

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №1, Том 10 / 2018, No 1, Vol 10 <https://esj.today/issue-1-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/77NZVN118.pdf>

Статья поступила в редакцию 12.03.2018; опубликована 02.05.2018

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Чекушина Т.В., Воробьев К.А. Оптимизация контура карьеров с использованием инновационных технологий компьютерной программы «NPV Scheduler и Datamine-Studio 3» // Вестник Евразийской науки, 2018 №1, <https://esj.today/PDF/77NZVN118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Chekushina T.V., Vorobyev K.A. (2018). Optimization of the contour of careers with the use of innovative technologies in the computer program «NPV Scheduler and Datamine-Studio 3». *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 1(10). Available at: <https://esj.today/PDF/77NZVN118.pdf> (in Russian)

УДК 55

**Чекушина Татьяна Владимировна**

ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН», Москва, Россия  
Ведущий научный сотрудник отдела горной экологии  
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия  
Доцент департамента «Геологии, горного и нефтегазового дела»  
Доктор экономических наук, кандидат технических наук  
E-mail: council-ras@bk.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9261-1105>

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=61549](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=61549)

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=8848759700>

**Воробьев Кирилл Александрович**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия  
Бакалавр

E-mail: k.vorobyev98@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5792-3979>

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=887256](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=887256)

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193517186>

## **Оптимизация контура карьеров с использованием инновационных технологий компьютерной программы «NPV Scheduler и Datamine-Studio 3»**

**Аннотация.** В данной статье приведены новые методы проектирования с использованием компьютерных программ «Datamine и NPV Scheduler». В последнее время в связи со значительным усложнением горно-подготовительных и добычных работ, оптимизацию карьера целесообразно осуществлять с использованием компьютерного программного обеспечения «NPV Scheduler» и «Datamine – Studio 3». Особенно значимо применение этих программных продуктов для анализа этапов отработки месторождения и планирования разработки карьера. Предельные границы карьера можно выбрать посредством анализа в NPV Scheduler. Эта программа позволяет анализировать многочисленные типы руд и варианты содержания металла в рудах.

Построение карьера в программе «NPV Scheduler» включает проектирование не только конечного контура карьера, но и оптимальную последовательность развития горных работ в карьере (последовательность отработки карьера) на основе выбранных экономических критериев.

Авторами приводятся примеры построения каркаса карьера, построенного на основе программы «NPV Scheduler», а также экономические расчеты полученной прибыли от развития карьера.

**Ключевые слова:** инновационный; технология; оптимизация; карьер; контур; «Datamine; NPV Scheduler»; экономический; производительность; предельный; горный; работа; критерий

В последнее время в связи со значительным усложнением горно-подготовительных и добычных работ, оптимизацию карьера целесообразно осуществлять с использованием компьютерного программного обеспечения «NPV Scheduler» и «Datamine – Studio 3». Особенно значимо применение этих программных продуктов для анализа этапов отработки месторождения и планирования разработки карьера. Предельные границы карьера можно выбрать посредством анализа в NPV Scheduler. Эта программа позволяет анализировать многочисленные типы руд и варианты содержания металла в рудах [1].

Построение карьера в программе «NPV Scheduler» включает проектирование не только конечного контура карьера, но и оптимальную последовательность развития горных работ в карьере (последовательность отработки карьера) на основе выбранных экономических критериев.

Все оптимизационные расчеты проводятся на геологической модели месторождения, которая обычно импортируется в специализированную программу из горной компьютерной системы, где она была создана. Так при импорте из Датамайн, модель, имеющая подъячейки, становится регулярной. Далее по блочной модели оцениваются все запасы с содержанием выше бортового (руда) и количество пустой породы [2].

Программа – оптимизер «NPV Scheduler», используя исходные данные, рассчитывает для каждой ячейки модели дополнительную экономическую характеристику. Это – величина чистой прибыли, которую получит предприятие, если оно добудет руду данного блока, переработает ее и продаст все извлеченные полезные компоненты по установленным на рынке ценам.

Если на входе было задано несколько полезных компонентов, содержащихся в комплексных рудах, то эта программа оценит полную экономическую ситуацию, и для каждого блока модели рассчитает его комплексную экономическую характеристику [3].

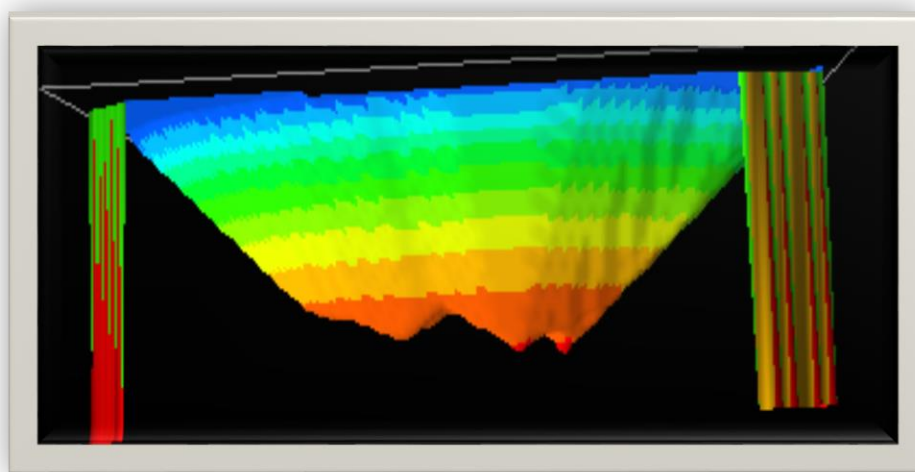
Для оптимизации карьера в «NPV Scheduler» обычно учитывают следующие параметры (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Исходные параметры для оптимизации Актогайского карьера (Казахстан)**

Параметры	Единицы измерения	Значения
Угол откоса – запад (карьер окисленных руд)	градусы	38
Угол откоса – восток (карьер окисленных руд)	градусы	45
Угол откоса – запад (карьер сульфидных руд)	градусы	38
Угол откоса – восток (карьер сульфидных руд)	градусы	45
Цена на Cu (окисленная руда)	\$/t	1400
Цена на Cu (сульфидная руда)	\$/t	1400
Цена на Au	\$/kg	10000
Цена на Ag	\$/kg	1500
Цена на Mo	\$/kg	11
Сквозное извлечение меди в катодную медь	%	$K_{Cu} = 84,24$
Сквозное извлечение золота в аффинаж	%	$K_{Au} = 47$

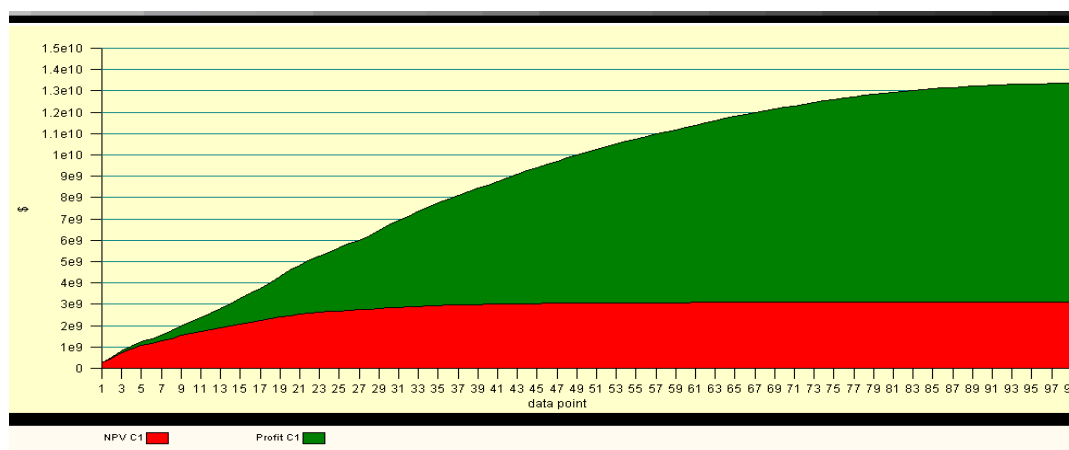
Параметры	Единицы измерения	Значения
Сквозное извлечение серебра в аффинаж	%	$K_{Ag} = 44,26$
Сквозное извлечение Mo	%	$K_{Ag} = 44,26$
Стоимость добычи руды (окисленная руда)	\$/t	1,10
Стоимость добычи руды (сульфидная руда)	\$/t	1,16
Стоимость переработки (окисленная руда)	\$/t	4,51
Стоимость переработки (сульфидная руда)	\$/t	13,30
Затраты на добычу горной массы	M\$	1 878
Стоимость выемки пустых пород	\$/t	0,92
Ставка дисконтирования	%	9,9
Количество рабочих дней в году	дни	350
Затраты на продажу металла	\$/t	0,01
Производительность карьера	Млн т/г	22

На основе вышеприведенных данных с помощью программы «NPV Scheduler» нами был построен оптимальный каркас реального карьера (рис. 1).



*Рисунок 1. Каркас карьера, построенный на основе программы «NPV Scheduler»*

Затем, по данным пошагового экономического отчета строятся графики прибыли и NPV (рис. 2).



*Рисунок 2. График прибыли и NPV*

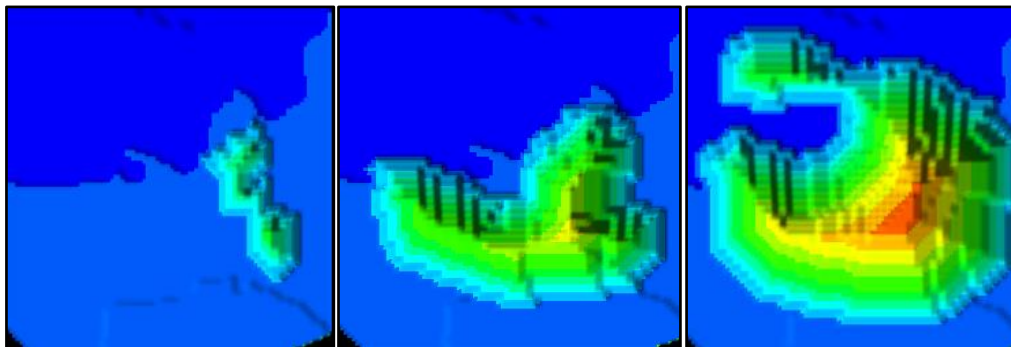
Программа NPV Scheduler создает этапы развития карьера путем оптимального последовательного деления модели месторождения. Она объединяет в этап те рудные блоки,

которые территориально близки и обеспечивают доступ горной техники и другие введенные пользователем условия [4].

Программный пакет разрабатывает серию фаз (моделей карьера), каждая из которых дает максимальный недисконтированный эксплуатационный профицит денежных средств при определенном наборе экономических показателей, использованных для разработки этой фазы оптимизации.

Фазы карьера, разработанные при помощи меняющихся цен на сырьевые товары, указывают на чувствительность параметров карьера к изменениям «издержки – цена».

На рисунке 3 представлены фазы развития карьера с использованием NPV Scheduler.



*Рисунок 3. Фазы развития карьера с использованием NPV Scheduler*

Контур конечного карьера обычно строится на основе экономического критерия – максимального дисконтированного денежного потока – NPV.

Программа NPV Scheduler строит ряд карьеров по принципу «матрешек», т. е. каждый последующий карьер включает в себя все предыдущие карьеры.

На основе полученных данных программа NPV Scheduler выдает оптимальный календарный план отработки карьера в виде таблицы и графиков, а также каркасные модели контуров карьеров, которые затем импортируются в Datamine.

«Datamine» используется для внесения данных, полученных в процессе исследования геологии, геохимии, механики горных пород, съемки, моделирования рудного тела, проектирования подземных выработок и карьеров и планирование добычи полезного ископаемого.

Datamine может успешно работать с любыми видами полезных ископаемых: рудами черных и цветных металлов, горно-химическим сырьем, драгоценными камнями, углем, нефтью, индустриальными минералами.

Оптимизация карьера в Datamine NPV Scheduler включает оптимизацию не только конечного контура карьера, но и оптимальную последовательность развития горных работ в карьере (последовательность отработки карьера) на основе выбранных экономических критериев.

Когда создается проект карьера, можно задать параметры дна карьера, углов откоса бортов для разных его частей, расположение дорог, ширину берм, а также параметры других необходимых его элементов.

По мере автоматического проектирования можно отдельно оценивать каждый необходимый элемент карьера для того, чтобы решить, продолжать процесс в автоматическом режиме или внести в уже сделанную часть необходимые корректировки.

Кроме указанных задач Datamine NPV Scheduler предусматривает решение таких важнейших горных задач, как:

- транспортные задачи (расчет количества карьерных автосамосвалов по установленному календарному графику согласно выбранному маршруту движения, расход ГСМ, запасных частей и др.);
- управление отвалообразованием, включая транспортные задачи;
- управление грузопотоком и процессом усреднения руд.

Программой Datamine установлена следующая последовательность операций по построению и оптимизации карьера:

- Загрузка геологической блоковой модели.
- Создание легенды, т. е. пробы на экране раскрашиваются в соответствии с заданными интервалами содержаний, типами руд и пород и т. п.
- Загрузка легенды в геологическую блоковую модель.
- Создание стринговых моделей месторождения в Datamine (установка параметров автотранспортной бермы, бровки смежного уступа, бермы безопасности).
- Построение каркасной модели.
- Объединение каркасной и стринговой моделей карьера.
- Заключительный этап – импортирование модели в AvtoCAD.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистики. СПб, Недра. 2002. 424 с.
2. Сапаков Е.А. Определение оптимальных границ карьеров на основе комплексного экономического критерия // Материалы конференции, посвящённой 100-летию академика К.И. Сатпаева. – 1999. – Жезказган.
3. Полуэктов В.Н., Самонов И.З., Воробьев А.Г., Карта полезных ископаемых континентов мира. М-б 1:15 000 000, М., 1972.
4. Определение рудных и рассеянных металлов в минеральном сырье // Под ред. Г.В. Остроумова. М., 1982.

**Chekushina Tatiana Vladimirovna**

Melnikov institute of comprehensive exploitation of mineral resources, Russian academy of sciences, Moscow, Russia  
Russian university of people's friendship, Moscow, Russia  
E-mail: council-ras@bk.ru

**Vorobyev Kirill Aleksandrovich**

Russian university of people's friendship, Moscow, Russia  
E-mail: k.vorobyev98@mail.ru

## **Optimization of the contour of careers with the use of innovative technologies in the computer program «NPV Scheduler and Datamine-Studio 3»**

**Abstract.** This article presents new design methods using computer programs "Datamine and NPV Scheduler". Recently due to the significant complication of mining and mining operations, it is advisable to optimize the quarry using the computer software "NPV Scheduler" and "Datamine – Studio 3". Particularly significant is the use of these software products for the analysis of the development stages of the deposit and the planning of quarry development. Limit boundaries of the quarry can be selected through analysis in the NPV Scheduler. This program allows to analyze numerous types of ores and variants of metal content in ores.

The construction of a career in the NPV Scheduler program includes the design of not only the final contour of the quarry, but also the optimal sequence of development of mining operations in the quarry (the sequence of quarrying) on the basis of selected economic criteria.

The authors give examples of the construction of the carcass of a quarry built on the basis of the program "NPV Scheduler", as well as economic calculations of the profit received from the development of the quarry.

**Keywords:** innovation; technology; optimization; quarry; circuit; Datamine; NPV Scheduler; economic; productivity; limit; mountain; work; criterion