



Оценка экономической эффективности использования слабококсующихся углей Казахстана в металлургической отрасли

¹*ТАЖИБЕКОВА Кашамида Базылбековна, к.э.н., доцент, зав. кафедрой, kashamida@mail.ru,

¹АХМЕТЖАНОВ Бура, д.э.н., профессор, b.akhmetzhanov@kstu.kz,

¹ШАМЕТОВА Айгерим Аманбаевна, к.э.н., доцент, ashametova.74@mail.ru,

²КОЧЕРБАЕВА Айнура Анатольевна, д.э.н., профессор, ainura-koch@rambler.ru,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Кыргызская Республика, 720000, Бишкек, ул. Киевская, 44,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель работы – теоретическое, методологическое и аналитическое исследования экономической эффективности использования слабококсующихся углей Казахстана в металлургической отрасли для ферросплавного производства и аглопроизводства. Показаны результаты исследований и расчетов оценки экономической эффективности применения слабококсующихся углей при производстве комплексного сплава «Алюмосиликохром». Внедрение в производство новых технологий по производству ферросплавов и агломератов с использованием слабококсующихся углей требует разработки рекомендаций и экономического обоснования их внедрения в ферросплавном и аглопроизводстве. Производство ферросплавов характеризуется как наиболее материалоемкое и энергоемкое производство. Поиск новых, доступных и экономически менее затратных ресурсов для производства ферросплавов и агломератов обосновывает необходимость применения методики оценки экономической эффективности слабококсующихся углей в ферросплавном и аглопроизводстве. Значительный дефицит коксовой мелочи и ее высокая стоимость определили актуальность работы, связанную с изысканием путей сокращения расхода и поиском более дешевых заменителей топлива. Представлены рекомендации по использованию углей для ферросплавного и аглопроизводства.

Ключевые слова: слабококсующийся уголь, ферросплавы, анализ, оценка, экономическая эффективность, мировой рынок, производство, конкуренты.

Актуальность работы

Уголь является основным восстановителем при производстве ферросплавов. Среди всех видов углей самыми дешевыми являются слабококующиеся угли. Ранее используемые коксовые отходы являлись основным технологическим топливом в ферросплавном и агломерационном производстве, однако использование более дешевого восстановителя из слабококующихся углей дает возможность снизить себестоимость ферросплава и в последующем стоимость конечного продукта – стали.

Одними из востребованных и эффективных в металлургии сплавов на сегодня считается ферросиликохром, ферросилиций и ферросиликоалюминий, так как эти сплавы являются универсальными восстановителями при выплавке легированной стали.

В работе представлена оценка экономической эффективности использования слабококующихся углей Казахстана в металлургической отрасли, и в частности, предлагаются рекомендации по внедрению альтернативного, инновационного сплава, опережающего по своим многим характеристикам ранее используемые сплавы, – комплексного сплава «Алюмосиликохром».

Методологическая база исследования

Комплексный сплав «Алюмосиликохром» является сплавом, применяемым как восстановитель при производстве средне- и низкоуглеродистых марок феррохрома. Также комплексный сплав «Алюмосиликохром» применяется в качестве раскислителя при производстве легированной стали.

При производстве комплексного сплава «Алюмосиликохром» применяют слабококующиеся угли, являющиеся неэффективными в качестве энергоресурсов и представляющие собой отходы техногенного производства, отсева кварцита и высокоуглеродистого феррохрома. Ключевой стратегической задачей, стоящей перед отечественной и мировой черной металлургией, является снижение потребления энергоресурсов на производство единицы готовой продукции. Основными мероприятиями, направленными на достижение данной цели, являются оптимизация технологических процессов производства, а также реализация проектов, направленных на снижение энергозатрат. Основным энергоносителем и наиболее дорогостоящим компонентом шихты является металлургический кокс, ресурсы которого крайне ограничены. Мировые запасы коксующихся углей в настоящее время оцениваются примерно в 1,5 трлн т, что составляет менее 10% общих ресурсов каменных углей; при этом разведанные запасы не превышают 400 млрд т [1].

На фоне более высоких качественных характеристик комплексного сплава «Алюмосиликохром» себестоимость предлагаемого сплава ниже, вследствие использования в нем более де-

шевых слабококующихся углей в качестве сырья, чем кокс. Учетные физические и химические характеристики слабококующихся углей в предлагаемой технологии позволяют повысить производительность печи и снизить себестоимость произведенного сплава, за счет применения более дешевых и доступных отходов производства. Благодаря низкой себестоимости рассматриваемого сплава, возможно достичь снижения себестоимости раскисления и, как следствие, снижения себестоимости производства стали. Также на снижение стоимости производства влияет и тот факт, что при использовании данного комплексного сплава «Алюмосиликохром» исчезает технологическая потребность в чушковом электролитическом алюминии. Данный элемент является достаточно дефицитным, а главное – дорогостоящим сырьем. Таким образом, все эти факторы определяют экономическую целесообразность внедрения данной технологии производства сплава [2].

Комплексность, снижение требований к качеству и неограниченность в источниках сырья, одностадийность представленной технологии обеспечивают низкую затратность и высокую экономическую эффективность производства комплексного сплава «Алюмосиликохром». Для производства указанного комплексного сплава не требуется специального оборудования. Использование слабококующихся углей при производстве комплексного сплава «Алюмосиликохром» значительно снижает отрицательное воздействие на окружающую среду. Следовательно, внедрение технологии производства комплексного сплава, на фоне низкой себестоимости и высокой экономической отдачи позволит окупить капитальные затраты за короткое время.

Для организации производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» в результате проведенных испытаний было определено, что получаемый сплав обладает высокими технико-экономическими показателями.

Результаты эмпирических расчетов

Для обоснования рекомендаций производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» в рудотермической печи были проведены следующие расчеты:

- определена годовая производительность печи;
 - рассчитана стоимость производства 1 тонны комплексного сплава «Алюмосиликохром»;
 - определен размер активов при создании производства комплексного сплава;
 - определен размер капитальных затрат на организацию производства комплексного сплава «Алюмосиликохром»;
 - рассчитаны показатели эффективности капитальных затрат (дисконтированная сумма дохода, индекс рентабельности, срок окупаемости).
- Для производства ферросплавов производительность электропечи была определена по об-

щей для отрасли формуле:

$$G = \frac{S \cdot 24 \cdot \cos \varphi \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{W}, \quad (1)$$

где S – мощность печи, МВт;

$\cos \varphi$ – электрический КПД печи;

K_1 – коэффициент использования установленной мощности;

K_2 – коэффициент, учитывающий время на планово-предупредительные ремонты;

K_3 – коэффициент, учитывающий время на капитальный ремонт;

W – удельный расход энергии на тонну сплава, МВт/т.

В этом случае производство комплексного сплава «Алюмосиликохром» в сутки в печи мощностью 12 МВА составит:

$$(12000 \cdot 24 \cdot 0,87 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 0,9) : 8000 = 21,056 \text{ тонн } (\approx 21 \text{ тонна}). \quad (2)$$

Календарный фонд работы электропечи в год составляет 345 дней.

Исходя из годового календарного фонда работы электропечи и суточной производительности печи, определим годовую производительность печи мощностью 12 МВА, которая составила 7245 тонн в год.

Для расчета стоимости производства 1 тонны комплексного сплава «Алюмосиликохром» (калькуляции себестоимости) была применена следующая структура, представленная в таблице 1.

Таким образом, производство одной тонны рассматриваемого комплексного сплава «Алюмосиликохром» позволяет обеспечить экономию затрат на более чем 152 тысячи тенге.

При средней рыночной цене 1 тонны комплексного сплава «Алюмосиликохром», с учетом цены его альтернативных сплавов, таких как: ферросиликохром, ферросилиций и алюминий, от 1400 \$ США до 2000 \$ США (от 588 000 тенге до 840 000 тенге по курсу на март 2021 г.) и себестоимости производства 1 тонны рассматриваемого комплексного сплава в размере 485 340 тенге, можно сделать вывод об эффективности данного производства.

Маржа в этом случае (разница между ценой и себестоимостью комплексного сплава «Алюмосиликохром») составит от 102 660 тенге до 354 660 тенге [3].

Для определения размера активов, формируемых при создании производства комплексного сплава «Алюмосиликохром», воспользуемся сведениями, включенными в производственную программу проекта.

Проект предусматривает проведение таких работ, как:

- производственное проектирование;
- выполнение проектно-сметной документации;
- выполнение расчетов по технико-экономическому обоснованию;
- проведение работ по составлению техноло-

Таблица 1 – Калькуляция себестоимости производства комплексного сплава (март 2021 г.)

Наименование статей затрат	Базовый вариант			Предлагаемый вариант			Экономия (-) / перерасход (+)
	Цена, тенге	ФС 65		Цена, тенге	Алюмосиликохром		
		кол-во	сумма, тенге		кол-во	сумма, тенге	
Сырье и основные материалы							
Кварцит, т	14000	1,1	15400	14000	0,9	12600	-2800
Коксик (сухой), т	55000	0,47	26250	-	-	-	-13230
Углеотходы, т	-	-	-	4200	3,1	13020	
Железная стружка, т	90000	1,7	153000	-	-	-	-33000
Отсевы высокоуглеродистого феррохрома, т	-	-	-	400000	0,3	120000	-
Всего задано, тенге	-	-	194650	-	-	145620	-49030
Расходы по производству							
Электроэнергия технологическая, тыс. кВт·ч/т	6000	14	84000	6000	6	36000	-48000
Самообжигающиеся электроды, т	297600	0,027	8035	297600	0,005	1488	-6547
Прямые расходы на оплату труда, тенге	-	-	33600	-	-	33600	-
Вспомогательные материалы	-	-	11760	-	-	11760	-
Общие по производству, тенге	-	-	305480	-	-	256872	-48608
Всего себестоимость, тенге	-	-	637525	-	-	485340	-152185

гического задания;

- покупка и/или реконструкция зданий;
- организация и выполнение строительно-монтажных и пуско-наладочных работ;
- подготовка и/или переподготовка персонала;
- проведение работ по обеспечению достижения производства проектной мощности.

Тогда стоимость формируемых активов, необходимых для запуска производства комплексного сплава «Алюмосиликохром», можно представить в таблице 2.

Таким образом, стоимость необходимого оборудования для организации производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» сложилась в размере 5802,5 \$ США (2437050 тенге по

курсу на март 2021 г.) [4].

Определим необходимое количество работников для реализации данного проекта как основного ресурса, влияющего на успешность реализации будущего проекта.

Определение потребности в работниках необходимо для расчета фонда оплаты труда как основного элемента в структуре себестоимости производства.

Согласно технологической карте процесса, производственной программе проекта составим штатное расписание, определяющее потребность в персонале (таблица 3).

Таким образом, количество работников для реализации проекта производства комплексного

Таблица 2 – Стоимость формируемых активов, необходимых для запуска производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» (март 2021 г.)

Наименование оборудования	Кол-во	Цена, тыс. \$ США	Сумма, тыс. \$ США
Печной трехфазный трансформатор мощностью 12 МВА	2	250	500
Печной агрегат	2	2000	4000
Щековая дробилка	1	100	100
Грохот	3	10	30
Ленточный конвейер L = 50 m	5	3	15
Бункера	4	4,5	18
Машина для вскрытия летки	2	10	20
Машина для заделки летки	2	10	20
Мостовой кран Q = 20 т	2	40	80
Мостовой кран Q = 5 т	2	10	20
Ленточный конвейер L = 150 m	2	9,5	19
Автопогрузчик	2	36	72
Грейфер	2	3	6
Разливочные ковши	5	30	150
Разливочные тележки	3	2,5	7,5
Общехозяйственная вентиляция	1	40	40
Печная газоочистка	2	30	60
Бункера	6	5	30
Тензосъемники	6	1,4	8,4
Печные карманы	6	10	60
Труботочки	12	0,25	3
Огнеупоры (материал для футеровки), т	200	0,150	30
Бульдозер	1	102,6	102,6
Автомашина Камаз-самосвал	4	60,7	242,8
Автобус ПАЗ	2	31,6	63,2
Комплект лабораторного оборудования	1	105	105
Итого			5802,5

Таблица 3 – Определение потребности в персонале для реализации проекта производства комплексного сплава «Алюмосиликохром»

Наименование профессий	Численность по бригадам				Резерв	Итого
	I	II	III	IV		
Рабочие						
Машинист крана	5	5	5	5	2	22
Дробильщик-сортировщик	1	1	1	1		4
Оператор управления системы шихтоподачи	1	1	1	1	1	5
Плавильщик (7р)	4	4	4	4	1	17
Плавильщик (6р)	4	4	4	4	1	17
Горновой ферросплавных печей	4	4	4	4	1	17
Дозировщик	4	4	4	4	1	17
Огнеупорщик	2	2	2	2	-	8
Стропальщик	2	2	2	2	-	8
Дробильщик	-	1	1	-	-	2
Сортировщик	-	1	1	-	-	2
ВСЕГО ТЕХ. ПЕРСОНАЛ						119
Электромонтер	2	6	2	2	1	13
Слесарь ремонтник	4	6	4	4	1	19
Электрогазосварщик	-	4	-	-	-	4
Слесарь КИП и А	2	2	2	2	-	8
ВСЕГО РЕМОНТНЫЙ ПЕРСОНАЛ						44
Начальник цеха	-	1	-	-	-	1
Начальник смены	1	1	1	1	-	4
Мастер по ремонту мех. оборудования	-	1	-	-	-	1
Мастер по ремонту элект. оборудования	-	1	-	-	-	1
Мастер шихтоподачи	-	1	-	-	-	1
Мастер участка КИП и А	-	1	-	-	-	1
ИТОГО СЛУЖАЩИХ						9
ВСЕГО РАБОТНИКОВ						172

сплава «Алюмосиликохром» определилось в количестве 172 человек, из них 119 рабочих технологического персонала.

Создание мини-завода неизбежно сталкивается с необходимостью проектирования работ, проведения мероприятий, приобретения оборудования. Все это формирует первоначальные затраты в структуре капитальных вложений и влияет на эффективность реализации проекта по организации и созданию завода по производству комплексного сплава.

Представим в таблице 4 перечень основных работ и мероприятий по созданию производства комплексного сплава «Алюмосиликохром».

Таким образом, размер капиталовложений

для организации производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» сложился в размере 26 035,7 \$ США (10 934 994 тенге по курсу на март 2021 г.).

В соответствии с приказом Министра национальной экономики РК от 12.10.2015 № 663, в Правилах определена форма анализа эффективности инвестиционного проекта, планируемого к реализации за счет бюджетного кредита, предполагающая расчет следующих показателей:

1. Простой срок окупаемости (payback period, *PBP*) – минимальный временной интервал от начала осуществления проекта (начала инвестиционной стадии), за который покрываются инвестиционные затраты. Рассчитывается по формуле:

Таблица 4 – Перечень требуемых видов работ и мероприятий по организации и созданию производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» (март 2021 г.)

Наименование работ	Объем затрат, тыс. \$ США
Проектирование производства, составление проектно-сметной документации	3500
Составление технико-экономического обоснования (ТЭО). Металлургическая оценка пригодности углистых пород для выплавки комплексного сплава «Алюмосиликохром»	400
Разработка вопросов технологии, организации, экономики и экологии планируемого производства, составление технологического задания (ТЛЗ) и выдача исходных данных для проектирования	1000
Принятие объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных решений по зданиям, отделений шихтовых материалов, плавильных и разливочных корпусов, складских помещений, энергетических и механических мастерских и составление проектно-сметной документации	500
Проектирование строительства цеховых корпусов зданий и коммуникаций	4000
Строительство цеховых корпусов зданий и коммуникаций	2297
Приобретение технологического оборудования и материалов, в том числе на вспомогательное оборудование	8103 2000
Монтаж технологического и вспомогательного оборудования	1000
Пуско-наладочные работы	500
Опытно-промышленные испытания и освоение технологии производства комплексного сплава «Алюмосиликохром» из местного сырья	1500
Подготовка и обучение кадров (130 \$ на человека)	22,3
Оборотные средства	1213,4
Итого:	26035,7

$$PBP = \frac{I_0}{\sum_{t=1}^n CF_t}, \quad (3)$$

где I_0 – величина инвестиционных затрат в нулевой период;

n – число периодов;

CF_t – чистый денежный поток в период t .

Рекомендуемое значение PBP : проект считается эффективным, если значение PBP меньше длительности проекта.

Согласно технологической карте процесса и производственной программе проекта, период, отводимый на создание самого производства, будет занимать 1,5 года (18 месяцев). Срок окупаемости проекта составляет 6 месяцев.

2. Чистый дисконтированный доход (net present value, NPV) – разность дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиций за прогнозный период. Рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^{t-1}} - I_0, \quad (4)$$

где r – ставка дисконтирования;

Для рассматриваемого проекта значение NPV составило 4778,18 \$ США.

Также экономический эффект производства

комплексного сплава «Алюмосиликохром» характеризуется снижением себестоимости на 23%, цены на 11% [5].

Заключение

Таким образом, использование для выплавки в качестве шихтовых материалов некондиционных отвальных слабоокисляющихся углей и отсеков высокоуглеродистого феррохрома позволяет получать комплексный сплав «Алюмосиликохром», являющийся альтернативной заменой традиционным видам ферросплавов, таким как ферросиликохром, ферросилиций и алюминий. Вследствие дешевизны и доступности слабоокисляющихся углей, одностадийности представленной технологии, производство комплексного сплава «Алюмосиликохром» характеризуется краткосрочностью периода организации и запуска процесса, а значит – низкой затратностью и высокой экономической эффективностью проекта.

Экономическая эффективность рассматриваемого инвестиционного проекта характеризуется такими показателями, как чистый дисконтированный доход, который равен 4778,18 \$ США, и срок окупаемости проекта, составляющим 6 месяцев. Это свидетельствует об эффективности проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметжанов Б., Тажибекова К.Б., Шаметова А.А. Обоснование необходимости использования высокозольных углей для производства стали // Вопросы экономических наук. – 2019. – № 2. – С. 6-13.
2. Байсанов С.О., Шабанов Е.Ж., Байсанов А.С. Вовлечение в металлургический передел отходов угольной и ферросплавной промышленности с получением лигатуры с хромом // Труды университета. – 2017. – № 4 (69). – С. 24-26.
3. Akhmetzhanov B., Tazhibekova K., Shametova A., Urazbekov A. Coal supply chain management and economic efficiency of using high-ash coking coal in ferroalloy manufacturing // International Journal of Supply Chain Management. – 2019. – Vol. 8, No. 5. – P. 624-632.
4. Ахметжанов Б., Тажибекова К.Б., Шаметова А.А. Анализ эффективности использования слабококующихся углей в ферросплавном производстве // Труды Университета. – 2019. – № 3. – С. 41-44.
5. Ахметжанов Б.А., Тажибекова К.Б., Тен Ю.В. Эффективность использования высокозольных углей Казахстана в различных отраслях экономики // Сборник матер. междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана». – Алматы, 4-5 апреля 2019. – С. 64-67.

Металлургия саласында Қазақстанның әлсіз кокстелетін көмірін пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау

¹*ТАЖИБЕКОВА Кашамида Базылбековна, э.ф.к., доцент, кафедра меңгерушісі, kashamida@mail.ru,

¹АХМЕТЖАНОВ Бура, э.ф.д., профессор, b.akhmetzhanov@kstu.kz,

¹ШАМЕТОВА Айгерим Аманбаевна, э.ф.к., доцент, ashametova.74@mail.ru,

²КОЧЕРБАЕВА Айнура Анатольевна, э.ф.д., профессор, ainura-koch@rambler.ru,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Б.Н. Ельцин атындағы Қырғыз-Ресей Славян университеті, Қырғыз Республикасы, 720000, Бішкек, Киевская көш., 44,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты-ферроқорытпа өндірісі мен аглоқорытпа өндірісі үшін металлургия саласында Қазақстанның әлсіз кокстелетін көмірін пайдаланудың экономикалық тиімділігін теориялық, әдіснамалық және талдамалық зерттеу. «Алюмосиликохром» кешенді қорытпасын өндіру кезінде әлсіз кокстелетін көмірді қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау бойынша зерттеулер мен есептеулер нәтижелері көрсетілген. Нашар сіңірілетін көмірді пайдалана отырып, ферроқорытпалар мен агломераттарды өндіру жөніндегі жаңа технологияларды өндіріске енгізу ұсынымдар әзірлеуді және оларды ферроқорытпа мен аглоөндірісте енгізудің экономикалық негіздемесін талап етеді. Ферроқорытпалар өндірісі ең материалды және энергияны көп қажет ететін өндіріс ретінде сипатталады. Ферроқорытпалар мен агломераттар өндіру үшін жаңа, қолжетімді және экономикалық жағынан аз шығынды ресурстарды іздестіру ферроқорытпа мен аглоөндірісте аз тотығатын көмірді қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау әдістемесін қолдану қажеттілігін негіздейді. Кокс ұнтағының айтарлықтай жетіспеушілігі және оның жоғары құны шығындарды азайту жолдарын іздестірумен және арзан отын алмастырғыштарды іздеумен байланысты жұмыстың өзектілігін анықтады. Ферроқорытпа және аглоөндіріс үшін көмірді пайдалану бойынша ұсыныстар ұсынылған.

Кілт сөздер: әлсіз кокстелетін көмір, ферроқорытпа, талдау, бағалау, экономикалық тиімділік, әлемдік нарық, өндіріс, бәсекелестер.

Assessment of the Economic Efficiency of Using Low-coking Coals in Kazakhstan in the Metallurgical Industry

¹*TAZHIBEKOVA Kashamida, Cand. Econ. Sci., Associate Professor, Head Department, kashamida@mail.ru,

¹AKHMETZHANOV Bura, Dr. Econ. Sci., Professor, b.akhmetzhanov@kstu.kz,

¹SHAMETOVA Aigerim, Cand. Econ. Sci., Associate Professor, ashametova.74@mail.ru,

²KOCHERBAYEVA Ainura, Dr. Econ. Sci., Professor, ainura-koch@rambler.ru,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev ave., 56,

²Kyrgyz-Russian Slavic University n.a. B.N. Yeltsin, Kyrgyz Republic, 720000, Bishkek, Kievskaya str., 44,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the work is a theoretical, methodological and analytical study of the economic efficiency of using low-coking coals in Kazakhstan in the metallurgical industry for ferroalloy production and sinter production. The results of studies and calculations of the assessment of the economic efficiency of the use of low-coking coals in the production of the complex alloy «Alumosilikochrom» are shown. The introduction into production of new technologies for the production of ferroalloys and agglomerates using low-cut coals requires the development of recommendations and an economic justification for their implementation in ferroalloy and sinter production. Ferroalloy production is characterized as the

most material-intensive and energy-intensive production. The search for new, affordable and economically less costly resources for the production of ferroalloys and agglomerates justifies the need to apply a methodology for assessing the economic efficiency of using low-coking coals in ferroalloy and sinter production. A significant shortage of coke breeze and its high cost determined the relevance of work related to finding ways to reduce consumption and finding cheaper fuel substitutes. Recommendations on the use of coal for ferroalloy and sinter production are presented.

Keywords: low-coking coal, ferroalloys, analysis, assessment, economic efficiency, world market, production, competitors.

REFERENCES

1. Ahmetzhanov B., Tazhibekova K.B., Shametova A.A. Obosnovanie neobhodimosti ispol'zovaniya vysokozol'nyh uglej dlya proizvodstva stali // Voprosy ekonomicheskikh nauk. – 2019. – № 2. – S. 6-13.
2. Bajsanov S.O., Shabanov E.Zh., Bajsanov A.S. Vovlechenie v metallurgicheskij peredel othodov ugol'noj i ferrosplavnoj promyshlennosti s polucheniem ligatury s hromom // Trudy universiteta. – 2017. – № 4 (69). – S. 24-26.
3. Akhmetzhanov B., Tazhibekova K., Shametova A., Urazbekov A. Coal supply chain management and economic efficiency of using high-ash coking coal in ferroalloy manufacturing // International Journal of Supply Chain Management. – 2019. – Vol. 8, No. 5. – R. 624-632.
4. Ahmetzhanov B., Tazhibekova K.B., Shametova A.A. Analiz effektivnosti ispol'zovaniya slabokoksuyushchihsyasya uglej v ferrosplavnom proizvodstve // Trudy Universiteta. – 2019. – № 3. – S. 41-44.
5. Ahmetzhanov B.A., Tazhibekova K.B., Ten Yu.V. Effektivnost' ispol'zovaniya vysokozol'nyh uglej Kazahstana v razlichnyh otraslyah ekonomiki // Sbornik mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Innovacii v oblasti estestvennyh nauk kak osnova eksportoorientirovannoj industrializacii Kazahstana». – Almaty, 4-5 aprelya 2019. – S. 64-67.