

# Проблема определения условно-оптимальных объемов добычи для производственной единицы (шахты, разреза) с учетом экологических ограничений в условиях Кузбасса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-104-108>



## НОВОСЕЛОВ С.В.

Канд. экон. наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: nowosyolow.sergej@yandex.ru



## РЕМЕЗОВ А.В.

Доктор техн. наук, профессор,  
действительный член  
Академии горных наук,  
650003, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: lion742@mail.ru

*В статье раскрыта проблема определения условно-оптимальных объемов добычи для производственной единицы (шахты, разреза) с учетом экологических ограничений в условиях Кузбасса. В первом приближении определен условный предел добычи по экологическому фактору – массе выбросов загрязняющих веществ от угольной отрасли на основе анализа динамики выбросов за долгосрочный период – 2005-2021 гг.*

*Решена задача оптимизации производственной программы крупной угольной компании при ограничениях по производственной мощности технологических звеньев, рыночному спросу, транспорту, при сравнении с условным преде-*

*лом добычи по экологическому фактору. Предложено активизировать научные исследования по созданию Методики определения предельных объемов добычи по экологическому фактору в Кузбассе.*

**Ключевые слова:** условно-оптимальный объем добычи, производственная единица, экологические ограничения, условный предел добычи по экологическому фактору, оптимизация.

**Для цитирования:** Новоселов С.В., Ремезов А.В. Проблема определения условно-оптимальных объемов добычи для производственной единицы (шахты, разреза) с учетом экологических ограничений в условиях Кузбасса // Уголь. 2023. № 3. С. 104-108. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-104-108.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы стабильного развития угольной отрасли России являются актуальными для всех участников бизнес-процесса: государства, собственников компаний, администраций регионов угледобычи, горной науки и непосредственно для самих угольщиков всех уровней. Вопросы безопасности горного производства и экологии перманентно остаются приоритетными для Кузбасса. По инициативе губернатора Кузбасса С.Е. Цивилева внедряется региональный экологический стандарт развития угольной отрасли: «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс». Как отмечается в источнике [1], это масштабный комплекс мероприятий, который призван изменить облик и экологическое состояние всего региона.

Вопросы минимизации воздействия на окружающую среду при добыче угля рассмотрены в ряде научных публикаций российских ученых [2, 3] и др. Минимизация антропогенного воздействия на экологию в принципе направлена на неприкосновенность экологии, что практически невозможно, поэтому очевидный выход при решении экологических проблем, по мнению ведущих экологов, определен тем, что: «... взаимоотношение биосферы и техносферы и их коэволюция, т.е. совместное развитие – невозможно. Нужна система искусственного сдерживания техногенеза, с одной

стороны, и создание природоподобных технологий – с другой» [4]. Первоочередной необходимостью для угольной отрасли Кузбасса является реализация федеральной стратегии развития, определенной документами [5, 6], где предусмотрено решение экологических проблем, в корреляции с которыми авторы предлагают оптимизацию масштабов воздействия техногенеза на экологию, т.е. определение в первом приближении для угольной промышленности Кузбасса условно-предельного объема добычи.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНО-ОПТИМАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЕДИНИЦЫ (ШАХТЫ, РАЗРЕЗА) С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА

Проблема определения условно-оптимальных объемов добычи в Кузбассе освещалась на международном научном симпозиуме «Неделя горняка – 2023», который традиционно проводится в Москве в Горном институте НИТУ МИСИС. Данная проблема рассматривалась по элементам на трех секциях: «Охрана окружающей среды в промышленных регионах» (модератор доктор экон. наук, профессор А.В. Мясков), «Проблемы проектирования и технологии подземной и комбинированной разработки угольных и рудных месторождений» (модератор доктор техн. наук, профессор В.В. Мельник), «Управление и экономика на горном предприятии» (модератор канд. фил. наук А.В. Митенков).

Было доказано, что оптимальное производство угля основано на компромиссе всех системных ограничений, и в настоящее время приоритет экологических очевиден, так как техногенез уже стал проблемой планетарного масштаба. Из системных ограничений, с учетом экологических, которые невозможно обойти при угледобыче в Кузбассе, являются: безопасность ведения горных работ, особенно при подземной добыче, что освещено в ряде актуальных публикаций [7, 8, 9] и др., рыночный спрос на угли, транспорт угля из региона, а также новый и мало изученный элемент ограничений – санкции (у них сложная квантификация – количественное выражение качественных признаков, т.к. присутствует высокая степень неопределенности и рисков, что особо было отмечено на симпозиуме доктором экон. наук, профессором В.М. Безденежных и ориентирует управление в современных условиях на риск ориентированный подход).

Системные факторы спрос и транспорт являются взаимосвязанными и проблемными для угольной отрасли Кузбасса, т.к. их мгновенно решить невозможно, транспортные магистрали строятся долго, а на спрос нет прямого регулирования, его можно лишь инициировать методом переговоров/договоренностей. Экологические факторы и безопасность угольщики могут сами в определенной мере регулировать, и они вполне решаемы при рациональном ведении работ и эффективной экологической стратегии в Кузбассе, что и делается. Наиболее негативным видится громадное количество санкций, которые, отменить не можем, но можем их нейтрализовать или обойти, найдя новые рынки сбыта. Влияние санкций на работу предприятий угольной промышленности России и пути преодоления санкционных последствий угледобывающими компаниями репрезентативно освещены в работе [10].

В свою очередь, одним из направлений решения экологических проблем в системе всей угольной отрасли Кузбасса авторы видят в рационально-оптимальном варианте хозяйствования, обоснованном научно-системным подходом, при целевой функции получения синергетического эффекта, который, обеспечивается условно-оптимальным объемом добычи угля в бассейне. Условно-оптимальный объем добычи в Кузбассе есть интегрированная оптимальная добыча всех ПЕ (шахт, разрезов) с учетом базовых ограничений на территории функционирования:

$$D_{optKuz} = \sum_{i=1}^n D_{optPE_i} \rightarrow opr,$$

где  $D_{optKuz}$  – условно-оптимальный объемом добычи угля в Кузбассе, млн т/год;  $D_{optPE_i}$  – условно-оптимальный объем добычи угля ПЕ, млн т/год.

Достоверность исследования обеспечивается анализом официальных данных о состоянии окружающей среды Кемеровской области за долгосрочный период [11], динамикой и прогнозом тенденций развития элементов системы угледобычи.

Вопрос существования проблемы, научного обоснования предельно допустимых объемов годовой добычи угля в Кузбассе рассматривался еще на рубеже реструктуризации угольной отрасли, при определении максимума допустимой техногенной нагрузки на регион [12, с. 160], а также в системе взаимосвязи экологических, производственных и экономических факторов [13, с. 93]. Логично утверждать, что при эффективных природоохранных мероприятиях добывать можно больше, и наоборот, что, соответственно, определяет изменчивость предельного максимума добычи по экологическому ограничению. В целом очевидна актуальность проведения исследования по определению экологической емкости территорий и региона (много мнений по определению самого понятия «экологическая емкость»), для определения предельных техногенных нагрузок.

Для определения условного предела добычи угля в начале рассматривалась долгосрочная динамика удельных выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от угледобычи на территории Кузбасса, и был получен широкий диапазон вариантов выбросов (табл. 1).

Из табл. 1, напрашивается вывод, что в зависимости от пространственно-временного подхода к определению параметров выбросов ЗВ мы можем иметь широкий диапазон параметров загрязнений от 1 до 1000000 раз по одной и той же территории и ПЕ (табл. 2).

Можем также при расчетах увеличить и площадь до 1000 км<sup>2</sup> на одну ПЕ (31,6×31,6 км – практически существует), тогда 50% типоразмеров ПЕ будут в пределах экологических норм (см. табл. 2). Первостепенное влияние на действительные параметры загрязнений оказывает конкретная и достоверная информация по ПЕ (может быть скопление ПЕ на территории и наоборот).

Исходя из фактических пропорций 2018-2019 гг., условно-предельное экологическое ограничение по добыче угля условно принято в размере 309 млн т, т.е. такого объема добычи Кузбасс мог бы достигнуть без вреда для экологии при эффективности работы по 2018 г. Расчетные коэффициенты составляют: темп минимального загрязнения ( $\kappa_1 = 10 : 8,77 = 1,14$ ) и темп добычи ( $\kappa_2 = 255,8 : 241,4 = 1,06$ ), т.е. ин-

Таблица 1

**Диапазон расчетных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Кузбасса за 2005 -2021 гг. при различных пространственно-временных подходах, (т/т; т-год/км<sup>2</sup>; т-сут./км<sup>2</sup>; т-ч/м<sup>2</sup>; мг-с/м<sup>2</sup>)**

The range of estimated air pollutant emissions in Kuzbass for 2005-2021 at different spatial and temporal approaches, (t/t; t/year/km<sup>2</sup>; t/day/km<sup>2</sup>; t/h/m<sup>2</sup>; mg-s/m<sup>2</sup>)

Год	Масса выбросов загрязняющих веществ, тыс. т	Добыча угля, млн т	Удельное загрязнение, т/т	Площадь Кузбасса, км <sup>2</sup>	Удельное загрязнение, т-год/км <sup>2</sup>	Удельное загрязнение, т-сут./км <sup>2</sup>	Удельное загрязнение, т-ч/м <sup>2</sup>	Удельное загрязнение, мг-с/м <sup>2</sup>
2006	701,976	174	0,004034	95725	7,3332567	0,0200911	0,000837	3,01367E-12
2007	853,656	181	0,004716	95725	8,9177957	0,0140437	0,000585	2,10657E-12
2008	854,707	184,5	0,004632	95725	8,9287751	0,0140610	0,000585	2,10916E-12
2009	835,391	181,3	0,004607	95725	8,7269887	0,0137432	0,000572	2,06149E-12
2010	837,678	181,8	0,004607	95725	8,7508801	0,0137809	0,000574	2,06714E-12
2011	817,678	189,5	0,004314	95725	8,5419482	0,0134518	0,000560	2,01778E-12
2012	791,934	201,6	0,003928	95725	8,2730112	0,0130283	0,000542	1,95425E-12
2013	845,593	203,4	0,004157	95725	8,8335648	0,0139111	0,000579	2,08667E-12
2014	813,96	209,7	0,003881	95725	8,5031078	0,0133907	0,000557	2,00861E-12
2015	820,824	215,3	0,003812	95725	8,5748132	0,0135036	0,000562	2,02555E-12
2016	818,843	227,4	0,003600	95725	8,5541185	0,0134710	0,000561	2,02066E-12
2017	920,813	241,4	0,003814	95725	9,6193575	0,0151485	0,000631	2,27229E-12
2018	839,676	255,8	0,003282	95725	8,7717524	0,0138137	0,000575	2,07207E-12
2019	1157,486	251	0,004611	95725	12,091783	0,0190421	0,000793	2,85633E-12
2020	970,417	220,7	0,004396	95725	10,137550	0,0159646	0,000665	2,3947E-12
2021	1035,216	244,2	0,004239	95725	10,814478	0,0170306	0,000709	2,5546E-12

тегральный коэффициент составит  $\kappa = 1,208$ , тогда получим предел  $255,8 \times 1,208 = 309$  млн т/год, или 12269 вагонов в сутки (сейчас грузится около 8000 вагонов в сутки), по транспорту максимальный факт – 10539 вагонов/сутки в 2015 г. в пределах экологического норматива – 8,77 т-год/км<sup>2</sup>, норматив – до 10 т/км<sup>2</sup>, по профессору В.К. Сенчагову.

Примерное решение задачи целочисленного программирования по оптимизации производственной программы условной крупной угольной компании при ограничениях по производственной мощности технологических звеньев, по сбыту (рыночный спрос) при учете средних экспортных цен по источнику [14] и режиму работы транспорта, в среде Excel, приведено в табл. 3.

Целевая функция имеет вид:

$$250X_1 + 100X_2 + 105X_3 + 90X_4 + 110X_5 \rightarrow \max.$$

При заданных ограничениях программа дала вариант изменения производственных мощностей для условной угольной компании, а именно, шахта № 1 имела производственную мощность 10 млн т/год, программа дала ограничение до 5 млн т. Добыча при экологическом ограничении для Кузбасса, условно, исходя из практики и аналогии, в среднем на ПЕ составила 3,6 млн/год по Кузбассу (39 шахт, 57 разрезов), для данной угольной компании средняя добыча ПЕ составила 3,24 млн т/год, т.е. экологическое ограничение выполнено. Это частное решение, число вариан-

Таблица 2

**Диапазон вариации расчетных выбросов ЗВ от угледобычи при различных производственных мощностях ПЕ**

The range of variation of estimated pollutant emissions from coal mining at different production capacities of production units

Производственная мощность шахты, т/год	Условная масса выбросов загрязняющих веществ, тыс. т	Удельное загрязнение, т/т	Условная площадь территории, км <sup>2</sup>	Параметр выбросов, т-год/км <sup>2</sup>	Параметр выбросов т-сут./км <sup>2</sup>	Параметр выбросов кг-сут./м <sup>2</sup>
1200000	4840,8	0,004034	100	48,408	0,132624	0,000132
1500000	7074	0,004716	100	70,74	0,193808	0,000193
1800000	8339,4	0,004633	100	83,394	0,228476	0,000228
2100000	9676,8	0,004608	100	96,768	0,265117	0,000265
2400000	11059,2	0,004608	100	110,592	0,302991	0,000302
3000000	12945	0,004315	100	129,45	0,354657	0,000354
3600000	14140,8	0,003928	100	141,408	0,387419	0,000387
4000000	16628	0,004157	100	166,28	0,455561	0,000455
5000000	19410	0,003882	100	194,1	0,53178	0,00053
6000000	22872	0,003812	100	228,72	0,62663	0,000626
10000000	36010	0,003601	100	360,1	0,98657	0,000986

**Результат оптимизации производственной программы крупной угольной компании из пяти ПЕ при ограничениях по производственной мощности технологических звеньев, рыночному спросу, транспорту**

The result of optimizing the production programme of a large coal company consisting of five producing units under the limitations of production capacity of technological chains, market demand and transportation

Показатели	Шахта 1	Разрез 1	Шахта 2	Разрез 2	Шахта 3	Ограничения	
Добыча, т /год	5000000	5000000	3000000	2000000	1200000	Левая часть	Правая часть
Прибыль, дол. США/т	250	100	105	90	110	2377000000	
Спрос (экспортные цены), дол. США /т	450	200	210	190	230	4536000000	9000000000
Норма времени на добычу 1 т угля, ч/т	0,00087	0,0018	0,002	0,004	0,0073	36110	38000
Норма времени на транспорт 1 т угля, ч/т	0,0083	0,0017	0,0019	0,0038	0,0069	71580	400000
Норма времени на погрузку 1 т угля, ч/т	0,00028	0,0015	0,0017	0,0034	0,0062	28240	420000
Производственная мощность шахты 1	1	–	–	–	–	5000000	10000000
Производственная мощность разреза 1	–	1	–	–	–	5000000	5000000
Производственная мощность шахты 2	–	–	1	–	–	3000000	3000000
Производственная мощность разреза 2	–	–	–	1	–	2000000	2000000
Производственная мощность шахты 3	–	–	–	–	1	1200000	1200000

тов можно рассчитать сколько угодно, главное – конкретизация поставленной задачи и целей.

### ВЫВОДЫ

Все вышеперечисленное не в полной мере определяет всю сложность и актуальность рассмотренной проблемы, но инициирует продолжать научные исследования по данному направлению. Разработка многофакторных моделей оптимизации добычи ПЕ с учетом ограничения по экологической емкости территории (проблема определения экологов) требует знаний системной аналитики [15, 16, 17, 18], консолидации усилий ученых различных направлений (экономистов, менеджмента, горняков, экологов, биологов, химиков и др.). Рекомендуется создание Методики определения предельных объемов добычи по экологическому фактору в Кузбассе, в муниципальном округе и для конкретной территории ПЕ (шахта/разрез) при согласовании с Министерством природных ресурсов и экологии Кузбасса. Если заинтересованными организациями будет конкретно поставлена задача по разработке методике, то ее можно создать (при необходимых ресурсах и времени), а при масштабном подходе это позволит разработать эффективные стратегии развития угольных ПЕ, что в целом предопределяет эффективное развитие угольной промышленности Кузбасса в аспекте управленческой платформы «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

### Список литературы

1. Мясков А.В., Алексеев Г.Ф. Стратегическое преобразование угольной отрасли Кузбасса // Экономика промышленности. 2020. Т. 13. № 3. С. 318-327.
2. Жолобова Ю.С., Куций Н.А., Савон Д.Ю., Сафронов А.Е. Минимизация воздействия на окружающую среду при применении новых технологий обогащения углей и утилизации отходов добычи // Горный журнал. 2016. № 5. С.109-112.
3. Пешкова М.Х., Савон Д.Ю. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов // Горный журнал. 2016. № 10. С.37-41.
4. Русак О.Н. Техносфера против биосферы / Урбоэкология. Экологические риски урбанизированных территорий. Научный симпозиум. Самарский научный центр РАН, Самарский государственный технический университет. Издательство: Автономная некоммерческая организация «Издательство Самарского Научного Центра», 2017. С. 3-5.
5. Доктрина энергетической безопасности РФ (Указ Президента РФ от 13 мая 2019 года № 216).
6. Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 июня 2020 г. № 1582-р.
7. Савон Д.Ю. Современные подходы к системе промышленной безопасности на угольных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 11. С. 227-235.
8. Костюхин Ю.Ю., Савон Д.Ю., Сафронов А.Е., Жагловская А.В. Совершенствование системы управления промышленной безопасностью в угольной отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 6. С. 184-192.
9. Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности / Д.Ю. Савон, Е.В. Шкарупета, А.Е. Сафронов и др. // Уголь. 2021. № 2. С. 32-37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-32-37.
10. Цивилева А.Е., Голубев С.С. Влияние санкций на работу предприятий угольной промышленности // Уголь. 2022. № 8. С. 84-91. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-84-91.

11. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2012-2021 гг. URL: [gospodklad.kuzbasseco.ru/2012/2021/](http://gospodklad.kuzbasseco.ru/2012/2021/) (дата обращения: 15.02.2023).
12. Поршнева В.М., Новоселов С.В. Проблемы комплексной оценки перспективного развития Кузбасса – ведущего бассейна России. Научный симпозиум «Неделя горняка» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2001. № 8. С. 158-160.
13. Новоселов С.В. Горная доктрина Российской Федерации как один из базовых элементов формирования энергетической безопасности страны // Уголь. 2022. № 8. С. 92-94. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-92-94.
14. Петренко И.Е. Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2022 г. // Уголь. 2022. № 12. С. 7-21. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-7-21.
15. Бернард Марр. Ключевые инструменты бизнес-аналитики. М.: Лаборатория знаний, 2018. 339 с.
16. Коул Нафлик. Данные: визуализируй, расскажи, используй. Стратегия в аналитике. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. 290 с.
17. Карл Андерсон. Аналитическая культура от сбора данных до бизнес-результатов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 337 с.
18. Фрэнкс Билл. Укрощение больших данных: как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 352 с.

## Original Paper

UDC 622.85: 622.33: 519.85(571.17) © S.V. Novoselov, A.V., Remezov, 2023  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 3, pp. 104-108  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-104-108>

## Title

**THE PROBLEM OF DETERMINING THE CONDITIONALLY OPTIMUM VOLUME OF PRODUCTION FOR A PRODUCTION UNIT (MINE, OPEN PIT) TAKING INTO ACCOUNT ENVIRONMENTAL LIMITATIONS IN THE CONDITIONS OF KUZBASS**

## Authors

Novoselov S.V.<sup>1</sup>, Remezov A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kemerovo, 650002, Russian Federation

## Authors Information

**Novoselov S.V.**, PhD. (Economic), Associate Professor, e-mail: [nowosyolow.sergej@yandex.ru](mailto:nowosyolow.sergej@yandex.ru)

**Remezov A.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Full-Fledged Member of the Academy of Mining Sciences, e-mail: [lion742@mail.ru](mailto:lion742@mail.ru)

## Abstract

The article reveals the problem of determining the conditionally optimal production volumes for a production unit (mine, open pit), taking into account environmental restrictions in the conditions of Kuzbass. In the first approximation, the conditional production limit for the environmental factor in Kuzbass is determined by the mass of emissions of pollutants from the coal industry, based on an analysis of the dynamics of emissions over the long-term period 2005-2021. The problem of optimizing the production program of a large coal company was solved with restrictions on the production capacity of technological units, market demand, transport, when compared with the conditional production limit for the environmental factor. It is proposed to intensify scientific research to improve the assessment of anthropogenic impact from the functioning of the coal industry.

## Keywords

Conditionally optimal production volume, Production unit, Environmental restrictions, Conditional production limit by environmental factor, Optimization.

## References

1. Myaskov A.V. & Alekseev G.F. Strategic transformation of the coal industry of Kuzbass. *Economika promyshlennosti*, 2020, Vol. 13, (3), pp. 318-327 (In Russ.).
2. Zholobova Yu.S., Kushchiy N.A., Savon D.Yu. & Safronov A.E. Minimization of environmental impact when using new technologies for coal preparation and disposal of mining wastes. *Gorny zhurnal*, 2016, (5), pp. 109-112. (In Russ.).
3. Peshkova M.Kh. & Savon D.Yu. The mechanism of public-private partnership in the environmental and economic assessment of technogenic mineral objects. *Gorny zhurnal*, 2016, (10), pp. 37-41. (In Russ.).
4. Rusak O.N. Technosphere versus biosphere. Urboecology. Ecological risks of urbanized territories. Scientific symposium. Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Samara State Technical University. Publisher: Autonomous non-profit organization "Publishing house of the Samara Scientific Center", 2017, pp.3-5. (In Russ.).
5. Doctrine of energy security of the Russian Federation (Decree of the President of the Russian Federation of May 13, 2019, No. 216).
6. Program for the development of the coal industry in Russia for the period up to 2035. Approved by Decree of the Government of the Russian Federation of June 13, 2020, No. 1582-r.
7. Savon D.Yu. Modern approaches to the system of industrial safety at coal enterprises. *Gorny Informatsionno-analitichesky bulletin*, 2018, (11), pp. 227-235. (In Russ.).

8. Kostyukhin Yu.Yu., Savon D.Yu., Safronov A.E. & Zhaglovskaya A.V. Improving the industrial safety management system in the coal industry. *Gorny Informatsionno-analitichesky bulletin*, 2019, (6), pp. 184-192. (In Russ.).

9. Savon D.Yu., Shkarupeta E.V., Safronov A.E., Anisimov A.Yu. & Vichrova N.O. Digital transformation of production processes and mining business models in the conditions of market instability. *Ugol'*, 2021, (2), pp. 32-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-32-37.

10. Tsvileva A.E. & Golubev S.S. Impact of sanctions on operation of the coal industry enterprises. *Ugol'*, 2022, (8), pp. 84-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-84-91.

11. Report on the state and protection of the environment of the Kemerovo region in 2012-2021 Website: Available at: [gospodklad.kuzbasseco.ru/2012/2021/](http://gospodklad.kuzbasseco.ru/2012/2021/) (accessed 15.02.2023). (In Russ.).

12. Porshnev V.M. & Novoselov S.V. Problems of a comprehensive assessment of the prospective development of Kuzbass – the leading basin of Russia. Scientific symposium "Miner's Week". *Gorny Informatsionno-analitichesky bulletin*, 2001, (8), pp. 158-160.

13. Novoselov S.V. The Mining Doctrine of the Russian Federation as one of the basic elements of the formation of the Country's Energy Security. *Ugol'*, 2022, (8), pp. 92-94. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-92-94.

14. Petrenko I.E. Russia's coal industry performance for January – September, 2022. *Ugol'*, 2022, (12), pp. 7-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-7-21.

15. Bernard Marr. Key business analytics tools. Moscow, Laboratoriya znanij Publ., 2018, 339 p.

16. Cole Nafflick. Data: visualize, tell, use. Storytelling in analytics. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber (MYTH) Publ., 2020, 290 p.

17. Carl Anderson. Analytical culture from data collection to business results. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber (MYTH) Publ., 2017, 337 p.

18. Franks Bill. Taming big data: How to extract knowledge from arrays of information using deep analytics. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber (MYTH) Publ., 2014, 352 p.

## For citation

Novoselov S.V. & Remezov A.V. The problem of determining the conditionally optimum volume of production for a production unit (mine, open pit) taking into account environmental limitations in the conditions of Kuzbass. *Ugol'*, 2023, (3), pp. 104-108. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-104-108.

## Paper info

Received January 16, 2023

Reviewed January 27, 2023

Accepted February 27, 2023