

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2021.44.95.042

## **Эффекты от применения техногенных материалов в сельском хозяйстве: на примере золошлаков ТЭС**

**Осокин Никита Андреевич**

Заместитель директора,  
Центр отраслевых исследований и консалтинга,  
Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: osokin.na@rea.ru

**Золотова Ирина Юрьевна**

Директор,  
Центр отраслевых исследований и консалтинга,  
Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: IYZolotova@fa.ru

**Шубин Станислав Александрович**

Кандидат экономических наук,  
доцент,  
Департамента менеджмента и инноваций,  
Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: sashubin@fa.ru

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета

### **Аннотация**

Увеличение объемов утилизации отходов является одним из ключевых аспектов дальнейшего устойчивого развития экономики Российской Федерации. Одним из наиболее перспективных направлений для вовлечения образуемых отходов является сельскохозяйственная отрасль, в частности, производство удобрений. В статье представлена оценка потенциальных экономических эффектов от применения техногенных материалов в сельском хозяйстве на примере золошлаковых отходов ТЭС. Авторы приходят к выводу, что вовлечение золошлаковых отходов в производство удобрений способствует увеличению валовой прибыли компаний за счет снижения себестоимости производства. В масштабах отдельной компании данный эффект может

способствовать росту валовой прибыли на 35% в год. В заключении работы показано, что с целью развития направления применения отходов для рекультивации нарушенных земель необходимо также дополнить Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (89-ФЗ) и Федеральный закон «О недрах» (№2395-1) другими видами отходов, кроме отходов черной металлургии, пригодными для рекультивации земель. Данные изменения позволят увеличить спрос на техногенные материалы, а также реализовать их потенциал применения в сельском хозяйстве. Внесение соответствующих дополнений в законодательную базу станет дополнительным стимулом к вовлечению техногенных материалов в сельскохозяйственную отрасль, как одну из наиболее перспективных.

#### **Для цитирования в научных исследованиях**

Осокин Н.А., Золотова И.Ю., Шубин С.А. Эффекты от применения техногенных материалов в сельском хозяйстве: на примере золошлаков ТЭС // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Том 11. № 8А. С. 339-348. DOI: 10.34670/AR.2021.44.95.042

#### **Ключевые слова**

Экономика экологии; сельское хозяйство; промышленные отходы; утилизация отходов, золошлаковые отходы.

## **Введение**

В последние годы в России всё более актуальной становится климатическая повестка, которая предполагает ориентиры на устойчивое развитие и экологизацию экономики. Одним из ключевых аспектов данного вектора развития является совершенствование системы управления отходами, которых за последние пару лет в России образуется более 7 млрд т в год. По данным за 2020 г., утилизации при этом подвергается менее половины от образованного объема – 49%.

За последние несколько лет можно наблюдать положительные изменения в государственной политике по вопросам вторичного использования отходов в народном хозяйстве, в т.ч. на отраслевом уровне. В частности, в июне 2020 г. была принята Энергетическая стратегия РФ до 2035 г. (Энергостратегия-2035) [12], где впервые установлен целевой показатель по утилизации продуктов сжигания твердого топлива-золошлаковых отходов (ПСТТ-ЗШО) угольных ТЭС. К 2035 г. в стране должно утилизироваться не менее 50% ПСТТ-ЗШО, при том что сегодня объем образования данного вида отходов превышает 20 млн т в год.

Авторы многих исследований приходят к выводу о том, что отрасль сельского хозяйства является одной из наиболее перспективных для вовлечения ПСТТ-ЗШО [Mackiewicz S. M. & Ferguson E. G (2005), Mittra V. N. et al. (2005), Гребенщикова Е. А. и др. (2016)]. Использование техногенных материалов в сельском хозяйстве способствует достижению целевых показателей, установленных в основных стратегиях развития сельскохозяйственной отрасли. В частности, среднегодовой темп прироста производства продукции сельского хозяйства и среднегодовой темп роста валовой добавленной стоимости, создаваемой в сельском хозяйстве, до 2030 г. должен составлять 5,5%.

Помимо повышения экологичности вовлечение отходов в сельское хозяйство также приводит к экономическим выгодам. В данной статье авторы предпринимают попытку оценить эффекты от применения техногенных материалов в сельском хозяйстве (на примере ПСТТ-ЗШО).

## Возможности использования ПСТТ-ЗШО в сельском хозяйстве

ПСТТ-ЗШО в сельском хозяйстве могут применяться как грунт при рекультивации нарушенных земель сельскохозяйственного, так и компонент при производстве удобрений и мелиорантов [Сниккарс, Золотова, Осокин, 2020, с. 34-45]. Масштаб эффектов от использования ПСТТ-ЗШО определяется характеристиками почвы, на которой планируется проведение соответствующих работ. Качество применяемых техногенных материалов также существенно влияет на возможность их дальнейшего использования в хозяйственном обороте. В зависимости от способа золоудаления могут формироваться сухая зола-уноса и золошлаковые смеси, которые перерабатываются в золошлаковые материалы (ЗШМ).

Наиболее простые технологии предполагают использование ПСТТ-ЗШО в качестве материала для стабилизации почвы. Благодаря большому числу гранул, имеющих форму илистых частиц и пористую поверхность, добавление золошлаков в почву позволяет увеличить ее влагоудерживающие свойства и влиять на проницаемость низко плодородных почв. В таких случаях повышается эффективность полива почв, а также удерживаются важные питательные вещества: нитраты, аммоний и фосфор.

Исследование консалтинговой фирмы Kleinfelder [Mackiewicz, Ferguson, 2005, с. 1-7] показало, что следующие мероприятия могут быть реализованы за счет добавления самоцементирующейся золы-уноса в почву:

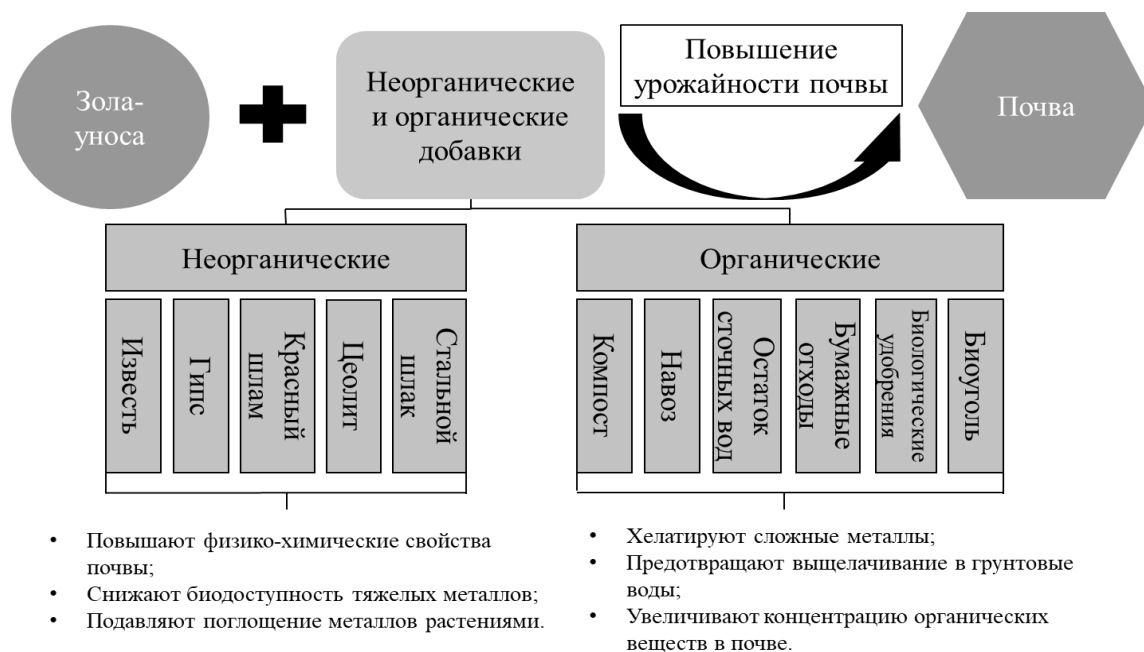
- осушение почвы в рамках мероприятия мелиорации. За счет добавления ПСТТ-ЗШО коэффициент увлажнения может быть снижен на 10–20%;
- снижение потенциала усадки-набухания почвы. Эффекты от использования ПСТТ-ЗШО сопоставимы с известкованием почвы, при этом применение золошлаков существенно менее затратно;
- уплотнения подземных покрытий. Добавление ПСТТ-ЗШО повышает прочность подземных покрытий в 3–12 раз.

В ряде научных исследований также доказана экономическая эффективность использования ПСТТ-ЗШО в составе удобрений почвы [Bhattacharya, S.S. et al. (2012), Гребенщикова Е. А. и др. (2016)]. Физико-механические свойства угольной золы, такие как малый размер частиц, низкая насыпная плотность, высокая влагоудерживающая способность, благоприятный рН (водородный показатель) ее потенциально перспективным компонентом удобрений для почв.

Для обогащения золы-уноса могут использоваться органические и неорганические элементы (рисунок 1). Совместное применение золы с этими веществами имеет больше преимуществ: повышение доступности питательных веществ, уменьшение биодоступности токсичных металлов, повышение рН почвы, повышение содержания органического вещества в почве, косвенное стимулирование микробной активности, общее улучшение состояния почвы и повышение урожайности.

Дальневосточным государственным аграрным университетом в период с 1998 по 2005 гг. проводилось полевое исследование влияния внесения ПСТТ-ЗШО Благовещенской ТЭЦ в бурые лесные почвы в Амурской области [Гребенщикова, Юст, Пыхтеева, 2016]. Результаты показали, что внесение ПСТТ-ЗШО в состав почвы увеличивает ее структурность и пористость на 5,6 п.п. Благодаря улучшению данного показателя повышается водно-воздушный режим, определяющий возможность выращивания культур. Авторы также отметили, что внесение золошлаков в различных пропорциях в почву увеличивает содержание подвижного фосфора на 33–67%. В результате исследования было выявлено, что ПСТТ-ЗШО являются равноценной

альтернативой традиционных калийных удобрений. Причем полезное воздействие ПСТТ-ЗШО на почву сохраняется в течение 3-х лет, обеспечивая тем самым стабильный спрос на ПСТТ-ЗШО для проведения подобных работ.



Источник: подготовлено авторами на основе [Bhattacharya, 2012, с. 100-106]

### Рисунок 1 – Принципиальная схема повышения эффективности свойств золы-уноса в качестве удобрения

На основе ПСТТ-ЗШО могут также производиться неорганические цеолиты. Цеолиты являются кристаллическими алюмосиликатами на щелочной основе. Цеолиты принято считать «умными» удобрениями благодаря их ионообменной емкости и высокой пористости. За счет катионного обмена цеолиты способны планомерно поставлять полезные вещества (азот, кальций, железо, магний, калий) для растений по мере потребности. Подобные удобрения химически инертны, нетоксичны для растений, животных, людей и окружающей среды, а также обеспечивают оптимальный баланс почвы путем иммобилизации токсичных загрязнителей для растений.

### Методика

Для оценки эффектов от использования ПСТТ-ЗШО в сельскохозяйственной отрасли России авторами был оценен потенциальный объем вовлечения золы-уноса и ЗШМ в производство почвенных удобрений. Определение перспективности отдельных направлений вовлечения ПСТТ-ЗШО в сельское хозяйство осуществлялось посредством оценки потенциального объема использования золошлаков в конкретном виде экономической деятельности. При проведении оценок объем вовлечения ПСТТ-ЗШО в сельское хозяйство был ограничен экономическими и технологическими факторами.

Авторам была проведена оценка емкости использования ПСТТ-ЗШО в рамках каждого направления (*Total available market* – ТАМ) и достижимый объем использования золошлаков с

учетом географического расположения источника образования ПСТТ-ЗШО и объекта утилизации (*Serviceable available market – SAM*) [Nevostruev, 2019]. Для каждого направления было определено индивидуальное значение экономически эффективного радиуса исходя из обзора литературы и экспертных оценок.

В настоящее время в России производятся 3 ключевых вида почвенных удобрений: азотные (N), фосфорные (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калийные (K<sub>2</sub>O). В 2019 г. в России было произведено более 24 млн т удобрений, 44,6% которых пришлось на азотные и 37,7% на калийные. Отличительной особенностью отечественного производства удобрений является экспортная ориентированность – лишь 6,6 млн т (27,5%) удобрений приходится на внутреннее потребление [Рынок минеральный удобрений 2019]. Вместе с тем отмечается, что ежегодно объем потребления минеральных и химических удобрений в России растет с опережением темпов роста производства. Емкость глобального (мирового) рынка удобрений оценивается в 188 млн т, более половины (107 млн т) приходится на потребление азотных удобрений. По объему производства минеральных и химических удобрений Россия занимает второе место в мире после Китая.

Исследование Индийского технологического института [Mittra, 2005, с. 1447-1451] показало, что зола-уноса угольных ТЭС может быть использована в смесях со всеми видами почвенных удобрений. На основе эмпирического анализа использования 10 т золы-уноса на 1 км<sup>2</sup> земли ученые установили, что использование ПСТТ-ЗШО вместе с азотными (90 т на 1 км<sup>2</sup>), фосфорными (60 т на 1 км<sup>2</sup>) и калийными (40 т на 1 км<sup>2</sup>) удобрениями для рисовых и арахисовых плантаций повышает удельную эффективность удобрительных смесей (таблица 2). Зола-уноса выступает в качестве мелиоранта, который повышает показатель рН в почве. По данным Высшей школы экономики, в 2018 г. средняя масса минеральных удобрений, внесенных на 1 га посева, составила 56,2 кг. При этом 59% общей посевной площади в стране удобрялась минеральными удобрениями.

**Таблица 2 – Показатели эффективности добавления золы-уноса в удобрительную смесь**

Удобрение	Максимальный потенциал замены химических удобрений из смеси на ПСТТ-ЗШО (%)			Потенциал изменения эффективности использования питательных веществ (кг урожая на 1 кг питательного вещества)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Химические	-	-	-	34,4	34,4	45,87
Смесь органических и химических	37,5	22	32	37,20	37,20	49,60
Смесь органических, химических и золы-уноса	45,8	33,5	69,6	45,36	45,36	60,48

Источник: исследование Индийского технологического Института [9, с. 1447-1451]

На основе соотношения, выведенного в исследовании Индийского технологического института, максимальный потенциал вовлечения ПСТТ-ЗШО в производство удобрений (ТАМ) может составить порядка 3,28 млн т (таблица 3). Наибольший потенциал имеют калийно-силикатные и азотно-силикатные удобрения.

ПСТТ-ЗШО обладают большой концентрацией оксида кремния (SiO<sub>2</sub>), который может использоваться в качестве дополнительного компонента комплексных минеральных удобрений. Помимо этого, на основе продуктов сжигания твердого топлива ТЭС могут производиться алюмосиликатные цеолиты, которые с добавлением одного или нескольких видов питательных веществ могут служить «умными удобрениями». Необходимо отметить, что использование

ПСТТ-ЗШО для производства почвенных удобрений в России требует проведения НИОКР для верификации технологий и оценки потребностей масштабирования данных технологий до уровня промышленного производства.

**Таблица 3 – Потенциал использования ПСТТ-ЗШО для производства удобрений в России (по данным за 2018 г.)**

Вид удобрения	Ежегодный объем производства в России, млн т (100% д.в.)	Максимальная доля использования золошлаков в удобрении	ТАМ Максимальный потенциал использования ПСТТ-ЗШО, тыс. т
Азотные	10,53	10%	1,05
Фосфорные	3,89	14%	0,54
Калийные	8,47	20%	1,69
ИТОГО	22,9	-	3,28

Источник: подготовлено авторами на основе данных Индийского технологического института [9, с. 1447-1451] Высшей школы экономики.

Ключевыми производителями удобрений в России выступают МХК «Еврохим», ОХК «Уралкалий», ГК «Акрон», «ФосАгро» и СДС «Азот». Производство калийных удобрений в основном сконцентрировано в Пермском крае, где на сегодняшний день отсутствуют ТЭС, работающие на твердом топливе.

Среди крупных предприятий по производству удобрений в «угольных» регионах можно отметить активы СДС «Азот»: Кемеровский завод «Азот» (Кемеровская область) и Ангарский Азотно-туковый завод (Иркутская область). Совокупная проектная мощность перечисленных предприятий составляет 3 млн т азотных удобрений (аммиака, аммиачной селитры, карбамида, сульфата аммония и капролактама). Таким образом, в сфере интеграции ПСТТ-ЗШО в производство азотных удобрений потенциал имеют ТЭС ООО «СГК» и ОАО «Иркутскэнерго». С учетом географии производства азотных удобрений можно оценить SAM для данного направления в размере 300 тыс. т ПСТТ-ЗШО ежегодно (таблица 4).

**Таблица 4 – Сопоставление предприятий по производству азотных удобрений с ближайшими угольными ТЭС в Кемеровской и Иркутской областях**

Предприятие	Проектная мощность производства азотных удобрений, тыс. т	Ближайшие угольные ТЭС	Потенциал использования ПСТТ-ЗШО, тыс. т
КОО «Азот»	2 475	Кемеровская ГРЭС Ново-Кемеровская ТЭЦ Кемеровская ТЭЦ	247,5
Ангарский Азотно-туковый завод	525	Иркутская ТЭЦ-1 Иркутская ТЭЦ-9 Иркутская ТЭЦ-10	52,5

## Эффекты

Промышленное производство удобрений с использованием ПСТТ-ЗШО было реализовано только в Японии на основе цеолитной технологии [Kikuchi, 1999, с. 333-346]. Наибольший потенциал снижения себестоимости производства за счет применения ПСТТ-ЗШО имеют калийные удобрения (таблица 5).

**Таблица 5 – Потенциал снижения себестоимости производства удобрений за счет использования золошлаков**

Вид удобрения	Стоимость, руб. за 1 т	Допустимая доля использования ПСТТ-ЗШО	Потенциал повышения удельной маржинальности реализации удобрений за счет использования ПСТТ-ЗШО, руб.
Азотные	16 450	10%	1645
Фосфорные	19 740	14%	2764
Калийные	17 150	20%	3430

Источник: подготовлено авторами на основе котировок Index Mundi

Как было отмечено выше, наибольший потенциал для производства силикатных удобрений имеют предприятия СДС «Азот», которые специализируется на азотных удобрениях. При полном использовании потенциала производства в 300 тыс. т совокупный положительный эффект в виде увеличения валовой прибыли для производства азотных удобрений может составить 493,5 млн руб. за счет снижения себестоимости производства сельскохозяйственных удобрений. В масштабах отдельной компании данный эффект может привести к росту валовой прибыли за года на 35% без учета капитальных затрат на технологическое перевооружение (при среднем значении валовой прибыли по компаниям, имеющих основной код ОКВЭД 20.15 «Производство удобрений и азотных соединений», в 1,3 млрд руб. по данным портала СПАРК-Интерфакс). При этом важно отметить, что полученные оценки актуальны с учетом действующих производственных мощностей на территории Российской Федерации и не рассматривают на данном этапе потенциальные эффекты от формирования профилированных промышленных предприятий, направленных на использование техногенных материалов. Отмеченный эффект также может являться фактором снижения цены реализации данного вида удобрений и повышения конкурентоспособности российских производителей сельскохозяйственной продукции на экспортном рынке.

Анализ потенциальных эффектов использования ПСТТ-ЗШО в сельском хозяйстве показал наличие перспектив для развития данного направления. Применение техногенных материалов в отдельных отраслях экономики может также иметь кроссотраслевой эффект, оказывая влияния также на отрасли, являющиеся источниками образования промышленных отходов. В случае ПСТТ-ЗШО к подобным отраслям можно отнести угледобычу и угольную энергетику.

Однако для увеличения масштабов вовлечения ПСТТ-ЗШО в сельскохозяйственную отрасль необходимо внести ряд изменений в законодательную базу. В частности, необходимо дополнить Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации следующими целевыми показателями для поддержки утилизации техногенных материалов:

- Объем использования техногенных материалов, а также продукции на основе техногенных материалов (в частности, сельскохозяйственные удобрения, мелиоранты) в рамках восстановления и предотвращения сокращения площадей земель сельскохозяйственного назначения;
- Площадь земель, возвращенных в хозяйственный оборот за счет рекультивации с использованием ВМР.

### Заключение

С целью развития направления применения отходов для рекультивации нарушенных земель необходимо также дополнить Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (89-ФЗ) и Федеральный закон «О недрах» (№2395-1) другими видами отходов, кроме отходов черной металлургии, пригодными для рекультивации земель. Данные изменения позволят

увеличить спрос на техногенные материалы, а также реализовать их потенциал применения в сельском хозяйстве. Внесение соответствующих дополнений в законодательную базу станет дополнительным стимулом к вовлечению техногенных материалов в сельскохозяйственную отрасль, как одну из наиболее перспективных.

### Библиография

1. Гребенщикова Е. А., Юст Н. А., Пыхтеева М. А. Влияние химической мелиорации путем внесения золошлаковых отходов на физико-химические свойства почвы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 6.
2. Краткий прогноз развития рынка удобрений в 2019 году // Fertilizer Daily URL: [https://fertilizerdaily.ru/files/reports/fertilizerdaily.ru\\_2019\\_forecast.pdf](https://fertilizerdaily.ru/files/reports/fertilizerdaily.ru_2019_forecast.pdf) (дата обращения: 30.04.2020).
3. Предприятия // СДС Азот URL: <http://www.sds-azot.ru/ru/kompany/predpriyatiya> (дата обращения: 30.04.2020).
4. Рынок минеральный удобрений 2019 // Институт «Центр развития» - Высшая школа экономики URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BA%20%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9-2019.pdf>. (дата обращения: 30.04.2020).
5. Сниккарс П. Н., Золотова И. Ю., Осокин Н. А. Утилизация золошлаков ТЭС как новая кроссотраслевая задача // Энергетическая политика. – 2020. – №. 7 (149). – С. 34-45.
6. Bhattacharya, S.S. et al. Vermicomposting converts fly ash to enrich soil fertility and sustain crop growth in red and lateritic soils // Resources, Conservation and Recycling – 2012 – Т. 65. – С. 100-106.
7. Kikuchi R. Application of coal ash to environmental improvement: transformation into zeolite, potassium fertilizer, and FGD absorbent // Resources, Conservation and Recycling. – 1999. – Т. 27. – №. 4. – С. 333-346.
8. Mackiewicz S. M., Ferguson E. G. Stabilization of soil with self-cementing coal ashes // World of Coal Ash (WOCA). – 2005. – С. 1-7.
9. Mitra B. N. et al. Fly ash—a potential source of soil amendment and a component of integrated plant nutrient supply system // Fuel. – 2005. – Т. 84. – №. 11. – С. 1447-1451.
10. Nevostuev P. Y. et al. Market Identification And Its Parameters For Developing Consumer Value // Annals of marketing MBA. – 2019. – Т. 3.
11. Synthesis of Zeolite from Fly Ash and their Use as Soil Amendment // IntechOpen URL: <https://www.intechopen.com/books/zeolites-useful-minerals/synthesis-of-zeolite-from-fly-ash-and-their-use-as-soil-amendment> (дата обращения: 13.02.2020).
12. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 13.07.2021)
13. Urea Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=urea> (дата обращения: 07.05.2020).
14. DAP fertilizer Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=dap-fertilizer> (дата обращения: 07.05.2020).
15. Potassium Chloride Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=potassium-chloride> (дата обращения: 07.05.2020).

### Effects of the use of industrial by-products in agriculture: on the example of TPP ash and slag

**Nikita A. Osokin**

Deputy Director,  
Center for Industry Research and Consulting,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49, Leningradsky av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: osokin.na@rea.ru



**Irina Yu. Zolotova**

Director,  
Center for Industry Research and Consulting,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49, Leningradsky av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: IYZolotova@fa.ru

**Stanislav A. Shubin**

PhD in Economics, Associate professor,  
Department of Management and Innovation,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49, Leningradsky av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: sashubin@fa.ru

**Abstract**

Increasing the volume of waste disposal is one of the key aspects of the further sustainable development of the economy of the Russian Federation. One of the most promising areas for the involvement of generated waste is the agricultural sector, in particular, the production of fertilizers. The article presents an assessment of the potential economic effects of the use of man-made materials in agriculture on the example of ash and slag waste from thermal power plants. The authors conclude that the involvement of ash and slag waste in the production of fertilizers contributes to an increase in the gross profit of companies by reducing the cost of production. On the scale of an individual company, this effect can contribute to the growth of gross profit by 35% per year. The conclusion of the work shows that in order to develop the direction of waste application for the reclamation of disturbed lands, it is also necessary to supplement the Federal Law "On Production and Consumption Waste" (89-FZ) and the Federal Law "On Subsoil" (No. 2395-1) with other types of waste, except ferrous metallurgy waste, suitable for land reclamation. These changes will increase the demand for man-made materials, as well as realize their potential for use in agriculture. The introduction of appropriate amendments to the legislative framework will be an additional incentive to involve man-made materials in the agricultural sector, as one of the most promising.

**For citation**

Osokin N.A., Zolotova I.Yu., Shubin S.A. (2021) Effekty ot primeneniya tekhnogennykh materialov v sel'skom khozyaistve: na primere zoloshlakov TES [Effects of the use of industrial by-products in agriculture: on the example of TPP ash and slag]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (8A), pp. 339-348. DOI: 10.34670/AR.2021.44.95.042

**Keywords**

Ecology economics; agriculture; industrial waste; waste disposal, ash and slag waste.

**References**

1. Grebenshchikova E. A., Yust N. A., Pykhiteeva M. A. The effect of chemical reclamation by introducing ash and slag waste on the physico-chemical properties of the soil //Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2016. – №. 6.

2. A brief forecast of the development of the fertilizer market in 2019 // Fertilizer Daily URL: [https://fertilizerdaily.ru/files/reports/fertilizerdaily.ru\\_2019\\_forecast.pdf](https://fertilizerdaily.ru/files/reports/fertilizerdaily.ru_2019_forecast.pdf).
3. Enterprises // SDS Azot URL: <http://www.sds-azot.ru/ru/kompany/predpriyatiya>.
4. Mineral fertilizers Market 2019 // Development Center Institute - Higher School of Economics URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA%20%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9-2019.pdf>.
5. Snikkars P. N., Zolotova I. Yu., Osokin N. A. Utilization of TPP ash slag as a new cross-industry task //Energy policy. – 2020. – №. 7 (149). – Pp. 34-45.
6. Bhattacharya, S.S. et al. Converts Vermicomposting of fly ash to enrich soil fertility and sustain crop growth in red and lateritic soils // Resources, Conservation and Recycling – 2012 – V. 65.– S. 100-106.
7. Kikuchi R. Application of coal ash to environmental improvement: transformation into zeolite, potassium fertilizer, and FGD absorbent //Resources, Conservation and Recycling. – 1999. – T. 27. no. 4. – P. 333-346.
8. Mackiewicz S. M., Ferguson E. G. Stabilization of soil with self-cementing coal ashes //World of Coal Ash (WOCA). – 2005. – P. 1-7.
9. Mitra B. N. et al. Fly ash—a potential source of soil amendment and a component of integrated plant nutrient supply system //Fuel. - 2005. - Vol. 84. - No. 11. - pp. 1447-1451.
10. Nevostuev P. Y. et al. Market Identification And Its Parameters For Developing Consumer Value //Annals of marketing MBA. - 2019. - Vol. 3.
11. Synthesis of Zeolite from Fly Ash and their Use as Soil Amendment // IntechOpen URL: <https://www.intechopen.com/books/zeolites-useful-minerals/synthesis-of-zeolite-from-fly-ash-and-their-use-as-soil-amendment>.
12. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1523-r dated June 9, 2020. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf>
13. Urea Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=urea>.
14. DAP fertilizer Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=dap-fertilizer>.
15. Potassium Chloride Monthly Price - US Dollars per Metric Ton // Index Mundi URL: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=potassium-chloride>.