

Поздравляю с 10-летним юбилеем всех работников и руководство Горнорудного дивизиона Госкорпорации «Росатом». Уверен, что одно из самых современных предприятий Уранового холдинга «АРМЗ» в Курганской области продолжит свое поступательное развитие на благо развития региона и его жителей. Успехов в реализации новых проектов, стабильности и благополучия!

**А. Г. Кокорин,**  
губернатор Курганской области



УДК 622.349.5:622.234.42

## АО «ДАЛУР» – ПЕРВОЕ РОССИЙСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ



**В. Н. САННИКОВ,**  
заместитель генерального директора  
по экономике и финансам



**Н. И. ЛУЦЕНКО,**  
заместитель директора по производству,  
lutsenko.n.i@dalur.ru

АО «Далур», Курганская область, Россия

### Введение

Акционерное общество «Далур» – первое в России действующее предприятие по добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). АО «Далур» расположено на территории Далматовского района Курганской области, примерно в 50 км к югу от г. Далматово [1].

Метод СПВ является одним из основных способов добычи урана в мире (в 2012 г. 45 % объема мировой добычи) и широко используется в США, Австралии, Казахстане, Узбекистане и других странах [2–7]. На территории России действуют два предприятия с технологией СПВ – АО «Далур» (Курганская обл.) и АО «Хи-агда» (Республика Бурятия).

Из всех существующих способов добычи урана метод СПВ является самым экологически чистым и безопасным, поскольку

Описана история создания и развития действующего в составе Уранового холдинга «Атомредметзолото» АО «Далур» – первого в России действующего предприятия, занимающегося промышленной разработкой гидрогенных урановых месторождений Зауральского ураново-рудного района методом подземного скважинного выщелачивания.

**Ключевые слова:** АО «Далур», добыча урана, способ подземного скважинного выщелачивания, минерально-сырьевая база.

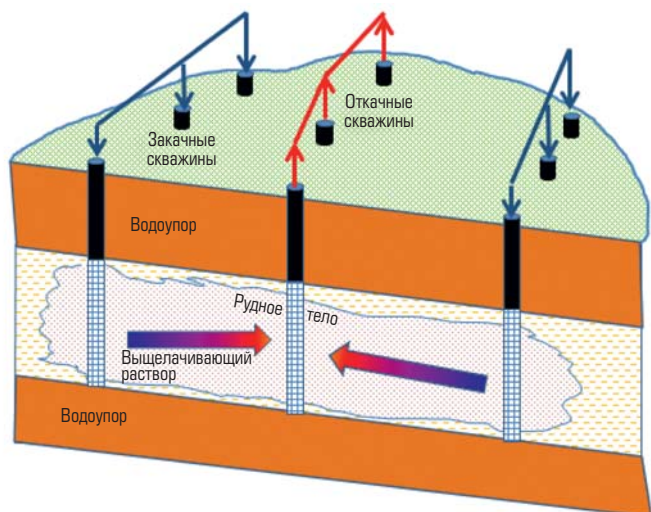
**DOI:** 10.17580/gzh.2017.08.04

добыча урана ведется дистанционно через систему эксплуатационных скважин; при этом работники предприятия и жители близлежащих населенных пунктов не имеют прямого контакта с радиоактивной урановой рудой. За более чем 50-летний период применения СПВ в разных странах не зарегистрировано ни одного случая заболевания персонала рудников лучевой болезнью.

### Развитие добычи урана методом СПВ в АО «Далур»

Основной минерально-сырьевой базы АО «Далур» в настоящее время является Далматовское месторождение [8, 9]. Предприятие также обладает лицензией на разведку и разработку Хохловского месторождения, расположенного в Шумихинском районе Курганской области, на котором проводятся опытно-промышленные работы. В перспективе планируется освоение Добровольного месторождения (Звериноголовский район Курганской обл.) [10].

На всех месторождениях Зауральского ураново-рудного района (УРР), осваиваемых АО «Далур», урановые оруденения приуро-



**Рис. 1.** Принципиальная схема скважинного подземного выщелачивания

чены к верховьям палеодолин и располагаются в пределах развития средневерхнеюрских аллювиально-делювиальных отложений на глубинах от 300 до 600 м от поверхности. Оруденения связаны с геохимическими барьерами водоносных горизонтов на окончании зон грунтово-пластового окисления, в зоне перехода от кислородной гидрогеохимической обстановки к сероводородной и локализованы на фронте выклинивания зон древнего окислительного эпигенеза вышеуказанных отложений, выполняющих палеодолины [11].

Урановая минерализация типична для месторождений гидрогенного типа и представлена настураном и коффинитом, присутствующими примерно в равных количествах [12].

Рудные залежи имеют вид извилистых лент, повторяющих контур эпигенетических изменений. Ширина ураново-рудных

залежей колеблется в пределах 50–400 м, протяженность 1,5–4 км, мощность рудовмещающих водоносных горизонтов 10–30 м, мощность рудных тел 1–24 м, среднее содержание урана в руде 0,025–0,045 %, коэффициент извлечения урана из недр 0,8. Рудовмещающие пески малокарбонатные, в основном состоят из кварца, полевые шпаты и слюды находятся в подчиненном количестве. Химический состав руд силикатный ( $\text{SiO}_2$  – 85 %).

Рудовмещающие горизонты обводнены, пьезометрические уровни фиксируются на глубинах 10–35 м от поверхности, водопроводимость пород 10–100 м<sup>2</sup>/сут, минерализация 1,2–13 г/л, температура воды 15–18 °С. Из-за высокой минерализации и содержания радиоактивных элементов пластовые воды рудовмещающих горизонтов не пригодны для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения [10, 11].

Основной особенностью добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания (рис. 1), отличающей его от существующих традиционных способов (подземные и открытые горные работы), является растворение и перевод урана в подвижное состояние в недрах на месте залегания без выемки руды путем искусственно создаваемого напорного градиента и принудительной циркуляции выщелачивающих растворов в водоносном рудовмещающем горизонте в направлении от закачных скважин к откачным [13]. Последующей технологической операцией является извлечение полезного компонента через откачные скважины в составе продуктивных растворов на поверхность и их переработка на технологической установке с получением конечной продукции – концентрата природного урана (полиураната аммония) (рис. 2).

По сравнению с обычными горными (подземный или открытый) способами добычи подземное выщелачивание имеет следующие преимущества:

- значительное сокращение объемов горных выработок, отсутствие необходимости транспортирования руды, ее дробления, измельчения, обогащения и т. д.;
- отсутствие необходимости в строительстве и эксплуатации хвостохранилищ;
- сохранение в ненарушенном состоянии земной поверхности;
- возможность более полной автоматизации технологических процессов;
- коренное улучшение санитарно-гигиенических условий труда;
- резкое снижение объемов промышленного и гражданского строительства;
- значительное сокращение сроков ввода в эксплуатацию и освоения промышленных мощностей;
- замкнутый технологический цикл растворооборота;
- существенное уменьшение загрязнения окружающей среды;
- снижение себестоимости конечной продукции и значительное повышение производительности труда [14].

Далматовское месторождение урана было открыто в 1979 г. Зеленогорской экспедицией в рамках планомерного изучения ураноносности осадочных платформенных отложений Зауралья [15]. В 1982–1985 гг. проведены предварительная разведка и



**Рис. 2.** Добычный комплекс АО «Далур»



**Рис. 3. Локально-сорбционная установка «Усть-Уксянская»**

полупромышленный опыт подземного выщелачивания урана на месторождении Далматовское, доказана пригодность месторождения для разработки методом подземного выщелачивания. В 1985 г. цехом № 11 ОАО «Малышевское рудоуправление» начаты опытно-промышленные работы на Центральной залежи Далматовского месторождения по добыче урана методом СПВ. В 1998 г. ФГУП «ВНИПИпромтехнологии» разработано и прошло госэкспертизу ТЭО строительства предприятия по отработке Далматовского месторождения урана методом СПВ.

В дальнейшем становление и развитие предприятия осуществлялись этапами:

**2001 г.** — образовано АО «Далур», с 2002 г. оно становится дочерним предприятием АО «ТВЭЛ»; начинается строительство предприятия СПВ в соответствии с ТЭО строительства;

**2006 г.** — запущен в эксплуатацию цех по переработке продуктивных растворов на Центральной производственной площадке АО «Далур»;

**2007 г.** — в рамках реструктуризации атомной отрасли АО «Далур» передано в управление АО «Атомредметзолото»; в ноябре 2007 г. начаты опытные работы на Хохловском месторождении;

**2007–2013 гг.** — построены локально-сорбционные установки (ЛСУ) «Западная» и «Усть-Уксянская» (рис. 3) для промышленного освоения Западной и Усть-Уксянской залежей Далматовского месторождения, проведена модернизация ЛСУ Хохловского месторождения и «Усть-Уксянская» с целью увеличения их производительности;

**2014 г.** — успешно завершены опытные работы по попутному извлечению скандия и РЗМ из маточных растворов ПВ, закончен монтаж сушилки готовой продукции, осуществлен переход на выпуск продукции в соответствии с базовой спецификацией;

**2015–2017 гг.** — организованы опытно-промышленные работы по попутному извлечению скандия из маточных растворов подземного выщелачивания; проект «Скандий Далур» был одобрен в ГК «Росатом», получено положительное решение на финансирование проекта; выигран конкурс на право получения государственных субсидий по созданию высокотехнологичного производства алюминоскандиевой лигатуры; заключен договор с Минобр-

науки и Уральским федеральным университетом на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и ОНР;

**2018 г.** — планируется организация высокотехнологичного производства алюминоскандиевой лигатуры.

На предприятии совместно со специалистами Северной государственной технологической академии (СГТА) разработана и введена в эксплуатацию комплексная информационно-аналитическая система для автоматизации расчетов, управления, хранения и анализа данных добычного комплекса [16–18]. Система позволяет: осуществлять сбор, ввод и редактирование различных геотехнологических данных; проводить контроль и анализ введенных данных, протоколировать работу с ними, оценивать их достоверность; хранить данные, рассчитывать значения требуемых геотехнологических параметров на основе введенных данных; контролировать результаты оценок; обеспечивать оперативность и наглядность представления данных с помощью различных способов визуализации (планы, схемы, графики, таблицы и др.); выполнять анализ и экспертную оценку данных; предоставлять документацию



**Рис. 4. Главный технологический корпус**

## Основные производственные и финансовые показатели АО «Далур»

Показатель	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Добыча урана в готовой продукции, т	350	410	463	508	535	529	562	578	590	591
Чистая прибыль, тыс. руб.	62934	1796	112620	256206	244664	471281	421261	174083	60700	692777

и отчеты в заданной форме; дифференцировать уровень доступа к просмотру, редактированию и обработке данных; готовить исходные данные для проведения геотехнологических расчетов.

Созданное программное обеспечение реализовано на основе клиент-серверной технологии, работает в многопользовательском режиме и обеспечивает специалистов необходимыми данными для моделирования процессов подземного выщелачивания и управления ими на более качественном уровне.

С 2012 г. на предприятии функционирует система менеджмента качества (СМК) и система экологического менеджмента (СЭМ). Получены сертификаты в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001:2008 и ISO 14001:2004 [19]. Для их совершенствования ежегодно разрабатываются целевые программы по качеству и экологии, выполнение которых подтверждается внутренними и внешними инспекционными аудитами.

В период с 2001 по 2017 г. предприятие осуществляет промышленную отработку Далматовского месторождения и опытно-промышленные работы на Хохловском месторождении. За этот период был проделан большой объем работ, что позволило организовать бесперебойное функционирование предприятия и значительно увеличить добычу урана:

- введен в эксплуатацию главный технологический корпус (рис. 4) по переработке продуктивных растворов производительностью до 700 т урана в год;
- завершены работы по реконструкции склада серной кислоты на прирельсовой базе;
- осуществлена автоматизация основных технологических процессов на полигонах СПВ, сорбции и регенерации;
- повышена интенсивность СПВ благодаря применению окислителя (нитрита натрия) в промышленных масштабах;
- введены в эксплуатацию ЛСУ на Усть-Уксянской и Западной залежах Далматовского месторождения;
- завершено строительство и введены в эксплуатацию дорога и мост от Центральной производственной площадки до площадки ЛСУ «Усть-Уксянская»;
- введена в эксплуатацию резервная ЛЭП ВЛ-10 кВ на Усть-Уксянском участке;
- сдана в промышленную эксплуатацию локально-сорбционная установка Центральной залежи Хохловского месторождения урана в Шумихинском районе Курганской области;
- в главном производственном корпусе введена в промышленную эксплуатацию система сушки суспензии соединений ура-

на (желтого кека); линия вышла на проектную мощность 120 кг желтого кека в час; после внедрения современной технологии сушки влажность готовой продукции снижена с 30 до 2 %; начиная с 2016 г. выпуск готовой продукции осуществляется в соответствии с базовой спецификацией в полном объеме;

- запущена пилотная установка по извлечению скандия из продуктивных растворов и последующему рафинированию концентрата.

На предприятии в постоянной эксплуатации находятся порядка 540 откачных и 1400 закачных скважин, что позволяет обеспечить выполнение производственной программы по добыче урана и полную загрузку производственных мощностей по переработке продуктивных растворов (см. таблицу).

Несмотря на существующие риски, внутренние и внешние вызовы, связанные с финансовыми кризисами, АО «Далур» за все время своего существования всегда было успешным безубыточным предприятием, нацеленным на успех [14].

В рамках выполнения основных производственных задач, реализуя политику экологического менеджмента, предприятие постоянно заботится о здоровье персонала и населения, снижает воздействие на окружающую среду, стремится к тому, чтобы его деятельность была не только безопасной, но и открытой для общества, расширяет уровень осведомленности населения о своей работе и всегда готово к диалогу. Ежегодно издается «Отчет по экологической безопасности» на основе данных надзорных органов и контролирующих организаций» (Ростехнадзор, Росприроднадзор, Роспотребнадзор, ФГУП «РосРАО», ФГБУ «ЦПАТИ по УФО», ФГУЗ ЦГиЗ № 92 ФМБА, ФГУП «Гидроспецгеология» и др.) [16]. За все время деятельности предприятия не зарегистрировано ни одного случая профзаболевания; более 9 лет отсутствуют случаи травматизма. Текучесть кадров за последние 5 лет составляет 1–2,5 %.

### Заключение

АО «Далур» является передовым предприятием в сфере добычи урана методом СПВ, деятельность которого нацелена на развитие производства, непрерывное совершенствование технологических процессов, поиск и внедрение инновационных технологических решений, повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции. При этом серьезное внимание уделяется промышленной безопасности, охране труда и окружающей среды.

## Библиографический список

1. Попонин Н. А., Липтев Ю. И. АО «Далур»: сырьевая база, этапы становления и перспективы развития // Горный журнал. 2016. № 10. С. 6–12. DOI: 10.17580/gzh.2016.10.01
2. Australia's Uranium / World Nuclear Association, 2017. URL: <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/australia.aspx> (дата обращения: 29.06.2017).
3. Uranium Mining in Canada / Canadian Nuclear Association, 2015. URL: <https://cna.ca/news/uranium-mining-in-canada/> (дата обращения: 15.06.2017).
4. Polack C. Uranium exploration (2004–2014): New discoveries, new resources // International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014), 23–27 June 2014. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. P. 8–9.
5. Сырьевой комплекс зарубежных стран. Бразилия / Информационно-аналитический центр «Минерал». URL: <http://www.mineral.ru/Facts/world/116/136/index.html> (дата обращения: 15.06.2017).
6. Woods P., Pool T., Beneš V., Gorbatenko O., Jones B., Märten H., Solodov I., Slezak J. International overview of ISL uranium mining operations // International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014), 23–27 June 2014. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. P. 138.
7. Каримов И. А., Хакимов К. Ж. Разработка сложноструктурного уранового оруденения подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 9. С. 67–69.
8. Геоэкологический паспорт уранового месторождения Далматовское : отчет. – М., 1993. – 118 с.
9. Марков С. Н., Попонина Г. Ю., Гончаров Е. Н. и др. Детальная разведка Далматовского месторождения с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1994 г. Кн. 1. Т. 1. : отчет. – Екатеринбург, 1994.
10. Геологическое строение Добровольного месторождения : отчет. – Екатеринбург, 1994. – 210 с.
11. Марков С. Н., Попонина Г. Ю., Гончаров Е. Н. и др. ТЭО Далматовского месторождения. Кн. 1. Т. 1. – Екатеринбург, 1994.
12. Бойцов В. Е., Верчеба А. А. Геолого-промышленные типы месторождений урана. – М. : КДУ, 2008. – 309 с.
13. Голык В. И., Заалишвили В. Б., Габараев О. З. Геофизическое обеспечение технологий выщелачивания урана // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 7. С. 112–121.
14. Живов В. Л., Бойцов В. А., Шумилин М. В. Уран: геология, добыча, экономика. – М. : ОАО «Атомредметзолото», 2012. – 301 с.
15. Нестеров Ю. В., Петрухин Н. Н. Сырьевая база атомной промышленности. События, люди, достижения. – М., 2015. – 287 с. URL: [http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti\\_2015/go/0/](http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti_2015/go/0/) (дата обращения: 15.09.2016).
16. Глинский М. Л., Глаголев А. В., Дрожко Е. Г. и др. Методические рекомендации по ведению объектного мониторинга состояния недр на предприятиях Госкорпорации «Росатом». – М. : Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. – 188 с.
17. Нормативные материалы по ведению объектного мониторинга состояния недр на предприятиях и в организациях Госкорпорации «Росатом». – М. : Гидроспецгеология, 2010. – 64 с.
18. Самсонов Б. Г. Основы объектного мониторинга геологической среды на предприятиях по разведке, добыче и использованию атомного сырья. – М. : Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. – 120 с.
19. ISO 9001:2008. Quality management systems – Requirements / International Organization for Standardization. URL: <https://www.iso.org/standard/46486.html> (дата обращения: 15.06.2017). **ГЖ**

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 8, pp. 23–27  
DOI: 10.17580/gzh.2017.08.04

## Dalur is the first in-situ leaching uranium mine in Russia

## Information about authors

V. N. Sannikov<sup>1</sup>, Deputy Chief Executive Officer of Economics and Finance, sannikov.v.n@dalur.ru

N. I. Lutsenko<sup>1</sup>, Deputy Director of Production, lutsenko.n.i@dalur.ru

<sup>1</sup> Dalur JSC, Kurgan Region, Russia

## Abstract

Dalur is a modern, promising, high-tech, efficient and socially responsible company and an eminently attractive project for Atomredmetzoloto.

The basic kind of activities is in-situ leaching of uranium, which is the most cost-effective and ecology-friendly method of uranium production.

The raw material base of Dalur is the deposits of Transbaikalia ore province, namely, Dalmatovskoe, Khokhlovskoe and Dobrovolnoe, holding approx 17 640 t of recoverable natural uranium. Dalur performance features low geological, technological and ecological risks.

The created infrastructure and production activities at Dalmatovskoe deposit offer a firm foundation for the company to implement promising projects of efficient performance over the period to 2045.

Dalur JSC was established under Decree No. 187 approved by the Dalmatovskiy District Administration Head on June 13, 2001 (Registration Certificate No. 531). The company is one of the three operating uranium producers in the Russian Federation.

Dalur is located in the nonresidential land 7 km off the village of Uksyanskoe in the Dalmatovskiy District of the Kurgan Region.

**Keywords:** Dalur Joint-Stock Company, uranium production, in-situ leaching method, raw material base.

## References

1. Poponin N. A., Liptev Yu. I. Dalur: Mineral resources, stages of development and prospects. *Gornyy Zhurnal*. 2016. No. 10. pp. 6–12. DOI: 10.17580/gzh.2016.10.01
2. Australia's Uranium. World Nuclear Association. 2017. Available at: <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/australia.aspx> (accessed: 29.06.2017).
3. Uranium Mining in Canada. Canadian Nuclear Association, 2015. Available at: <https://cna.ca/news/uranium-mining-in-canada/> (accessed: 15.06.2017).
4. Polack C. Uranium exploration (2004–2014): New discoveries, new resources. *Proceedings of the International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014)*, 23–27 June 2014. Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. pp. 8–9.

2014. Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. pp. 8–9.

5. Raw material complex of the foreign countries. Brazil. Information-analytical center «Mineral». Available at: <http://www.mineral.ru/Facts/world/116/136/index.html> (accessed: 15.06.2017).
6. Woods P., Pool T., Beneš V., Gorbatenko O., Jones B., Märten H., Solodov I., Slezak J. International overview of ISL uranium mining operations. *Proceedings of the International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014)*, 23–27 June 2014. Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. p. 138.
7. Karimov I. A., Khakimov K. Zh. Mining of complex structured underground-leached uranium mineralization. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*. 2015. No. 9. pp. 67–69.
8. Geoecological passport of uranium deposit Dalmatovskoe : review. Moscow, 1993. 118 p.
9. Markov S. N., Poponina G. Yu., Goncharov E. N. et al. Detail exploration of Dalmatovskoe deposit with calculation of reserves as of 01.01.1994. Book 1. Vol. 1. : report. Ekaterinburg, 1994.
10. Geological structure of Dobrovolnoe deposit : report. Ekaterinburg, 1994. 210 p.
11. Markov S. N., Poponina G. Yu., Goncharov E. N. et al. Feasibility study of Dolmatovskoe deposit. Book 1. Vol. 1. Ekaterinburg, 1994.
12. Boytsov V. E., Vercheba A. A. Geological and industrial types of uranium deposits. Moscow : KDU, 2008. 309 p.
13. Golik V. I., Zaalishvili V. B., Gabaraev O. Z. Geophysical provision of uranium leaching technologies. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*. 2014. No. 7. pp. 112–121.
14. Zhivov V. L., Boytsov A. V., Shumilin M. V. Uranium: geology, mining, economics. Moscow : JSC «Atomredmetzoloto», 2012. 301 p.
15. Nesterov Yu. V., Petrukhin N. N. Raw material base of nuclear industry. Events, people, achievements. Moscow, 2015. 287 p. Available at: [http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti\\_2015/go/0/](http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti_2015/go/0/) (accessed: 15.09.2016).
16. Glinitskiy M. L., Glagolev A. V., Drozhko E. G. et al. Methodical recommendations for the object monitoring of soil state on the State Corporation «Rosatom». Moscow : Tsentr sodeystviya sotsialno-ekologicheskim initsiativam atomnoy otrasli, 2010. 188 p.
17. Standard materials for the object monitoring of soil state on enterprises and organizations of «Rosatom» State Corporation. Moscow : Gidrospegeologiya, 2010. 64 p.
18. Samsonov B. G. Basis of object monitoring of geological environment on the enterprises, which carry out the exploration, mining and use of mineral raw materials. Moscow : Tsentr sodeystviya sotsialno-ekologicheskim initsiativam atomnoy otrasli, 2010. 120 p.
19. ISO 9001:2008. Quality management systems – Requirements. International Organization for Standardization. Available at: <https://www.iso.org/standard/46486.html> (accessed: 15.06.2017).