

## Новые технологии извлечения ценных металлов из бурых углей в Амурской области: перспективы применения

Надежда Кашина<sup>1\*</sup>, Андрей Конюшок<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup>Амурский научный центр ДВО РАН, Благовещенск, Россия

### Информация о статье

Поступила в редакцию:

22.10.2017

Принята

к опубликованию:

25.12.2017

УДК 330.15+338.465

JEL O13, O32

### Ключевые слова:

бурый уголь, котельные, новые технологии, золото, Амурская область.

### Keywords:

brown coal, boiler houses, new technologies, gold, the Amur Region.

### Аннотация

Рассматривается возможность использования угля – важнейшего вида топливно-энергетических ресурсов Амурской области – в качестве потенциального источника извлечения золота. Проводится сравнительный анализ технико-экономических показателей отдельных угольных месторождений области. Приводятся результаты исследований ученых ИГиП и АмурНЦ ДВО РАН о наличии тонкого рассеянного золота и других редких металлов и редкоземельных элементов в бурых углях Амурской области. Представляется новая технология извлечения золота из дымовых газов при сгорании бурых углей в котельных Амурской области, предлагаются меры по внедрению уникальных установок, позволяющих получать золото в котельных Амурской области с использованием механизма концессий.

### New technologies for the extraction of valuable metals from brown coals in the Amur Region: prospects of application

Nadezhda Kashina, Andrey Konjushok

### Abstract

The article considers coal as the main type of fuel and energy resources, thermal energy source of the Amur region, and also as a potential source of gold extraction. A comparative analysis of techno-economic performance of coal fields in the region was made. Accumulated experimental evidences of scientists which recognize the presence of fine disseminated gold and other rare metals and earth elements in brown coals of the Amur region are presented.

Implementation of new technologies for gold extraction from flue gases during the combustion of brown coal, patented by scientists of Amur Scientific Center, Far East Branch of the Russian Academy of Science, reflects the actual direction of region innovative development and holds practical interest for the regional boiler houses. On this basis the main indicators of the boiler in Amur region that are used as a fuel brown coal, which can potentially act as the application of new technologies

\* Автор для связи: E-mail: kashina232141@mail.ru.

DOI: <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2018-1/124-132>

*are analyzed. It is determined that one of the problems of housing and communal services of the Amur region is the high level of wear of the boiler equipment in a number of municipalities. Measures for the introduction of unique units for extraction of gold in the boiler of the Amur region using the mechanism of concessions are proposed. The Amur region has all necessary opportunities to use new innovative technologies for gold extraction from flue gases during the combustion of brown coal on the basis of boiler houses using coal from Erkovetskoe and Raychikhinskoe fields.*

## **Введение**

Уголь – один из важнейших видов топливно-энергетических ресурсов, на основе которого возможно производство продуктов топливного и нетопливного назначения с новыми потребительскими свойствами, в частности золота. На современном этапе актуально инновационное развитие угольной отрасли путем реализации технологического потенциала направлений углепереработки [1].

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 № 1715-р, сырьевые отрасли должны быть ориентированы на неуклонное углубление переработки сырья и, соответственно, на увеличение добавленной стоимости в продукции. Поэтому внедрение технологий по извлечению ценных химических элементов, в том числе золота, при сгорании углей актуально для региональной экономики Амурской области.

Особенностям формирования золота в углях посвящено много работ, в том числе ученых Амурской области. Так, были представлены результаты исследований, проведенных в АмурНЦ ДВО РАН и ИГиП ДВО РАН в течение последних десятилетий, согласно которым установлено, что угленосные отложения ряда месторождений Амурской области характеризуются устойчивыми концентрациями благородных металлов.

В связи с развитием современных методов анализа наблюдается активизация исследований угольных месторождений в качестве потенциальных комплексных источников редких и благородных элементов, разрабатываются вопросы, связанные с перспективами их извлечения и создания технологий их комплексного использования при сжигании.

Целью данной работы является изучение возможности внедрения новых технологий по извлечению золота из дымовых газов при сгорании бурых углей в котельных Амурской области.

## **Характеристика углей Амурской области**

В Амурской области запасы бурого угля для открытой разработки составляют 3,5 млрд тонн, т.е. 99 % от общего объема запасов [2]. Бурые угли в области в основном обводненные, высокозольные. Так, уровень зольности Ерковецкого угля равен 17–17,9 %, Райчихинского – 11,4–24,4 %, в среднем 18,0 %; теплота сгорания – 3022 и 2000 ккал/кг соответственно, что значительно ниже, чем у каменного угля (табл. 1). Добыча бурого угля ведется на разрезах Северо-Восточный (Райчихинское месторождение), Ерковецкий (Ерковецкое месторождение), каменного – на Огоджинском разрезе (участок Контактный – Огоджинское месторождение).

*Разрез Северо-Восточный.* Марка добываемого угля – «Б2». Производственная мощность разреза – 1,1 млн тонн угля в год. Вовлекаемые в разработку запасы разреза истощены и в течение последних пяти лет были увеличены более чем на 9 млн тонн из-за переноса участка железнодорожного пути и автомо-

бильной дороги, расположенных ранее на борту разреза. Общих запасов разреза при текущей мощности достаточно для работы в течение 10–13 лет.

Таблица 1

**Основные технико-экономические показатели месторождений бурого угля в Амурской области**

Показатель качества угля	Огоджинское	Ерковецкое	Райчихинское	Свободное	Сергеевское	Тыгдинское
Марка	Г, Д	Б2	Б2	Б3	Б1	Б1
Зольность (среднее), %	30,5	17,4	18,0	18,3	18,9	23,5
Влага (среднее), %	7,0	36,0	35,7	53,0	50,80	56,1
Теплота сгорания (низшая рабочая) (среднее), ккал/кг	4837	3022	2000	2000	2000	1807

Источник: [3, 4]

*Разрез Ерковецкий.* Марка добываемого угля – «Б2». Товарная продукция поставляется на внутренний рынок Амурской области. Производственная мощность разреза – 2,5 млн тонн угля в год. Разведанные запасы разреза составляют более 400 млн тонн. При текущей мощности они обеспечивают работу разреза в течение 200 лет.

*Разрез Огоджинский (участок Контактный).* Марка добываемого каменного угля – «Г, Д». Производственная мощность участка составляет 30 тыс. тонн в год. Разрез Огоджинский, выполняет функции обеспечения углем локальных потребителей Селемджинского района в объеме до 30 тыс.т/год. Масштабное освоение месторождения затруднено из-за отсутствия транспортной и энергетической инфраструктуры.

Основным предприятием, осуществляющим добычу бурого и каменного угля в области, является АО «Амурский уголь». В целом объемы добычи угля имеют положительную динамику – до 3–4 % в год. Объем добычи угля за 2016 г. составил 3381 тыс. тонн, что на 3 % больше, чем за 2015 г. – 3293,3 тыс. тонн (на 129,3 тыс. тонн, или на 4,1 %, больше, чем в 2014 г.) [5].

Перспективы увеличения объема добычи угля связаны с вводом в эксплуатацию в 2016 г. второй очереди Благовещенской ТЭС, для которой расчетным топливом является бурый уголь Райчихинского и Ерковецкого месторождений.

**Новые технологии извлечения золота в процессе сжигания углей**

Исследованиями ученых АмурНЦ ДВО РАН и ИГиП ДВО РАН (г. Благовещенск) установлено, что в бурых углях ряда месторождений Амурской области имеется золото, другие редкие металлы и редкоземельные элементы. Накопление таких элементов в углях связано с их аккумуляцией из растворов растениями-углеобразователями, торфом и буроугольным органическим веществом [6]. При формировании угольных бассейнов области происходило разрушение коренных рудных месторождений золота, и поверхностными потоками оно переносилось в водно-болотные территории, где формировался торф,

который затем превратился в бурый уголь. Этот процесс привел к накоплению в углях тонкого рассеянного золота в виде микрочастиц вплоть до нановеличин, и обычным способом добыть его невозможно [7].

Учеными Амурской области установлено, что угленосные отложения Райчихинского, Ерковецкого месторождений характеризуются устойчиво высокими значениями концентрационных коэффициентов благородных, редкометалльных и редкоземельных элементов. Среднее значение содержания золота в углях Ерковецкого месторождения составляет 1,85 г/т, Райчихинского – 1,87 г/т. Граммовые содержания золота установлены также в углях Свободненского, Архаро-Богучанского, Дармаканского месторождений [8].

В научной литературе обсуждается несколько направлений работ по извлечению золота из продуктов сгорания угля. Первое основано на преимущественном накоплении золота в золошлаковых отвалах и существенном увеличении его содержания в золе [9]. В основе второго направления лежит положение, что при сгорании угля с дымовыми газами, в которых установлено наличие наноразмерных частиц золота, переносится до 75 % содержания золота [10]. Рассмотрим второе направление исследований по извлечению золота из продуктов сгорания угля.

Установлено, что основная масса углей сжигается в энергетических установках. При горении угля золото распределяется следующим образом: 10–15 % в золе, 90–85 % в выносах мелкой золы и газах. Это свойство использовано учеными АмурНЦ и ИГиП ДВО РАН для разработки нетрадиционной технологии извлечения золота из дымовых газов при горении угля [11]. Выявлено, что при горении угля концентрация золота в дымовых газах возрастает на порядок. Экспериментально опробовано несколько технических решений по добыче этого металла из углей в процессе их сжигания. В АмурНЦ ДВО РАН разработана опытно-промышленная установка для извлечения золота из дымовых газов. За основу взят способ, описанный в патенте 155764 [12]. Способы получения золота из угольного дыма защищены патентами, проведены лабораторные и экспериментальные пробы. Определено, что при сжигании одной тонны угля можно получить в среднем один грамм золота [12]. Сущность технологического процесса заключается в смешивании дымовых газов от сжигания угля с распыленной форсунками водой в присутствии катализатора в виде трех слоев медной сетки. Более подробно устройство и технологический процесс представлены в работе А.П. Сорокина и А.А. Конюшка [10]. В ней предполагается, что полученные данные могут использоваться при разработке промышленной конструкции технологического комплекса для котельных производительностью по сжигаемому углю до 10 тонн в сутки. Установки, позволяющие получать продукты сгорания угля (шлак, зола уноса, металлы, осаждаемые из дыма), планируется поставить на муниципальные котельные Амурской области.

Основу топливного баланса Амурской области образует уголь – 95,7 % всего израсходованного в 2016 г. топлива [2]. Теплоснабжение региона осуществляется от Благовещенской ТЭЦ и Райчихинской ГРЭС (АО «ДГК» «Амурская генерация»), а также от муниципальных и ведомственных котельных, обеспечивающих потребности жилищно-коммунального сектора.

Число отопительных котельных в 2016 г. составило 665 единиц, тогда как в 2005 г. их было 876 (табл. 2). За 11 лет число котельных уменьшилось на 211 единиц, или на 24 %. Однако благодаря модернизации суммарная мощность

котельных за этот же период увеличилась с 5078,4 Гкал/ч (2005 г.) до 5453,34 Гкал/ч (2016 г.).

Таблица 2

**Характеристика котельных Амурской области**

Показатель	2005 г.	2010 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Число котельных, ед.	876	782	709	695	678	665
Удельный вес котельных мощностью до 3 Гкал/ч в общем числе котельных, %	76,8	74,7	69,0	68,2	66,0	65,1
Мощность котельных, Гкал/ч	5078,4	5282,8	5331,2	5235,4	5258,9	5453,3

Источник: [13]

Вместе с тем в Амурской области преобладают малые котельные до 3 Гкал/час., их доля составляет 65,1 % от общего числа котельных (76,8 % в 2005 г). Основная доля потребления тепловой энергии, отпускаемой котельными, приходится на население (61,4 %), доля потребления для бюджетно-финансируемых и прочих организаций составила 16,4 % и 22,2 % соответственно [13]. Наибольшая доля выработки тепловой энергии в области приходится на котельные – 56,8 %, а на ТЭЦ и ГРЭС – 43,2 %.

Котельные области в качестве котельно-печного топлива используют различные виды угля, в меньших объемах – мазут, древесные материалы, электрическую энергию. Так, из 665 котельных уголь используют 92 %, мазут – 4 %, дрова 2 %, электрокотельные составляют 2 %.

Уголь используют 497 муниципальных котельных. Из них 150 котельных работают на угле Райчихинского месторождения в пяти муниципальных образованиях области (Архаринский, Бурейский, Константиновский, Свободненский, Серышевский районы), г. Райчихинск, а также часть котельных Благовещенского и Мазановского районов. Потребность в угле на весь отопительный период составляет более 330 тыс. тонн [15]. Уголь Ерковецкого месторождения используют 110 муниципальных котельных в четырех муниципальных образованиях области (Ивановский, Октябрьский, Ромненский, Тамбовский). Потребность в угле составляет до 180 тыс. тонн. Углем Ерковецкого и Райчихинского месторождений обеспечиваются 260 муниципальных котельных, или 52 % от общего количества муниципальных котельных области. Годовая потребность в угле этих месторождений составляет более 500 тыс. тонн, или 30 % от годового потребления угля всеми котельными области. Остальные 140 муниципальных котельных используют смешанный тип углей, и 97 котельных – уголь месторождений из Красноярского края.

Основной проблемой ряда муниципальных образований является высокая степень износа котельного оборудования. Так, износ более 80 % имеют 16 котлов в муниципальных котельных Серышевского района, по 15 котлов в муниципальных котельных Бурейского, Константиновского районов и г. Райчихинск, 25 котлов в Тамбовском районе, 14 котлов в Ивановском районе. Все они требуют модернизации.

Такая модернизация осуществляется в ходе выполнения комплекса мероприятий, предусмотренных государственной программой «Модернизация жилищно-коммунального комплекса, энергосбережение и повышение энерге-

тической эффективности в Амурской области на 2014–2020 годы», утвержденной постановлением Правительства области от 25.09.2013 № 452 (в редакции от 14.04.2017 № 190)<sup>1</sup>. Этой программой определены направления государственной политики в области энергосбережения и повышения энергоэффективности в Амурской области, в частности проведение энерго- и ресурсосберегающих мероприятий, привлечение частных инвесторов, внедрение механизмов технологического регулирования в строительстве и капитальном ремонте объектов коммунального хозяйства. Так, в 2016 г. в объекты капитального строительства инвестировано 217,7 млн руб., из них 120 млн руб. направлены на реконструкцию котельной в г. Тында и около 98 млн руб. – на модернизацию коммунальной инфраструктуры в 23 муниципальных образованиях [16].

Для внедрения в промышленную эксплуатацию новых установок по извлечению золота из дымовых газов после получения результатов промышленных испытаний на одной из муниципальных котельных целесообразно осуществить ряд шагов:

1) разработать план мероприятий по внедрению уникальных установок для извлечения золота из угольного дыма на муниципальных котельных Амурской области, использующих уголь Ерковецкого и Райчихинского месторождений, так как в углях этих месторождений подтверждено высокое содержание золота;

2) определить конкретные объекты и объемы финансовых средств, необходимых для использования таких установок на котельных области, что позволит привлечь внимание как частных потенциальных инвесторов, так и государственных и муниципальных органов власти к их масштабному внедрению. При выборе котельных для модернизации на первом этапе предпочтение следует отдать котельным, имеющим высокий уровень износа котельного оборудования (более 80 %) из числа вышечеречисленных муниципальных образований. В последние годы в целях привлечения частных инвестиций в коммунальное хозяйство Амурской области активно внедряются такие формы инвестирования, как государственно-частное партнерство в формате концессии. Согласно информации, размещенной на инвестиционном портале Правительства области, по состоянию на 01.05.2016 г. муниципалитетами области заключено 70 соглашений в сфере коммунального хозяйства [17]. Приведенные данные показывают, что механизм финансирования модернизации котельных с использованием новых технологий возможен с применением концессии;

3) в целях выработки требований к потенциальным инвесторам АмурНЦ ДВО РАН совместно с региональными органами власти проработать нормативно-правовые аспекты реализации золота, извлеченного при сгорании бурых углей.

Таким образом, применение способа извлечения золота из дымовых газов при сгорании бурого угля является перспективным технологическим приемом, который позволяет попутно извлекать ценные металлы из углей. А также есть возможность внедрить его на муниципальных котельных Амурской области с использованием механизма заключения концессионных соглашений, что соответствует государственной политике повышения энергетической эффективности региона.

---

<sup>1</sup>Постановление Правительства Амурской области от 25.09.2013 № 452 «Об утверждении государственной программы Амурской области «Модернизация жилищно-коммунального комплекса, энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Амурской области на 2014–2020 годы» (в редакции от 14.04.2017 № 190) // Консультант Плюс.

*Список источников / References*

1. Бакурова Е.В. Социально-экономические аспекты реализации проекта переработки углей в синтетическое жидкое топливо на территории Приморского края. *Известия ДВФУ. Экономика и управление*, 2016, № 1, сс. 100–115 [Bakurova E.V. Sotsial'no-ekonomicheskie aspekty realizatsii proekta pere-rabotki ugley v sinteticheskoe zhidkoe toplivo na territorii Primorskogo kraya [Socio-economic aspects of project implementation processing coal into synthetic liquid fuel in the Primorsky territory]. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i uprav-lenie = The bulletin of the FEFU*, 2016, no. 1, pp. 100–115.]
2. *Минеральные ресурсы Амурской области* [Mineral'nye resursy Amurskoy ob-lasti [Mineral resources of Amur Region]. Available at: [http://www.amurobl.ru/-wps/portal/!ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gTAwN\\_RydDRwN\\_1ADA09Lc3cv5zBjI2dHU\\_2CbEdFABHyASU!](http://www.amurobl.ru/-wps/portal/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gTAwN_RydDRwN_1ADA09Lc3cv5zBjI2dHU_2CbEdFABHyASU!)
3. Угольная база России. Т. V, кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО). Москва, Геоинформмарк, 1997. [Ugol'naya baza Rossii. T. V, kn. 1. Ugol'nye basseyny i mestorozhdeniya Dal'nego Vostoka (Khabarovskiy kray, Amurskaya oblast', Primorskiy kray, Evreyskaya AO)]. Moscow. Geoinformmark Publ., 1997.]
4. Уголь. [Ugol]. Available at: <http://геоамур.рф/sources/geo/mineral/mineral-x=17.php>.
5. Портал Правительства Амурской области. Краткий обзор экономики. Добыча полезных ископаемых. [Portal Pravitel'stva Amurskoy oblasti. Kratkij obzor ekonomiki. Dobycha poleznykh iskopaemykh [Portal of the Government of the Amur Region. Brief overview of the economy]. Available at: [http://www.-amurobl.ru/wps/portal/!ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gTAwN\\_RydDRwMLi0AzA09L5yALZ0\\_\\_IMNQQ30v\\_aj0nPwkoEo\\_j\\_zcVP2C7EBFAN\\_AZN4!/dl3/d3/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnZ3LzZfNDAwT0FCMUEwODhRNjBJO UNSOENJT1IxUDc!/.](http://www.-amurobl.ru/wps/portal/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gTAwN_RydDRwMLi0AzA09L5yALZ0__IMNQQ30v_aj0nPwkoEo_j_zcVP2C7EBFAN_AZN4!/dl3/d3/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnZ3LzZfNDAwT0FCMUEwODhRNjBJO UNSOENJT1IxUDc!/)
6. Сорокин А.П., Кузьминых В.М., Рождествина В.И. Золото в бурых углях: условия локализации, формы нахождения, методы извлечения. *ДАН*, 2009, т. 424, № 2, сс. 239–243. [Sorokin A.P., Kuz'minykh V.M., Rozhdestvina V.I. Zoloto v burykh uglyakh: usloviya lokalizatsii, formy nakhozheniya, metody izvlecheniya [Gold in brown coals: localization conditions, forms of location, extraction methods]. *DAN*, 2009, vol. 424, no. 2, pp. 239–243.]
7. Сорокин А.П., Рождествина В.И., Кузьминых В.М., Жмодик С.М., Анохин Г.Н., Митькин В.Н. Закономерности формирования благородно- и редкометалльного оруденения в кайнозойских угленосных отложениях Дальнего Востока. *Геология и геофизика*, 2013, т. 54, № 7. [Sorokin A.P., Rozhdestvina V.I., Kuz'minykh V.M., Zhmodik S.M., Anokhin G.N., Mit'kin V.N. Zakonomernosti formirovaniya blagorodno- i redkometal'nogo orudneniya v kaynozoyskikh uglenosnykh otlozheniyakh Dal'nego Vostoka [Regularities in the formation of noble and rare metal mineralization in the Cenozoic carboniferous sediments of the Far East]. *Geology and Geophysics*, 2013, vol. 54, no. 7, pp. ?].
8. Сорокин А.П., Рождествина В.И., Кузьминых В.М. Накопление благородных, редких и редкоземельных элементов в углях Дальнего Востока. *Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Вторая Всерос. науч. конф.: сб. докладов*. Благовещенск, ИГиП ДВО РАН, 2012, сс. 184–187. [Sorokin A.P., Rozhdestvina V.I., Kuz'minykh V.M. Nakoplenie blagorodnykh, redkikh i redkozemel'nykh elementov v uglyakh Dal'nego Vostoka. *Voprosy geologii i kompleksnogo osvoeniya prirodnikh resursov Vostochnoy Azii: Vtoraya Vserosciyskaya nauchnaya konferentsiya: sb.*

- dokladov. [Accumulation noble, rare and rare-earth elements in coals of the Far East. *Questions of geology and integrated development of natural resources of East Asia: The Second All-Russian Scientific Conference: Sat. reports*. Blagoveshchensk, IGI P DVO RAN Publ., 2012, pp. 184–187.]
9. Черепанов А.А. Благородные металлы в золошлаковых отходах Дальневосточных ТЭ. *Тихоокеанская геология*, 2008, т. 27, № 2, сс. 16–28. [Cherapanov A.A. Blagorodnye metally v zoloshlakovykh otkhodakh Dal'nevostochnykh TE [Noble metals in ash and slag wastes Far Eastern Fuel Cells]. *Tichookeanskaya geologiya = Pacific Geology*, 2008, vol. 27, no. 2, pp.16–28.]
  10. Сорокин А.П., Конюшок А.А., Агеев О.А. Перспективы промышленного освоения продуктов сгорания угля в условиях Приамурья. *Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Вторая Всероссий. науч. конф.:* сб. докладов. Благовещенск, ИГиП ДВО РАН, 2012, сс. 95–101 [Sorokin A.P., Konyushok A.A., Ageev O.A. Perspektivy promyshlennogo osvoeniya produktov sgoraniya uglya v usloviyakh Priamur'ya. *Voprosy geologii i kompleksnogo osvoeniya prirodnykh resursov Vostochnoy Azii: Vtoraya Vseros. nauch. konf.:* sb.dokladov. [Prospects for commercial development of coal combustion products in the Amur region. *Issues of geology and integrated development of natural resources of East Asia: Second All-Russia. sci. Conf.:* sb.dokladov]. Blagoveshchensk, IGI P DVO RAN Publ. 2012, pp. 95–101.]
  11. Кузьминых В.М., Сорокин А.П., Рождествина В.И., Зубенко И.А. Подходы к проблеме технологических решений извлечения золота из бурых углей. *Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Вторая Всероссий. науч. конф.:* сб. докладов. Благовещенск, ИГиП ДВО РАН, 2012, сс. 274–275 [Kuz'minykh V.M., Sorokin A.P., Rozhdestvina V.I., Zubenko I.A. Podkhody k probleme tekhnologicheskikh resheniy izvlecheniya zolota iz burykh ugley. *Voprosy geologii i kompleksnogo osvoeniya prirodnykh resursov Vostochnoy Azii: Vtoraya Vseros. nauch. konf.* [Approaches to the problem of technological solutions for extracting gold from brown coals. *Questions of geology and integrated development of natural resources of East Asia: The Second All-Russian. sci. conf.*]. Blagoveshchensk, IGI P DVO RAN Publ., 2012, pp. 274–275].
  12. Патент 155764 Российской Федерации МПК С22 В 11/00, 7/00, В01Д 55/74, F27D 17/00. *Устройство для извлечения золота из дымовых газов при сгорании природных углей.* Кузьминых В.М., Сорокин А.П., Борисов В.Н., Чурсина Л.А., Амурский научный центр ДВО РАН №2015109179/02, завл. 16.03.15; опубл. 20.10.15. Бюл. № 29. [Patent 155764 Rossiyskoy Federatsii MPK S22 V 11/00, 7/00, V01D 55/74, F27D 17/00 *Ustroystvo dlya izvlecheniya zolota iz dymovykh gazov pri sgoranii prirodnykh ugley / Kuz'minykh V.M., Sorokin A.P., Borisov V.N., Chursina L.A.* [Patent 155764 of the Russian Federation IPC C22 B 11/00, 7/00, B01D 55/74, F27D 17/00 *A device for extracting gold from flue gases during the combustion of natural coals*]. Amurskiy nauchnyy tsentr DVO RAN, no. 2015109179/02, zayavl. 16.03.15; opubl. 20.10.15. Byul.no. 29].
  13. Жилищно-коммунальное хозяйство в Амурской области. *Сборник Амурстат.* Благовещенск, 2017. 108 с. [Zhilishchno-kommunal'noe khozyaystvo v Amurskoy oblasti: *Sbornik Amurstat* [Housing and Communal Services in the Amur Region: *Collection Amurstat*]. Blagoveshchensk., 2017. 108 p.]
  14. *Производство продукции по видам в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды.* [Proizvodstvo produktsii po vidam v proizvodstve i raspredelenii elektroenergii, gaza i vody [Production by types in production and distribution electricity, gas and water]. Available at: [http://amurstat.gks.ru/-wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/amurstat/ru/statistics/enterprises/production/](http://amurstat.gks.ru/-wps/wcm/connect/rosstat_ts/amurstat/ru/statistics/enterprises/production/)



15. *Технико-экономические показатели муниципальных котельных Амурской области*. Министерство жилищно-коммунального хозяйства Амурской области. 30.06.2017, с. 27. [*Tekhniko-ekonomicheskie pokazateli munitsipal'nykh kotel'nykh Amurskoy oblasti*. Ministerstvo zhilishchno-kommunal'nogo khozuyaystva Amurskoy oblasti.. 30.06.2017, p. 27].
16. *Информация о финансировании государственных программ Амурской области за январь-декабрь 2016 года* (по состоянию на 01.01.2017). [*Informatsiya o finansirovaniy gosudarstvennykh programm Amurskoy oblasti za yanvar'-dekabr' 2016 goda* (po sostoyaniyu na 01.01.2017)]. [Information on the financing of the state programs of the Amur Region in January-December 2016 (as of 01.01.2017)]. Available at: [http://www.amurobl.ru/wps/portal!/ut/p/c5/rc3BD-YIwFADQWRxA\\_q-CtccSi2igqCBiLwSIUZAKiQZip9cFvJk3wAMFX49iqK\\_Fq-4eRQsZqEVuI0bcJRwRCUFur8LU3wlc-nM4QYZ2HjfvfmPu5tCY\\_fg63oK42-Yy-haIPk2AexUTspnCjGp5FJhXLISplsIxIykn7waU3TU\\_LCWxBXduu\\_K7S7\\_QFzqDoz5sRSP5716W2xkpbaDFGKGXOjOJjjsxhkLnQ6-G-HjT\\_AOovzYQ!/dl3/d3/L2-dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](http://www.amurobl.ru/wps/portal!/ut/p/c5/rc3BD-YIwFADQWRxA_q-CtccSi2igqCBiLwSIUZAKiQZip9cFvJk3wAMFX49iqK_Fq-4eRQsZqEVuI0bcJRwRCUFur8LU3wlc-nM4QYZ2HjfvfmPu5tCY_fg63oK42-Yy-haIPk2AexUTspnCjGp5FJhXLISplsIxIykn7waU3TU_LCWxBXduu_K7S7_QFzqDoz5sRSP5716W2xkpbaDFGKGXOjOJjjsxhkLnQ6-G-HjT_AOovzYQ!/dl3/d3/L2-dBISEvZ0FBIS9nQSEh/)
17. *Государственно-частное партнерство*. Инвестиционный портал Амурской области. [*Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo*. [Public-private partnership]. Available at: <http://invest.amurobl.ru/info/investor-gchp/>

#### Сведения об авторах /About authors

**Кашина Надежда Викторовна**, кандидат экономических наук, доцент, научный сотрудник, Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук. 675000 Россия, Амурская область, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1. *E-mail: kashana-232141@mail.ru.*

Nadezhda V. Kashina, Candidate of Economic Sciences, research associate, Institute of Geology and Natural Management of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Relochniy lane, 1, Blagoveschensk, Amur Region, Russia 675000. *E-mail: kashina232141@mail.ru.*

**Коношук Андрей Алексеевич**, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель председателя, Амурский научный центр ДВО РАН, 675000 Россия, Амурская область, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1. *E-mail: amurnc@ascnet.ru.*

Andrey A. Konyushok, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, vice-chairman, Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences, Amur Scientific Center, Relochny Lane, 1, Blagoveschensk, Amurskaya Oblast, 675000. *E-mail: amurnc@ascnet.ru.*