

Евразийский реестр перспективных технологий в черной и цветной металлургии

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
Наилучшие доступные технологии («зеленые» технологии)						
1.	<p>Производство горячебрикетированного железа (ГБЖ) по технологии прямого восстановления железа Midrex. ГБЖ используется в качестве сырья для производства стали. Отличительной особенностью этой продукции является ее энергетическая эффективность, которая проявляется как на этапе производства, так и в процессе переработки на металлургическом производстве.</p> <p>При производстве ГБЖ применяется основанная на природном газе технология прямого восстановления Midrex NG – наиболее экологичная технология производства железа. По сравнению с выплавкой чугуна в доменных печах углеродный след Midrex NG ниже на 50%. По сравнению с производством чугуна ГБЖ отличается энергоэффективностью (потребление энергии на производство ГБЖ ниже почти в 2 раза)</p>	Мидрекс-процесс был разработан американской фирмой Midland Ross согр	ООО УК «Металлоинвест» 121609, г. Рублевское шоссе, д. 28, Москва, российская Федерация	<p>«Металлоинвест» в настоящее время является крупнейшим в мире производителем товарного горячебрикетированного железа, занимая примерно половину мирового рынка. В целях расширения производства «Металлоинвест» планирует построить в Курской области завод по производству ГБЖ.</p> <p>Проектная мощность завода составит более 2 млн тонн в год, он станет одним из крупнейших в мире по производству этого типа железорудного сырья. В Железногорске будет создано около 400 высококвалифицированных рабочих мест.</p> <p>Запуск производства намечен на первую половину 2024 г.</p>	Ввод в эксплуатацию завода по производству ГБЖ в Курской области завод проект создает основу для дальнейшего развития «зеленой» металлургии и перехода на экологичные технологии производства стали	Стоимость строительства в Курской области завода по производству ГБЖ составляет более 40 млрд руб. (без НДС)
2.	Производство железа прямого восстановления (ЖПВ) в виде металлизированных окатышей (DRI, Direct Reduced Iron) на основе технологии	Технология ENERGIRON в настоящее время развивается итальянской компанией Danieli	АО «Объединённая металлургическая компания» (ОМК) 115184, Озерковская набережная,	В Нижегородской области (Российская Федерация) стартовал проект первого в Европе крупного сталелитейного комплекса полного цикла по тех-	Проект позволит при существенном снижении нагрузки на экологию (снижение в три раза выбросов парниковых газов (CO ₂) в атмосфере-	ОМК инвестирует в проект 150 млрд руб., Danieli Russia поставит необходимое обо-

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
	<p>ENERGIRON.</p> <p>Данная технология строится на основе применения железорудного сырья и природного газа при выплавке стали. Данная технология соответствует текущим и перспективным требованиям Евросоюза к экологичности при улучшении качественных и эксплуатационных характеристик продукции, а также международной повестке на снижение углеродного следа</p>		<p>д. 28, стр. 2, г. Москва, Российская Федерация</p>	<p>нологии DRI, реализуемый ОМК и Danieli Russia (Италия).</p> <p>Впервые в России на одной производственной площадке будет представлена технология «железная руда – сталь» с непрерывной подачей горячих восстановленных окатышей в дуговую сталеплавильную печь. Уникальность комплекса характеризует то, что металлизированные окатыши горячими сразу будут поступать в дуговую печь, а полученная сталь – на внепечную обработку и разливку. Сталь будет производиться из горячестановленного железа, получаемого из природного газа и железорудного сырья.</p> <p>Комплекс будет состоять из производства металлизированных окатышей мощностью до 2,5 млн тонн горячих окатышей в год в связке с электрометаллургическим производством стали мощностью 1,8 млн тонн в год и двумя машинами непрерывной разливки стали. Запуск производства запланирован на 2024-2025 гг.</p>	<p>ру по сравнению с традиционной технологией выпуска стали) сформировать новый уровень обеспечения базовой производственной площадки ОМК, создать наилучшую доступную зеленую технологию, которая может дать новое развитие металлургической отрасли ЕАЭС и возможность улучшить экологию в промышленных регионах. Новое предприятие обеспечит создание 2000 рабочих мест</p>	<p>рудование, включая установку прямого восстановления железа на основе технологического процесса ENERGIRON</p>
3.	<p>Экологический Содерберг – технология производства ме-</p>	<p>Технология разработана инженерно-</p>	<p>ОК РУСАЛ</p>	<p>Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ) в 2020 г. пере-</p>	<p>Благодаря усовершенствованной конструкции систе-</p>	<p>Стоимость внедрения данной техно-</p>

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
	талла, разработанная специалистами инженерно-технологического центра ОК РУСАЛ. Её внедрение позволяет значительно уменьшить выбросы в атмосферу. Принципиальное отличие от предшественниц усовершенствованная система газоудаления и большая герметичность	технологическим центром ОК РУСАЛ	121096, ул. Василисы Кожиной, д. 1, г. Москва, Российская Федерация	шел на технологию «Экологический Содерберг». Благодаря проведенной модернизации на технологию «Экологический Содерберг» были переведены 1954 электролизера. Данная технология вошла в Справочник наилучших доступных технологий, утвержденный приказом Ростандарта, раздел «Производство алюминия». По заключению экспертов на сегодняшний день «ЭкоСодерберг» является одной из наиболее эффективных экологических технологий в алюминиевой промышленности. В настоящее время, помимо КрАЗа, технология тиражируется и на другие заводы РУСАЛа: БрАЗ, ИркАЗ, НкАЗ, ВгАЗ	мы газоудаления, которая обеспечивает высокую герметичность, и использованию оптимизированного состава анодной массы технология «Экологический Содерберг» позволяет существенно сократить выбросы, в том числе смолистых веществ. На втором этапе экологической модернизации КрАЗа с 2011 до 2020 гг. суммарные выбросы завода снизились на 13,7%, гидрофторида – на 30%	логии на КрАЗ составила 74 млн долл. В целом с 2004 по 2019 гг. затраты на реализацию природоохранных мероприятий на КрАЗе составили более 390 млн долл.
4.	Технология предварительно обожженных анодов приходит на смену технологии Содерберга как более энергоэффективная			Проект рассчитан на 10 лет. Будут модернизированы мощности, производящие более 1,4 млн т алюминия - 35% от общего выпуска РУСАЛа. Проект охватит модернизацию алюминиевых заводов, входящих в состав ОК РУСАЛ: ИркАЗ, БрАЗ, КрАЗ и НкАЗ	Ожидается, что потребление электроэнергии снизится на 16,5%, выброс фторидов – на 73%, бензапирена – на 100%	Объем основных инвестиций в модернизацию до 2027 г. планируется на уровне 385 млрд руб.
5.	Плазменные технологии могут применяться для прямого восстановления металлов из кон-	Данная технология была реализована на металлургическом заводе в г. Дне-	По имеющейся информации данная технология в насто-	На предприятии в г. Днепрпетровске ранее обрабатывались технологии прямого вос-	Себестоимость прямого восстановления металлов (чёрных, цветных, редких)	

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
	<p>центратов руд, переработки бедных руд, производства ферросплавов, специальных сталей, сплавов, металлических порошков.</p> <p>Данная технология обеспечивает высокую энергоэффективность производства. В частности, при применении плазменных технологий потребление газа в 2-3 раза меньше, чем при использовании технологии Мидрекс</p>	пропетровске (Украина)	ящее время на территории ЕАЭС не внедряется	становления различных металлов и ферросплавов, вторичных промышленных отходов, а также соответствующее программное обеспечение	до химически чистого состояния из концентратов руд (шламов) плазменным способом в 2,5-10 раз дешевле традиционно существующих, в 9 раз ниже образование шлаков, в 27 раз ниже выбросы газов в атмосферу	
Информационные технологии						
1.	<p>Система MES (Manufacturing Execution System) обеспечивает автоматизацию производственных операций и информационную поддержку, позволяет вести оперативное планирование, учёт производства и качества металлопродукции, отслеживать историю каждого продукта, вести управление оборудованием и анализ производительности.</p> <p>Система определяет ответственность сотрудников на каждом этапе производственной цепочки. Благодаря этой системе все неполадки можно устранить на начальном этапе, проанализировать их и принять меры для того, чтобы они не повторялись</p>	Основными разработчиками систем MES являются SAP SE (Германия), Корпорация Галактика (Россия), IC (Россия), Siemens AG (Германия), ИндаСофт (Россия) и AVEVA (Великобритания)	АО «АрселорМиттал Темиртау» 101407, пр. Республики, д. 1, г. Темиртау, Республика Казахстан	<p>В течение 2018-2019 гг. система MES была внедрена в листопрокатных цехах № 2 и № 3, цехе горячего цинкования, алюминирования и покраски, трубоэлектросварочных отделениях «ArcelorMittal Темиртау».</p> <p>Последующие фазы внедрения проекта MES запланированы на 2019-2023 гг. и должны охватить все остальные производства.</p>	<p>Оптимизация загрузки производственных мощностей; снижение уровня простоев станов и агрегатов за счет повышения качества контроля загрузки оборудования;</p> <p>сокращение объемов незавершенного производства, складских запасов материалов и готовой продукции и сокращение издержек на их хранение;</p> <p>повышение качества производимой продукции;</p> <p>оптимизация работы персонала за счет минимизации роли «человеческого фактора» и персонификации ответственности за принятые решения</p>	Стоимость первого этапа программы по внедрению MES составила более 6 млн долл.

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
2.	<p>RPA (Robotic process automation, роботизированная автоматизация процессов) – информационная технология, предназначенная для автоматизации рутинных процессов, укладываемых в четкие алгоритмы.</p> <p>Как правило, такие процессы связаны с работой с информацией: сбором, консолидацией, поиском, переносом и т.д.</p> <p>Ключевой особенностью технологии RPA является возможность роботизировать те процессы, которые иначе автоматизировать было бы невозможно или неоправданно сложно (долго, дорого).</p> <p>Современные RPA-системы способны выполнять большое количество действий, в частности:</p> <ul style="list-style-type: none"> копировать информацию, вставлять нужные данные в нужные ячейки; перемещаться по сайтам, вбивать данные в веб-формы, нажимать кнопки на сайтах; распознавать текст; загружать данные из разных источников в один, копировать из одного в несколько; сравнивать и проверять информацию 	<p>В настоящее время лидерами среди производителей RPA-систем являются компании UiPath (США), Automation Anywhere (США), Blue Prism (Великобритания), Nice (Израиль) и Pegasystems (США)</p>	<p>ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК) 455000, ул. Кирова, д. 93, г. Магнитогорск, Российская Федерация</p> <p>ПАО «Трубная металлургическая компания» (ТМК) 101000, ул. Покровка, д. 40, стр. 2а, г. Москва, Российская Федерация</p>	<p>Была осуществлена роботизацией работы с поставщиками металлолома в целях расширением перечня поставщиков и объема закупки сырья с минимальными финансовыми рисками для ММК. Также сегодня на ММК роботизированы различные процессы бухгалтерии, снабжения, логистики и работы с кадрами</p> <p>ТМК совместно с Центром компетенций RPA и инноваций ООО «ММК-Информсервис» (входит в Группу компаний ММК) реализован проект по внедрению в Дирекции по маркетингу ТМК программного робота для автоматизации исследования рынков</p>	<p>Внедрение RPA помогло автоматизировать и увеличить скорость обработки 32 тысяч бизнес-операций и 20 тысяч файлов с учетом осуществления контроля за поставкой, что позволило сократить трудозатраты процесса закупок металлолома (теперь в нем занято всего 4 человека).</p> <p>Решение повысило прозрачность операций, предоставляя возможность контролировать статус груза в реальном времени. Информация по сделкам с поставщиками металлического лома стала системной и централизованной, она собирается и отображается в одном месте</p> <p>Программный робот RPA введен в промышленную эксплуатацию и предназначен для сбора и систематизации данных для еженедельного обзора рынков мирового бурения, цен на стальные полуфабрикаты и нефть. Он не только автоматически собирает и аккумулирует информацию из разных информационно-аналитических источников, но также проводит первич-</p>	<p>Лицензия UiPath Studio стоит 3 тыс. долл. в год, UiPath Orchestrator – 20 тысяч долл. в год, каждый Attended-робот 1200 долл. в год, а Unattended – 8 тыс. долл.</p> <p>Стоимость продуктов Automation Anywhere выше, чем у UiPath, и лицензия составляет около 5 тыс. долл.</p> <p>Стоимость продукта Blue Prism начинается от 15 до 18 тысяч долл. в год.</p> <p>Стоимость платформы RPA от компании Pegasystems на месяц – 350 долл. за одного робота, для бессрочного использования – 10,8 тыс. долл. и ещё 20% за ежегодное обслуживание</p>

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
					<p>ную проверку корректности собранных сведений. На основе этой информации робот строит таблицы, графики, диаграммы для формирования аналитических отчетов</p>	
			<p>ПАО ГМК «Норильский никель» 123100, 1-й Красногвардейский проезд, д. 15, г. Москва, Российская Федерация</p>	<p>«Норникель» начал программу роботизации в начале 2018 г. после реализации пилотного проекта по разработке специального робота для автоматизации формирования справок 2-НДФЛ. На сегодняшний день в компании создан специальный центр компетенций с отдельным штатом специалистов, которые анализируют потребности подразделений в автоматизации процессов и создают роботов для решения этих задач</p>	<p>Роботы, созданные на базе RPA-платформы UiPath, выполняют часть рутинных работ, повышая производительность труда сотрудников и позволяя им сфокусироваться на более сложных и комплексных задачах. На сегодняшний день роботы уже помогли компании сэкономить более 10 тыс. человеко-дней, взяв на себя 479 тыс. операций</p>	
			<p>АО «Объединённая металлургическая компания» (ОМК) Озерковская набережная, д. 28, стр. 2, г. Москва, Российская Федерация</p>	<p>В результате сотрудничества ОМК и UiPath, которое началось в конце 2019 г., в компании уже передано в промышленную эксплуатацию 16 роботов. Среди них – роботы для типовых операций хранения, закупки и продажи, выпуска электронных больничных и справок по форме 2-НДФЛ. Также роботы используются для формирования сертификатов качества продукции, что</p>	<p>Пока сложно количественно оценить эффект от использования решений UiPath. Это связано в первую очередь с тем, что большая часть роботов была введена в эксплуатацию недавно, в конце 2020 г. Но уже сейчас можно однозначно констатировать, что внедрение таких механизмов автоматизации разгружает бизнес-подразделения.</p>	

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
				<p>делает информационный поток между ОМК и клиентами более прозрачным, значительно повышает оперативность обработки документов.</p> <p>С учетом специфики производства и самой продукции для решения этой задачи было создано четыре отдельных робота для разных производственных цехов</p>	<p>За счет роботизации рутинных однообразных операций и перераспределения сотрудников на решение нестандартных задач с большим экономическим эффектом повышается общий уровень производительности труда</p>	
Технологии в металлургическом производстве						
1.	<p>Аддитивные технологии (Additive Manufacturing, AM-технологии) – технологии, предполагающие изготовление изделия по данным цифровой модели методом послойного добавления материала.</p> <p>На сегодняшний день это одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства.</p> <p>Ключевые преимущества аддитивных технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> практически неограниченная свобода геометрии; значительное сокращение цикла производства; увеличение эффективности использования материалов и энергии; сокращение стоимости и сроков производства конечных изделий 	<p>Аддитивные технологии были изобретены компанией 3D Systems (США)</p>	<p>ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК) 455000, ул. Кирова, д. 93, г. Магнитогорск, Российская Федерация</p>	<p>В ООО «Механоремонтный комплекс» (Группа ММК) реализуют проекты по цифровизации подразделения.</p> <p>В рамках стратегической инициативы ММК «Индустрия 4.0» в прошлом году здесь введены в эксплуатацию 3D-сканер и аддитивная установка – 3D-принтер.</p> <p>В литейном цехе Механоремонтного комплекса в настоящее время отливают заготовки для изготовления сменных запасных частей для металлургического оборудования ПАО «ММК» и сторонних потребителей – от небольших колосников до многотонных ковшей</p>	<p>С помощью 3D-принтера экономится время создания проектной документации, исключается целый технологический этап создания 3D-модели. Если классическая технология использования песчано-глинистых смесей позволяет получать отливки 13-14 класса точности, то 3D-принтер позволяет получать отливки 7-8 класса точности.</p> <p>Геометрия отливок, полученных с помощью форм, изготовленных на этом принтере, практически идеальная, не идет ни в какое сравнение с другими технологиями формовки.</p> <p>В случае применения связи 3D-сканер и 3D-принтер процесс создания литейной</p>	<p>Стоимость промышленного 3D-принтера для печати песчаных литейных форм составляет порядка 40 млн руб. (российского производства)</p>

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
	<p>и прототипов; высокая точность, детализация и повторяемость; быстрое создание единичных и малых партий изделий. Аддитивные технологии позволяют на порядок ускорить НИОКР и решение задач подготовки производства, а в ряде случаев уже активно применяются и для производства готовой продукции в металлургии</p>		<p>ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) 119017, ул. Большая Ордынка, д. 40-3, г. Москва, Российская Федерация</p>	<p>Группа НЛМК планирует открыть новый центр 3D-печати, в котором будут производиться запасные детали для производственного оборудования. 3D-принтеры центра будут использоваться для изготовления форм для отливки деталей с применением технологии струйной печати посредством нанесения порошка и склеивания его связующим веществом. Раньше такие формы изготавливались при помощи деревянной модельной оснастки</p>	<p>формы ускоряется дополнительно. Это происходит за счет имеющейся возможности экспорта и конвертации отсканированной твердотельной полигональной модели с помощью 3D-сканера в управляющую программу для 3D-принтера</p> <p>Применение цифрового моделирования позволит создавать формы любой геометрической сложности и проверять их на наличие дефектов еще до литья, а также снизит сроки изготовления до нескольких часов.</p> <p>При этом проект позволит ежегодно экономить около 200 млн рублей на закупках и оперативном снабжении запасными частями предприятия в г. Липецке и других предприятий Группы НЛМК</p>	
			<p>Череповецкий металлургический комбинат (ПАО «Северсталь») 162608, ул. Мира, д. 30, г. Череповец, Российская Федерация</p>	<p>«Северсталь» в 2018 г. запустило в эксплуатацию первый промышленный 3D-принтер на Череповецком металлургическом комбинате (ЧерМК). С помощью 3D-принтера в цехе заготовительного производства (ЦЗП) машиностроительного центра «ССМ-</p>	<p>Внедрение АМ-технологии позволило повысить качество продукции, увеличить темпы производства. Так, на изготовление модели периферийной плитки поднасадочного устройства для воздухонагревателя доменной печи у модельщиков раньше уходило трое суток.</p>	

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
				Тяжмаш» производятся модели для литья деталей агрегатов. В настоящее время на устройстве изготавливается около трети всей потребности в формах	На 3D-принтере ее теперь делают за 16 часов	
Прочее						
1.	<p>Беспилотные грузоперевозки предназначены для решения ряда проблем, которые в настоящее время существуют в традиционных автомобильных грузоперевозках, среди которых скорость доставки и цена, а также сохранность груза, который может пострадать в аварии или из-за неподходящих условий транспортировки.</p> <p>Беспилотники в перспективе могут помочь увеличить скорость доставки и снизить стоимость транспортировки, по причине того, что в перевозке не будет задействован человек. Также они могут обезопасить груз, благодаря алгоритмам, которые помогают автомобилю не попадать в аварийные ситуации</p>	<p>Технологии, необходимые для создания беспилотных автомобилей развиваются компаниями Tesla (США), Honda (Япония), Volvo (Швеция), Volkswagen (Германия), Toyota (Япония), Bosch (бортовой компьютер с искусственным интеллектом, Германия), Nvidia (платформа для самоуправляемых автомобилей, США), Ford (США), Mitsubishi Electric (технология автономного вождения, Япония), Renault (автопилот, Франция), LG (связь для беспилотных автомобилей, Южная Корея) и др.</p> <p>В России такие технологии развивают КамАЗ, С-Pilot и Cognitive Agro Pilot (система автоматического вождения), Auriga (инструмент разметки видео и стрима</p>	<p>ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК) 455000, ул. Кирова, д. 93, г. Магнитогорск, Российская Федерация</p>	<p>ММК и транспортная компания «Гтафт» и компания «Эвокарго» начали опытно-промышленную эксплуатацию на территории комбината беспилотных грузовиков EVO-1. Начать тестировать беспилотники на ММК планируют в мае-июне 2021 г.</p>	<p>Использование беспилотников позволит ММК снизить риски и затраты на перевозки, сделает их более безопасными и, что очень важно, экологичными, поскольку автомобили работают на электрической тяге.</p> <p>EVO-1 позволяют снизить себестоимость перевозки на 60%, но оценить прямую экономическую выгоду от использования беспилотников на текущий момент сложно</p>	<p>Внедрение беспилотных грузоперевозок требует крупных инвестиций. Однако высокая себестоимость электрогрузовиков компенсируется, прежде всего, более редкими поломками, что достигается за счет меньшего количества узлов и агрегатов</p>

№	Описание технологии	Разработчик технологии	Наименование и адрес предприятия, осуществившего внедрение	Опыт внедрения инновации	Эффект от внедрения	Стоимость внедрения
		данных для машинного обучения), Traft Truck Project (беспилотный грузовик)				
2.	<p>Технология BIM (Building Information Modeling, информационное моделирование зданий) основана на использовании интеллектуальных 3D-моделей. Технология BIM имеет ряд преимуществ:</p> <p>позволяет экономить время и средства заказчика при проектировании и строительстве, т.к. работа с объемными моделями позволяет осуществлять несколько действий одновременно;</p> <p>сокращает вероятность ошибок, неточностей и переделок при сведении разных частей документации;</p> <p>дает возможность просчитать все негативные последствия во время эксплуатации здания</p>	Лидерами рынка являются BIM технологий являются компании Autodesk (США), Beck Technology (США), Oracle (США), Siemens (Германия), Nemetschek AG (Германия)	АО «Объединённая металлургическая компания» (ОМК) 115184, Озерковская набережная, д. 28, стр. 2, г. Москва, Российская Федерация	ОМК является лидером среди промышленных предприятий России в области BIM-технологий. Данная технология активно применялась в строительных проектах Выксунского металлургического завода (Нижегородская область)	<p>Специалистами ОМК были подготовлены цифровые модели административно-бытового корпуса, лаборатории, здания водоподготовки в проекте строительства будущего производства бесшовных труб в Нижегородской области.</p> <p>Использование BIM-инструментов позволило выявить более 500 несоответствий между смежными разделами документации (конструкции, архитектура, инженерные сети и технологическое оборудование), которые успешно устранили до начала стадии строительство-монтажных работ. И тем самым оптимизировали стоимость и сроки реализации проекта</p>	