

## **AP23485184 «Технология ядерно-геофизического опробования углей по спектрометрии гамма-излучения природных радиоактивных элементов» - н.р. Пак Ю.Н.**

### ***Актуальность***

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях в основном применяются стандартные способы опробования углей, предусматривающие отбор первичных проб, их разделку (дробление, измельчение, сокращение) и непосредственно термовесовой анализ, заключающийся в сжигании аналитической навески (~0,1 мм) угля (1-2 грамм) с последующим расчетом зольности. Существенными недостатками традиционного способа опробования являются высокая трудоемкость и низкая представительность (качество партии угля (сотни тонн) оценивается по результатам термовесового анализа аналитической пробы). В ряде случаев заключительная стадия опробования заменяется инструментальными ядерно-физическими методами, предусматривающими использование радиоизотопных источников гамма и нейтронного излучений. При этом погрешности за счет неоднородности углей, возникающие на трудоемких стадиях отбора проб и их пробоподготовки сохраняются. Предлагается инновационный подход к опробованию твердого топлива, заключающийся в измерении спектрометрии гамма-излучения, испускаемого природными радиоактивными элементами (уран-238; торий-232 и калий-40), что позволит оценивать качество углей в больших массах без предварительной пробоподготовки с высокой чувствительностью и точностью. Практическая значимость результатов исследований состоит в создании новой ядерно-геофизической технологии опробования углей по спектрометрии природного гамма-излучения, позволяющей на основе оперативной и объективной информации о зольности внедрить систему управления качеством в процессе добычи и переработки углей.

### ***Цель проекта***

Цель проекта – разработка новой технологии ядерно-геофизического опробования углей по спектрометрии естественного гамма-излучения природных радиоактивных элементов ( $U^{238}$ ,  $Th^{232}$ ,  $K^{40}$ ) с избирательным учетом удельной активности каждого радионуклида на основе интерпретационно-алгоритмического обоснования комплексных гамма-спектрометрических измерений, обеспечивающих высокую чувствительность оценки качества углей в больших массах.

### ***Ожидаемые и достигнутые результаты (2024 год)***

Изучены особенности существующего стандартного способа опробования партии угля, предусматривающего представительный отбор первичных проб (их количество и массу), их дробление, сокращение, измельчение и подготовку аналитических проб (~0,074мм) для термовесового анализа зольности. Уголь на каждой стадии его обработки рассматривается как неоднородный. Неоднородность оценивается средним квадратическим отклонением качественного параметра (зольности угля). На каждой стадии стандартного опробования формируется составляющая погрешность: за счет отбора первичных проб, дробления, сокращения, измельчения, подготовки аналитических проб и непосредственно термовесового анализа. Выявлено, что погрешность за счет отбора проб наиболее весома. Она составляет около 70-80% общей погрешности опробования. Все стадии стандартного опробования углей весьма длительны и вносят заметную погрешность в оценке качества топлива и не могут рассматриваться как средства управления качеством угля на этапах добычи и переработки. На основе полученных результатов подготовлены материалы для совершенствования существующей системы опробования на основе спектрометрии природного гамма-излучения.

Отобраны представительные первичные пробы углей Экибастузского и Карагандинского месторождений. Отобраны первичные пробы разного компонентного и

гранулометрического состава подверглись стандартным схемам пробоподготовки: высушивание, дробление, сокращение, измельчение и доведение до аналитической крупности (~0,074 мм). Подготовлены 200 проб углей этих месторождений для инструментального определения в них концентраций (удельной активности) урана-238 и продуктов их распада, тория-232 и продуктов их распада и калия-40 различными ядерно-физическими способами (гамма-спектрометрический, нейтронно-активационный, рентгенофлуоресцентный). Начаты работы по инструментальному анализу подготовленных проб для оценки удельной активности различных радионуклидов.

Обобщены результаты исследований по распространению природных радиоактивных нуклидов (U, Th и продуктов их распада) в ископаемых углях и формам их нахождения. В углях с относительно низким содержанием урана преобладает минеральная форма их нахождения. Более богатые ураном угли содержат его преимущественно в органическом веществе. Основная масса Th находится в минеральной части угля. Распределение U, Th в целом в угольных бассейнах неравномерное и определяется совокупным влиянием ряда факторов: степень углефикации и возраст, неоднородность состава пород, зольность и др. Получены предварительные результаты о взаимосвязях основных компонентов угля с зольностью и удельной активностью радионуклидов.

#### ***Ожидаемые публикации***

Будет опубликована 1 статья в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКНВО, посвященная технологии ядерно-геофизического опробования углей на основе комплексных гамма-спектрометрических измерений естественного гамма-излучения урана, тория и калия с избирательным учетом вклада каждого радионуклида (**декабрь 2025г.**)

Будет получен патент, включенный в базу данных Derwent Innovations Index (Web of Science, Clarivate Analytics), посвященный интерпретационно-алгоритмическому обоснованию новой технологии ядерно-геофизического опробования (**сентябрь 2026г.**)

По результатам проведенных исследований будут опубликованы 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 50 (пятидесяти) (**октябрь 2026г.**)

#### ***Исследовательская группа и управление проектом***

1. Пак Юрий Николаевич - научный руководитель, д.т.н., проф.

h-index Scopus: 6

<https://orcid.org/0000-0002-0699-6764>

Scopus Author ID: 7102674136

ResearcherID: V-8724-2018

2. Пак Дмитрий Юрьевич – ответственный исполнитель, к.т.н., доц.

h-index Scopus: 5

<https://orcid.org/0000-0002-7215-7846>

Scopus Author ID: 45561507200

ResearcherID: V-8176-2018

3. Кропачев Петр Александрович – исполнитель, к.т.н., доц.

h-index Scopus: 3

Scopus Author ID: 55378112200

4. Пономарева Марина Викторовна – исполнитель, к.т.н., доц.

h-index Scopus: 2

Scopus Author ID: 57189469801

<https://orcid.org/0000-0001-8652-9607>

5. Ли Елена Сергеевна – исполнитель, старший преподаватель, PhD магистр  
h-index Scopus: 2

<https://orcid.org/0000-0003-4856-5222>

Scopus Author ID: 57200985313

ResearcherID: X-8542-2018

6. Тебаева Анар Юлаевна – исполнитель, магистр

h-index Scopus: 1

Scopus Author ID: 57367955300

<https://orcid.org/0000-0001-5404-7195>

7. Ибрагимова Диана Андреевна – исполнитель, PhD

h-index Scopus: 1

Scopus Author ID: 57901957700

<https://orcid.org/0000-0002-2588-3028>

8. Вдовкина Дарья Игоревна – исполнитель, магистр, геолог горного сектора

h-index Scopus: 1

Scopus Author ID: 57476789200

### ***Информация для потенциальных пользователей***

Радиоэкологическая обстановка в районах действующих ТЭС на основе мониторинга уровня радиоактивности позволит дать объективную оценку о влиянии топливно-энергетического сектора на природную среду и прогнозные рекомендации о рациональном применении золошлаковых отходов в строительной отрасли.

### ***Область применения***

Науки о земле и окружающей среде

*Дата обновления информации: 08.11.2024г.*