



---

## **Европейская экономическая комиссия**

Комитет по устойчивой энергетике

**Группа экспертов по классификации ресурсов**

Седьмая сессия

Женева, 26–29 апреля 2016 года

Пункт 16 предварительной повестки дня

**Исследования примеров из практики и тестирование  
Рамочной классификации ископаемых энергетических  
и минеральных запасов и ресурсов  
Организации Объединенных Наций 2009 года**

### **Соображения, касающиеся применения Рамочной классификации ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов Организации Объединенных Наций 2009 года к проектам по добыче урана и сопутствующих ресурсов в Парагвае**

Подготовлено г-н Клайдом Янси, Урановая энергетическая  
корпорация, г-ном Виктором Фернандесом, Урановая  
энергетическая корпорация, г-ном Харикришнаном  
Тулсидасом, Международное агентство по атомной энергии,  
и г-ном Лисом Лопесом, Национальная комиссия по атомной  
энергии (НКАЭ) Аргентины

#### *Резюме*

В настоящем документе изложены соображения, касающиеся применения Рамочной классификации ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов Организации Объединенных Наций 2009 года (РКООН-2009), в частности конкретных Руководящих принципов применения РКООН-2009 к ресурсам урана и тория, к проектам по добыче урана, реализуемым Урановой энерге-



тической корпорацией (УЭК) в Парагвае. В настоящем исследовании примеров из практики рассмотрены проект Юти и проект Коронель-Овьедо. В исследовании показано, что модель готовности проектов по РКООН-2009 имеет особую ценность для таких компаний, как УЭК, которые занимаются разведкой и разработкой минерального сырья. РКООН-2009 помогает точно отразить степень готовности проекта с учетом его текущего состояния и находит полезное применение в осуществлении компанией функций по управлению ресурсами. На национальном уровне применение РКООН-2009 помогает лучше разобраться в вопросе о наличии в Парагвае достоверно установленных ресурсов, а также в вопросах, касающихся освоения этих ресурсов горнодобывающей отраслью и возможностей поставки ресурсов ядерного топлива на международный рынок.

## I. Введение

1. Настоящий доклад был подготовлен с использованием технических материалов, предоставленных г-ном Клайдом Янси и г-ном Виктором Фернандесом, Урановая энергетическая корпорация (УЭК), г-ном Харикришнаном Тулсидасом, Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), и г-ном Луисом Лопесом, Национальная комиссия по атомной энергии (НКАЭ) Аргентины.

2. В настоящем документе изложены соображения, касающиеся применения Рамочной классификации ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов Организации Объединенных Наций 2009 года (РКООН-2009), в частности конкретных Руководящих принципов применения РКООН-2009 к ресурсам урана и тория [1], к проектам по добыче урана, реализуемым УЭК в Парагвае.

## II. Проекты по добыче урана/ресурсы урана в Парагвае и применение РКООН-2009

3. Все известные места залегания урана в Парагвае находятся в восточной части страны, и большинство из них приурочено к песчаникам, залегающим на западной границе бассейна реки Парана. Вмещающие урановые залежи песчаники чаще всего имеют обломочно-осадочное происхождение; они залегают в континентальных углесодержащих и/или пиритосодержащих флювиальных окружающих породах либо, что встречается реже, в смешанных флювиально-морских породах. Возраст большинства основных урановых залежей песчаникового типа находится в пределах от палеозойской до мезозойской эры. На территории юго-восточного Парагвая, поблизости от поселка Юти, имеется одно урановое месторождение; бурение указывает на наличие ураносодержащих ролловых фронтов продолговатой формы. В настоящее время разведочные работы проводятся как минимум еще в одном расположенном к востоку и северу от города Коронель-Овьедо районе, который имеет неплохой потенциал для превращения в новый урановорудный район (диаграмма 1). Судя по всему, в восточном Парагвае также имеется дополнительный потенциал для разработки урана в относящихся к верхнепермскому периоду песчаниках, залегающих поблизости от поселка Куругуати, а также в толще пластовых залежей песчаника силурийского периода к востоку от деревни Эусебио Айяла. До настоящего времени в Парагвае добыча урана не велась.

Диаграмма 1  
**Местонахождение известных мест залегания урана в восточном Парагвае**



Таблица 1  
**Ресурсы урана в Парагвае**

Даты начала работ: 24 августа 2011 года – Юги 15 октября 2012 года –  
 Коронель Овейдо [2]

<i>Месторождение</i>	<i>Тип</i>	<i>Млн. т руды</i>	<i>Сорт % в эквиваленте <math>U_3O_8</math></i>	<i>Фунтов в экви- валенте* <math>U_3O_8</math></i>
Юги (Урановая энергетическая корпорация) Ресурсы по NI 43- 101	Песчаниковое	Измерено		
		2,054	0,062	2 801 000
		Установлено		
		5,783	0,048	6 113 000
		Предполагается		
		2,139	0,047	2 226 000

Месторождение	Тип	Млн. т руды	Сорт % в эквиваленте U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Фунтов в эквиваленте* U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Коронель-Овьедо (Урановая энергетическая корпорация) Целевой показатель геологоразведочных работ по NI 43-101	Песчаниковое	Диапазон целевого ориентира геологоразведочных работ		
		26,3–48,9	0,040–0,052	23 100 000– 56 000 000

\* 1 т урана (U) = 2 600 фунтов в эквиваленте U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.

Таблица 2

### Ресурсы урана в Парагвае, указываемые по системам классификации РКООН-2009 – АЯЭ/МАГАТЭ

Даты начала работ: 24 августа 2011 года – Юти и 15 октября 2012 года – Коронель-Овьедо [2]

Проект	Класс по РКООН-2009	Подкласс по РКООН-2009	Категория по РКООН-2009	Ресурсы (тU)	Состояние производственного центра по АЯЭ/МАГАТЭ	Классификация по АЯЭ/МАГАТЭ	Ресурсы (тU)	Всего (тU)
Юти	Возможный промышленный проект	Ожидающий разработки	E2 F2.1 G1	1 080	Разработка возможна в перспективе	RGR <130 долл. США/кгU	3 430	4 290
			E2 F2.1 G2	2 350				
			E2 F2.1 G3	860		PR <130 долл. США/кгU	860	
Коронель Овейдо	Геологоразведочный проект		E3.2 F3.1 G4	8 900– 21 500	---	PRP	8 900– 21 500	8 900– 21 500

RGR = Разумно гарантированные ресурсы.

PR = Предполагаемые ресурсы.

PRP = Прогнозируемые ресурсы.

4. Работы по разведке, разработке и производству урана проводятся под руководством подминистерства горнодобывающей промышленности и энергетики, которое в свою очередь находится в ведении Министерства общественных работ и коммуникаций (MOPK). К настоящему времени ни одно из этих двух ведомств не опубликовало каких-либо данных о ресурсах урана. В отношении проекта Юти государственная горнодобывающая компания «Урановая энергетическая корпорация» (УЭК) сообщила о наличии 4 290 т урана (тU), которые были подсчитаны по методологии, используемой в Национальном инструменте 43-101 (NI 43-101), принятом Комиссией по ценным бумагам Канады (КЦБ) [2]. Согласно РКООН-2009 проект Юти классифицируется как «возможный промышленный проект». УЭК также сообщила о целевом показателе геологоразведочных работ проекта Коронель-Овьедо согласно NI 43-101, находящемся в диапазоне 8 900 – 21 500 тU, который может быть отнесен к прогнозируемым ресурсам урана согласно классификации Агентства по ядерной энергетике (АЯЭ) Организации экономического сотрудничества и развития

(ОЭСР)/Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), известной под названием «Красная книга». С учетом критериев РКООН-2009 проект Коронель-Овьедо относится к классу «геологоразведочный проект». Классификация ресурсов/проектов кратко изложена в таблице 1 (ресурсы по NI 43-101 и целевой показатель геологоразведочных работ по NI 43-101) и в таблице 2 (РКООН-2009 и АЯЭ/МАГАТЭ). В настоящем тематическом исследовании был использован связующий документ для стандартной модели Комитета по международным стандартам отчетности о минерально-сырьевых запасах (КРИПСКО) и РКООН-2009, а также связующий документ для классификации урана по АЯЭ/МАГАТЭ и РКООН-2009 [3].

5. Наличие ресурсов урана в Парагвае в рамках других проектов выявлено не было.

### III. Проект Юти

6. Проект Юти охватывает 117 232 га на территории, расположенной почти в 200 км к югу и юго-востоку от столицы Парагвая города Асунсьон. Разведка урана в юго-восточном Парагвае была начата в 1976 году компанией «Аншутц» после подписания договора о концессии между правительством Парагвая и компанией «Аншутц» в декабре 1975 года. По этому соглашению компания «Аншутц» получила право на проведение геологоразведочных работ на «все полезные ископаемые, за исключением нефти, газа и строительных материалов». Разведка урана на первоначальном этапе ее проведения компанией «Аншутц» в 1976 году проводилась в пределах территории, охватываемой эксклюзивной концессией на проведение геологоразведочных работ, которая составляла около 160 700 км<sup>2</sup>, т.е. практически охватывала всю восточную часть Парагвая. Затем последовала реализация программы бурения на поиск алмазов и роторного бурения в отобранных целевых районах. В целом в период с 1976 по 1983 год было пробурено около 75 000 м скважин. В период 2007–2011 годов компания «Кью ресорсиз лтд.» завершила работы по бурению дополнительной 31 000 м скважин, которые позволили определить нынешний объем ресурсов на месторождении Юти [2].

7. Район реализации проекта Юти расположен в западной части бассейна реки Парана в юго-восточном Парагвае, в котором также находится бразильское урановое месторождение Фигуэйра (диаграмма 2). Этот район подстилают континентальные осадочные породы верхнего пермско-карбонового периода (ВПК) [4]. Известно, что пачки континентальных осадочных пород в формации Сан-Мигель (относящихся к ВПК) располагают большим потенциалом, позволяющим проводить разведку урана в восточной части Парагвая. Предполагается, что источник урана приурочен к подстилающей формации Коронель-Овьедо, параметры которой коррелируют с характеристиками формации Итатаре, подстилающей породы формации Рио-Бонито в Бразилии.

8. В осадочных породах, например в породах, разрабатываемых в рамках проекта Юти, встречаются интрузивные вкрапления диабазовых структур, представленных силлами и дайками. Выходы залежей на поверхность встречаются редко, в основном вдоль выемок грунта под дороги, а их картографирование осуществляется с помощью бурения. Горные породы в районе Юти имеют крайне слабо выраженный наклон в восточном направлении, и они не подвержены деформации. Пачки осадочных пород прерывают направленные в сторону северо-запада и северо-востока обычные сбросы. Результаты проведенных к настоящему времени геологоразведочных работ указывают на то, что минера-

лизация урана в пределах формации Сан-Мигель имеет стратифицированную структуру, а по своему происхождению, возможно, носит сингенетический или диагенетический характер. Проведенная в последнее время интерпретация данных разведочных работ дает основания полагать, что районы с чередованием лимонита и гематита в пределах серо-зеленых мелких песчаников Юти имеют те же характеристики, что и ассоциации изменений, присутствующих на урановых залежах роллового типа в бассейне реки Паудер и прибрежных равнинах Южного Техаса в Соединенных Штатах (диаграмма 3).

9. Ресурсы минерального сырья, осваиваемые в рамках проекта Юти, залегают в толще субгоризонтального слоя мелких песчаников, относящихся к массиву песчаной пачки формации Сан-Мигель. Оценка ресурсов проведена на основе разработанной трехмерной геологической и ресурсной модели. В основу геологической модели положено значение минимального содержания урана в руде, составляющего 0,2% в эквиваленте  $U_3O_8$  при ее минимальной мощности, равной 0,1 м, которая определяется с помощью радиометрических исследований разреза буровой скважины. Это позволило провести доразведку по простиранию зоны минерализации. Оценка ресурсов была дополнена с использованием стандартных геостатистических методов, примененных к трехмерной блоковой модели, которая была разработана с помощью коммерческого программного обеспечения для разработки моделей.

Диаграмма 2

Места залегания урана в бассейне реки Парана, Парагвай и Бразилия

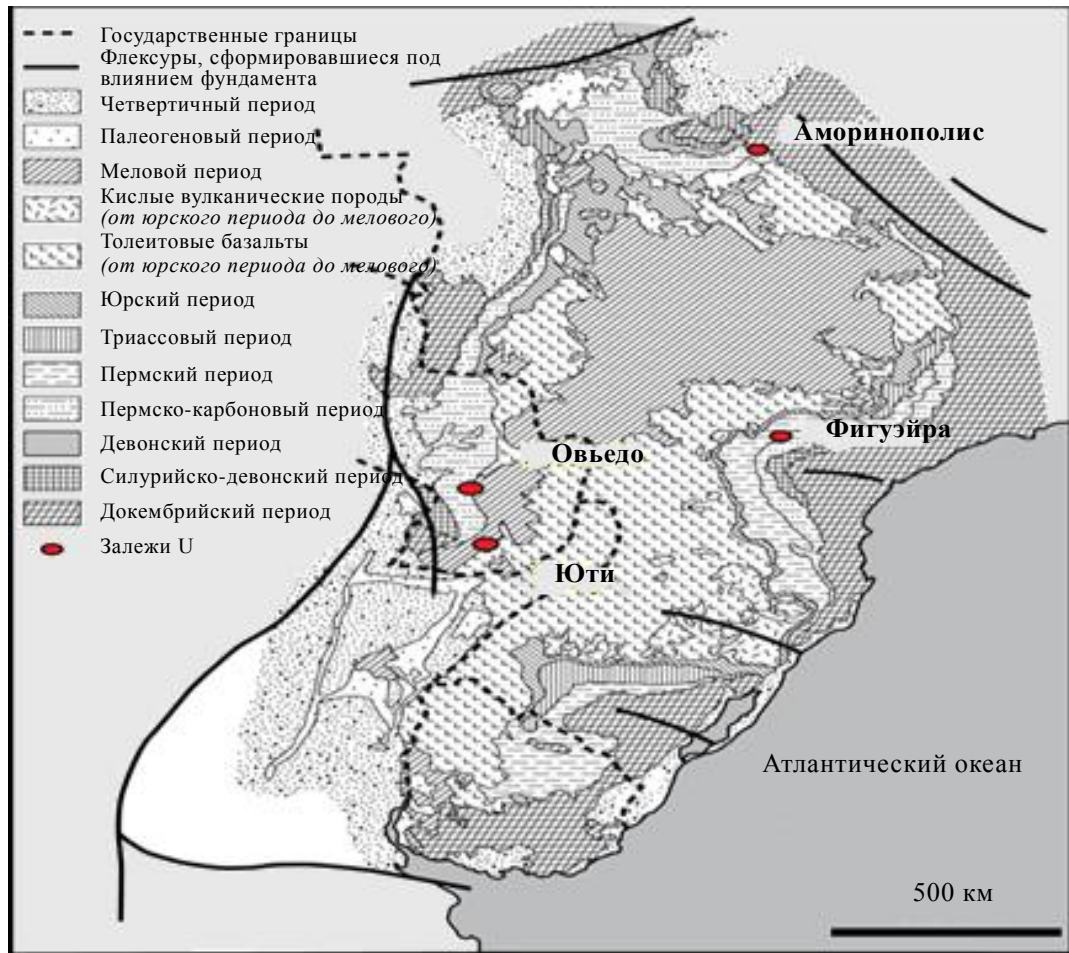


Диаграмма 3

Проект «Юти»



10. Поступили сообщения о наличии сертифицированных ресурсов в размере около 4 290 тU с содержанием урана в диапазоне от 0,047% до 0,062% в эквиваленте  $U_3O_8$  по Канадскому национальному инструменту 43-101 (NI 434-101) [2]. Эти количества отнесены к классу разумно гарантированных ресурсов (РГР), относящихся к ценовой категории <130 долл. США/кгU (3 430 тU) и классу предполагаемых ресурсов ценовой категории <130 долл. США/кгU по системе АЯЭ/МАГАТЭ (см. добавление 3 в «Красной книге») [5]. Согласно РКООН-2009 эти ресурсы отнесены к категориям G1, G2 и G3 (таблица 2).

#### IV. Проект Коронель-Овьедо

11. Реализация проекта Коронель-Овьедо осуществляется в юго-восточном Парагвае примерно в 150 км к востоку от столицы Парагвая Асунсьона и 170 км к северу от Юти. Проект Коронель-Овьедо представляет собой обширную концессию на разработку полезных ископаемых на общей площади, составляющей около 188 000 га. Часть района, отведенного под проект Коронель-Овьедо в центральном Парагвае, стала объектом геологоразведочных работ на выявление урана, проведенных в период 1976–1983 годов базирующейся в Денвере, Колорадо, корпорацией «Аншутц» и компанией «Кресент рисорсиз» из Ванкувера, Канада, в период 2006–2008 годов. В 2012 году УЭК завершила программу бурения скважин протяженностью 10 000 метров. В общей сложности было пробурено 35 скважин на среднюю глубину 290 м. Скважины пробурены по линиям с востока на запад через известные геологические структуры, которые, как полагают, полностью контролируют залежи урана. Ряд скважин был пробурен через большие промежутки, составляющие около 1–2,4 км (диаграмма 4). На западных границах бассейна завершено обследование радона, извлеченного с учетом зафиксированных в прошлом воздушных радиометрических аномалий и результатов отбора проб, выходящих на поверхность залежей, которые указывают на потенциально неглубокую минерализацию урана.

Диаграмма 4

**Проект Коронель-Овьедо**





12. Наиболее существенным результатом последней кампании бурения в районе Коронель-Овьедо является выявление границы окислительно-восстановительных процессов протяженностью около 21 км, что указывает на присутствие минерализации в толщах большой мощности (1,9–11,1 м). Кроме того, на основе поверхностных данных о радиометрических аномалиях и ограниченного объема данных, полученных с помощью бурения, граница окислительно-восстановительных процессов может быть продолжена еще на 40 километров. На основе этих данных бурения целевой показатель геологоразведочных работ в районе Коронель-Овьедо по NI 43-101 был определен в диапазоне от 23,1 до 56 млн. фунтов урана в эквиваленте  $U_3O_8$  (8 900–21 500 тU) при содержании урана 0,04%–0,052% в эквиваленте  $U_3O_8$  [2]. По системе АЯЭ/МАГАТЭ эти запасы классифицируются как прогнозируемые ресурсы, поскольку их количество, как ожидается, присутствует в залежах, данные о которых имеют в основном косвенный характер и которые, как полагают, соответствуют хорошо определенным геологическим трендам или районам минерализации в пределах уже известных месторождений, т.е. относящихся к проекту Юти. Количество урана в рамках проекта Коронель-Овейдо по РКООН-2009 отнесено к категории G4 (таблица 2).

## V. Соображения в отношении осуществимости проекта

13. Для обоснования возможности применения на таких песчаниковых месторождениях урана технологии подземного выщелачивания руд (ПВР), обычно проводят испытания методом откачки воды из водоносного горизонта. Испытания на откачивание подземных вод проводились как на месторождении Юти, так и на месторождении Коронель-Овьедо. Данные испытаний показывают, что характеристики подземных вод ураноносной пачки соответствуют эксплуатационным нормам ведения горных работ по технологии ПВР и что установленные по итогам испытаний свойства водоносных горизонтов соответствуют значениям, определенным в рамках других проектов по разработке урана по технологии ПВР в геологических провинциях Соединенных Штатов Америки, где применяется ПВР. Ограниченный объем керновых данных, полученных в районах реализации обоих проектов, указывает на радиометрическое равновесие минерализации урана. Проведенные в Юти ограниченные исследования по выщелачиванию с перемешиванием пульпы указывают на высвобождение урана из щелочного или кислого раствора. На основе проведенных исследований проект Юти был отнесен к категории F2.1, т.е. на нем «продолжается реализация проекта с целью обоснования разработки в обозримом будущем». На основе анализов осуществимости проекта на месторождении Коронель-Овейдо имеющееся на нем количество запасов было отнесено к установленной в соответствии с общей спецификацией R «Классификация количеств, связанных с геологоразведочными проектами»<sup>1</sup> РКООН-2009 подкатегории F3.1, которая применима, «если в результате проведения геологических исследований и геологоразведочных работ на каком-либо конкретном участке с достаточной степенью достоверности была выявлена потенциальная возможность обнаружения отдельного месторождения и существует необходимость проведения бурения или испытаний для подтверждения наличия такого месторождения в такой форме, такого качества и такого количества, что это позволит провести оценку обоснованности добычи».

<sup>1</sup> РКООН-2009, включая спецификации для ее применения, серия публикаций ЕЭК по энергетике № 42, ECE/ENERGY/94, часть II, VI Общие спецификации.

## VI. Социально-экономические соображения

14. В случае, когда Министерство общественных работ и коммуникаций предоставляет оператору концессию на разработку полезных ископаемых, первоначальным этапом его реализации является этап геологоразведочных работ продолжительностью не более шести лет, в течение которого компания должна провести соответствующие работы и доказать жизнеспособность проекта. За этапом геологоразведочных работ следует этап эксплуатации продолжительностью до 20 лет с возможностью продления еще на десять лет, в течение которого может быть начат процесс получения природоохранной лицензии, т.е. выполнения ключевого требования до начала производственной деятельности, когда имеется возможность для сокращения площади осваиваемых земель и различных инвестиционных затрат. За эксплуатационным этапом следует производственный этап, который длится в течение неопределенного периода времени. Реализация проекта Юти вступила в первый год этапа эксплуатации, а проекта Коронель-Овьедо находится на четвертом году проведения геологоразведочных работ.

15. Парагвайский закон о добыче полезных ископаемых предписывает соблюдение всех действующих природоохранных законов в качестве условия предоставления концессии и выдачи разрешений правительством на добычу полезных ископаемых. В рамках всех разрешенных на территории Республики Парагвай урановых проектов должно обеспечиваться соблюдение всех действующих актов нормативного регулирования и планов, а также условий лицензий, утвержденных Секретарем по охране окружающей среды (СООС), который является национальным органом, обеспечивающим соблюдение законодательства. В связи с началом добычи урана должен быть представлен подробный план с оценкой исходных экологических условий и воздействий на окружающую среду, который проходит утверждение до начала производственной деятельности.

16. На этапах предварительной разведки и геологоразведочных работ в рамках проектов Юти и Коронель-Овейдо местное население непосредственно участвовало в работах, относящихся к бурению и освоению месторождений. Созданные рабочие места в основном имели временный характер и были связаны с проведением работ по подготовке месторождений. Производственный персонал, привлекаемый к техническому обслуживанию действующих объектов, набран на местной основе [2].

17. Экономические выгоды от проведения буровых работ в районе Юти были позитивно восприняты местным населением и позитивно сказались на развитии жилищной и коммерческой инфраструктуры, которая была построена в основном для общины Сан-Антонио, в непосредственной близости от места реализации проекта Юти. Благодаря реализации проекта поселок Юти также получил экономические выгоды.

18. В рамках добровольного процесса общественных слушаний не сообщалось о каких-либо существенных конфликтах с затрагиваемыми общинами по поводу деятельности, связанной с проектами по разведке урана, осуществляемыми горными компаниями [6]. Цель процесса общественных слушаний заключалась в налаживании прямых контактов с проживающим в этом районе населением, численность которого превышает 2 500 человек, для его надлежащего информирования о масштабах описанных выше проектов по добыче полезных ископаемых.

19. С учетом приведенных выше соображений количество урана по проекту Юти отнесено к категории E2, т.е. «предполагается, что добыча и сбыт станут экономически целесообразными в обозримом будущем». Количество урана в рамках проекта Коронель-Овейдо отнесено к категории E.3.2, т.е. «экономическая целесообразность добычи не может быть определена из-за недостатка информации (например, на этапе геологоразведочных работ)».

## VII. Выводы

20. На основе тщательного рассмотрения критериев E, F и G проект Юти был определен как возможный коммерческий проект, соответствующий категориям E2, F2.1 и G1, G2 и G3 с оценочными запасами, составляющими 4 290 тU. Он может быть отнесен к подклассу «ожидающий разработки».

21. Проект Коронель-Овейдо классифицирован как «геологоразведочный проект», соответствующий категориям E3.2, F3.1 и G4, с количествами запасов от 8 900 до 21 500 тU.

22. Применение связующих документов между стандартной моделью КРИСКО и РКООН-2009, а также классификацией по «Красной книге» АЯЭ/МАГАТЭ и РКООН-2009 позволяет переводить значения количеств урана из одной системы в другую точным и последовательным образом и, следовательно, обеспечивать сопоставимость отчетности, представляемой по разным системам.

23. Настоящее исследование примера из практики показывает, что модель оценки уровня готовности проекта по РКООН-2009 крайне полезна для таких компаний, как УЭК, занимающихся разведкой и освоением полезных ископаемых. РКООН-2009 может найти применение для точного отражения уровней готовности проекта с учетом текущего статуса проекта, а также для осуществления функций компании по управлению ресурсами. На национальном уровне применение РКООН-2009 помогает лучше разобраться в вопросе о наличии в Парагвае достоверно установленных ресурсов, а также в вопросах, касающихся освоения этих ресурсов горнодобывающей отраслью и возможностей поставки ресурсов ядерного топлива на международный рынок.

## Список литературы

- [1] Guidelines for Application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 for Uranium and Thorium Resources. Можно ознакомиться по адресу [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm24/ECE.ENERGY.2015.7\\_e.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm24/ECE.ENERGY.2015.7_e.pdf).
- [2] Uranium Energy Corporation, 2011, <http://www.uraniumenergy.com>.
- [3] UNECE (2014) Bridging Document between the OECD NEA/IAEA Uranium Classification and UNFC-2009. Можно ознакомиться по адресу [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.6\\_e.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.6_e.pdf).
- [4] P.M.C. Barretto, “Sedimentary and tectonic environments for uranium mineralization in the Parana Basin, Brazil,” in Geological Provinces of Sandstone-Type Uranium Deposits (IAEA-TECDOC 328) Vienna, IAEA, 1985.

[5] OECD-NEA/IAEA (2014) Uranium 2014: Resources, Production and Demand. A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. Можно ознакомиться по адресу <https://www.oecd-neo.org/ndd/pubs/2014/7209-uranium-2014.pdf>.

[6] Uranium Energy Corporation, 2016, Personal Communications.

---