



**А.И. Ефремов**  
ООО «Сибирский НТЦ  
нефти и газа»<sup>2</sup>  
научный сотрудник  
aleksei\_efremov@mail.ru



**О.Г. Немова**  
канд. экон. наук  
ООО «Сибирский НТЦ  
нефти и газа»<sup>2</sup>  
научный сотрудник  
ognemova@mail.ru



**А.В. Герасимчук**  
канд. геол.-мин.наук  
НИГП АК «АЛРОСА»<sup>1</sup>  
директор  
GerasimchukAV@alrosa.ru



**И.И. Антипин**  
НИГП АК «АЛРОСА»<sup>1</sup>  
заведующий лабораторией  
геолого-экономического  
анализа ГРП  
AntipinII@alrosa.ru

# Методика оценки инвестиций в геологоразведочные работы на алмазы и ее применение

1. Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие АК «АЛРОСА». Россия, 678174, Республика Саха – Якутия, Мирный, Чернышевское шоссе, 16; 2. ООО «Сибирский НТЦ нефти и газа». Россия, 634061, Томск, ул. Никитина, 99, оф. 503.

*Существующие методические разработки в алмазной геологии касаются, в основном, этапов разведки и освоения месторождений алмазов. Для обоснования эффективности ГРП на алмазы необходимо проведение геолого-экономической и стоимостной оценки недр, начиная с результатов стадии общих поисков. Авторы разработали комплексный подход к геолого-экономической и стоимостной оценке недр в соответствии со стадийностью ГРП на алмазы*

**Ключевые слова:** алмазы; геологоразведочные работы; инвестиции; экономическая оценка; методика; рентабельность; чистый дисконтированный доход

**Д**ля обеспечения организаций, занимающихся геолого-поисковыми работами на алмазы, специалистами ООО «Сибирский НТЦ нефти и газа» и НИГП АК «АЛРОСА» разработан методический подход к геолого-экономической и стоимостной оценке недр в соответствии со стадийностью ГРП на алмазы, предназначенный для экономического экспресс-прогноза всей последовательности освоения перспективных на алмазы объектов для принятия решений о проведении ГРП на ранних стадиях. Принципы, примененные в настоящей работе, достаточно успешно используются для других видов минерального сырья [1].

## Основные принципы геолого-экономической оценки

Оценка эффективности инвестиций в ГРП на потенциально алмазоносном объекте проводится с точки зрения их конечного экономического результата с использованием метода дисконтированных денежных потоков. Основной количественный показатель стоимостной оценки – ожидаемый чистый дисконтированный доход инвестора (*net present value*), который может быть получен в результате освоения объекта. В процессе оценки учитываются все этапы поиска, разведки и освоения объекта: ГРП, организация и обустройство горного кластера, добыча, транспортировка и реализация добываемого сырья.



Рис. 1. Структура ПК «Алмаз-ГЭО» для расчетов по геолого-экономической оценке

Также учитываются все основные характеристики объекта и внешние факторы, влияющие на затраты и результаты его освоения – горно-геологические параметры, экономико-географические характеристики территории, параметры рынка, условия налогообложения.

Проведение оценки включает обоснование геологических, технологических, экономических и других показателей, характеризующих процесс изучения и освоения объектов, прогноз денежных потоков, которые могут быть получены в результате их изучения и освоения (выручка, издержки, налоги, чистый доход и др.). На основе денежных потоков определяются результирующие показатели геолого-экономической и стоимостной оценки для инвестора (коммерческая эффективность): чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма рентабельности, срок окупаемости, индекс доходности. В качестве основного показателя экономической оценки объекта, выделенного в пределах изучаемой территории, принимается ожидаемый чистый дисконтированный доход (*net present value*), который может быть получен инвестором в результате его геологического изучения и освоения, рассчитанный с учетом успеха ГРП на объекте. В качестве основного показателя экономической оценки территории в целом принимается сумма показателей ЧДД по объектам с положительной оценкой.

Методика геолого-экономической и стоимостной оценки представлена в виде алгорит-

мов и формул для расчетов, позволяющих на основе исходных параметров поэтапно получить набор показателей экономической эффективности геологического изучения и последующего освоения объектов.

Структура разработанных программно-методических средств (ПК «Алмаз-ГЭО»), реализующих данную методику, и их функции представлены на *рис. 1*.

#### Блок прогноза программы ГРП и оценки ресурсов/запасов

В этом блоке при проведении экономической оценки для обоснования ГРП предусмотрен расчет прогнозных показателей программы ГРП на оцениваемом объекте. Алгоритм составлен на основании следующих предпосылок:

– период подготовки запасов поделен на пять стадий согласно приростам ресурсов и запасов соответствующих категорий:  $P_2, P_1, C_2, C_1, A+B$ ;

– проводятся основные виды ГРП: аэромагнитная съемка (АМС), магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка, гравиразведка, шурфы, колонковое бурение; остальные виды ГРП (ГИС, опробование, обогащение проб, прокладка маршрутов и пр.) могут быть учтены путем увеличения норматива на проведение основного вида ГРП, связанного с сопутствующим видом ГРП;

– по мере проведения ГРП сокращаются площади исследования оцениваемого объекта

| Показатели   | Единица измерения      | Завершенные стадии ГРР            | Планируемые стадии ГРР    |                           |                           |                                  |                           |
|--|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  |                        | Региональные работы. Общие поиски | Детальные поиски          | Оценочные работы          |                           | Разведка месторождения           | Эксплуатационная разведка |
| Объект исследования ГРР  |                        | Перспективные площади             | Площади с ресурсами $P_3$ | Площади с ресурсами $P_2$ | Площади с ресурсами $P_1$ | Участки с запасами $C_2$ и $C_1$ | Участки с запасами $C_1$  |
| Прогнозируемый результат ГРР   |                        | Ресурсы $P_3$                     | Ресурсы $P_2$             | Ресурсы $P_1$             | Запасы $C_2$              | Запасы $C_1$                     | Запасы A+B                |
| Площадь исследуемого объекта   | км <sup>2</sup>        |                                   | 650                       | 220                       | 25                        | 1                                | 0.2                       |
| <b>Плотности по основным видам работ, достигаемые к концу этапа:</b> |                        |                                   |                           |                           |                           |                                  |                           |
| Аэромагнитная съемка (АМС)   | ф. т/км <sup>2</sup>   | 10                                | 160                       | 160                       | 160                       | 160                              | 160                       |
| Гравиразведка  | ф. т/км <sup>2</sup>   | 1,1                               | 2,2                       | 2,2                       | 80                        | 80                               | 80                        |
| Магниторазведка  | ф. т/км <sup>2</sup>   | 10                                | 18,5                      | 18,5                      | 18,5                      | 18,5                             | 18,5                      |
| Электроразведка  | ф. т/км <sup>2</sup>   | 0                                 | 0,2                       | 0,2                       | 0,2                       | 0,2                              | 0,2                       |
| Сейсморазведка   | ф. т/км <sup>2</sup>   | 0                                 | 30,2                      | 50                        | 200                       | 1200                             | 1200                      |
| Шурфы  | пог. м/км <sup>2</sup> | 0,2                               | 0,3                       | 0,3                       | 0,3                       | 0,3                              | 0,3                       |
| Бурение  | пог. м/км <sup>2</sup> | 0                                 | 90,8                      | 250                       | 920                       | 12000                            | 12000                     |
| Продолжительность стадий ГРР   | лет                    |                                   | 3                         | 2                         | 2                         | 1                                | 0                         |

**Таблица 1.**

Исходные данные для прогноза показателей подготовки запасов на алмазоносном объекте (условный пример)

и производится уплотнение сети различных видов работ;

– при достижении заданных значений плотностей по всем видам работ происходит переход на следующую стадию ГРР, а запасов и ресурсов – в следующую категорию.

**Исходными данными** для расчетов являются:

– прогнозируемый объем запасов алмазов (тыс. кар.);

– среднее содержание алмазов в геологических запасах (кар/т);

– плотности сети основных видов ГРР, которые должны быть достигнуты на каждой из стадий;

– прогноз изменения исследуемой площади при переходе от стадии к стадии (площади для ресурсов и запасов соответствующих категорий);

– планируемые продолжительности каждой из стадий ГРР, которые могут быть дробными числами (год).

**Суммарный объем каждого из видов ГРР** на каждой стадии поисков и разведки определяется исходя из необходимости прироста плотности данного вида ГРР до заданного значения на площади, исследуемой на конкретном этапе. Этот объем распределяется равномерно по годам в соответствии с продолжительностью каждого этапа (стадии ГРР).

Достигнутая **степень разведанности** на каждой стадии в каждом году расчетного периода определяется отношением объема работ, выполненных к данному году, к общему объему работ по каждому из видов ГРР, предусмотренных на данной стадии.

**Результатом работы блока** прогнозирования показателей ГРР являются: общие физические объемы основных видов работ, необходимые для подготовки запасов промышленных категорий; распределение этих объемов по годам; площади проведения ГРР; конечный прирост запасов промышленных категорий; год окончания ГРР.

Предусмотрена также возможность ввода готовой программы ГРР, если на момент расчетов уже имеется разработанная программа, обеспечивающая подготовку на оцениваемом объекте алмазных запасов промышленных категорий. В этом случае расчет показателей процесса подготовки запасов не проводится, а показатели программы вводятся по основным видам ГРР в динамике. На основании этих показателей рассчитываются затраты на ГРР и в дальнейшем – показатели денежного потока.

В **табл. 1** приведены исходные данные по стадиям геологоразведочного процесса, необходимые для прогнозирования программы ГРР по разработанному алгоритму, для ус-

| Наименование показателей | Единица измерения | Итого   | Расчетный период (годы) |        |        |        |        |      |      |        |
|--------------------------|-------------------|---------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------|------|--------|
|                          |                   |         | 2016                    | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021 | 2022 | 2023   |
| АМС                      | ф. т.             | 97 500  | 32 500                  | 32 500 | 32 500 | 0      | 0      | 0    | 0    | 0      |
| Гравиразведка            | ф. т.             | 2670    | 242                     | 242    | 242    | 0      | 0      | 972  | 972  | 0      |
| Магниторазведка          | ф. т.             | 5526    | 1842                    | 1842   | 1842   | 0      | 0      | 0    | 0    | 0      |
| Электроразведка          | ф. т.             | 129     | 43                      | 43     | 43     | 0      | 0      | 0    | 0    | 0      |
| Сейсморазведка           | ф. т.             | 28 722  | 6536                    | 6536   | 6536   | 2182   | 2182   | 1875 | 1875 | 1000   |
| Шурфы                    | пог. м            | 65      | 22                      | 22     | 22     | 0      | 0      | 0    | 0    | 0      |
| Бурение                  | пог. м            | 121 891 | 19 682                  | 19 682 | 19 682 | 17 508 | 17 508 | 8375 | 8375 | 11 080 |

**Таблица 2.**  
Прогнозные показатели программы ГРР на алмазоносном объекте (условный пример)

ловного алмазоносного объекта с ресурсами категории  $P_3$ . В *табл. 2* в качестве примера показаны результаты расчетов программы ГРР для этого объекта.

**Блок прогноза технологических показателей эксплуатации прогнозируемого месторождения алмазов**

Прогноз показателей разработки алмазного месторождения осуществляется с использованием основных соотношений, принятых в мировой практике при обосновании параметров горнодобывающих предприятий (производительность, учет разубоживания и потерь, объемы горно-капитальных работ и пр.).

*Исходными данными* для расчетов являются:

- начало добычи относительно окончания ГРР (годы). Позволяет задать временной интервал между окончанием разведки и началом добычи. Параметр может быть отрицательным, что означает проведение доразведки месторождения параллельно с добычей;
- начало обустройства относительно начала добычи (в большинстве случаев должен иметь отрицательное значение) и продолжительность периода обустройства;
- годовая производительность предприятия (добыча кимберлитовой руды, тыс. т). Параметр может быть задан пользователем либо рассчитываться по формуле Тейлора;
- объемная масса кимберлитовой породы ( $t/m^3$ );
- разубоживание и потери, характеризующие качество алмазов и уровень извлечения их из недр (%);
- период горно-капитальных работ (ГКР, годы);
- удельный объем горно-капитальных работ в расчете на 1 т эксплуатационных запасов руды, обеспечивающих вскрытие

и подготовку месторождения к разработке ( $m^3/t$ );

- коэффициент вскрыши, задающий количество вскрышных пород на единицу полезного ископаемого при открытом способе разработки месторождения (доли ед.);
- средние расстояния транспортировки вскрыши до мест складирования вскрышных пород (отвалов) и руды до горно-обогатительного предприятия (км).

*Прогноз технологических показателей разработки* производится следующим образом:

- рассчитываются суммарные геологические запасы руды исходя из прогнозных геологических запасов алмазов и их среднего содержания в руде;
- рассчитываются суммарные эксплуатационные запасы руды исходя из геологических запасов руды с учетом разубоживания;
- рассчитываются суммарные эксплуатационные запасы алмазов исходя из геологических запасов алмазов с учетом потерь;
- рассчитывается среднее содержание алмазов в эксплуатационных запасах руды исходя из эксплуатационных запасов руды и алмазов;
- если производительность предприятия (годовые эксплуатационные запасы руды) задана пользователем, рассчитывается срок обеспеченности запасами исходя из суммарных эксплуатационных запасов; если не задана – срок обеспеченности запасами рассчитывается по формуле Тейлора и определяются соответствующие годовые эксплуатационные запасы руды:

$$T_d = 0,2 * \sqrt[3]{W_p^0} \quad WOP = \frac{W_p^0}{T_d}$$

где  $T_d$  – срок обеспеченности запасами,  $W_p^0$  – суммарные эксплуатационные запасы руды,  $W_p^0$  – годовые эксплуатационные запасы руды;

– вычисляются годовые эксплуатационные запасы алмазов исходя из годовых эксплуатационных запасов руды и соответствующего среднего содержания алмазов;

– рассчитываются годовые объемы вскрыши исходя из годовых эксплуатационных запасов руды и коэффициентов вскрыши  $K_{\text{вскр}}^t$ , которые постепенно снижаются в течение периода разработки месторождения по следующей формуле:

$$K_{\text{вскр}}^t = \frac{2K_{\text{вскр}}T_d}{T_d(T_d+1)}(T_d-t+1),$$

где  $K_{\text{вскр}}$  – коэффициент вскрыши,  $t$  – год расчетного периода;

– на основании удельного объема ГКР и их продолжительности рассчитывается общий объем ГКР и их распределение по годам таким образом, чтобы эти работы заканчивались в год, предшествующий началу добычи;

– определяется объем горной массы в каждом году расчетного периода как сумма добываемой руды, вскрыши и ГКР;

– в каждом году расчетного периода рассчитываются: грузооборот руды исходя из объемов ее добычи и среднего расстояния транспортировки; грузооборот вскрыши исходя из объемов вскрыши с учетом ГКР и среднего расстояния ее транспортировки; общий объем грузооборота.

**Результатом работы блока** являются прогнозные технологические показатели разработки алмазного месторождения в динамике, передаваемые для дальнейших расчетов: эксплуатационные запасы кимберлитовой руды и алмазов, объемы горной массы, в том числе ГКР и вскрыши, грузооборот руды и вскрыши.

#### **Блок прогноза затрат на подготовку запасов и освоение объекта**

Прогноз капитальных и текущих затрат на освоение объекта производится на основании полученных объемных технологических показателей разведки и разработки месторождения. Рассчитываются следующие группы показателей затрат в динамике: затраты на ГРР, первоначальные и текущие инвестиции в освоение, эксплуатационные затраты на производство и реализацию продукции.

Для прогноза первоначальных капиталовложений применяются *две группы параметров*: удельные параметры, которые при расчете перемножаются на соответствующий показатель (к ним относятся горно-капитальные работы, дорожное строительство и техно-

логический транспорт), и капитальные вложения по проектам, которые при расчетах используются как абсолютные значения. Для обоснования исходных данных формируется некоторая база данных проектов-аналогов (существующих или планируемых) с различной годовой производительностью, каждому из которых соответствует набор необходимых показателей затрат. Могут быть введены данные по пяти проектам.

**Исходные данные** для расчета капитальных затрат следующие:

– удельная стоимость каждого из основных видов ГРР (руб/ф. т. или руб/пог. м);

– доля прочих ГРР в структуре затрат, которая определяет процент, на который нужно увеличить затраты на ГРР, чтобы учесть затраты, не охваченные вышеуказанными нормативами (доли ед.);

– удельные капитальные затраты на единицу объема ГКР (руб/м<sup>3</sup>);

– удельные капитальные затраты на технологический транспорт на единицу максимального годового грузооборота (руб/ткм);

– удельные капитальные затраты на строительство дорог на километр (руб/км);

– прочие первоначальные капитальные затраты –  $D_{\text{пр}}$ , (%). Параметр определяет процент, на который нужно увеличить первоначальные капиталовложения, чтобы учесть затраты, не относящиеся к вышеуказанным направлениям;

– абсолютные значения первоначальных капитальных вложений по основным направлениям (проектно-изыскательские работы, горное оборудование, электроснабжение и связь, водоснабжение, строительство зданий и социальной инфраструктуры, дробильный комплекс, обогатительная фабрика и пр.) (млн руб.). Определяются на основании соответствующих данных по проектам-аналогам различной крупности, находящихся в имеющейся базе данных. В процессе расчетов для прогнозирования затрат база просматривается, выбираются данные по проекту, соответствующему производственной мощности объекта, рассчитанной в блоке технологии. Если мощность, рассчитанная по формуле Тейлора или заданная пользователем, не соответствует ни одному из проектов-аналогов, возможны несколько вариантов выбора данных для дальнейших расчетов:

1) принимаются данные по проекту с меньшей мощностью, в соответствии с которой изменяется рассчитанная ранее мощность оцениваемого объекта и пересчитывается срок обеспеченности запасами в большую сторону;

2) принимаются данные по проекту с большей мощностью, в соответствии с которой изменяется рассчитанная ранее мощность оцениваемого объекта и пересчитывается срок обеспеченности запасами в меньшую сторону;

3) принимаются данные по проекту с большей мощностью, но ни рассчитанная ранее мощность оцениваемого объекта ни срок обеспеченности запасами не изменяются в расчете на последующее расширение за пределами расчетного периода;

4) мощность оцениваемого объекта и срок обеспеченности запасами не изменяются, а объемы капиталовложений рассчитываются по линейной зависимости их величины от годовой мощности предприятия на интервале, в который попадает значение мощности оцениваемого объекта;

– средние доли заменяемых основных фондов (ОФ) в общем объеме ОФ и средние сроки замены ОФ отдельно в добыче, транспортировке и обогащении, на основании которых рассчитываются текущие капиталовложения (годы).

**Исходные удельные нормативы** для расчета текущих затрат следующие:

– затраты на горно-подготовительные работы на единицу объема вскрыши (руб/м<sup>3</sup>);

– текущие затраты на добычу на тонну руды (руб/т);

– затраты на закладочные работы на тонну руды (руб/т);

– текущие затраты на транспорт руды и вскрыши на единицу грузооборота (руб/ткм);

– затраты на складирование горной массы на единицу транспортируемой горной массы (руб/т);

– затраты на обработку руды на обогатительной фабрике на тонну руды (руб/т);

– затраты на обработку концентрата в цехе окончательной доводки на единицу продукции (руб/кар.);

– коммерческие и управленческие расходы на единицу получаемых алмазов (руб/кар.);

– прочие затраты в себестоимости как процент от годовых текущих затрат на производство и реализацию продукции –  $D_{\text{ТЕКУ}}$  (%);

– затраты на рекультивацию на единицу площади –  $Z_{\text{РЕКУ}}$  (тыс. руб/км<sup>2</sup>).

Расчет показателей затрат в динамике производится следующим образом.

**Затраты на подготовку запасов** в каждом году расчетного периода рассчитываются исходя из полученных показателей объемов различных видов ГРП и соответствующих удельных нормативов.

**Первоначальные капиталовложения в добычу** в каждом году расчетного периода включают затраты в проектно-изыскательские работы (ПИР), горно-капитальные работы, горное оборудование, электроснабжение и связь, водоснабжение и водоотведение, строительство зданий и социальной инфраструктуры.

Капиталовложения в ПИР по проекту в целом распределяются по годам равномерно от начала периода обустройства до начала добычи. Затраты на ГКР определяются умножением их объема по годам на соответствующий удельный норматив. Первоначальные капиталовложения по остальным направлениям распределяются по годам равномерно в течение всего периода обустройства и могут производиться также после начала добычи.

**Первоначальные капиталовложения в транспорт** включают затраты на дорожное строительство и технологический транспорт и определяются умножением их удельных нормативов на среднее расстояние транспортировки руды и максимальный годовой грузооборот руды и вскрыши, соответственно.

Затраты в дорожное строительство распределяются по годам равномерно от начала периода обустройства до начала добычи. Затраты в технологический транспорт распределяются равномерно по годам всего периода обустройства.

**Первоначальные капиталовложения в обогащение** включают затраты в дробильный комплекс, обогатительную фабрику и хвостовое хозяйство, которые распределяются равномерно по годам периода обустройства.

**Текущие инвестиции** (капиталовложения в замену основных фондов) рассчитываются отдельно для вложений в добычу, транспорт и обогащение. Расчет производится с помощью треугольной матрицы исходя из объема первоначальных капиталовложений в динамике, доли действующих ОФ, которые требуют периодической замены, и числа лет, через которое эта замена требуется.

**Прочие инвестиции** могут быть учтены двумя способами: как процент от инвестиций в добычу, транспорт и обогащение или в виде абсолютных величин, задаваемых пользователем в динамике, со сдвигом, начиная с первого года периода обустройства.

**Эксплуатационные затраты** рассчитываются как произведение удельных нормативов на соответствующие объемные показатели и включают следующие элементы:

– затраты на горно-подготовительные работы (вскрыша);

– производственные затраты на получение руды как сумма затрат на добычу руды и закладочные работы;

– затраты на транспорт и складирование горной массы как сумма затрат на транспорт и затрат на складирование горной массы;

– затраты на обогащение руды как сумма затрат на обработку руды и затрат на обработку концентрата;

– затраты на управление и реализацию (функциональные расходы).

**Расходы на рекультивацию** определяются как произведение удельных затрат на площадь рекультивации, принятую равной 80-кратной площади карьера, в качестве которой выступает площадь с запасами категории А+В. Эти затраты относятся на последний год добычи алмазов.

**Прочие эксплуатационные затраты** могут быть учтены двумя способами: как процент от суммарных текущих затрат на производство и реализацию продукции или в виде абсолютных величин, заданных пользователем в динамике, со сдвигом, начиная с первого года добычи руды.

**Результатом работы блока** являются прогнозные показатели капитальных и текущих затрат на разработку алмазного месторождения для каждого года расчетного периода, передаваемые для дальнейших расчетов:

- затраты на ГРР;
- первоначальные капитальные вложения в добычу, транспорт и обогащение;
- текущие капитальные вложения на замену основных фондов;
- прочие инвестиционные расходы;
- затраты на горно-подготовительные работы;
- операционные (производственные) затраты на добычу и обогащение руды;
- затраты на транспорт и складирование горной массы;
- затраты на управление и реализацию продукции;
- расходы на рекультивацию;
- прочие эксплуатационные затраты.

### **Блок прогноза показателей экономической эффективности**

Прогноз показателей экономической эффективности освоения оцениваемого объекта проводится в полном соответствии с действующим налоговым законодательством РФ в области недропользования с учетом как федеральных, так и местных налогов и платежей.

**Исходной информацией** для расчета служат технико-экономические показатели,

рассчитанные в блоках прогноза показателей разработки и затрат, ставки налогов, цены реализации полученной продукции, а также ряд параметров, существенно влияющих на показатели экономической оценки. Исходные данные следующие:

- технологическое извлечение алмазов на обогатительной фабрике (доли ед.);
- доля реализации алмазов на внешнем рынке (доли ед.);
- обменный курс доллара США (руб/\$);
- цены продаж алмазов на внешнем и внутреннем рынках (\$/кар.);
- ставка дисконтирования (доли ед.);
- доля амортизируемого имущества как доля капитальных затрат, относимых на себестоимость в виде амортизационных отчислений (доли ед.);
- средний срок полезного использования основных фондов (период амортизации, годы);
- ставки налогов на прибыль, на имущество, на добычу полезных ископаемых (доли ед.);
- период погашения убытков прошлых лет при расчете налога на прибыль (годы);
- ставка таможенной пошлины на экспортируемую продукцию (доли ед.);
- общий тариф обязательных страховых взносов в социальные фонды от фонда оплаты труда (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования, фонд социального страхования) (доли ед.);
- максимальная налоговая база для взносов в социальные фонды, представляющая собой максимальный ФОТ на 1 человека, с которого платятся страховые взносы (тыс. руб.);
- прочие начисления на ФОТ (обязательное страхование от несчастных случаев, добровольное медицинское страхование, негосударственные пенсионные фонды и пр.) (доли ед.);
- экологические платежи в расчете на 1 т добываемой руды (руб/т);
- регулярные платежи за пользование недрами для целей поиска и оценки и для целей разведки участка при его геологическом изучении на единицу площади (руб/км<sup>2</sup>);
- прочие налоги в себестоимости (водный, транспортный, земельный и пр.) как процент к текущим производственным затратам (доли ед.).

**Показатели себестоимости и налогообложения** определяются следующим образом.

Выход товарной продукции рассчитывается исходя из объема обработки руды на

обогащительной фабрике и коэффициента технологического извлечения алмазов.

Выручка от реализации товарной продукции рассчитывается исходя из объемов реализации алмазов на внешнем и внутреннем рынке и соответствующих цен продаж алмазов.

Амортизация основных фондов в каждом году рассчитывается на основании прогнозных показателей капиталовложений в динамике с помощью треугольной матрицы с учетом доли амортизируемых основных фондов, года их ввода и периода амортизации.

Налоги в составе себестоимости рассчитываются на основании полученных ранее объемных и стоимостных показателей в динамике и соответствующих налоговых ставок. Эти налоги в каждом году расчетного периода включают:

- налог на добычу полезных ископаемых в году;
- таможенные пошлины;
- страховые взносы от фонда оплаты труда и прочие начисления на ФОТ;
- экологические платежи;
- прочие налоги в себестоимости.

Общие затраты на добычу и реализацию продукции (полная себестоимость) представляют собой сумму текущих затрат, амортизации и налогов в себестоимости.

Валовая прибыль определяется как разность между выручкой от реализации и полной себестоимостью продукции.

Налог на имущество в каждом году рассчитывается от остаточной стоимости основных фондов (стоимость основных фондов за вычетом амортизационных отчислений к данному году).

Налог на прибыль рассчитывается от налогооблагаемой прибыли (валовая прибыль за вычетом налога на имущество) с учетом переноса убытков прошлых лет, которые в соответствии с действующим налоговым законодательством можно переносить на будущее в течение 10 лет. Налогооблагаемая прибыль за вычетом налога на прибыль составляет чистую прибыль.

**Планирование денежных потоков** проводится на основании рассчитанных показателей доходов и расходов в динамике. Чистый поток денежных средств (чистый доход, *net cash flow*) представляет собой сальдо денежных потоков (доходов и расходов) в каждом году расчетного периода. Для каждого года рассчитываются следующие показатели:

- приток денежных средств, представляющий собой выручку от реализации;
- отток денежных средств, который включает инвестиционные расходы, текущие за-

траты, затраты на ГРП, включая регулярные платежи за пользование недрами, все налоги и платежи в бюджет;

– чистый поток денежных средств (*cash flow*) как разница между их притоком и оттоком:

$$CF^t = \Pi^t - P^t,$$

где  $\Pi^t$  – приток денежных средств,  $P^t$  – отток денежных средств;

– доходы государства как сумма всех поступлений в бюджет (*government cash flow*);

– чистый дисконтированный доход (net present value – NPV):

$$NPV^t = \frac{CF^t}{(1+E)^{t-t_0}},$$

где  $E$  – ставка дисконтирования,  $t_0$  – год введения, за который принят первый год расчетного периода;

– чистый дисконтированный доход до налогообложения:

$$NPV_0^t = \frac{CF^t + H^t}{(1+E)^{t-t_0}},$$

где  $H^t$  – сумма налогов и платежей в бюджет в году  $t$ .

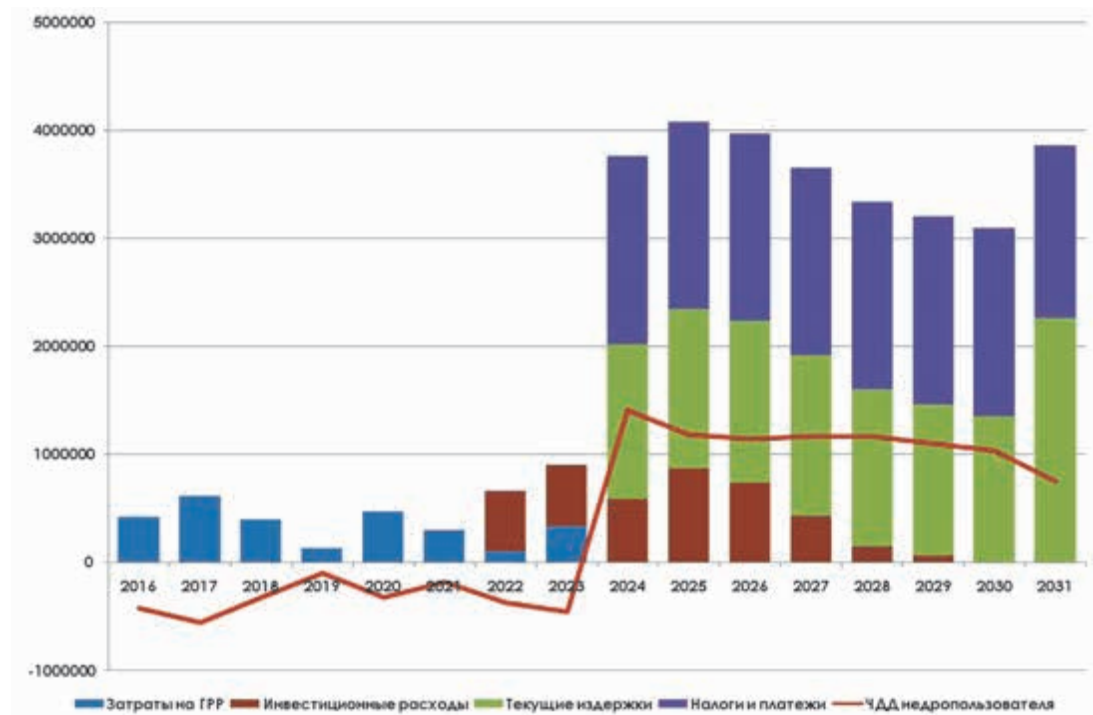
**Сводные показатели эффективности проекта** включают накопленные и удельные показатели доходности проекта за расчетный период, а также ряд показателей, специфических для алмазодобывающей отрасли:

- прирост балансовых запасов алмазов;
- годовые эксплуатационные запасы руды и алмазов;
- накопленная добыча алмазов;
- затраты на подготовку запасов;
- инвестиционные расходы;
- текущие затраты;
- выручка;
- чистая прибыль;
- чистый недисконтированный доход до налогообложения;
- чистый недисконтированный доход после налогообложения;
- доходы бюджета;
- чистый дисконтированный доход до налогообложения;
- чистый дисконтированный доход после налогообложения;
- дисконтированные доходы бюджета;
- удельный чистый дисконтированный доход до налогообложения на единицу добытых алмазов;
- удельный чистый дисконтированный доход после налогообложения на единицу добытых алмазов;



**Рис. 2.**

Основные прогнозные показатели геолого-экономической оценки



- удельные дисконтированные доходы бюджета на единицу добытых алмазов;
- индекс доходности затрат (*benefit-cost ratio*) – отношение дисконтированного притока денежных средств к дисконтированному оттоку денежных средств;
- индекс доходности инвестиций (*profitability index*) – отношение дисконтированного притока денежных средств к дисконтированным инвестициям;
- рентабельность проекта – отношение чистого потока денежных средств к выручке;
- рентабельность продаж – отношение накопленной чистой прибыли к выручке;
- рентабельность производства – отношение накопленной налогооблагаемой прибыли к выручке;
- минимальное промышленное содержание (МПС) определяется исходя из условий окупаемости полных эксплуатационных затрат по формуле:

$$МПС = \frac{З + Н - Н_{ПРИБ}}{W_p * C_{УЧ} * R * (1 - B) * D_{ИЗВ}}$$

где З – текущие затраты за расчетный период, Н – доходы бюджета за расчетный период, Н<sub>ПРИБ</sub><sup>t</sup> – налог на прибыль за расчетный период, W<sub>p</sub> – накопленная добыча руды, C<sub>УЧ</sub> – учетная цена алмазов, R – курс доллара, B –

разубоживание, D<sub>ИЗВ</sub> – технологическое извлечение алмазов;

- точка безубыточности в условном выражении – отношение минимального промышленного содержания к среднему содержанию алмазов;
- точка безубыточности в физическом выражении – произведение точки безубыточности в условном выражении на эксплуатационные запасы алмазов;
- точка безубыточности в стоимостном выражении – произведение точки безубыточности в условном выражении на выручку от реализации;
- бортовое содержание определяется исходя из условий окупаемости текущих затрат на добычу без ГПП (З<sub>ДОБ</sub>), транспорт (З<sub>ТР</sub>) и обогащение (З<sub>ГОК</sub>) с налогами в себестоимости (H<sub>СС</sub>) по формуле:

$$БС = \frac{З_{ДОБ} + З_{ТР} + З_{ГОК} + H_{СС}}{W_p * C_{УЧ} * R * (1 - B) * D_{ИЗВ}}$$

- внутренняя норма доходности *IRR* (*Internal Rate of Return*) – такое значение норматива дисконтирования, при котором чистый дисконтированный доход равен нулю:

$$\sum_{t=1}^T \frac{CF^t}{(1 + IRR)^{t-1}} = 0$$

| Наименование показателей                            | Единица измерения | Объект 1 | Объект 2 | Объект 3 |
|---|-------------------|----------|----------|----------|
| Прирост эксплуатационных запасов алмазов            | тыс. кар.         | 10 000   | 5000     | 10 000   |
| Накопленная добыча алмазов                          | тыс. кар.         | 9000     | 4500     | 9000     |
| Затраты на подготовку запасов (ГРП)                 | млн руб.          | 2793     | 3023     | 4589     |
| Инвестиционные расходы                              | млн руб.          | 3966     | 2920     | 6918     |
| Текущие затраты                                     | млн руб.          | 9643     | 4821     | 15 951   |
| Общая выручка                                       | млн руб.          | 52 903   | 26 452   | 52 903   |
| Чистый дисконтированный доход (@15%):               |                   |          |          |          |
| до налогообложения                                  | млн руб.          | 10 924   | 2240     | 4255     |
| после налогообложения                               | млн руб.          | 6206     | 645      | 1151     |
| бюджета   | млн руб.          | 4719     | 1594     | 3104     |
| Внутренняя норма доходности:                        |                   |          |          |          |
| до налогообложения                                  | %                 | 34,7%    | 17,4%    | 21,2%    |
| после налогообложения                               | %                 | 27,6%    | 12,7%    | 13,9%    |
| Срок окупаемости с учетом налогов и дисконтирования | лет               | 10       | 18       | 18       |

**Таблица 3.**  
Основные результирующие показатели геолого-экономической оценки типовых объектов

– срок окупаемости с учетом налогов и дисконтирования *PP* (*payback period*) – год расчетного периода, в котором накопленный ЧДД становится неотрицательным:

$$\sum_{t=1}^{PP} \frac{CF^t}{(1+E)^{t-1}} \geq 0.$$

В результате работы модели формируются следующие таблицы прогнозных показателей геолого-экономической оценки алмазоносных объектов:

- показатели программы ГРП в динамике;
- технологические показатели разработки в динамике;
- затраты на геологическое изучение и освоение в динамике;
- показатели налогообложения и денежные потоки в динамике;
- основные результаты ГРП по этапам;
- сводные результирующие показатели экономической эффективности.

#### **Апробация методики**

Для апробации разработанной методики и расчетного инструментария была проведена геолого-экономическая оценка нескольких типовых участков недр, преспективных на алмазы.

Основные прогнозные показатели геолого-экономической оценки в динамике одного из объектов в графическом виде представлены на **рис. 2**. Основные сводные показатели геолого-экономической оценки трех объектов приведены в **табл. 3**.

На основании тестовых расчетов можно сделать следующие основные выводы.

1. Предложенная методика и разработанный на ее основе модельный аппарат позволяет оперативно проводить прогнозные расчеты показателей геолого-экономической оценки алмазоносных объектов.

2. Состав и структура исходных данных позволяет учесть особенности оцениваемых объектов (степень геологической изученности, качество сырья, удаленность от инфраструктуры и др.).

3. Разработанные методика и модели для геолого-экономической оценки позволяют проводить обоснование геолого-промысловых характеристик перспективных алмазоносных объектов, обеспечивающих безубыточность их освоения.

4. Результаты прогнозных расчетов, полученных с использованием разработанного инструментария, могут использоваться в процессе обоснования управленческих решений в области подготовки сырьевой базы АК «АЛРОСА» при наличии необходимой исходной информации.

5. Модельный аппарат в процессе эксплуатации может быть усовершенствован, адаптирован и дополнен в соответствии с конкретными задачами и потребностями пользователей.

Разработанная методика может быть использована для построения рациональной стратегии инвестиций в ГРП. Под рациональной стратегией понимается очередность инвестиро-



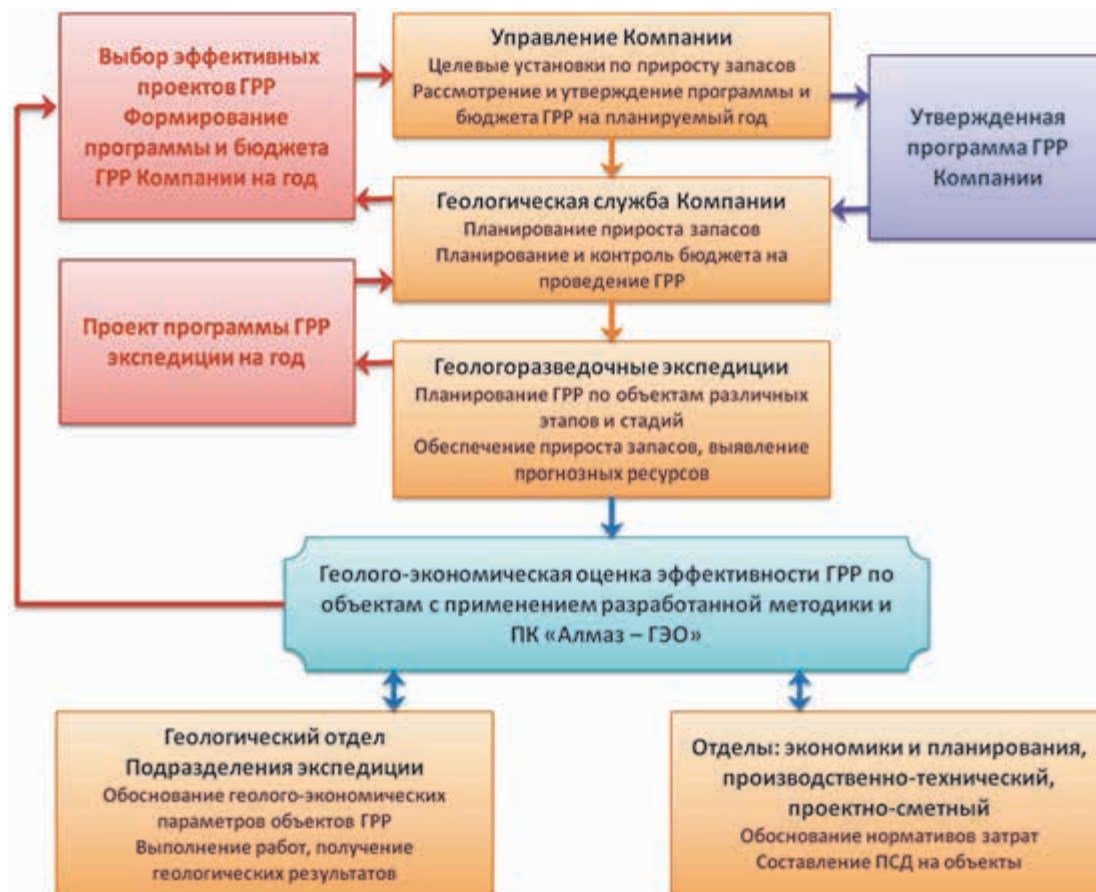
**Рис. 3.**  
*Ранжирование объектов по инвестиционной перспективности геологоразведочных работ*

вания в геологическое изучение перспективных алмазонасных площадей и/или участков, позволяющая обеспечить максимальный ожидаемый доход от последующего освоения прогнозируемых к открытию объектов при фиксированном бюджете ГРП либо при установленном плане ГРП приросте запасов.

Алгоритм построения стратегии имеет следующий вид.

1. Составление перечня объектов недр (площадей, участков), перспективных с точки зрения геологического изучения.
2. Прогноз объемов ГРП по объектам.
3. Прогноз ожидаемого прироста ресурсов высоких категорий и запасов промышленных категорий по объектам недр.
4. Геолого-экономическая и стоимостная оценка каждого из объектов.

**Рис. 4.**  
*Разработанные инструменты в системе принятия решений АК «АЛРОСА» при планировании ГРП*



5. Ранжирование объектов по величине чистого дисконтированного дохода от промышленного освоения.


6. При фиксированном бюджете ГРП: выбор из перечня объектов с наибольшими показателями чистого дисконтированного дохода, сумма затрат на ГРП для которых не превышает установленный бюджет.

7. При установленном плане ГРП приросте запасов: выбор из перечня объектов с наибольшими показателями чистого дисконтированного дохода, сумма приростов запасов для которых равна установленному плану приросту.

Выбранные объекты будут являться наиболее перспективными для инвестиций. Вовлечение их в геологическое изучение и освоение целесообразно осуществлять в соответствии с величинами прогнозируемого чистого дисконтированного дохода – от максимального к минимальному. Графическое представление ранжирования объектов по инвестиционной привлекательности представлено на *рис. 3*.

Программа ГРП в алмазодобывающей компании разрабатывается ежегодно с уче-

том результатов предшествующих работ, необходимого прироста запасов, финансовых возможностей и экономических критериев. Разработанная методика и программные средства для геолого-экономической оценки могут стать одним из инструментов обоснования выбора геологическими подразделениями компании объектов для изучения и формирования рациональной программы ГРП.

Роль и место разработанных методических средств и программного комплекса «Алмаз-ГЭО» в структуре принятия решений о развитии минерально-сырьевой базы АК «АЛРОСА» показаны на *рис. 4*. Эти инструменты по мере эксплуатации будут совершенствоваться и дополняться. В частности, будут предоставлены возможности учета геологических и экономических рисков, обоснования минимально-промышленного объекта, формирования базы данных по оцениваемым объектам и др. В дальнейшем разработанные программно-методические средства должны стать частью постоянно действующей системы обоснования управленческих решений в планировании воспроизводства минерально-сырьевой базы алмазодобывающей компании. 

#### Литература

1. Герт А.А., Супрунчик Н.А., Немова О.Г., Кузьмина К.Н. Стоимостная оценка нефтегазовых месторождений и участков недр. М.: ГеоИнформМарк. 2000.

UDC 553.81

**A.I. Efremov**, researcher of LLC "Siberian SEC oil and gas"<sup>2</sup>, aleksei\_efremov@mail.ru

**O.G. Nemova**, PhD, researcher of LLC "Siberian SEC oil and gas"<sup>2</sup>, ognemova@mail.ru

**A.V. Gerasimchuk**, PhD, director of NIGP "ALROSA"<sup>1</sup>, GerasimchukAV@alrosa.ru

**I.I. Antipin**, Head of Laboratory of Geological and Economic Analysis of Geological Exploration of NIGP "ALROSA"<sup>1</sup>, AntipinII@alrosa.ru

1. NIGP (Geo-Scientific research Enterprise) of Joint-stock company ALROSA. 16 Chernyshevskoye highway, Mirny, 678174, Republic of Sakha (Yakutia), Russia; 2. LLC "Siberian SEC oil and gas". 23a Romanov street, Novosibirsk, 630099, Russia.

## Methods of Assessing the Investments in Exploration for Diamonds and Its Application

**Abstract.** To improve the efficiency of administrative decisions in the field of preparation and replenishment of the mineral resource base of mining, including diamonds, requires geological and economic valuation of projects of geological exploration and further development of promising structures. The existing methodological developments in the diamond geology relate mainly stages of exploration and development of diamond deposits. At the same time to support the effectiveness of geological prospecting for diamonds is necessary to conduct geological and economic assessment and valuation of subsoil, from the results of the stage of total searches. Author's team has developed a comprehensive approach to the geological and economic valuation and subsoil in accordance with the staging of geological exploration for diamonds.

**Keywords:** diamonds; exploration; investment; economic evaluation; method; efficiency; net present value

#### References

1. Gert A.A., Suprunchik N.A., Nemova O.G., Kuz'mina K.N. *Stoimostnaya otsenka neftegazovykh mestorozhdenii i uchastkov nedr* [The valuation of oil and gas fields and subsoil plots]. Moscow, GeoInformMark Publ., 2000.