

СОЗДАНИЕ СИЛЬНОЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ: БЕЗ ГОСКОРПОРАЦИЙ НЕ ОСИЛИТЬ¹

Н.П. ПОХИЛЕНКО, д.г.-м.н., академик РАН,
Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск
В.А. КРЮКОВ, д.э.н., чл.-корр. РАН,
Институт экономики и организации промышленного
производства СО РАН, Новосибирск
А.В. ТОЛСТОВ, д.г.-м.н.,
Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск
Н.Ю. САМСОНОВ, к.э.н.,
Институт экономики и организации промышленного
производства СО РАН, Новосибирск

В современной экономике инновации являются важным источником конкурентоспособности и экономического развития. Одним из способов активизировать инновационное развитие может быть стимулирование высокотехнологичных отраслей, что невозможно без развития высокотехнологичных материалов и собственной отечественной ресурсной базы.

В настоящей статье рассматриваются перспективы снабжения инновационных отраслей высокотехнологичной продукцией – редкими и редкоземельными элементами – в контексте взаимодействия двух государственных корпораций (ГК «Ростехнологии» и ГК «Росатом») по включению в экономический и технологический оборот редкоземельного сырья месторождения Томтор, расположенного в Арктической зоне на северо-западе Якутии (Россия). Месторождение является практически неисчерпаемым на обозримые десятилетия источником высоколиквидного минерального сырья, применяемого в высокотехнологичных сферах промышленного производства, военно-промышленного комплекса и атомной отрасли. Так, не менее 40% критических техноло-

¹ ЭКО. – 2016. – № 8.

Работа выполнена по плану НИР ИЭОПП СО РАН в рамках проекта XI.174.1.2. «Стратегические направления реализации потенциальной ценности минерально-сырьевых ресурсов Азиатской части России в условиях глобальных вызовов XXI века».

гий, необходимых для достижения инновационного доминирования в экономиках развитых или развивающихся стран (например, страны БРИКС) – от создания перспективных видов вооружений и атомной энергетики до выплавки специальных сталей, сплавов и создания важнейших конструкционных наноматериалов – нереализуемы без редкоземельных металлов (РЗМ) и сопутствующих высокотехнологичных материалов и продукции, созданных на их основе. Областей применения РЗМ насчитывается более сотни, а конечной продукции на их основе – свыше тысячи позиций. Редкие металлы и редкие земли включены в технологические цепочки производства вооружений и военной техники, поставляемых в Вооруженные силы страны и на экспорт, а также они используются в широком спектре продукции, выпускаемой предприятиями ГК «Росатом», ГК «Ростехнологии» и другими стратегическими для экономики России компаниями и корпорациями.

Разработка месторождения Томтор и последующая переработка его руды с получением коллективных карбонатов РЗМ (то есть содержащих неразделенные металлы) позволяют обеспечить российскую промышленность редкоземельной продукцией широкого ассортимента в виде всей линейки лантаноидов разной чистоты на период более 100 лет, а также ниобием, иттрием и скандием высоких степеней передела (оксиды индивидуальных металлов, чистые и высокочистые металлы и их соединения) [1]. При этом возможен экспорт редкоземельных металлов и высокотехнологичной передельной продукции для нужд промышленности Европы, стран Азиатско-Тихоокеанского региона, а также БРИКС, прежде всего в Китай и Индию.

Более того, сейчас российской экономике вновь нужны «передышка», «накачивание» деньгами для крупнообъемных инвестиций со стороны государства, выполнения им социальных обязательств, восполнения резервных фондов, обеспечения государственного оборонного заказа, формирования финансового рычага для следующего этапа инновационного развития. Такие возможности в условиях нестабильных цен на топливно-энергетические ресурсы дает вовлечение минерально-сырьевого потенциала твердых полезных ископаемых Сибири и Дальнего Востока, в том числе – стратегических металлов, для интенсивного развития промышленного сектора экономики.

О приоритетах:

ГК «Росатом» vs ГК «Ростехнологии»

Значимую позицию в формировании российской редкоземельной промышленности, а по сути, ее возрождении и выводе на мировой рынок может занять ГК «Росатом». В качестве основного участника этих процессов «Росатом» включен в Подпрограмму 15 «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов» государственной программы «Развитие промышленности РФ и повышение ее конкурентоспособности до 2020 года», но практического выполнения поставленных российским правительством задач в этой сфере, к сожалению, не видно.

В этой связи рассмотрим, что представляет собой эта государственная корпорация и каковы ее текущие компетенции и сферы технологической и экономической активности. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» обеспечивает проведение государственной политики и единство управления в использовании атомной энергии, стабильное функционирование атомного энергопромышленного и ядерного оружейного комплексов, ядерную и радиационную безопасность. На нее возложены также задачи по выполнению международных обязательств России в области мирного использования атомной энергии и режима нераспространения ядерных материалов. Госкорпорация призвана способствовать выполнению программы развития атомной отрасли, обеспечивать новые условия для развития ядерной энергетики, усиливать имеющиеся у России конкурентные преимущества на мировом рынке ядерных технологий.

«Росатом» объединяет около 400 предприятий и научных учреждений, в числе которых – все гражданские компании атомной отрасли России, предприятия ядерного оружейного комплекса, научно-исследовательские организации и единственный в мире атомный ледокольный флот. «Росатом» является крупнейшей генерирующей компанией в России, которая обеспечивает 18,6% выработки электроэнергии в стране. Корпорация занимает лидирующее положение на мировом рынке ядерных технологий, находясь на первом месте в мире по количеству одновременно сооружаемых АЭС за рубежом, а также по запасам урана, и третье место – по объему его добычи. По объемам генерации атомной электроэнергии у «Росатома» – второе место в мире, корпорация обеспечивает 36% мирового рынка услуг по обогащению урана и 17% рынка ядерного топлива.

В международной сфере атомных проектов и технологий по итогам 2015 г. портфель ее заказов на десятилетний период соста-

вил 110,3 млрд долл. (101,4 млрд долл. в 2014 г.), а портфель проектов – 34 энергоблока АЭС по всему миру, в том числе в странах БРИКС (Индия, АЭС «Куданкулам»).

Объединение компетенций нескольких сибирских подразделений и предприятий ГК «Росатом», о которых пойдет речь далее, позволяет создать эффективную технологическую цепочку «переработка РЗМ – получение карбоната РЗМ – чистых РЗМ – инновационных продуктов глубокой переработки – продукции на основе РЗМ» и, тем самым, обеспечить следующие направления.

1. Формирование нового для ГК «Росатом» сегмента высоколиквидной РЗМ-продукции (индивидуальные оксиды и высокочистые металлы, а в перспективе – конечной редкоземельной продукции на их основе для атомной энергетики) для поставок на высокотехнологичные российские предприятия (полное обеспечение внутренних потребностей в РЗМ) с возможным выходом на экспорт.

2. Развитие и накопление научно-технологических компетенций в области инновационных технологий переработки уникального типа руд Томтора и последующего получения из них индивидуальных редкоземельных металлов.

3. Нарастание научно-технологических компетенций по дезактивации радиоактивных руд и продуктов химико-металлургического передела (торий, уран и продукты их распада), оптимального использования производственных и технологических возможностей предприятий ГК «Росатом» по утилизации радиоактивных отходов, получаемых при переработке, включая модернизацию действующих мощностей и создание новых РЗМ-комплексов.

4. Создание и применение в РЗМ-бизнесе ГК «Росатом» производственно-экономической модели для регулирования цикла переработки, складирования и селективного получения редкоземельной продукции в зависимости от изменения конъюнктуры рынка металлов («опционная модель переработки руды и получения РЗМ-компонентов»).

5. Подготовка высококлассных специалистов для ГК «Росатом» по профилю «Обогащение РЗМ-сырья и получения редкоземельной продукции».

О технологическом заделе

В настоящее время разработана эффективная опытно-промышленная технология, адаптированная для предприятия ГК «Росатом» – Железногорского горно-химического комбината (ГХК) в Красноярском крае и позволяющая переводить в товарную продукцию более 75% объема томторской руды и получать продукцию первого передела (карбонаты редкоземельных элементов), второго – индивидуальные оксиды и высокочистую продукцию – чистые РЗМ (включая тяжелые, наиболее дорогостоящие лантаноиды) и их соединения. Эта технология разработана в Красноярском Институте химии и химической технологии СО РАН, (д.х.н. В.И. Кузьмин) и принята в качестве базовой при постановке на государственный баланс запасов участка Буранный месторождения Томтор (2000 г.) [1, 2].

Разница в экономической эффективности между степенями переработки получаемых по предлагаемой технологии продуктовых переделов колоссальна. Каждый следующий этап технологической цепочки значительно повышает добавленную стоимость – от полутора до десяти раз. Первые места по стоимости и ликвидности среди РЗМ на мировом рынке стабильно занимают скандий, европий, тербий, диспрозий, празеодим и неодим. А уникальные природные концентрации томторской руды позволяют из 1 т руды получить до 1,0 кг скандия, 0,8 кг европия, 0,2 кг тербия, 1,5 кг диспрозия, 6 кг празеодима и более 20 кг неодима. Сегодня и в перспективе это – наиболее дефицитные, дорогостоящие и высоколиквидные металлы на мировом рынке редкоземельных металлов [3]. Также серьезный потенциал имеет новая альтернативная пирометаллургическая технология, – ликвационная плавка (Объединенный институт высоких температур, Москва); ЗАО «Лантан» (Бердск, Новосибирская область), которая позволяет существенно дешевле по сравнению с принятым щелочно-гидрометаллургическим способом (до 25–30%) получать легко разделяемый фосфатно-солевой сплав с редкими землями (шлак) и отдельно – сплав с ниобием [4]. Из переданной Институтом геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск) томторской руды для этих организаций по ликвационной технологии уже выполнен комплекс лабораторных исследований и получены соответствующие продукты электрошлакового литья.

О взаимодействии в рамках РЗМ-отрасли

Для полного обеспечения отечественной промышленности РЗМ потребуются добыча и переработка от 10 тыс. т руды в год с поэтапным доведением до 100 тыс. т руды с месторождения Томтор.

Удаленность месторождения и полное отсутствие инфраструктуры, а также вытекающие из потребностей экономики объемы добычи (от 10 до 100 тыс. т) томторской руды предполагают создание компактного горного предприятия с транспортировкой сырья (затраты на перевозку составят до 3–5% эксплуатационных расходов) в главный центр ее первичной переработки – **Краснокаменский гидрометаллургический комбинат (с использованием возможностей Приаргунского ГХО, ГК «Росатом», Забайкальский край).**

В зимнее время от месторождения подготовленная руда автотранспортом доставляется по зимнику до устья реки Анабар, складирована на рудной площадке и далее в навигационный период перевозится водным путем по Лене до Якутска с перевалкой и затем – железной дорогой на комбинат.

На промышленной площадке Краснокаменского ГМК выполняется переработка исходной руды с получением коллективного карбоната в зависимости от наращивания возможностей переработки с выходом на полную мощность (11,4 тыс. т) в течение пяти лет (снятие радиоактивности осуществляется на Приаргунском ГХО).

В свою очередь разделение и извлечение индивидуальных оксидов редкоземельных элементов, очистку материала, превращение оксидов в высокочистые сплавы металлов целесообразно организовать на предприятиях ГК «Росатом»:

- Чепецкий механический завод (Глазов, Удмуртия) – приоритетный центр переработки карбонатов;
- Новосибирский завод химических концентратов (Новосибирск);
- Сибирский химический комбинат (Северск, Томская область);
- ПО «Электрохимический завод» (Зеленогорск, Красноярский край);
- Железногорский ГХК (Железногорск, Красноярский край);
- Электролизный химический комбинат (Ангарск, Иркутская область).

Это возможно также на мощностях самостоятельных компаний, владеющих компетенциями в сфере выпуска редкометалльной и редкоземельной продукции. В число независимых можно включить два предприятия:

- ЗАО «Лантан» (Бердск, Новосибирская область);
- ЗАО «Завод редких металлов» (Барышево, Новосибирская область).

Роль ГК «Росатом» состоит в непосредственном участии его предприятий (НЗХК, ГХК и др.) в получении высокотехнологичной продукции: редкоземельных элементов второй и третьей степеней передела (чистые оксиды и индивидуальные металлы) с высокой добавленной стоимостью (рис. 1).



Рис. 1. Место ГК «Росатом» в механизме получения высокотехнологичной продукции: редкоземельные элементы второй и третьей степеней передела (чистые оксиды и индивидуальные металлы)

Переход к высокодоходным стадиям передела РЗМ-продукции (оксиды и чистые металлы) сопряжен с рыночными, технологическими и финансовыми рисками. Реализация предложений для ГК «Росатом» связана с управлением этими рисками в рамках организационно-финансового инжиниринга.

В табл. 1 представлены возможные объемы получения первичной РЗМ-продукции и феррониобия, а также попутного сырья (алюминий, фосфаты и др.) при мощностях переработки от 10 тыс. до 100 тыс. т томторской руды в год.

Таблица 1

Объемы первичной РЗМ-продукции и сопутствующих компонентов, получаемые при переработке руды месторождения Томтор, тыс. т*

Компонент	Период разработки, лет					Всего
	1	2	3	4	5–15	
Руда	10,0	30,0	52,0	77,0	100,0	1269,0
Карбонаты РЗМ, включая оксид иттрия (смешанный продукт 1-й стадии передела)	1,14	3,42	5,92	8,78	11,4	144,7
Феррониобий	0,51	1,52	2,64	3,91	5,08	64,5
Тринатрийфосфат	7,7	23,1	40,04	59,29	77,0	977,1
Глинозем	1,5	4,5	7,8	11,55	15,0	190,4
Концентрат оксида скандия	0,02	0,06	0,1	0,15	0,2	2,53
Титановый порошок	0,28	0,84	1,45	2,15	2,8	35,52

Примечание: * в расчет принят 15-летний период разработки, без учета инвестиционного периода для строительства предприятия.

Промышленными полупродуктами, поставляемыми на предприятия ГК «Росатом» для разделения, извлечения индивидуальных оксидов редкоземельных элементов и превращения оксидов в сплавы металлов, являются:

1) карбонат РЗМ, включая оксид иттрия (1,14–11,4 тыс. т в год);

2) концентрат оксида скандия (0,02–0,2 тыс. т в год). Попутная продукция (титановый порошок, глинозем, тринатрийфосфат, феррониобий) является непрофильной для редкоземельной промышленности и реализуется потребителям собственником исходного сырья после стадии первичной переработки руды или складировается.

В табл. 2 представлены возможности ГК «Росатом» по выпуску соответствующей номенклатуры и объемов оксидов РЗМ (в том числе иттрия и скандия) на основе карбонатов.

Переработка карбонатов на первом этапе в объеме 1,14 тыс. т позволяет производить из них в год до 582 т редкоземельных оксидов (в том числе иттрия и скандия). Десятикратное расширение мощностей до 11,4 тыс. т карбонатов (полная мощность) – соответственно, до 5,82 тыс. т оксидов.

Таблица 2

**Объем и номенклатура производимых оксидов РЗМ
на основе карбонатов РЗМ (план реализации), т***

Компонент	Период разработки, лет					Всего
	1	2	3	4	5–15	
Руда, тыс. т	10,0	30,0	52,0	77,0	100,0	1269,0
<i>Оксид РЗМ</i>						
Лантана	120,0	360,0	624,0	924,0	1 200,0	15 228,0
Церия	246,0	738,0	1 279,2	1 894,2	2 460,0	31 217,4
Празеодима	25,0	75,0	130,0	192,5	250,0	3 172,5
Неодима	98,0	294,0	509,6	754,6	980,0	12 436,2
Самария	12,3	36,9	64,0	94,7	123,0	1 560,9
Европия	3,9	11,7	20,3	30,0	39,0	494,9
Гадолия	12,0	36,0	62,4	92,4	120,0	1 522,8
Тербия	0,9	2,8	4,9	7,2	9,4	119,2
Диспрозия	7,3	21,9	38,0	56,2	73,0	926,4
Гольмия	0,9	2,8	4,9	7,2	9,4	119,2
Эрбия	1,9	5,7	9,9	14,6	19,0	241,1
Тулия	0,5	1,5	2,5	3,8	4,9	62,2
Иттербия	1,9	5,7	9,9	14,6	19,0	241,1
Лютеция	0,5	1,4	2,4	3,6	4,7	59,6
Иттрия	30,7	92,1	159,6	236,4	307,0	3 895,8
Концентрат оксида скандия	20,0	60,0	104,0	154,0	200,0	2 538,0

Примечание: * в расчет принят 15-летний период разработки, без учета инвестиционного периода для строительства предприятия.

В стоимостном объеме¹ на первоначальной стадии гарантируется выручка от реализации оксидов в размере 21,4 млн долл. в год, а при максимальной мощности – 214,4 млн долл. (рис. 2). Несложно подсчитать, что при годовой выручке ГК «Росатом» в 9 млрд долл. (примерно 600 млрд руб. в 2015 г.) доля в ней

¹ Расчет в ценах на оксиды металлов на 2015 г.

нового перспективного сегмента производства РЗМ может составлять от 0,3% до 2,3%.

Такой подход следует назвать плавным входом на рынок редкоземельной продукции, – входом без завышенных ожиданий и иллюзий. Вместе с тем экономическая эффективность, а значит, и стоимость продукции, при обогащении части (до 30%) выпускаемых оксидов до инновационных продуктов – чистых и высококачественных металлов – будет значительно выше.

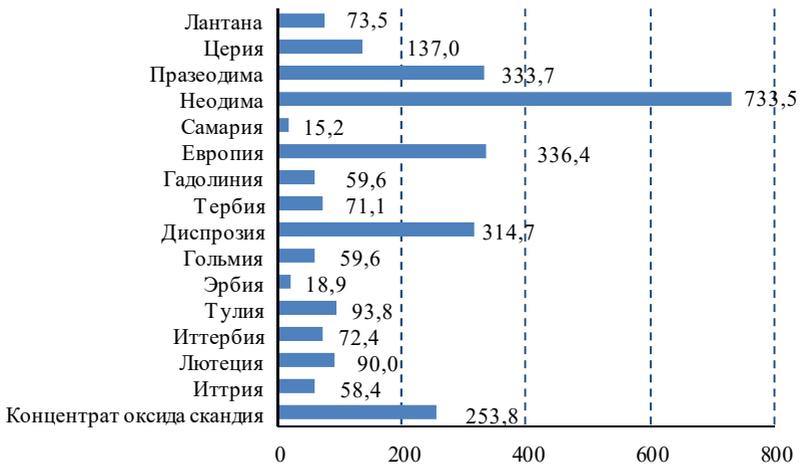


Рис. 2. Суммарный объем реализации оксидов РЗМ, в том числе иттрия и скандия (без сопутствующей продукции), за 15-летний период проекта, млн долл.

Для самой атомной промышленности использование индивидуальных редкоземельных оксидов в составе ядерного топлива является важным технологическим этапом. Оксиды гадолиния и эрбия применяются в качестве выгорающих добавок в оксидном урановом топливе реакторов ВВЭР и РБМК соответственно [5].

Участок Буранный Томторского рудного поля лицензирован в 2014 г. Лицензией владеет ООО «Востокинжиниринг» – дочерняя компания совместного предприятия «ТриАркМайнинг» – ГК «Ростехнологии» («РТ-Глобальные ресурсы») и Группы «ИСТ». Технологическая цепочка по проекту предполагает получение карбоната РЗМ на вновь строящемся предприятии (Краснокаменский гидрометаллургический комбинат) с использованием мощностей

Приаргунского ГХК и его реализацию на внутреннем и внешнем рынках для последующего выпуска оксидов и высокочистых металлов.

Уникальный состав руд, колоссальные ресурсы месторождения и гибкая технологическая схема переработки руды позволяют после ее полной реализации и трансформации получать более широкий ассортимент высоколиквидной и инновационной продукции, включая особо чистые и наиболее дефицитные тяжелые РЗМ, а также продукцию широкого потребления на их основе [6, 7].

В этой связи следует сказать, что конъюнктура мирового рынка редкоземельной продукции – оксидов и высокочистых металлов (а регулятором цен на нем выступает Китай), делает актуальным вопрос о разработке и применении в российском РЗМ-бизнесе производственно-экономической модели для регулирования цикла переработки, складирования и селективного получения высокочистой редкоземельной продукции.

В последний вагон

Мировое потребление РЗМ сейчас составляет до 130 тыс. т оксидов в год. При этом прогнозируется рост спроса до 180 тыс. т к 2020 г., что вполне оправданно – «большие» технологичные экономики США, Китая, стран Евросоюза, Японии, Канады, Южной Кореи даже при снизившихся темпах прироста ВВП продолжают расширять сферы использования РЗМ и увеличивают объемы их потребления.

Вместе с тем Россия по потреблению редких земель (до 3–5 тыс. т в год), в основном импортируемых из Китая, значительно отстает от развитых стран, хотя к 2025 г. предполагается, что потребности российской экономики достигнут 15 тыс. т редкоземельных оксидов [8].

Получение РЗМ-продукции на российских предприятиях, входящих в ГК «Росатом», на основе отечественного источника сырья, уникального как по масштабам оруденения (запасам и ресурсам), так и по содержанию редкоземельных компонентов, позволяет избавиться от зависимости – колебаний мировых цен на редкие элементы, сложившейся монопольной структуры глобальных стран-производителей и поставщиков (Китай, Бразилия) и рисков от недобросовестной конкуренции на мировом РЗМ-рынке [9, 10].

Россия может успеть в последний вагон производителей технологий и высокотехнологичной продукции, пусть даже предлагая сырьевой товар – редкоземельные металлы. То есть в вагон для тех, кто дает глобальной экономике развитие, а не получает его в виде готовых, а главное – изобретенных и произведенных в других местах продуктов.

Литература

1. Похиленко Н.П., Крюков В.А., Толстов А.В., Самсонов Н.Ю. Томтор как приоритетный инвестиционный проект обеспечения России собственным источником редкоземельных элементов // ЭКО. – 2014. – № 2 (476). – С. 22–35.
2. Толстов А.В., Коноплев А.Д., Кузьмин В.И. Особенности формирования уникального редкометалльного месторождения Томтор и оценка перспектив его освоения // Разведка и охрана недр. – 2011. – № 6. – С. 20–25.
3. Крюков В.А., Толстов А.В., Афанасьев В.П., Самсонов Н.Ю., Крюков Я.В. Обеспечение российской промышленности высокотехнологичной сырьевой продукцией на основе гигантских месторождений Арктики – Томторского иобий-редкоземельного и Попигайского сверхтвердого абразивного материала // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2016 / Под общ. ред. Е.П. Башмаковой, Е.Е. Торопушиной; Кольский науч. центр РАН, Ин-т экон. проблем им. Г.П. Лузина Кольского – Апатиты: ИЭП КНЦ РАН, 2016. – С. 204–206.
4. Делицын Л.М., Мелентьев Г.Б., Толстов А.В., Магазина Л.А., Самонов А.Е., Сударева С.В. Технологические проблемы Томтора и их решение // Редкие земли. – 2015. – № 2 (5). – С. 164–179.
5. Косынкин В.Д., Глебов В.А. Возрождение российского производства редкоземельных металлов – важнейшая задача отечественной экономики / Сборник докладов III Международной конференции «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества». – Суздаль. 4–8 октября 2010 г.
6. Толстов А.В., Похиленко Н.П., Латин А.В., Крюков В.А., Самсонов Н.Ю. Инвестиционная привлекательность томторского месторождения и перспективы ее повышения // Разведка и охрана недр. – 2014. – № 9. – С. 25–30.
7. Энтин А.Р., Зайцев А.И., Ненашев Н.И., Василенко В.Б., Орлов А.И., О.А. Тянь, Ольховик Ю.А., Олыштынский С.И., Толстов А.В. О последовательности геологических событий, связанных с внедрением Томторского массива ультраосновных щелочных пород и карбонатитов (С-3 Якутия) // Геология и геофизика. – 1990. – № 12. – С. 42–45.
8. Государственная программа «Развитие промышленности РФ и повышение ее конкурентоспособности до 2020 года», Подпрограмма 15 «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов».
9. Латин А.В., Толстов А.В. Новые уникальные месторождения редких металлов в корах выветривания карбонатитов // Разведка и охрана недр. – 1993. – № 3. – С. 7.
10. Толстов А.В., Самсонов Н.Ю. Томтор: геология, технологии, экономика // ЭКО. – 2014. – № 2 (476). – С. 36–44.