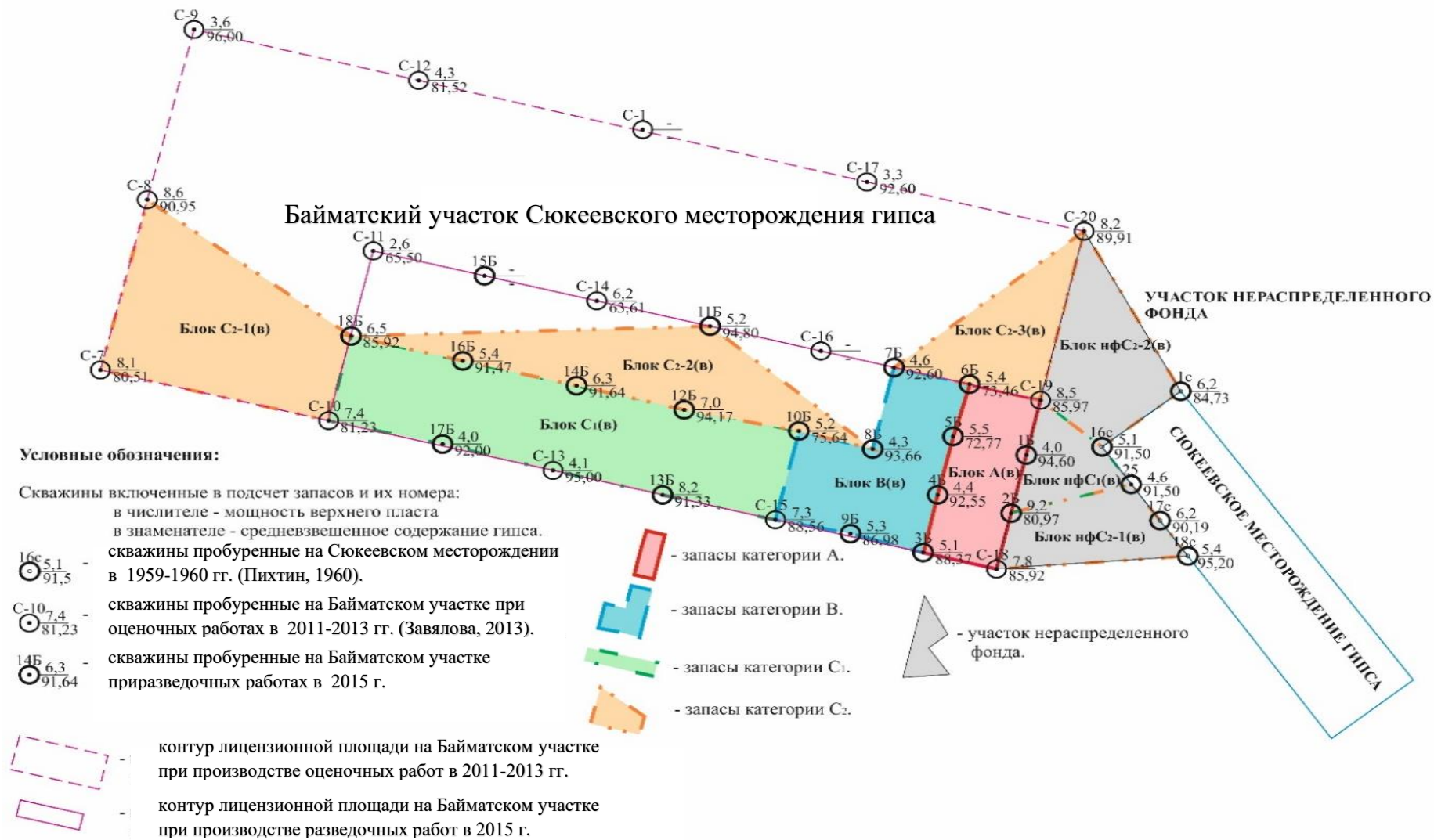


Рис. 10. План подсчета запасов верхнего пласта



Дополнительно к геологическому заданию были выделены блоки и выполнен подсчет запасов гипса за контурами лицензии на участке, расположенном между Байматским и Сюзеевском месторождениях – нераспределенный фонд (Рис. 10).

Площади блоков подсчитаны по координатам угловых точек. Средние мощности полезного ископаемого по блокам вычислялись методом среднеарифметического (Табл. 17). Расчет содержания гипса по отдельным пересечениям выполнен методом средневзвешенного (Табл. 18, 19, 20).

Таблица 17

Таблица вычисления средних мощностей продуктивных пластов гипса для подсчета запасов

№№ п.п.	№№ скважин	Мощность пласта гипса, м
1	2	3
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок А(в) запасы категории А</b>		
1	3Б	5,1
2	4Б	4,4
3	5Б	5,5
4	6Б	5,4
5	С-19	8,5
6	1Б	4,0
7	2Б	9,2
8	С-18	7,8
<b>Итого:</b>		<b>49,9</b>
<b>Средняя по блоку А(в):</b>		<b>6,24</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок В(в) запасы категории В</b>		
1	С-15	7,3
2	10Б	5,2
3	7Б	4,6
4	6Б	5,4
5	5Б	5,5

6	4Б	4,4
7	3Б	5,1
8	9Б	5,3
9	8Б	4,3
<b>Итого:</b>		<b>47,1</b>
<b>Средняя по блоку В(в):</b>		<b>5,23</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок С1(в) запасы категории С1</b>		
1	С-10	7,4
2	18Б	6,5
3	16Б	5,4
4	14Б	6,3
5	12Б	7,0
6	10Б	5,2
7	С-15	7,3
8	13Б	8,2
9	С-13	4,1
10	17Б	4,0
<b>Итого:</b>		<b>61,4</b>
<b>Средняя по блоку С1(в):</b>		<b>6,14</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок С2-1(в) запасы категории С2</b>		
1	С-7	8,1
2	С-8	8,6
3	18Б	6,5
4	С-10	7,4
<b>Итого:</b>		<b>30,6</b>
<b>Средняя по блоку С2-1(в)</b>		<b>7,65</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок С2-2(в) запасы категории С2</b>		
1	18Б	6,50
2	11Б	5,20
3	8Б	4,30
4	10Б	5,20
5	12Б	7,00
6	14Б	6,30
7	16Б	5,40
<b>Итого:</b>		<b>39,9</b>

<b>Средняя по блоку С2-2(в)</b>		<b>5,70</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок С2-3(в) запасы категории С2</b>		
1	7Б	4,6
2	С-20	8,2
3	С-19	8,5
4	6Б	5,4
<b>Итого:</b>		<b>26,7</b>
<b>Средняя по блоку С2-3(в)</b>		<b>6,68</b>
<b>Нераспределенный фонд (нф)</b>		
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок нфС1(в) запасы категории С1</b>		
1	2Б	9,2
2	1Б	4,0
3	С-19	8,5
4	16с	5,1
5	25	4,6
<b>Итого:</b>		<b>31,4</b>
<b>Средняя по блоку нфС1(в):</b>		<b>6,28</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок нфС2-1(в) запасы категории С2</b>		
1	С-18	7,8
2	2Б	9,2
3	25	4,6
4	17с	6,2
5	18с	5,4
<b>Итого:</b>		<b>33,2</b>
<b>Средняя по блоку нфС1-1(в):</b>		<b>6,64</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>		
<b>Блок нфС2-2(в) запасы категории С2</b>		
1	С-19	8,50
2	С-20	8,20
3	1с	6,20
4	16с	5,10
<b>Итого:</b>		<b>28,0</b>
<b>Средняя по блоку нфС2-2(в):</b>		<b>7,00</b>

Таблица 18

Таблица расчета средневзвешенного содержания гипса в гипсовом камне по оценочным скважинам 2011-2013 гг.  
(в контуре оценочных работ)

№№ скважин	№№ проб	Интервал опробования, м		Мощность, м	Содержание гипса в гипсовом камне (по гидратной воде), %	М х %	Сорт гипсового камня по ГОСТ 4013-82	Содержание гипса в гипсовом камне (по SO <sub>3</sub> ), %	М х %	Сорт гипсового камня по ГОСТ 4013-82
		от	до							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Верхний пласт гипса</b>										
С-7	7/1	110,0	113,0	3,0	93,90	281,70	2	95,27	285,81	1
	7/2	113,0	115,3	2,3	75,31	173,21	4	81,99	188,58	3
	7/3	115,3	118,1	2,8	70,44	197,23	4	95,20	266,56	1
<b>Итого:</b>				<b>8,1</b>		<b>652,14</b>			<b>740,95</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>80,51</b>		<b>3</b>	<b>91,5</b>		
С-8	8/2	93,3	97,2	3,9	93,45	364,46	2	98,0	382,20	1
	8/3	97,2	99,2	2,0	87,62	175,24	3	91,10	182,20	2
	8/4	99,2	101,9	2,7	89,79	242,43	3	93,46	252,34	2
<b>Итого:</b>				<b>8,6</b>		<b>782,13</b>			<b>816,74</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>90,95</b>		<b>2</b>	<b>95,0</b>		<b>1</b>
С-9	9/1	63,4	67,0	3,6	96,0		1	100,0		1
С-10	10/1	104,9	106,9	2,0	93,90	187,80	2	94,36	188,72	2

	10/2	106,9	108,9	2,0	68,33	136,66	вне сорта	70,76	141,52	4
	10/3	108,9	110,9	2,0	85,25	170,50	3	89,83	179,66	3
	10/4	110,9	112,3	1,4	75,79	106,11	4	75,90	106,26	4
<b>Итого:</b>				<b>7,4</b>		<b>601,07</b>			<b>616,16</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>81,23</b>		<b>3</b>	<b>83,3</b>		<b>3</b>
C-11	11/1	78,0	80,6	2,6	65,5		вне сорта	65,5		вне сорта
C-12	12/1	68,9	71,2	2,3	72,54	166,84	4	79,83	183,61	4
	12/2	71,2	74,6	3,4	87,97	299,10	3	94,03	319,70	2
	12/3	74,6	76,2	1,6	80,71	129,14	3	94,22	150,75	2
<b>Итого:</b>				<b>7,3</b>		<b>595,08</b>			<b>654,06</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>81,52</b>			<b>89,6</b>		
C-13	13/1	105,2	107,2	2,0	96,59	193,18	1	98,97	197,94	1
	13/2	107,2	109,3	2,1	93,48	196,31	2	98,71	207,29	1
<b>Итого:</b>				<b>4,1</b>		<b>389,49</b>			<b>405,23</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>95,0</b>			<b>98,8</b>		
C-14	14/1	85,5	87,5	2,0	69,43	138,86	вне сорта	75,29	150,58	4
	14/2	87,5	89,5	2,0	61,12	122,24	вне сорта	65,42	130,84	вне сорта
	14/3	89,5	91,7	2,2	60,59	133,30	вне сорта	66,33	145,93	вне сорта
<b>Итого:</b>				<b>6,2</b>		<b>394,40</b>			<b>427,35</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>63,61</b>		вне сорта	<b>68,9</b>		
C-15	15/2	81,7	83,8	2,1	93,14	195,59	2	97,58	204,92	1
	15/3	83,8	85,8	2,0	80,92	161,84	3	83,22	166,44	3
	15/4	85,8	87,5	1,7	87,73	149,14	3	89,31	151,83	3
	15/5	87,5	89,0	1,5	93,28	139,92	2	99,46	149,19	1

<b>Итого:</b>				<b>7,3</b>		<b>646,49</b>			<b>672,38</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>88,56</b>		3	<b>92,1</b>		<b>2</b>
C-17	17/3	57,3	60,6	3,3	92,6		2	91,8		2
C-18	18/1	88,8	91,3	2,5	95,55	238,88	1	95,86	239,65	1
	18/2	91,3	93,3	2,0	59,76	119,52	вне сорта	60,34	120,68	вне сорта
	18/3	93,3	96,6	3,3	94,48	311,78	2	95,64	315,61	1
<b>Итого:</b>				<b>7,8</b>		<b>670,18</b>			<b>675,94</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>85,92</b>		<b>3</b>	<b>86,7</b>		<b>3</b>
C-19	19/1	87,2	89,2	2,0	90,41	180,82	2	94,88	189,76	2
	19/2	89,2	91,2	2,0	77,65	155,30	4	80,17	160,34	3
	19/3	91,2	93,2	2,0	79,75	159,50	4	80,17	160,34	3
	19/4	93,2	94,5	1,3	93,95	122,14	2	95,05	123,57	1
	19/5	94,5	95,7	1,2	94,14	112,97	2	82,37	98,84	3
<b>Итого:</b>				<b>8,5</b>		<b>730,73</b>	<b>3</b>			
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>85,97</b>			<b>86,2</b>		
C-20	20/1	66,5	68,5	2,0	93,23	186,46	2	98,98	197,96	1
	20/2	68,5	71,4	2,9	94,18	273,12	2	100,00	290,0	1
	20/3	71,4	74,7	3,3	84,15	277,70	3	91,82	303,01	2
<b>Итого:</b>				<b>8,2</b>		<b>737,28</b>			<b>790,97</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>89,91</b>		3	<b>96,5</b>		<b>1</b>
<b>Среднее средневзвешенное по месторождению</b>					<b>84,4</b>		<b>3</b>	<b>88,1</b>		<b>3</b>

Таблица 19

Таблица расчета средневзвешенного содержания гипса в гипсовом камне по оценочным скважинам 2011-2013 гг.

(в контуре разведки)

№№ скважин	№№ проб	Интервал опробования, м		Мощность, м	Содержание гипса в гипсовом камне (по гидратной воде), %	М х %	Сорт гипсового камня по ГОСТ 4013-82	Содержание гипса в гипсовом камне (по SO <sub>3</sub> ), %	М х %	Сорт гипсового камня по ГОСТ 4013-82
		от	до							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Верхний пласт гипса</b>										
С-10	10/1	104,9	106,9	2,0	93,90	187,80	2	94,36	188,72	2
	10/2	106,9	108,9	2,0	68,33	136,66	вне сорта	70,76	141,52	4
	10/3	108,9	110,9	2,0	85,25	170,50	3	89,83	179,66	3
	10/4	110,9	112,3	1,4	75,79	106,11	4	75,90	106,26	4
<b>Итого:</b>				<b>7,4</b>		<b>601,07</b>			<b>616,16</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>81,23</b>		<b>3</b>	<b>83,3</b>		<b>3</b>
С-11	11/1	78,0	80,6	2,6	65,50		вне сорта	65,5		вне сорта
С-13	13/1	105,2	107,2	2,0	96,59	193,18	1	98,97	197,94	1
	13/2	107,2	109,3	2,1	93,48	196,31	2	98,71	207,29	1
<b>Итого:</b>				<b>4,1</b>		<b>389,49</b>			<b>405,23</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>95,00</b>		<b>1</b>	<b>98,8</b>		<b>1</b>
С-14	14/1	85,5	87,5	2,0	69,43	138,86	вне сорта	75,29	150,58	4

	14/2	87,5	89,5	2,0	61,12	122,24	вне сорта	65,42	130,84	вне сорта
	14/3	89,5	91,7	2,2	60,59	133,30	вне сорта	66,33	145,93	вне сорта
<b>Итого:</b>				<b>6,2</b>		<b>394,40</b>			<b>427,35</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>63,61</b>		<b>вне сорта</b>	<b>68,90</b>		<b>вне сорта</b>
С-15	15/2	81,7	83,8	2,1	93,14	195,59	2	97,58	204,92	1
	15/3	83,8	85,8	2,0	80,92	161,84	3	83,22	166,44	3
	15/4	85,8	87,5	1,7	87,73	149,14	3	89,31	151,83	3
	15/5	87,5	89,0	1,5	93,28	139,92	2	99,46	149,19	1
<b>Итого:</b>				<b>7,3</b>		<b>646,49</b>			<b>672,38</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>88,56</b>		<b>3</b>	<b>92,10</b>		<b>2</b>
С-18	18/1	88,8	91,3	2,5	95,55	238,88	1	95,86	239,65	1
	18/2	91,3	93,3	2,0	59,76	119,52	вне сорта	60,34	120,68	вне сорта
	18/3	93,3	96,6	3,3	94,48	311,78	2	95,64	315,61	1
<b>Итого:</b>				<b>7,8</b>		<b>670,18</b>			<b>675,94</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>85,92</b>		<b>3</b>	<b>86,7</b>		<b>3</b>
С-19	19/1	87,2	89,2	2,0	90,41	180,82	2	94,88	189,76	2
	19/2	89,2	91,2	2,0	77,65	155,30	4	80,17	160,34	3
	19/3	91,2	93,2	2,0	79,75	159,50	4	80,17	160,34	3
	19/4	93,2	94,5	1,3	93,95	122,14	2	95,05	123,57	1
	19/5	94,5	95,7	1,2	94,14	112,97	2	82,37	98,84	3
<b>Итого:</b>				<b>8,5</b>		<b>730,73</b>			<b>732,85</b>	
<b>Средневзвешенное:</b>					<b>85,97</b>		<b>3</b>	<b>86,2</b>		<b>3</b>
<b>Среднее средневзвешенное по месторождению</b>					<b>80,80</b>		<b>3</b>	<b>83,1</b>		<b>3</b>



Таблица 20

Таблица расчета среднего средневзвешенного содержания гипса в  
гипсовом камне по блокам подсчета запасов

№№ п.п.	№№ скважин	Средневзвешенное содержание гипса, %	Сорт
1	2	3	4
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок А(в) запасы категории А</b>			
1	3Б	88,37	3
2	4Б	92,55	2
3	5Б	72,77	4
4	6Б	73,46	4
5	С-19	85,97	3
6	1Б	94,60	2
7	2Б	80,97	3
8	С-18	85,92	3
<b>Итого:</b>		<b>674,6</b>	
<b>Средняя по блоку А(в):</b>		<b>84,33</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок В(в) запасы категории В</b>			
1	С-15	88,56	3
2	10Б	75,64	4
3	7Б	92,60	2
4	6Б	73,46	4
5	5Б	72,77	4
6	4Б	92,55	2
7	3Б	88,37	3
8	9Б	86,98	3
9	8Б	93,66	2
<b>Итого:</b>		<b>764,59</b>	
<b>Средняя по блоку В(в):</b>		<b>84,95</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок С<sub>1</sub>(в) запасы категории С<sub>1</sub></b>			
1	С-10	81,23	3

2	18Б	85,92	3
3	16Б	91,47	2
4	14Б	91,64	2
5	12Б	94,17	2
6	10Б	75,64	4
7	С-15	88,56	3
8	13Б	91,33	2
9	С-13	95,00	1
10	17Б	92,00	2
<b>Итого:</b>		<b>886,96</b>	
<b>Средняя по блоку С1(в):</b>		<b>88,7</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок С2-1(в) запасы категории С2</b>			
1	С-7	80,51	3
2	С-8	90,95	2
3	18Б	85,92	3
4	С-10	81,23	3
<b>Итого:</b>		<b>338,61</b>	
<b>Средняя по блоку С2-1(в)</b>		<b>84,65</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок С2-2(в) запасы категории С2</b>			
1	18Б	85,92	3
2	11Б	94,80	2
3	8Б	93,66	2
4	10Б	75,64	4
5	12Б	94,17	2
6	14Б	91,64	2
7	16Б	91,47	2
<b>Итого:</b>		<b>627,3</b>	
<b>Средняя по блоку С2-2(в)</b>		<b>89,61</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок С2-3(в) запасы категории С2</b>			
1	7Б	92,60	2
2	С-20	89,91	3
3	С-19	85,97	3
4	6Б	73,46	4
<b>Итого:</b>		<b>341,94</b>	
<b>Средняя по блоку С2-3(в)</b>		<b>85,49</b>	<b>3</b>

<b>Нераспределенный фонд (нф)</b>			
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок нфС<sub>1</sub>(в) запасы категории С<sub>1</sub></b>			
1	2Б	<b>80,97</b>	3
2	1Б	<b>94,60</b>	2
3	С-19	<b>85,97</b>	3
4	16с	<b>91,50</b>	2
5	25	<b>91,50</b>	2
<b>Итого:</b>		<b>444,54</b>	
<b>Средняя по блоку нфС<sub>1</sub>(в):</b>		<b>88,91</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок нфС<sub>2</sub>-1(в) запасы категории С<sub>2</sub></b>			
1	С-18	<b>85,92</b>	3
2	2Б	<b>80,97</b>	3
3	25	<b>91,50</b>	2
4	17с	<b>90,19</b>	2
5	18с	<b>95,20</b>	2
<b>Итого:</b>		<b>443,78</b>	
<b>Средняя по блоку нфС<sub>1</sub>-1(в):</b>		<b>88,76</b>	<b>3</b>
<b>Верхний пласт гипса (в)</b>			
<b>Блок нфС<sub>2</sub>-2(в) запасы категории С<sub>2</sub></b>			
1	С-19	<b>85,97</b>	3
2	С-20	<b>89,91</b>	3
3	1с	<b>84,73</b>	3
4	16с	<b>91,50</b>	2
<b>Итого:</b>		<b>352,11</b>	
<b>Средняя по блоку нфС<sub>2</sub>- 2(в):</b>		<b>88,03</b>	<b>3</b>

Как известно, запасы гипса подсчитываются и учитываются Государственным балансом в весовых единицах, т.е. в тоннах. По результатам лабораторных испытаний проб (монолитов), отобранных в скважинах 2Б, 13Б и 18Б, была определена плотность гипса, которая составила 2,34 г/см<sup>3</sup> для верхнего и нижнего пласта.

### Подсчет запасов верхнего пласта гипса Байматского участка

В подсчете запасов участвуют 18 разведочных скважин и скважины, пробуренные на оценочной стадии работ в 2011-2013 гг. Для подсчета запасов за контурами лицензии (нераспределенный фонд), были использованы 4 скважины (скв. 1с, 16с, 17с, 18с), пробуренные на Сюкеевском месторождении в 1959-1960 гг. и скважина 25, пройденная в ходе настоящих работ.

По рядовым пробам, отобраным по керну скважин проведены определения содержания гипса по групповым пробам был изучен химический состав гипса. Качество сырья по всем регламентируемым параметрам соответствует требованиям современных стандартов и техническому заданию.

В пределах Байматского участка для верхнего пласта гипса выделено 6 блоков: А(в), В(в), С<sub>1</sub>(в), С<sub>2</sub>-1(в), С<sub>2</sub>-2(в), С<sub>2</sub>-3(в) (Рис. 10). Результаты подсчета запасов верхнего пласта гипса Байматского участка приведены в таблице 21.

#### Блок А(в) запасы категории А

Блок А(в) выделен в восточной части Байматского участка и имеет форму прямоугольника со сторонами 400 м x 1000 м, вытянутого в северном направлении (Рис. 10). Поверхность блока выположенная с наклоном в западном направлении. Абсолютные отметки меняются от 159,69 м (скв. 2Б) до 122,46 м (скв. 6Б).

В пределах блока пробурено 8 скважин глубиной от 86,0 м до 243,6 м по прямоугольной сети 330 м x 400 м. Суммарный метраж бурения составил 1133,6 пог. м, в т.ч. 49,9 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 24 рядовые и 4 групповые пробы.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру, скважины: 3Б – 4Б – 5Б – 6Б – С-19 – 1Б – 2Б – С-18 – 3Б. Площадь блока составляет 392019 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 6,24 м (Табл. 17). Геологические запасы подсчитаны по категории А в количестве 2446198,6 м<sup>3</sup> или 5 724,1 тыс. т (2446198,6 м<sup>3</sup> x 2,34 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 85,22% – 3 сорт (Табл. 21).

Таблица 21

Сводный подсчет запасов по верхнему пласту гипса Байматского участка Сюкеевского месторождения

Название блока	Площадь, м <sup>2</sup>	Продуктивная толща				Качество гипсового камня		Категория запасов
		Мощность, м	Объем, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы, тыс. т	Содержание гипса, %	сорт ГОСТ 4013-82	
<b>ВЕРХНИЙ ПЛАСТ ГИПСА</b>								
Блок А(в)	392 019	6,24	2 446 198,6	2,34	5 724,1	85,22	3	А
Блок В(в)	541 360	5,23	2 831 312,8		6 625,3	84,89		В
Блок С <sub>1</sub> (в)	1 214 433	6,14	7 456 618,6		17 448,5	87,97		С <sub>1</sub>
<i>Итого: А+В+С<sub>1</sub>(в)</i>	<i>2 147 812 (214,7 га)</i>	<i>5,93</i>	<i>12 734 130,0</i>		<i>29 797,9</i>	<i>86,76</i>		<i>А+В+С<sub>1</sub></i>
Блок С <sub>2</sub> -1(в)	921 655	7,65	7 050 660,8		16 498,5	85,10		С <sub>2</sub>
Блок С <sub>2</sub> -2(в)	732 695	5,70	4 176 361,5		9 772,7	88,54		
Блок С <sub>2</sub> -3(в)	455 005	6,98	3 175 934,9		7 431,7	86,70		
<i>Итого: С<sub>2</sub>(в)</i>	<i>2 109 355 (210,9 га)</i>	<i>6,83</i>	<i>14 402 957,2</i>		<i>33 702,9</i>	<i>86,45</i>		
<i>Всего: А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>(в)</i>	<i>4 257 167 (425,7 га)</i>	<i>6,37</i>	<i>27 137 087,1</i>		<i>63 500,8</i>	<i>86,59</i>		

### Блок В(в) запасы категории В

Блок В(в) выделен в восточной части Байматского участка (Рис. 10). Блок имеет форму неправильного многоугольника и примыкает по линии скважин 3Б – 4Б – 5Б – 6Б к блоку А(в). Поверхность блока наклонена в северном и западном направлении и изрезана в центральной части блока оврагами, ориентированными в северном и северо-западном направлении. Абсолютные отметки меняются от 150,37 м (скв. 3Б) до 111,74 м (скв. 10Б).

В пределах блока пробурено 9 скважин глубиной от 70,0 м до 236,5 м по прямоугольной сети 400 м x 500 м. Суммарный метраж бурения составил 982,4 м пог. м, в т.ч. 47,1 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 22 рядовые и 4 групповые пробы.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру, скважины: С-15 – 10Б – 8Б – 7Б – 6Б – 5Б – 4Б – 3Б – 9Б – С-15. Площадь блока составляет 541360 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 5,23 м (Табл. 17). Геологические запасы подсчитаны по категории В в количестве 2831312,8 м<sup>3</sup> или 6 625,3 тыс. т (2831312,8 м<sup>3</sup> x 2,34 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 84,89% – 3 сорт (Табл. 21).

### Блок С<sub>1</sub>(в) запасы категории С<sub>1</sub>

Блок С<sub>1</sub>(в) занимает центральную часть Байматского участка (Рис. 10). Блок имеет форму прямоугольника со сторонами 500 м x 2400 м, вытянутого в западном направлении и примыкает по линии скважин С-15 – 10Б к блоку В(в). В западной и восточной части блока поверхность изрезана двумя крупными оврагами с многочисленными отвершками. Овраги ориентированы в северном и северо-восточном направлении. Абсолютные отметки поверхности возрастают в западном направлении и меняются от 111,74 м (скв. 10Б) до 170,63 м (скв. С-10). По центральной части блока проходит асфальтовая автомобильная дорога Казань-Камское Устье Тетюши.

В пределах блока пробурено 10 скважин глубиной от 77,0 м до 256,7 м по прямоугольной сети 500 м x 600 м. Суммарный метраж бурения составил

1525,6 пог. м, в т.ч. 61,4 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 28 рядовых и 4 групповые пробы.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру, скважины: С-10 – 18Б – 16Б – 14Б – 12Б – 10Б – С-15 – 13Б – С-13 – 17Б – С-10. Площадь блока составляет 1214433 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 6,14 м (Табл. 17). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>1</sub> в количестве 7456618,6 м<sup>3</sup> или 17 448,5 тыс. т (7456618,6 м<sup>3</sup> x 2,34 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 87,97 – 3 сорт (Табл. 21).

### Запасы категории С<sub>2</sub>

#### Блок С<sub>2</sub>-1(в)

Блок С<sub>2</sub>-1(в) занимает западную часть Байматского участка (Рис. 10). Блок имеет форму прямоугольной трапеции с основаниями 500 м и 1000 м и примыкает по линии скважин С-10 – 18Б к блоку С<sub>1</sub>(в). Поверхность блока выположенная со слабым подъемом в западном направлении. Абсолютные отметки меняются от 161,19 м (скв. 18Б) до 176,03 (скв. С-7).

Блок оконтурен 4 скважинами глубиной от 126,5 м до 259,0 м. Расстояние между скважинами меняется от 1100 м до 1350 м. Суммарный метраж бурения составил 881,5 пог. м, в т.ч. 30,6 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 15 рядовых проб.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру скважины: С-7 – С-8 – 18Б – С-10 – С-7. Площадь блока составляет 921655 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 7,65 м (Табл. 17). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 7050660,8 м<sup>3</sup> или 16 498,5 тыс. т (7050660,8 м<sup>3</sup> x 2,34 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 85,10% – 3 сорт (Табл. 21).

#### Блок С<sub>2</sub>-2(в)

Блок С<sub>2</sub>-2(в) занимает северную часть Байматского участка (Рис. 10). Блок имеет форму треугольника и примыкает по линии скважин 18Б – 16Б – 14Б – 12Б – 10Б – 8Б к северной границе блоков С<sub>1</sub>(в) и В(в). Поверхность блока в западной и восточной его частях рассечена двумя крупными оврагами,

ориентированными в север-северо-восточном направлении. Абсолютные отметки меняются от 111,74 м (скв. 10Б) до 161,19 (скв. 18Б). По центральной части блока проходит асфальтовая автомобильная дорога Казань-Камское Устье Тетюши.

Блок оконтурен 7 скважинами глубиной от 77,0 м до 126,5 м. Расстояние между скважинами меняется от 600 м до 1950 м. Суммарный метраж бурения составил 743,6 пог. м, в т.ч. 39,9 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 17 рядовых и 4 групповые пробы.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру: скважины 18Б – 11Б – 8Б – 10Б – 12Б – 14Б – 16Б – 18Б. Площадь блока составляет 732695 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 5,70 м (Табл. 17). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 4176361,5 м<sup>3</sup> или 9 772,7 тыс. т (4176361,5 м<sup>3</sup> x 2,32 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 88,54% – 3 сорт (Табл. 21).

#### Блок С<sub>2</sub>-3(в)

Блок С<sub>2</sub>-3(в) расположен в северо-восточной части Байматского участка 6Б – С-19 к северной границе блоков В(в) и А(в). Поверхность блока выположена и круто наклонена в западном направлении. Абсолютные отметки меняются от 152,35 (скв. С-19) до 109,52 м (скв. 7Б).

Блок оконтурен 4 скважинами глубиной от 77,0 м до 126,5 м. Расстояние между скважинами менялось от 400 м до 1550 м. Суммарный метраж бурения составил 618,5 пог. м, в т.ч. 26,7 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 12 рядовых проб.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру: скважины 7Б – С-20 – С-19 – 6Б – 7Б. Площадь блока составляет 455005 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 6,98 м (Табл. 17). Геологические (3175934,9 м<sup>3</sup> x 2,34 т/м<sup>3</sup>), при содержании гипса 86,70% – 3 сорт (Табл. 21).

Суммарные запасы верхнего пласта гипса категории С<sub>2</sub> составили 33702,9 тыс. т.



Общие запасы верхнего пласта гипса по категориям  $A+B+C_1+C_2$  составляют 63500,8 тыс. т. (Табл. 21).

Процентное соотношение подсчитанных запасов различных категорий по пластам гипса показано в таблице 22.

Таблица 22

Процентное соотношение подсчитанных запасов по пластам гипса

Наименование пласта гипса	Запасы по категориям в % от общего объема			
	A	B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>
Верхний	19	21	60	100

Результаты подсчета запасов верхнего пласта гипса приведены в таблице 21.

*Подсчет запасов на участке нераспределенного фонда*

Площадь, расположенная между Байматским участком и Сюкеевским месторождением, выделена в участок нераспределенного фонда (Рис. 10). Западная его граница проходит по скважинам: С-18 – 2Б – 1Б – С-19, пробуренным на Байматском участке и далее по границе лицензии до точки интерполяции 1 (т.и. 1). Восточная граница участка – по скважинам 1 – 16 – 25 – 17 – 18, пробуренным на Сюкеевском месторождении. На севере контур участка замкнут по линии т.и. 1 – скв. 1, на юге – по скважинам С-18 – 18. В подсчете запасов участвуют 2 разведочные скважины (1Б, 2Б), 3 скважины, пробуренные на оценочной стадии работ в 2011-2013 гг. (С-18, С-19, С-20), 4 скважины (скв. 1, 16, 17, 18), пробуренные на Сюкеевском месторождении в 1959-1960 гг., и скважина 25, пройденная в ходе разведки.

По рядовым пробам, отобранным по керну скважин, проведены определения содержания гипса, по групповым пробам был изучен химический состав. Качество сырья по всем регламентируемым параметрам соответствует требованиям современных стандартов и техническому заданию.

В пределах участка нераспределенного фонда выделено 6 блоков, в том числе 3 блока для подсчета запасов верхнего пласта: нфС<sub>1</sub>(в), нфС<sub>2-1</sub>(в), нфС<sub>2-2</sub>(в). Результаты подсчета запасов участка нераспределенного фонда приведены в таблице 23.

#### Блок нфС<sub>1</sub>(в) запасы категории С<sub>1</sub>

Блок нфС<sub>1</sub>(в) занимает центральную часть участка нераспределенного фонда (Рис. 10). Блок имеет форму неправильного четырехугольника со сторонами 600-800 м и примыкает на западе по линии скважин 2Б – 1Б – С-19 к блоку А(в) Байматского участка, а на востоке по линии скважин 16 – 25 – к блоку С<sub>1</sub>(в) Сюкеевского месторождения. Поверхность блока выположенная, с небольшим уклоном в западном направлении. Абсолютные отметки поверхности блока меняются от 152,35 м (скв. С-19) до 161,99 м (скв. 16).

В пределах блока пробурено 5 скважин глубиной от 122,0 м до 241,8 м. Расстояние между скважинами составило 400-600 м. Суммарный метраж бурения составил 747,8 пог. м, в т.ч. 31,4 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 17 рядовых и 2 групповые пробы.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру – скважины: 2Б – 1Б – С-19 – 16 – 25 – 2Б. Площадь блока составляет 223086 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 6,28 м (Табл. 17), при содержании гипса 89,54% – 3 сорт (таблица 20). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>1</sub> в количестве 1400980,1 м<sup>3</sup> или 3 278,3 тыс. т (Табл. 23).

#### Запасы категории С<sub>2</sub>

В подсчет запасов категории С<sub>2</sub> верхнего пласта включены 2 блока: нфС<sub>2-1</sub>(в), нфС<sub>2-2</sub>(в).

#### Блок нфС<sub>2-1</sub>(в)

Блок нфС<sub>2-1</sub>(в) занимает южную часть участка нераспределенного фонда (Рис. 10). Блок имеет форму неправильного четырехугольника со

Таблица 23

## Подсчет запасов верхнего пласта на участке нераспределенного фонда

Название блока	Площадь, м <sup>2</sup>	Продуктивная толща				Качество гипсового камня		Категория запасов
		Мощность, м	Объем, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы, тыс. т	Содержание гипса, %	сорт ГОСТ 4013-82	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>НЕРАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ФОНД</b>								
<b>Верхний пласт</b>								
Блок нфС <sub>1</sub> (в)	223086	6,28	1400980,1	2,34	3278,3	89,54	3	С <sub>1</sub>
Блок нфС <sub>1</sub> -1(в)	346165	6,64	2298535,6		5378,6	90,72	2	С <sub>2</sub>
Блок нфС <sub>2</sub> -2(в)	454836	7,00	3183825,0		7450,2	88,51	3	
<i>Итого: нфС<sub>2</sub>(в)</i>	<i>801001</i>	<i>6,84</i>	<i>5482387,6</i>		<i>12828,8</i>	<i>89,44</i>		
Всего: С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> (в)	1024087	6,72	6883367,7		16107,1	89,46		С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>

сторонами 330-1000 м и примыкает на западе по линии скважин С-18 – 2Б к блоку А(в) Байматского участка, а на востоке по линии скважин 25 – 17 – 18 – к блоку С<sub>1</sub>(в) Сюкеевского месторождения. Северная граница блока примыкает по линии скважин 25 – 2Б к блоку нфС<sub>1</sub>(в). Поверхность блока выположенная, с небольшим подъемом в северо-западном направлении. Абсолютные отметки меняются от 143,09 м (скв. 18) до 161,58 м (скв. 25).

Блок оконтурен 5 скважинами глубиной от 117,4 м до 243,6 м. Расстояние между скважинами меняется от 330 м до 1000 м. Суммарный метраж бурения составил 742,3 пог. м, в т.ч. 33,20 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 16 рядовых проб.

Подсчет запасов выполнен по закрытому контуру – скважины: С-18 – 2Б – 25 – 17 – 18 – С-18. Площадь блока составляет 346165 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 6,64 м (Табл. 17), при содержании гипса 90,72% – 2 сорт (Табл. 20). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 2298535,6 м<sup>3</sup> или 5 378,6 тыс. т (Табл. 23).

#### Блок нфС<sub>2</sub>-2(в)

Блок нфС<sub>2</sub>-2(в) занимает северную часть участка нераспределенного фонда (Рис. 10). Блок имеет форму неправильного четырехугольника со сторонами 330-1000 м и примыкает на западе по линии скважина С-19 – т.и. 1 к блоку С<sub>2</sub>-3(в) Байматского участка, а на востоке по линии т.и. 1 – скважины 1 – 16 – к блоку С<sub>1</sub>(в) Сюкеевского месторождения. Южная граница блока примыкает по линии скважин 16 – С-19 к блоку нфС<sub>1</sub>(в). Поверхность блока выположенная, с небольшим уклоном в северном направлении. Абсолютные отметки меняются от 161,99 м (скв. 16) до 152,35 м (скв. С-19).

В пределах блока пробурено 3 скважины глубиной от 132,0 м до 241,8 м. Расстояние между скважинами меняется от 400 м до 1300 м. Суммарный метраж бурения составил 506,2 пог. м, в т.ч. 19,80 м по полезной толще. По верхнему пласту отобрано 11 рядовых проб.

В точке интерполяции 1 приняты данные по верхнему пласту, полученные по скважине С-20, расположенной на незначительном удалении (90 м западнее от т.и. 1).

Подсчет запасов выполнен по контуру: скважина С-19 – далее по границе лицензии до т.и. 1 – и замкнут по линии скважин 1 – 16 на скважину С-19. Площадь блока составляет 454 836 м<sup>2</sup>. Средняя мощность полезного ископаемого по блоку равна 7,0 м (Табл. 17), при содержании гипса 88,51% – 3 сорт (Табл. 20). Геологические запасы подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 3 183 852,0 м<sup>3</sup> или 7 450,2 тыс. т (Табл. 23).

Суммарные запасы верхнего пласта на участке нераспределенного фонда по категории С<sub>2</sub> составляют – 12 828,8 тыс. т.

Общие запасы верхнего пласта на участке нераспределенного фонда по категориям С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют – 16 107,1 тыс. т.

## 5. ЗАДАНИЕ ПО ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ НИЖНЕГО ПЛАСТА ГИПСА БАЙМАТСКОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Задание – произвести подсчет запасов нижнего пласта гипса Байматского участка Сюкеевского месторождения.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется бригадами в составе 2-3 студентов. Каждая бригада выполняет подсчет запасов двумя методами.

Бригада №1 – методами геологических блоков и среднего арифметического;

Бригада №2 – методами геологических блоков и разрезов;

Бригада №3 – методами разрезов и многоугольников;

Бригада №4 – методами разрезов и четырехугольников;

Бригада №5 – методами геологических блоков и треугольников.

На плане:

- составить план расположения разведочных скважин для нижнего пласта гипса (согласно плотности сети скважин при разведке месторождений гипса);

- определить проектные глубины скважин и количество проб по нижнему пласту гипса;

- сравнить проектные глубины скважин с фактическими;

По таблицам (Табл. 24, Табл. 25).

- вычислить мощность нижнего пласта и средневзвешенное содержание гипса по скважинам. Определить сорт гипсового камня.

На плане масштаба 1:5000:

- составить карту изопахит нижнего пласта;

- составить карту изосодержаний нижнего пласта;

- выполнить блокировку нижнего пласта;

- подсчитать площади блоков по нижнему пласту методом простейших фигур;

- выполнить расчеты по блокам средней мощности и средневзвешенного содержания гипса в нижнем пласте;
- провести подсчет запасов нижнего пласта Байматского участка методами, согласно заданиям бригад;
- составить таблицу сопоставления результатов подсчета запасов нижнего пласта гипса различными методами, приняв за 100% вариант методом геологических блоков, утвержденный ГКЗ.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- геологическое задание на проведение геологоразведочных работ по объекту. Утвержденные постоянные разведочные кондиции [6]:
- минимальная мощность нижнего пласта гипса по разведочным пересечениям не должна быть менее 4 м;
- качество гипса по разведочным пересечениям должно отвечать требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов»;
- по суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов гипсовый камень нижнего пласта должен отвечать требованиям СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», предъявляемым к материалам 1 класса;
- методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Гипс и ангидрит [4];
- обзорная карта района работ (Рис. 11);
- геологическая карта (Рис. 12);
- космоснимок участка Баймат (Рис. 13);
- стратиграфическая колонка (Рис. 14);
- план лицензионного участка (Рис. 15);
- геологические разрезы по линиям (Рис. 16).
- таблица вычисления средних мощностей нижнего пласта гипса для подсчета запасов (Табл. 24) и таблица расчета средневзвешенного содержания гипса в гипсовом камне по разведочным скважинам (Табл. 25).

Приложение № 1  
к договору № \_\_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Фоника Гипс»  
М.Н. Шамсутдинов  
«02» декабря 2014 г.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**  
на проведение геологоразведочных работ по объекту:  
«Разведка Байматского месторождения гипса в Камско-Устьинском  
муниципальном районе Республики Татарстан»

1. Основание выдачи задания: Лицензия ТАТ №01483ТР от 08.09.2010г. на пользование недрами и договор между ООО «Фоника Гипс» и Татарским геологоразведочным управлением ОАО «Татнефть» на проведение геологоразведочных работ.
2. Вид геологического изучения: Геологоразведочные работы.
3. Целевое назначение работ: Обеспечение недропользователя разведанными промышленными запасами гипсового камня, пригодного для производства сухих строительных смесей и строительных изделий из гипса.
4. Пространственные границы объекта: Камско-Устьинский муниципальный район РТ, юго-восточная часть Байматского лицензионного участка недр площадью 420 га. Участок недр ограничен следующими координатами (WGS84):

Номера скважин	Северная широта			Восточная долгота		
	Градусы	Минуты	Секунды	Градусы	Минуты	Секунды
Оценочные скважины Байматского участка недр 2011-2013гг.						
18	55	04	42.0	49	01	02.0
15	55	04	48.9	48	59	55.4
13	55	04	56.2	48	58	53.0
10	55	05	04.8	48	57	43.5
7	55	05	08.5	48	56	42.0
8	55	05	43.8	48	56	44.9
11	55	05	37.4	48	57	53.7
14	55	05	26.0	48	58	55.5
16	55	05	19.5	49	00	12.7
19	55	05	13.3	49	01	17.3

Номенклатура листов – N 39-26-г, N 39-27-в.

5. Геологические задачи и требования к последовательности их решения.
  - 5.1. Основные задачи работы:
    - разведка месторождения гипса с детальностью, обеспечивающей классификацию запасов по категориям А, В, С<sub>1</sub>;



- изучение гидрогеологических и горнотехнических условий эксплуатации месторождения;
- определение вещественного состава, физико-механических и технологических свойств полезного ископаемого;
- подсчет запасов месторождения и государственная экспертиза материалов подсчета запасов в ФБУ «ГКЗ» Роснедра.

#### 5.2. Последовательность и методика выполнения работ:

- анализ и обобщение фондового материала по лицензионному участку недр и прилегающим площадям;
- составление проекта геологоразведочных работ с учетом «Методических рекомендаций по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (гипс и ангидрит)». М, 2007г.
- согласование проекта с недропользователем;
- экспертиза проекта в Поволжском территориальном отделении ФБУ «Росгеолэкспертиза»;
- согласование проекта с «Татнедра»;
- регистрация объекта работ в Татарстанском филиале ФБУ «ТФГИ по Приволжскому федеральному округу»;
- выполнение полевых геологоразведочных работ: рекогносцировочные маршруты; бурение разведочных скважин; отбор проб на химанализ, физико-механические, технологические и инженерно-геологические испытания; гидрогеологические и геофизические исследования; топогеодезические работы; ликвидация скважин;
- лабораторные анализы и испытания проб;
- камеральная обработка материалов полевых, аналитических работ и составление геологического отчета с подсчетом вновь разведанных запасов полезного ископаемого в соответствии с «Требованиями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых», М, 2011г.;
- составление ТЭО кондиций;
- государственная экспертиза материалов подсчета запасов и ТЭО кондиций в ФБУ «ГКЗ» Роснедра.

#### 5.3. Перечень нормативной документации:

- ГОСТ 4013-82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Введ. 01.07.1983. М.: Изд-во стандартов, 1987.;
- ГОСТ Р 53579-2009. Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению. Введ. 15.12.2009. М.: Изд-во стандартов, 2009, 76с.;
- Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых. МПР России, М., 2011.;
- Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. ГКЗ, М., 1997.;

- Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Гипс и ангидрит. М., МПР России, 2007.;
- Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. М., МПР РФ, 1996.;
- Инструкция по отбору, документации, обработке, хранению, сокращению и ликвидации керна скважин колонкового бурения. М., Роскомнедра, 1994.;
- Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке. М., МПР РФ, 2000.;
- Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений. М., МПР РФ, 2000.;
- Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. М., 1985.;
- Временная инструкция по проведению ликвидационного тампонирувания геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые. Санкт-Петербург, 1993.

6. Основные оценочные параметры для изучения месторождения и подсчета его запасов (приняты в соответствии с техническим заданием)

- разведочные работы выполнить на площади, оконтуренной оценочными скважинами №№ 18, 15, 13, 10, 7, 8, 11, 14, 16, 19 Байматского лицензионного участка недр, не доходя 600м до линии скважин №№ 7,8;
- разведку выполнить с детальностью, обеспечивающей классификацию и подсчет запасов гипсового камня по категориям А, В, С<sub>1</sub>;
- примерное соотношение объемов разведанных запасов по категориям: А-10%, В-20%, С<sub>1</sub>-70%;
- глубина разведки – до вскрытия подошвы второго (нижнего) пласта гипсового камня печищенской толщи верхнеказанских отложений пермской системы;
- выход керна по полезному ископаемому должен быть не менее 80%;
- в подсчет включать запасы первого (верхнего) и второго (нижнего) пластов гипсового камня, при этом минимальная мощность каждого пласта по отдельному пересечению должна составить 4,0м;
- к полезному ископаемому относить гипсовый камень, качество которого по отдельному пересечению соответствует требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов» для сырья не ниже 3 сорта;
- необходимое количество вновь разведанных геологических запасов гипса – 120 млн. тонн.

7. Ожидаемые геологические результаты выполненных работ

- разведано месторождение гипса с геологическими запасами не менее 120 млн. тонн по категориям А, В, С<sub>1</sub>.
- оценено качество полезного ископаемого в соответствии с требованиями ГОСТ 4013-82 и ГОСТ 125-79;

- вновь разведанные запасы Байматского месторождения утверждены в ФБУ «ГКЗ» Роснедра;

8. Требования к форме и содержанию отчетной документации:

Геологический отчет составляется в соответствии с «Требованиями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых» 2011г и ГОСТ 53579-2009 «Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению», Геологический отчет представляется на бумажном и машинном носителях. Геологический отчет на машинном носителе представляется на CD-, DVD- дисках, содержит электронную копию текста отчета на бумажном носителе, текстовые приложения в форматах Word, Excel; рисунки в форматах jpeg, gif, tiff; графические приложения в ГИС MapInfo 7.0; Corel DRAW 12.

9. Приемка и рассылка отчетных материалов

- Проект на проведение геологоразведочных работ после экспертизы в ПТО ФБУ «Росгеолэкспертиза» должен быть рассмотрен на НТС Татнедра и утвержден недропользователем. Проект рассылается: ООО «Фоника Гипс» - 2экз., Татнедра – 1экз., ТГРУ – 2экз.

- Геологический отчет согласовывается с недропользователем, рассматривается на НТС Татнедра и проходит госэкспертизу в ФБУ «ГКЗ» Роснедра. Отчет на бумажном носителе рассылается: ООО «Фоника Гипс» - 2экз., ФГУ НПП «Росгеолфонд» - 1экз., Татарстанский филиал ФБУ «ТФГИ по Приволжскому федеральному округу» - 1экз., Фонды ТГРУ – 1экз. Указанным организациям представляется также электронный вариант отчета.

10. Сроки выполнения работ по этапам и объекту в целом:

10.1. По этапам работ:

10.1.1. Подготовительный период и проектирование

Начало: 02.12.2013г. Окончание: 30.05.2014г.

10.1.2. Полевые работы

Начало: 01.06.2014г. Окончание: 30.11.2014г.

10.1.3. Аналитические работы

Начало: 01.12.2014г. Окончание: 15.03.2015г.

10.1.4. Камеральные работы

Начало: 16.03.2015г. Окончание: 09.12.2015г.

10.2. По объекту в целом:

Начало: 02.12.2013г. Окончание: 09.12.2015г.

Главный геолог ООО «Фоника Гипс»

В.П. Косолапов



**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**  
**на проведение геологоразведочных работ по объекту:**  
**«Разведка Байматского месторождения гипса в Камско-Устьинском**  
**муниципальном районе Республики Татарстан»**

В геологическое задание на выполнение геологоразведочных работ по договору № 44/14-13д от 20.01.2014г. «Разведка Байматского месторождения гипса в Камско-Устьинском муниципальном районе Республики Татарстан» внести следующие изменения:

1. Пункт 4 геологического задания изложить в следующей редакции:  
Пространственные границы объекта: Камско-Устьинский муниципальный район РТ, юго-восточная часть Байматского лицензионного участка недр площадью 360 га. Участок недр ограничен следующими координатами (WGS84):

Номера скважин	Северная широта			Восточная долгота		
	Градусы	Минуты	Секунды	Градусы	Минуты	Секунды
Оценочные скважины Байматского участка недр 2011-2013гг.						
18	55	04	42.0	49	01	02.0
15	55	04	48.9	48	59	55.4
13	55	04	56.2	48	58	53.0
10	55	05	04.8	48	57	43.5
11	55	05	37.4	48	57	53.7
14	55	05	26.0	48	58	55.5
16	55	05	19.5	49	00	12.7
19	55	05	13.3	49	01	17.3

2. Пункт 6 геологического задания изложить в следующей редакции:  
Основные оценочные параметры для изучения месторождения и подсчета его запасов (приняты в соответствии с техническим заданием)  
- разведочные работы выполнить на площади, оконтуренной оценочными скважинами №№ 18, 15, 13, 10, 11, 14, 16, 19 Байматского лицензионного участка недр;  
- разведку выполнить с детальностью, обеспечивающей классификацию и подсчет запасов гипса по категориям А, В, С<sub>1</sub>;  
- примерное соотношение объемов разведанных запасов по категориям: А-10%, В-20%, С<sub>1</sub>-70%;

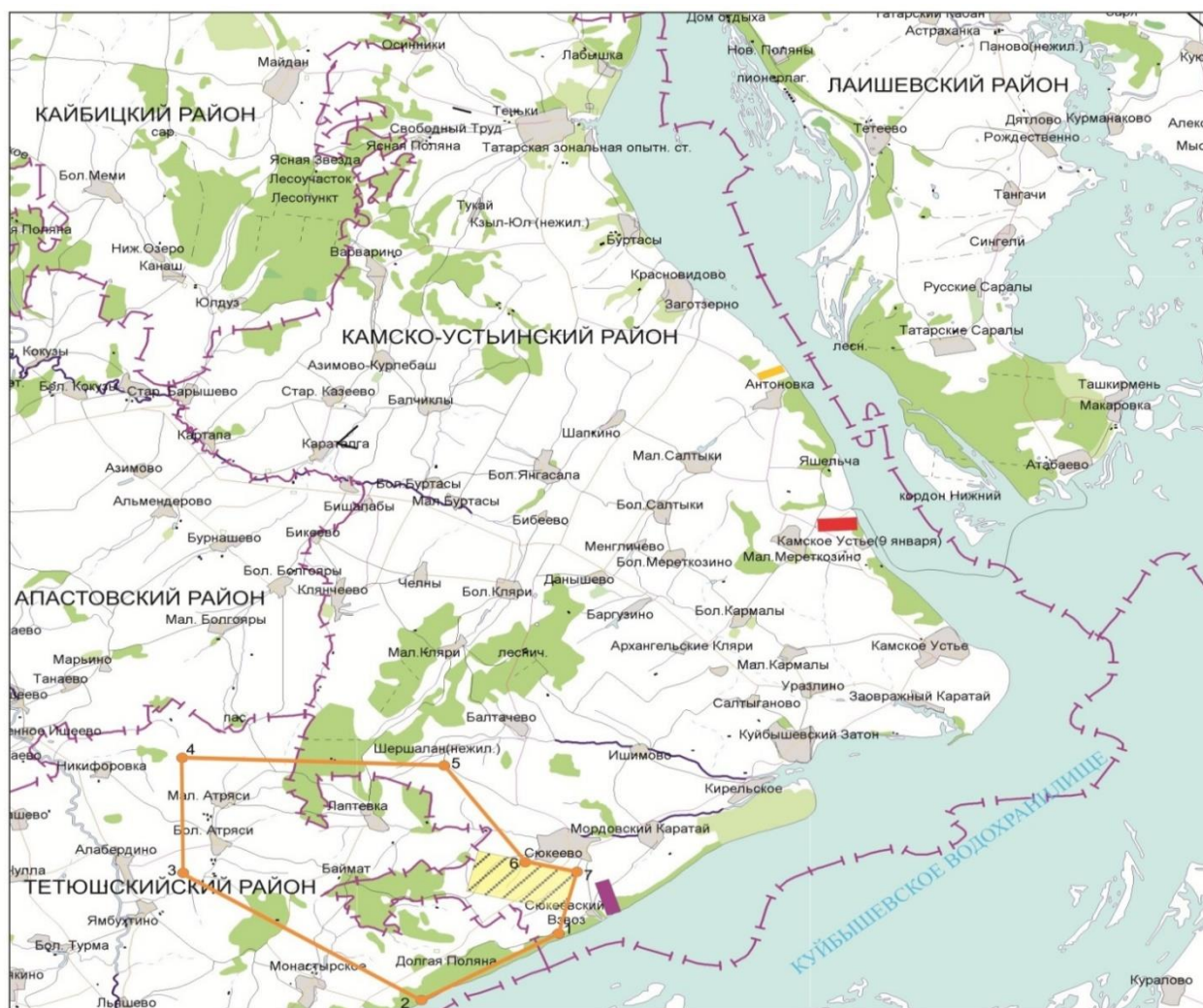
- глубина разведки – до вскрытия подошвы второго (нижнего) пласта гипса печищенской толщи верхнеказанских отложений пермской системы;
- выход керна по полезному ископаемому должен быть не менее 80 %;
- в подсчет включать запасы первого (верхнего) и второго (нижнего) пластов гипса, при этом минимальная мощность каждого пласта по отдельному пересечению должна составить 4,0м;
- к полезному ископаемому относить гипс, качество которого по отдельному пересечению соответствует требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов»;
- необходимое количество вновь разведанных геологических запасов гипса – 100 млн. тонн.

С учетом изменений в геологическом задании выполнить корректировку проектного количества скважин на объекте.

Главный геолог  
ООО «Фоника Гипс»



В.П. Косолапов



Условные обозначения:


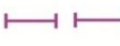




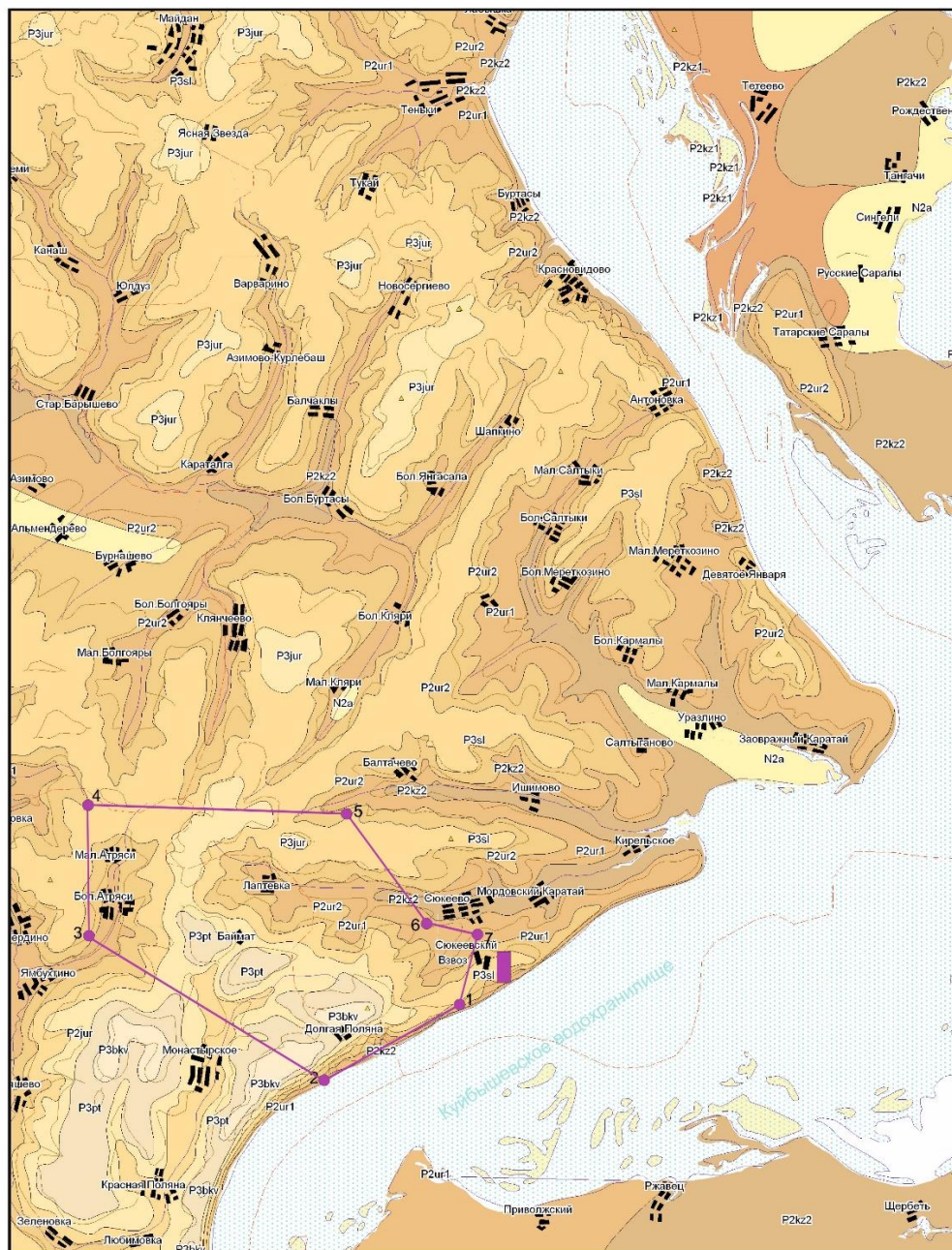
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | Сюкеевское месторождение гипса.<br>(распределенный фонд)        |  | Границы муниципальных районов<br>Республики Татарстан.              |
|  | Камско-Устьинское месторождение гипса.<br>(распределенный фонд) |  | Байматский лицензионный участок недр.<br>Угловые точки и их номера. |
|  | Антоновское месторождение гипса.<br>(законсервированное)        |  | Байматский участок гипса  |

Рис. 11. Обзорная карта района работ

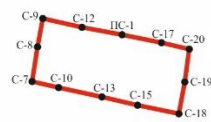


Условные обозначения:

Пермская система Верхний (татарский) отдел системы	N <sub>2a</sub>	Акчагыльский ярус. Глины, алевролиты, пески с гравием.	Пермская система Средний (биармийский) отдел	P <sub>2ur2</sub>	Верхнеуржумский подъярус. Глины, известняки и мергели с прослоями алевролитов и песчаников.
	P <sub>3bkv</sub>	Быковская свита. Песчаники с прослоями конгломератов, алевролиты, глины.		P <sub>2ur1</sub>	Нижнеуржумский подъярус. Глины, известняки и мергели с прослоями алевролитов и песчаников.
	P <sub>3pt</sub>	Путятинская свита. Песчаники, глины, алевролиты, мергели.		P <sub>2kz2</sub>	Верхнеказанский подъярус. Известняки, доломиты с прослоями гипса, глины, алевролиты, мергели.
	P <sub>3jur</sub>	Юрпаловская свита. Глины, песчаники, алевролиты, мергели.		P <sub>2kz1</sub>	Нижнеказанский подъярус. Доломиты, известняки загипсованные с прослоями глин и алевролитов.
	P <sub>3sl</sub>	Слободская свита. Глины, известняки алевролиты, песчаники.		[Purple box]	Сюлеевское месторождение гипса.
				[Purple polygon with points 1-7]	Байматский участок недр. Угловые точки и их номера.

Рис. 12. Геологическая карта района Байматского лицензионного участка недр (по материалам С.А. Марамчина, 1977)

Масштаб 1: 50 000



Байматский участок гипса  
оконтуривающие скважины  
и их номера: ПС-1 поисковая  
С-7 оценочные

Условные обозначения:


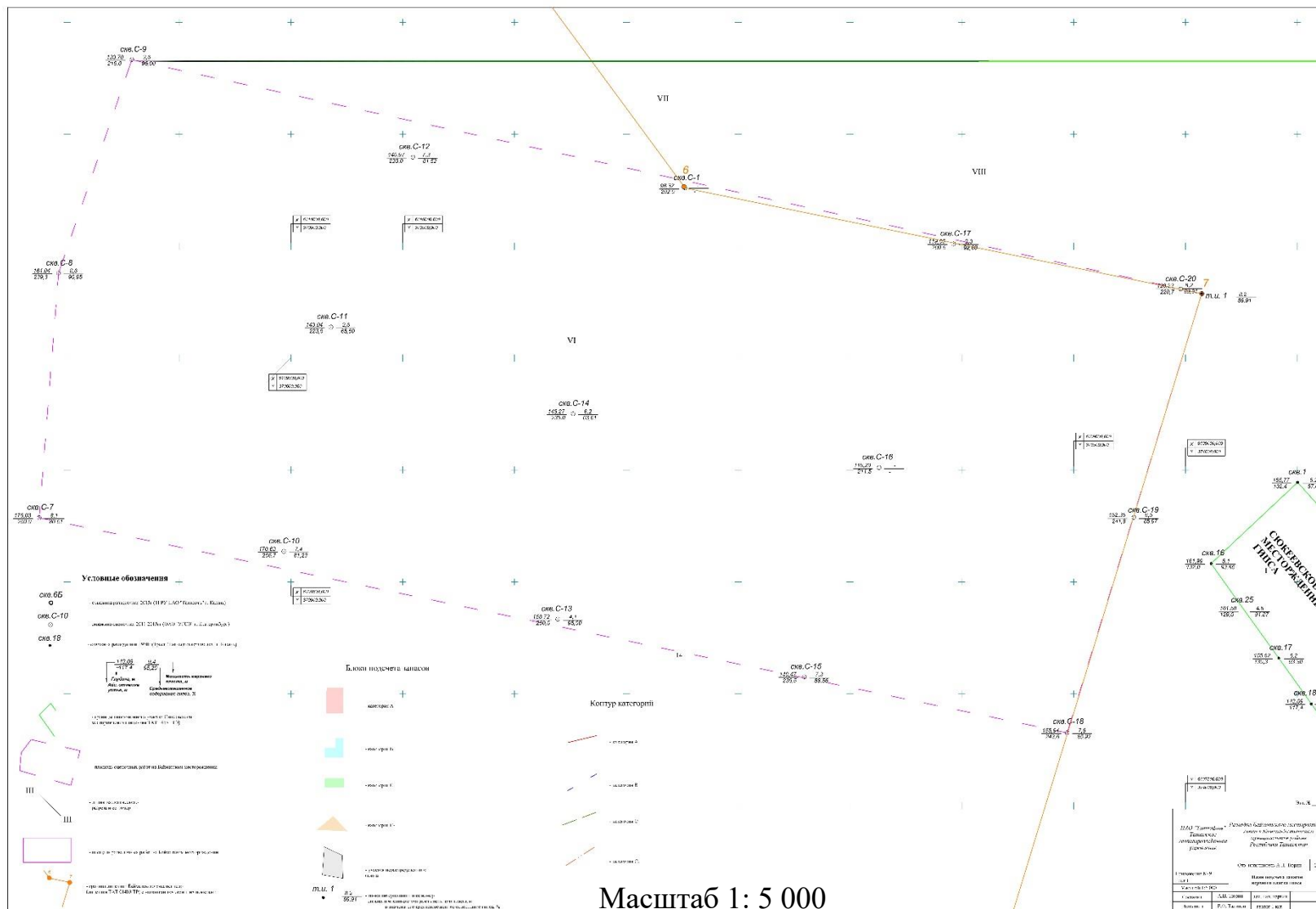
 Сюкеевское месторождение гипса

Рис. 13. Космоснимок Байматского участка





Масштаб 1: 5 000



Масштаб 1: 5 000

Рис. 15. План лицензионного участка

Масштаб: Горизонтальный 1: 5 000  
Вертикальный 1: 500

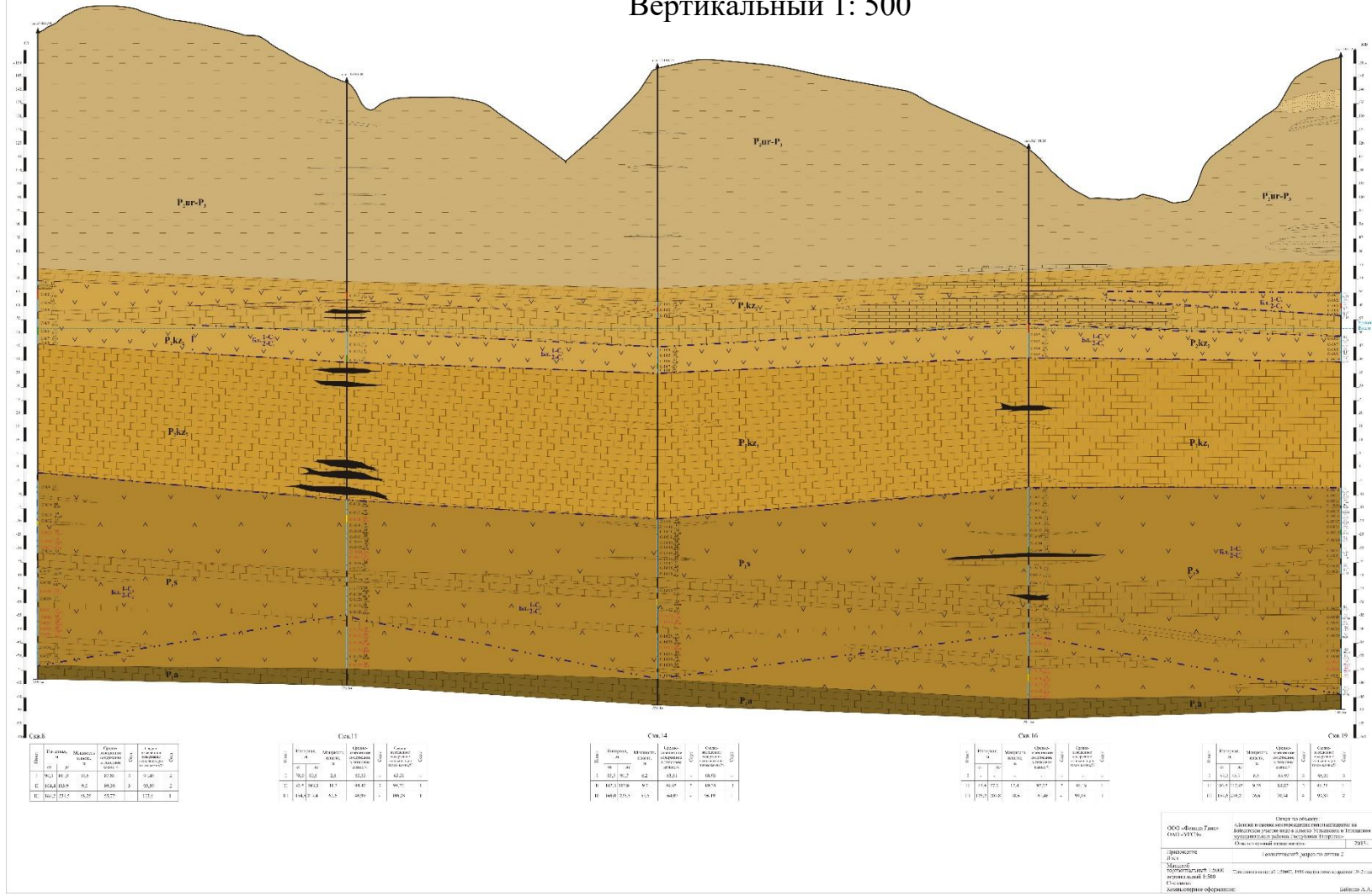


Рис. 16. Геологический разрез по линии 2

Таблица вычисления средних мощностей нижнего пласта гипса  
для подсчета запасов

№№ скважин	Глубина скважин в м	Абсолютная отметка устья скв. в м	Нижний пласт гипса			
			Глубина залегания кровли в м абс. отм. в м	Глубина залегания подошвы в м абс. отм. в м	Установленная мощность пласта в м	Принятая к подсчету запасов мощность пласта в м
1	2	3	4	5	6	7
Разведочные скважины (Байматский участок)						
1Б	123,0	158,74	<u>111,0</u> 47,74	<u>120,8</u> 37,94		
2Б	122,0	159,68	<u>110,8</u> 48,88	<u>120,4</u> 39,28		
3Б	115,0	150,67	<u>103,7</u> 46,97	<u>113,3</u> 37,37		
4Б	108,0	144,68	<u>94,7</u> 49,98	<u>104,0</u> 40,68		
5Б	94,2	134,83	<u>83,8</u> 51,03	<u>93,0</u> 41,83		
6Б	81,6	122,46	<u>70,4</u> 52,06	<u>80,3</u> 42,16		
7Б	70,1	109,52	<u>59,5</u> 50,02	<u>68,9</u> 40,62		
8Б	88,2	123,34	<u>76,8</u> 46,54	<u>85,8</u> 37,54		
9Б	107,5	143,32	<u>96,8</u> 46,52	<u>106,7</u> 36,62		
10Б	77,0	111,74	<u>65,3</u> 46,44	<u>74,4</u> 37,34		
11Б	106,0	145,89	<u>96,0</u> 49,89	<u>104,4</u> 41,49		
12Б	106,5	140,62	<u>96,2</u> 44,42	<u>105,2</u> 35,42		
13Б	97,5	126,59	<u>85,4</u> 41,19	<u>94,7</u> 31,89		
14Б	126,4	158,41	<u>115,6</u> 42,81	<u>125,4</u> 33,01		

15Б	92,0	129,10	<u>81,0</u> 48,10	<u>89,7</u> 39,40		
16Б	113,0	147,60	<u>101,4</u> 46,20	<u>109,9</u> 37,70		
17Б	135,5	164,84	<u>122,5</u> 42,34	<u>131,8</u> 33,04		
18Б	126,5	161,19	<u>116,3</u> 44,89	<u>125,0</u> 36,19		

Таблица расчета средневзвешенного содержания гипса в гипсовом камне по разведочным скважинам

№№ скважин	№№ проб	Интервал опробования, м		Мощность, м	Содержание гипса в гипсовом камне (по гидратной воде), %	М х %	Сорт гипсового камня по ГОСТ 4013-82
		от	до				
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Нижний пласт гипса</b>							
1Б	1Б/4	111,0	114,3	3,3	91,3	301,29	
	1Б/5	114,3	117,5	3,2	93,7	299,84	
	1Б/6	117,5	120,8	3,3	92,9	306,57	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
2Б	2Б/5	110,8	114,0	3,2	93,7	299,84	
	2Б/6	114,0	117,2	3,2	91,3	292,16	
	2Б/7	117,2	120,4	3,2	92,3	295,36	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
3Б	3Б/4	103,7	107,0	3,3	96,1	317,13	
	3Б/5	107,0	110,3	3,3	94,8	312,84	
	3Б/6	110,3	113,3	3,0	93,5	280,50	
<b>Итого:</b>							

<b>Средневзвешенное:</b>							
4Б	4Б/3	94,7	97,8	3,1	95,0	294,50	
	4Б/4	97,8	100,9	3,1	92,8	287,68	
	4Б/5	100,9	104,0	3,1	93,7	290,47	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
5Б	5Б/3	83,8	86,9	3,1	91,8	284,58	
	5Б/4	86,9	90,0	3,1	92,4	286,44	
	5Б/5	90,0	93,0	3,0	91,6	274,80	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
6Б	6Б/3	70,4	73,7	3,3	95,5	315,15	
	6Б/4	73,7	77,0	3,3	95,4	314,82	
	6Б/5	77,0	80,3	3,3	92,9	306,57	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
7Б	7Б/3	59,5	62,7	3,2	83,9	268,48	
	7Б/4	62,7	65,8	3,1	92,7	287,37	
	7Б/5	65,8	68,9	3,1	93,4	289,54	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
8Б	8Б/3	76,8	79,8	3,0	93,4	280,20	
	8Б/4	79,8	82,8	3,0	94,7	284,10	
	8Б/5	82,8	85,8	3,0	92,2	276,60	

<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
9Б	9Б/3	96,8	100,1	3,3	94,4	311,52	
	9Б/4	100,1	103,4	3,3	94,0	310,20	
	9Б/5	103,4	106,7	3,3	93,8	309,54	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
10Б	10Б/3	65,3	68,3	3,0	93,4	280,20	
	10Б/4	68,3	71,3	3,0	92,4	277,20	
	10Б/5	71,3	74,4	3,1	89,2	276,52	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
11Б	11Б/3	96,0	99,0	3,0	93,7	281,10	
	11Б/4	99,0	101,6	2,6	96,7	251,42	
	11Б/5	101,6	104,4	2,8	93,9	262,92	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
12Б	12Б/4	96,2	98,6	2,4	95,3	228,72	
	12Б/5	98,6	102,2	3,6	93,7	337,32	
	12Б/6	102,2	105,2	3,0	95,0	285,0	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
13Б	13Б/4	85,4	88,5	3,1	94,3	292,33	
	13Б/5	88,5	91,5	3,0	93,6	280,80	
	13Б/6	91,5	94,7	3,2	92,7	296,64	
<b>Итого:</b>							



<b>Средневзвешенное:</b>							
14Б	14Б/4	115,6	118,9	3,3	93,4	308,22	
	14Б/5	118,9	122,2	3,3	94,0	310,20	
	14Б/6	122,2	125,4	3,2	92,8	296,96	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
15Б	15Б/1	81,0	84,0	3,0	91,9	275,7	
	15Б/2	84,0	87,0	3,0	93,1	279,3	
	15Б/3	87,0	89,7	2,7	93,2	251,64	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
16Б	16Б/3	101,4	104,2	2,8	92,6	259,28	
	16Б/4	104,2	107,0	2,8	91,5	256,20	
	16Б/5	107,0	109,9	2,9	89,9	260,71	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
17Б	17Б/2	122,5	125,6	3,1	95,5	296,05	
	17Б/3	125,6	128,7	3,1	94,3	292,33	
	17Б/4	128,7	131,8	3,1	93,6	290,16	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
18Б	18Б/4	116,3	119,2	2,9	95,8	277,82	
	18Б/5	119,2	122,1	2,9	94,2	273,18	
	18Б/6	122,1	125,0	2,9	94,7	274,63	
<b>Итого:</b>							
<b>Средневзвешенное:</b>							
<b>Среднее средневзвешенное по участку</b>							

## 6. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых является важнейшей составной частью геологоразведочного процесса и выполняется на стадии поисковых, оценочных, разведочных работ и при эксплуатации месторождения. Стадийность экономической оценки месторождений приведена в таблице 26.

*Таблица 26*

Стадии (материалы) экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых по принятой в России схеме

Стадия геологического изучения недр	Стадии (материалы) геолого-экономической оценки
Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых	Геолого-экономическая оценка не проводится
Стадия 2. Поисковые работы	Технико-экономическое соображение (ТЭС)
Стадия 3. Оценочные работы	Технико-экономическое обоснование (ТЭО) временных разведочных кондиций
Стадия 4. Разведка месторождения	Технико-экономическое обоснование (ТЭО) постоянных разведочных кондиций
Стадия 5. Эксплуатационная разведка	Технико-экономическое обоснование (ТЭО) эксплуатационных кондиций

На экономическую оценку месторождений твердых полезных ископаемых оказывают влияние следующие природные факторы [10]:

- запасы месторождения;
- качество полезного ископаемого;
- технологические свойства сырья;
- горнотехнические условия эксплуатации;
- географо-экономические условия района месторождения;

- экологические условия эксплуатации месторождения;

Запасы твердых полезных ископаемых оцениваются количеством их в недрах (без учета потерь при добыче). Величина запасов определяет возможную производительность добывающего предприятия и срок его существования. В то же время производительность рудника в значительной степени зависит от спроса выпускаемой продукции. Величина запасов месторождения не всегда является определяющей, так как освоение месторождений часто осуществляется очередями [10].

Качество полезного ископаемого оценивается по состоянию в недрах. Однако на экономику горного предприятия влияет качество сырья, которая фактически добывается из недр и поступает в переработку в горно-обогатительный комбинат. Снижение качества добываемого сырья относительно его качества в недрах за счет прихвата пустых пород контактовой зоны или внутренних породных включений носит название разубоживание. Ошибки в оценке средних содержаний полезного компонента ведут к изменениям прибыли горного предприятия практически на величину этой ошибки. Качественная характеристика сырья является наиболее важным элементом геолого-экономической оценки.

Технологические свойства сырья. Под технологическими свойствами сырья понимают способность добытого из недр сырья превращаться в процессе первичной переработки в товарный продукт с высоким содержанием полезного компонента. Способность сырья к обогащению оценивается по испытаниям технологических проб в специализированных институтах. Грубые ошибки при проведении таких испытаний обычно маловероятны. Ошибки как правило чаще связаны с представительностью отобранных технологических проб.

Горнотехнические условия эксплуатации. Отработка месторождений твердых полезных ископаемых возможна открытым способом (карьерами), подземным способом (в шахтном или штольневом варианте) и

геотехнологическим способом (подземной выплавкой, подземным выщелачиванием). Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки.

Географо-экономические условия района месторождения. Оценка затрат, связанных с особенностями географо-экономического положения района месторождения, должна производиться безошибочно, так как влияющие факторы фиксируются однозначно. Однако на практике оценка таких затрат достаточно сложна из-за их многообразия.

Экологические условия эксплуатации месторождения определяются стоимостью необходимых природоохранных и природовосстановительных мероприятий.

Основными экономическими показателями, используемыми при оценке месторождения твердых полезных ископаемых, являются [5]:

Денежный поток (ДП) – это движение будущих денежных поступлений (приток) и расходов (отток) при строительстве и эксплуатации месторождения, иллюстрирующее финансовые результаты от возможной реализации проекта;

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – это разность суммарных доходов и расходов за весь период освоения и эксплуатации месторождения, приведенная (дисконтированная) к году начала движения денежных потоков, т.е. накопленный дисконтированный эффект за расчетный период;

Индекс доходности (ИД) – это отношение дисконтированного дохода к дисконтированным капитальным вложениям;

Внутренняя норма доходности (ВНД) – это величина процентной ставки приносимого проектом дохода;

Срок окупаемости капитальных вложений (Т) – это временной интервал с момента с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы уравнивают приведенные капитальные вложения;

Бюджетная эффективность (БЭ) – это чистый дисконтированный доход государства;

Ставка (норма) дисконтирования (E);

Расчет денежного потока осуществляется исходя из следующих основных условий [5]:

- горизонт расчета отработки запасов-не более 20 лет или на срок выдачи лицензии;

- стоимость товарной продукции определяется без учета НДС, исходя их среднего значения цены внутреннего или мирового рынка на конечную продукцию за год или несколько ближайших лет;

- размер капиталовложений в максимальной степени определяется прямым расчетом без учета НДС;

- эксплуатационные затраты определяются постатейно по элементам затрат без учета НДС;

- размер оборотных средств обычно принимается равным величине двух-, трехмесячных эксплуатационных затрат без учета амортизации и учитывается в расходной части первых лет эксплуатации и в доходной части последнего года;

- амортизация рассчитывается по соответствующим нормам;

Основными элементами инвестиционных затрат при строительстве и эксплуатации горнодобывающего предприятия являются:

- первоначальные капитальные вложения, включающие в себя горно-капитальные работы, затраты на приобретение, транспортировку и монтаж горного оборудования, объекты поверхностного комплекса и др.;

- капитальные вложения на строительство обогатительной фабрики;

- капитальные вложения, осуществляемые в период эксплуатации (реновация);

- оборотный капитал.

Основными составляющими эксплуатационных затрат являются:

- заработная плата;

- страховые взносы;

- затраты на электро- и тепловую энергию;
- амортизация;
- ремонт и содержание основных фондов;
- цеховые расходы;
- коммерческие расходы;
- налоги и платежи, выплачиваемые из себестоимости;

При осуществлении проектов освоения месторождений, не может быть полностью исключена вероятность того, что достигнутые на практике экономические показатели, будут отличаться от проектных.

Под риском проекта освоения месторождения понимается вероятность невозврата инвестиций при его осуществлении [10].

Альтернативная вероятность, т.е. вероятность того, что данный проект по крайней мере обеспечит возврат сделанных инвестиций, может быть названа устойчивостью проекта.

Для оценки степени риска или устойчивости проекта освоения месторождения необходимо просчитать величины чистого дисконтированного дохода, индекса доходности и внутренней нормы доходности для нескольких вариантов денежных потоков, задаваясь в качестве переменных значениями тех параметров, которые представляются оцениваемыми недостаточно надежно и влияние которых на итоговые показатели максимально [10].

Под чувствительностью проекта освоения месторождения к изменению исходных данных понимают степень относительного изменения итоговых экономических показателей (ЧДД, ИД, ВВД) при изменении некоторых исходных данных (объема выпуска продукции, цены, эксплуатационных затрат, капитальных вложений и т.п.). В качестве факторов, влияющих на чистый дисконтированный доход, обычно рассматривают:

- снижение цены реализации;
- увеличение эксплуатационных затрат;

- увеличение эксплуатационных затрат;

Задача анализа чувствительности заключается в том, чтобы найти выражение функций зависимостей экономических показателей от упомянутых параметров. В результате расчетов ЧДД, ИД и ВНД строят диаграммы чувствительности проекта освоения к изменению приведенных исходных параметров. Эти диаграммы имеют вид лучей, расходящихся от точки, соответствующей базовому значению переменного параметра (Рис. 17).

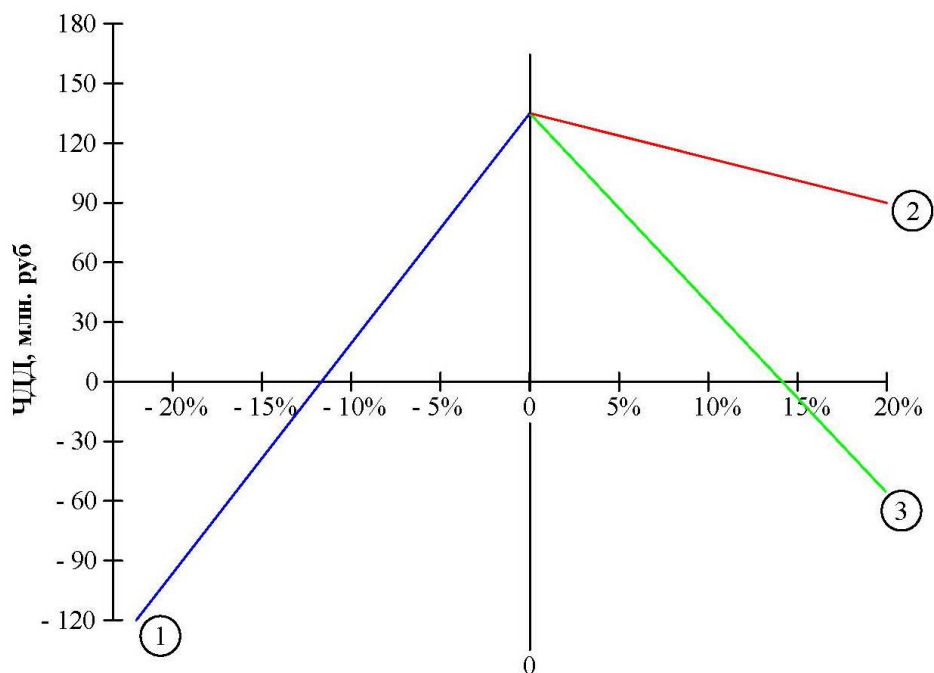


Рис. 17. Лучевая диаграмма зависимости изменения ЧДД от исходных параметров

1 - от снижения цены реализации; 2 - от увеличения капитальных затрат; 3 - от увеличения эксплуатационных затрат.

## 7. ЗАДАНИЕ ПО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ БАЙМАТСКОГО УЧАСТКА СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА

1. Произвести расчет основных технико-экономических показателей освоения Байматского участка Сюкеевского месторождения гипса (Табл. 27).

Исходные данные:

- горизонт расчета – 20 лет;
- производительность рудника – 500 тыс. т в год;
- цена реализации – 480 руб./т;
- себестоимость выпуска продукции – 194,3 млн руб. в год;
- амортизация – 33,1 млн руб. в год;
- налог на имущество и прочие платежи – по расчету;
- налог на прибыль – 20%;
- капитальные затраты – 64,04 млн руб.;
- реновация – по расчету;
- прирост оборотного капитала – 26,9 млн руб.;
- реализация имущества и возврат оборотного капитала не планируются по истечению 20 лет (рудник продолжит добычу);
- ставка дисконтирования – 15%.

2. Произвести анализ чувствительности проекта освоения Байматского участка Сюкеевского месторождения гипса.

Под чувствительностью проекта к изменению исходных данных понимают степень относительного изменения итоговых экономических показателей (ЧДД, ИД, ВНД) при изменении некоторых исходных показателей (цены, эксплуатационных затрат, капитальных вложений, выпуска продукции и т.п). Задача анализа чувствительности заключается в том, чтобы найти выражение функций зависимости экономических показателей от упомянутых параметров.



Таблица 27

## Формуляр расчета основных технико-экономических показателей освоения месторождения

№ п/п	Показатели	Интервал планирования																				Итого: млн. руб
		1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	11 год	12 год	13 год	14 год	15 год	16 год	17 год	18 год	19 год	20 год	
	<b>ОПЕРАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>																					
1.	Выручка от реализации продукции																					
2.	Себестоимость выпуска продукции																					
3.	в том числе амортизация																					
4.	Балансовая прибыль (п. 1 – п. 2)																					
5.	Налог на имущество и прочие платежи																					
6.	Налогооблагаемая прибыль (п. 4 – п. 5)																					
7.	Налог на прибыль																					
8.	Чистая прибыль (п. 6 – п. 7)																					
9.	Сальдо потока от операционной деятельности (п. 8 + п. 3)																					
10.	Коэффициент дисконтирования																					
11.	Дисконтированное сальдо потока от операционной деятельности (п. 9 * п. 10)																					

Продолжение таблицы 27

	ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ																				
12.	Капитальные затраты																				
13.	Прирост оборотного капитала																				
14.	Реализация имущества при прекращении инвестиционного проекта																				
15.	Возврат оборотного капитала																				
16.	Сальдо потока от инвестиционной деятельности (п. 12+п.13-п. 14-п.15)																				
17.	Дисконтированное сальдо потока от инвестиционной деятельности (п. 16 * п. 10)																				
18.	Сальдо суммарного денежного потока - чистый денежный поток (п. 9 – п. 16)																				
19.	Чистый дисконтированный доход (п. 11 – п. 17)																				

2.1. Произвести расчеты ЧДД и ИД при:

- снижении цены реализации гипса на 10%, 15% и 20%;
- увеличения эксплуатационных затрат на 10%, 15% и 20%;
- увеличения инвестиционных затрат (капитальных вложений) на 10%, 15% и 20%.

2.2. Построить лучевые диаграммы, характеризующие чувствительность показателей ЧДД и ИД проекта освоения к изменению исходных параметров (цены, эксплуатационных затрат, капитальных вложений).

2.3. На основе расчетов и лучевых диаграмм составить заключение по анализу чувствительности проекта освоения Байматского участка Сюкеевского месторождения гипса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (утв. Приказом МПР РФ от 11 декабря 2006 г. № 278).
2. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Часть 2. М. Гос. научно-техн. изд. литературы по геологии и охране недр., 1961. – 390 с.
3. Кузьмин В.И., Мининг С.Э., Редькин Г.М. Геометризация и рациональное использование недр. М. Недр., 1991. – 319 с.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Гипс и ангидрит. ФГУ ГКЗ., 2007. – 29 с.
5. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). ФГУ ГКЗ., 2007. – 44 с.
6. Михайлов Ю.В. ТЭО постоянных разведочных кондиций на отработку подземным способом верхнего и нижнего пластов гипса Байматского месторождения в Камско-Устьинском районе Республики Татарстан. Иркутск. АО «ИРГИРЕДМЕТ»., 2016. – 241 с.
7. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). ВИЭМС., М., 1999.
8. Смирнов В.И., Прокопьев А.П., Борзунов В.М. и др. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. М. Гос. научно-техн. изд. литературы по геологии и охране недр., 1960. – 672 с.
9. Тюрин А.Н. Отчет о результатах разведки Байматского месторождения гипса в Камско-Устьинском муниципальном районе Республики Татарстан. Казань. Фонды ТГРУ ПАО Татнефть.
10. Шумилин М.В. Геолого-экономические основы горного бизнеса. М. Изд. ВИМС., 1998. – 168 с.