

УДК 004.42

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕТА И УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Дерксен Д.А., Евтушенко К.В., магистранты гр. ПИМ-201, 2 курс  
Василевский В.А., студент гр. ПИБ-201, 2 курс  
Научный руководитель: Пимонов А.Г., д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

На сегодняшний день объем отходов золошлаковых отходов постоянно растет. Они отрицательно влияют на окружающую среду, занимают большие площади, пылят, загрязняют подземные воды, в них содержатся токсичные элементы. За год в России образуется порядка 50 млн тонн [1] золошлаковых отходов (ЗШО). В золошлакоотвалах тепловых электростанций накоплено свыше 1,5 млрд тонн отходов, общая площадь которых достигает 2000 кв. км. Экологическая проблема требует ликвидации отходов топливно-энергетического комплекса. В соответствии с планом по повышению объемов утилизации ЗШО к 2035 году уровень переработки отходов в стране должен достичь 50 % от годового образования. Пока в России этот показатель составляет только 8 %. В то же время имеется множество экономически целесообразных технологий и способов применения ЗШО как вторичного сырья. В связи с этим было принято решение о разработке интеллектуальной цифровой платформы [2], которая обеспечит интерактивный подход к утилизации ЗШО как вторичного сырья в различных отраслях промышленности, а также позволит объединению всех лиц, заинтересованных в их использовании, тем самым, способствуя улучшению экологической обстановки не только в Кузбассе, но и во всей Российской Федерации.

Одной из основных интерактивных частей создаваемой платформы является Карта с обозначенными на ней метками тепловых электростанций и их золошлакоотвалов. По нажатию на метку или отвал предоставляется информация о данной тепловой электростанции или отвале (рис. 1).

В разделе Классификатор представлен список ЗШО (рис. 2), каждый из которых относится к определенной организации. По нажатию на золошлаковый отход откроется его описание, ссылки на технологии переработки, а также все его характеристики. По клику кнопки Поиск по фильтрам открывается окно, в котором можно выбрать элемент и его диапазон для отбора подходящих ЗШО.

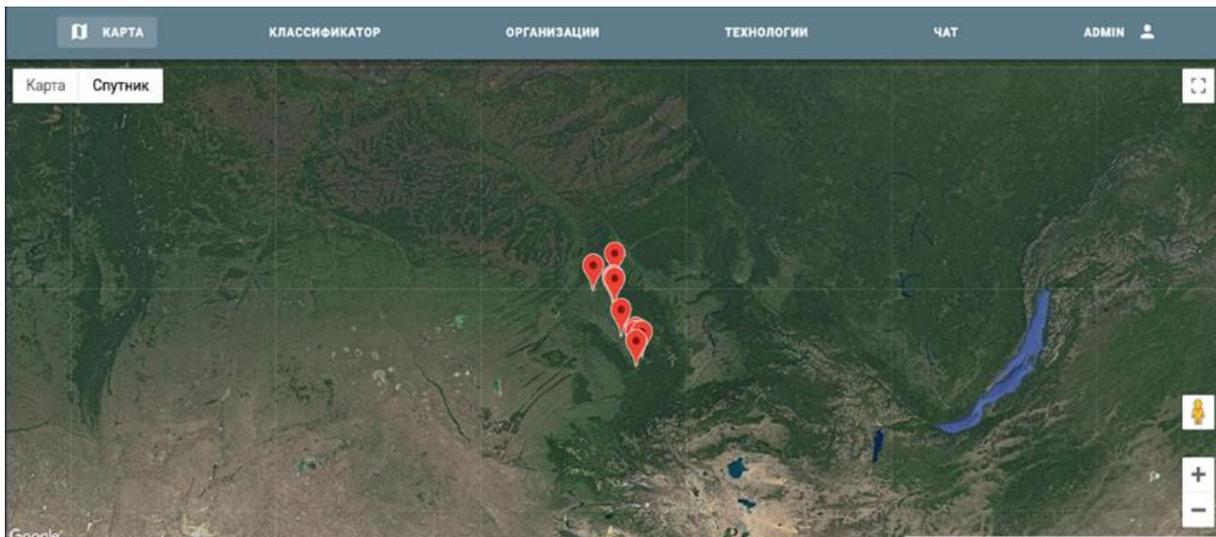


Рисунок 1 – Интерактивная карта

Золошлаковые отходы	
Золошлаковый отход Томь-Усинской ГРЭС	Золошлаковый отход Кемеровской ГРЭС
Золошлаковый отход Беловской ГРЭС	

Рисунок 2 – Список золошлаковых отходов

Страница Организации позволяет увидеть все действующие тепловые электростанции Кузбасса (рис. 3).

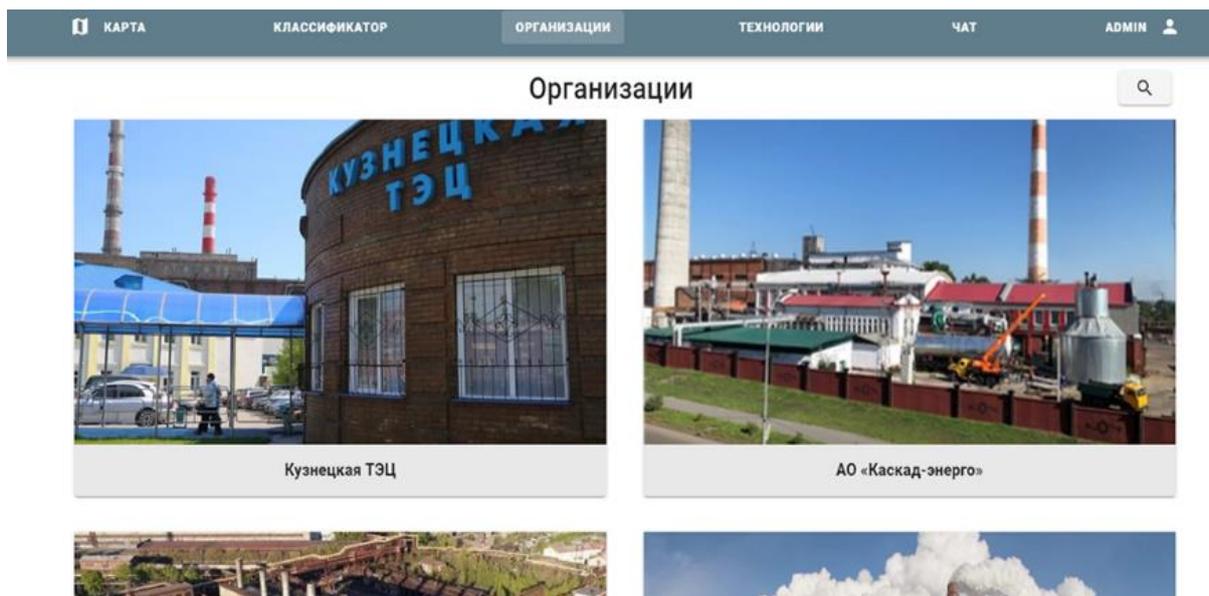


Рисунок 3 – Страница Организации

По нажатию на изображение выбранной электростанции появится подробная информация о ней. Кроме того, здесь отображены все свойства ЗШО, которые хранятся в отвале электростанции (рис. 4).

КАРТА КЛАССИФИКАТОР ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ЧАТ ADMIN

Кемеровская ГРЭС АО «Кемеровская генерация»



Адрес:	650099 Кемеровская область-Кузбасс, город Кемерово, улица Станционная, дом 17
Установленная тепловая мощность:	1540 Гкал/ч
Установленная электрическая мощность:	485 МВт
Дата ввода в эксплуатацию:	1 июля 1934 г.
Вид сжигаемых углей:	Каменный уголь Кузнецкого угольного бассейна
Годовой выход ЗШО, тыс. т.:	210,193
Объемы использования ЗШМ, тыс. т.:	0,876 ЛФЗУ
Накоплено ЗШО:	9315,182

Элемент	ХИМИЧЕСКИЙ ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ											ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА					ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПО ОСНОВНЫМ ОКСИДАМ						
	X1	±Δ1	X2	±Δ2	X3	±Δ3	X4	±Δ4	X5	±Δ5	X6	±Δ6	X7	±Δ7	X8	±Δ8	X9	±Δ9	X10	±Δ10	X11	±Δ11	
Литий(Li)	47		10	41	9	36	7	50	10	41	9	48	10	47	10	54	11	57	12	43	9	43	9
Бериллий(Be)	3.2		1	2.6	0.8	2.3	0.7	3.1	1	2.6	0.8	3.6	1.2	3.7	1.2	3.9	1.3	4.9	1.4	2.8	0.9	3	1
Скандий(Sc)	15.7		3.3	13.8	2.9	13.3	2.8	16.2	3.4	14.6	3.1	14	2.9	14.6	3.1	13.7	2.9	15.7	3.3	14.9	3.1	11.8	2.5

Рисунок 4 – Страница с информацией об электростанции и ее золошлаковых отходах

Вдобавок к этому, в платформу закладываются технологии и продукция, получаемая с применением золошлаковых отходов, которую можно найти на странице Технологии. Каждая категория технологии имеет свои подтипы (рис. 5).

КАРТА КЛАССИФИКАТОР ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ЧАТ ADMIN

Рекультивация земель



НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ ОТ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ ОТ КАРЬЕРОВ

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ 3 РЕКУЛЬТИВАЦИЯ 4

Строительство



ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОНОВ УСТРОЙСТВА НАСЫПИ ДОРОГ

БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЕ БЛОКОВ, ИЗДЕЛИЙ

СТРОИТЕЛЬСТВО

Рисунок 5 – Страница Технологии

По нажатию на любую из категорий отображаются все ее технологии с подробным описанием каждой (рис. 6).



## Строительство

### 1. Изготовление бетона

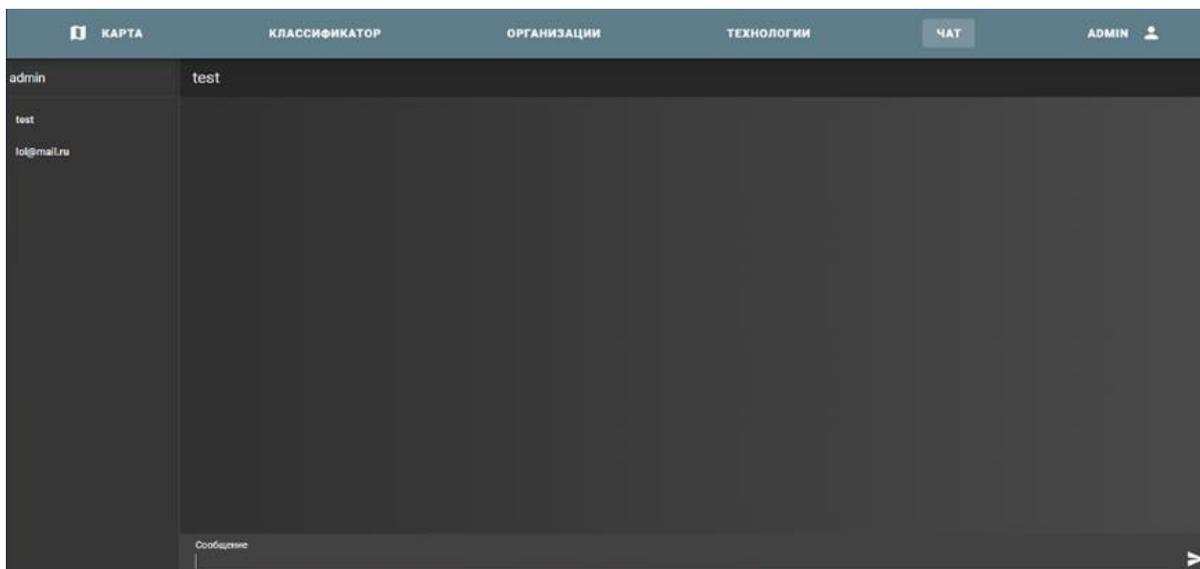
#### Способ приготовления керамзитобетонной смеси (2544190)

Относится к промышленности строительных материалов. В способе приготовления керамзитобетонной смеси, включающем подготовку и перемешивание компонентов смеси, перемешивание керамзитобетонной смеси осуществляют в турбулентном бетоносмесителе с частотой вращения ротора не менее 8 сек-1 и не более 30 сек-1. В начале в турбулентный бетоносмеситель подают 30% требуемого количества воды затворения и постепенно загружают керамзитовый гравий при работающем турбулентном смесителе и перемешивают в течении 120 секунд. Далее, в безостановочно работающий турбулентный бетоносмеситель, осуществляют подачу требуемого остатка воды с добавкой лигносульфонатов технических, модифицированных и газообразующей добавки ПАК-3, затем загружают золу-унос и цемент, и перемешивают смесь в течение 2-3 минут до получения однородной смеси с требуемой осадкой конуса, при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 20,00; керамзит 41,50; суперпластификатор ЛСТМ 0,0312; зола-унос ТЭЦ 17,50; ПАК-3 0,025; вода – остальное. Технический результат – уменьшение технологических операций при производстве керамзитобетонной смеси, повышение морозостойкости, теплоизоляционных свойств и снижение средней плотности керамзитобетона без снижения прочности.

#### Состав смеси для получения безобжигового зольного гравия (2593509)

#### *Рисунок 6 – Категория Строительство*

В составе платформы реализована страница Чат (рис. 7). Зарегистрированные пользователи получают возможность контактировать с представителями тепловых электростанций – владельцев ЗШО. Чтобы воспользоваться покупкой ЗШО сначала необходимо выбрать нужный из списка. Далее покупатель перенаправляется в чат с представителем выбранной электростанции, в котором заинтересованные стороны могут обсудить интересующие их вопросы и договориться о покупке (рис. 7).



*Рисунок 7 – Страница Чат*

Создаваемая интеллектуальная цифровая платформа обеспечит интерактивный подход к утилизации золошлаковых отходов как вторичного сырья в различных отраслях промышленности. Пользователь, используя любое устройство с выходом в Интернет, сможет узнать необходимую информацию

об электростанциях, отвалах золошлаковых отходов, количестве накопленных золошлаков, их физико-химических характеристиках, а также увидеть описание российских и зарубежных технологий по применению ЗШО и извлечению из них ценных материалов. Также будет реализована возможность покупки и продажи золошлаковых отходов.

#### **Список литературы:**

1. Мальчик, А.Г. Изучение золошлаковых отходов для их использования в качестве вторичных ресурсов / А.Г. Мальчик, С.В. Литовкин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9-1. – С. 23-27. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7431>, свободный (дата обращения: 23.03.2022).
2. Пимонов, А.Г. Цифровая платформа для обеспечения учета и утилизации золошлаковых отходов / А.Г. Пимонов, К.В. Евтушенко, Д.А. Дерксен, А.А. Тайлакова // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции (07 - 10 декабря 2020 года). – Кемерово, 2020. – С. 95-97.