

Инновационные и ИТ-технологии

Вклад в достижение ЦУР ООН



Внедрение инновационных инструментов — важная составляющая эффективности бизнес-процессов и производственной безопасности. «Норникель» непрерывно работает над обеспечением технологического суверенитета и разрабатывает ИТ-инициативы для поддержки ключевых направлений деятельности.

В 2024 году была обновлена стратегия инноваций и НИОКР Компании. Ключевыми

стратегическими ориентирами стали надежность и доступность, адаптивность и достижение технологического суверенитета.

Стратегические задачи:

- повышение скорости принятия решений;
- привлечение необходимых компетенций;
- обеспечение бесперебойной работы ИТ-ландшафта в процессе трансформации.

Основные направления деятельности в сфере инноваций

Цифровизация производственной цепочки

Совершенствование технологии производства

Высокотехнологичные продукты

Экология и промышленная безопасность

9,9

млрд руб.

было направлено на реализацию проектов по направлению ИТ, инноваций и цифровизации в 2024 году.



На всех этапах производства, от геологоразведки до выплавки металлов, «Норникель» применяет инновационные технологии, включая ИИ и машинное обучение. Это позволяет оптимизировать процессы и сделать производство более безопасным для сотрудников и окружающей среды.

Наша цель — это не только поиск, разработка и внедрение перспективных технологий, но и создание

собственной научной базы, формирование внутренней политики и культуры высокотехнологичных разработок.

Основной исполнитель научно-технических работ для Компании — исследовательский институт. Это один из крупнейших проектных и научно-исследовательских институтов России в области технологии горных работ, обогащения, металлургии и переработки

минерального сырья, выполняющий широкий комплекс работ по разработке и выпуску научно-технической продукции. Разработанная им технология «обжиг — выщелачивание — электроэкстракция» в 2024 году получила патентную защиту за рубежом: в Канаде, Финляндии, Швеции и Испании.

Экология и промышленная безопасность

Минимизация негативного воздействия на экологию

Для снижения негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду (воду, земельные ресурсы)

Сокращение выбросов SO₂

Для повышения качества воздуха в целях охраны окружающей среды и здоровья населения от загрязняющих атмосферу веществ

Промышленная безопасность

Для сокращения травм и летальных случаев, предотвращения аварийно опасных ситуаций

Мониторинг выбросов

В отчетном году была завершена разработка базовой платформы системы предиктивного мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (PEMS) Аxioma. Инновационная разработка «Норникеля» является альтернативой сложным и дорогостоящим системам автоматического контроля на основе датчиков и газоанализаторов.

Суть технологии — анализ с помощью ИИ уровня загрязняющих веществ, выбрасываемых производством, а именно создание цифрового двойника, который непрерывно получает данные о состоянии технологического процесса. Система Аxioma способна прогнозировать выбросы при текущей технологической загрузке производства. Для этого используются данные с метеостанций. Понимая, куда

и в какое время пойдет шлейф, специалисты смогут скорректировать режим и исключить распространение негативных веществ на городские территории. Это решение также позволяет спрогнозировать объем и состав выбрасываемых веществ и проконтролировать экологические показатели в случае изменения загрузки производственного оборудования. Кроме того, отслеживается влияние сокращения выбросов на выполнение плана выпуска готовой продукции.

В конце 2024 года система прошла успешное тестирование на Надеждинском металлургическом заводе. Эксперты оценили сопоставимость результатов математических моделей, данных анализа проб аккредитованной лаборатории и инструментальных замеров сертифицированного газоаналитического оборудования. Испытания выполнялись

в соответствии с требованиями в области единства измерений с участием представителя ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Проект по созданию системы Аxioma является приоритетным и особо значимым в портфеле проектов «Норникеля» Решение многократно представлялось в ходе проведения выставок и форумов, и системой заинтересовались другие крупные российские компании.

Награды проекта:

- диплом BRICS Solutions Awards в номинации Climate and Environmental Technologies;
- победитель V Всероссийского конкурса лучших региональных природоохранных практик «Надежный партнер — экология» в номинации «Лучший проект, реализованный в Арктической зоне Российской Федерации».



Минерализация породы

В процессе добычи горная порода извлекается из земли и поступает на обогатительные фабрики, где происходит измельчение руды и отделение полезных элементов от пустой породы. Пустая порода является отходом обогащения (хвостами). Затем хвосты проходят специальную подготовку и поступают в хвостохранилища, где распределяются по их поверхности. При продолжительном контакте с атмосферным воздухом минералы, находящиеся в хвостах, взаимодействуют с углекислым газом, образуя вторичные устойчивые карбонаты, которые остаются в хвостохранилище. Таким образом, создаются условия для протекания процесса улавливания углекислого газа — естественной минерализации.

Компания создает условия, при которых хвосты способны естественным образом химически связывать от 4,5 до 17,9 кг CO₂ на одну тонну хвостов, в зависимости от минералогического состава пустой породы. На основании полученных данных исследования естественной минерализации количество поглощенного CO₂ за последние четыре года составляет порядка 350 тыс. тонн CO₂ в год. Компания разработала методику по оценке и учету данной поглотительной способности хвостов, которая прошла аудит и верификацию у внешнего аудитора и теперь учитывается при расчете выбросов и поглощения парниковых газов.

Видеоаналитика

Для обеспечения безопасности на производстве «Норникель» активно внедряет системы видеоаналитики на базе искусственного интеллекта. В Компании разработана собственная система, контролирующая ношение средств индивидуальной защиты (СИЗ) производственным персоналом. С помощью искусственного интеллекта система определяет отсутствие или наличие у сотрудников спецодежды, защитных касок с застегнутым подбородочным ремнем, защитных очков и других СИЗ, а также обучается распознавать применение страховочной привязи при работе на высоте. При несоблюдении правил применения СИЗ система формирует карточку нарушения и направляет ее на рассмотрение руководителя, а далее — координатору отдела охраны труда и промышленной безопасности.

В 2024 году в систему были добавлены новые модели распознавания инцидентов в области безопасности: работа на высоте, вход в опасные зоны работающего оборудования, перевозка людей на технике, не предназначенной для транспортных целей.

Также командой инженеров «Норникеля» разработан мобильный комплекс компьютерного зрения для контроля соблюдения правил промышленной безопасности, выполнения различных работ в отсутствие стационарных камер наблюдения и каналов связи. Пилотные испытания запланированы на 2025 год.

Система позиционирования персонала на рудниках

В 2024 году были завершены проекты по созданию системы точного позиционирования персонала на рудниках Норильской площадки. Цель проекта — повышение уровня защищенности персонала, работающего в опасных производственных условиях рудника. Реализована система предупреждения столкновений, предоставляющая машинисту информацию об опасном сближении с пешеходами и другим транспортом. Следующим этапом развития функционала стали разработка и внедрение системы автоматического торможения и остановки самоходной техники, которая позволяет в автоматическом режиме при обнаружении опасной ситуации сближения с пешеходом замедлить и (или) остановить транспорт.

Система позволяет оповестить персонал в случае аварийной ситуации, определить местонахождение и сократить время поиска в экстренной ситуации спасательными службами. Предусмотрены функции определения неподвижности сотрудника, оповещение опасного сближения с транспортом, контроль входа в опасные зоны и другие функции для повышения уровня производственной безопасности.

В 2025 году запланировано дальнейшее развитие проекта: разработка функционала по контролю безопасных маршрутов передвижения персонала, а также мобильного решения для горных мастеров, что позволит повысить оперативность управления производственными процессами без участия горного диспетчера.

Система планирования и управления транспортом

В рамках автоматизации процессов управления транспортом внедряется система «СПРУТ». Это единая централизованная система управления транспортом на производстве. Она собирает данные с бортового оборудования и на их основе помогает эффективно управлять транспортными потоками. Кроме того, «СПРУТ» позволяет автоматизировать связанный с транспортом документооборот, может служить площадкой для общения заказчиков, внутренних исполнителей, перевозчиков и надзорных органов. На первом этапе в системе «СПРУТ» предусмотрены работа и контроль только автомобильного транспорта, но дальнейшее развитие позволит осуществлять планирование и отслеживание в том числе железнодорожного и водного транспорта. В будущем решение поможет строить мультимодальные логистические цепочки.

Преимущества системы «СПРУТ»:

- повышение безопасности вождения, снижение аварийности;
- снижение риска правонарушений и причинения имущественного ущерба в процессе оказания транспортных услуг;
- расчет видов оплаты труда водителей на основании фактически выполненной работы.

В 2024 году завершена разработка основных модулей системы, проведено функциональное тестирование, получено подтверждение соответствия требованиям заказчика. Планируемый срок введения системы «СПРУТ» в промышленную эксплуатацию — декабрь 2025 года.

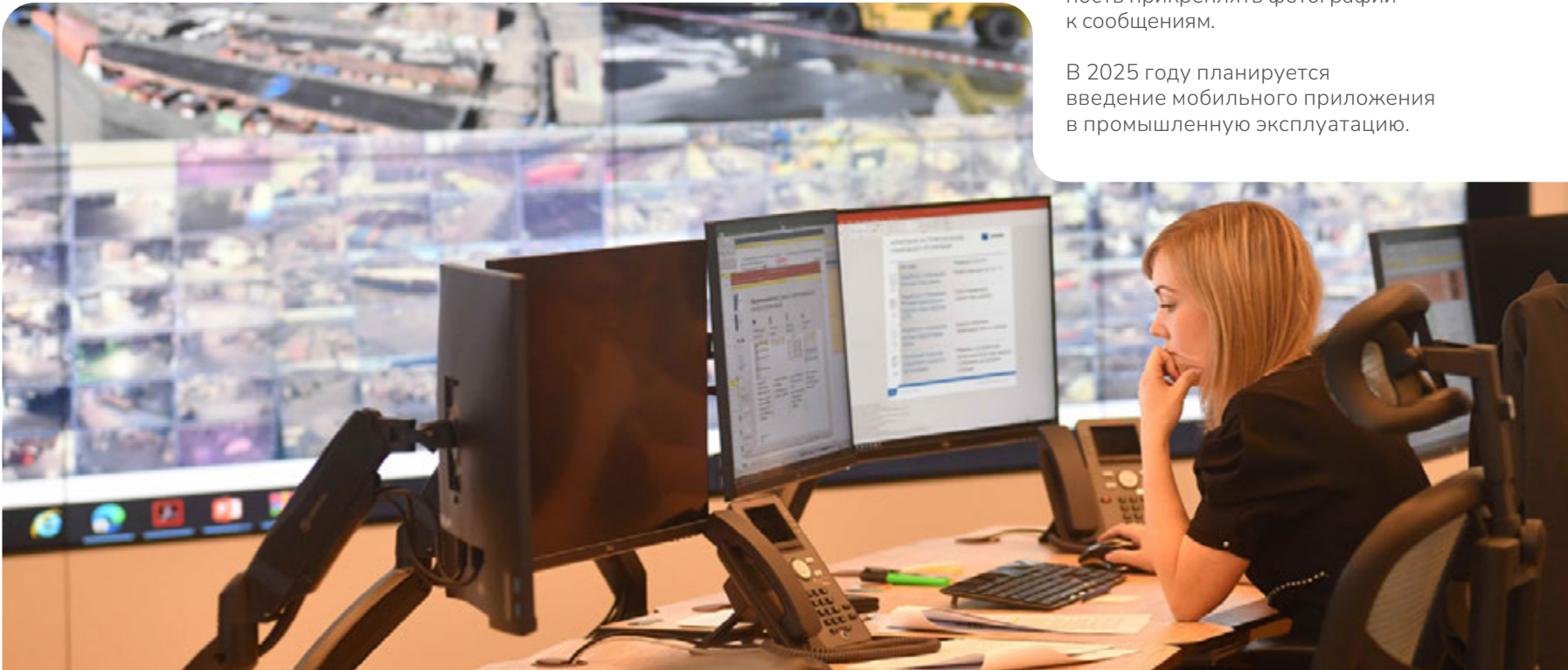
Награды проекта: система «СПРУТ» стала победителем XIII премии ComNews Awards в номинации «Лучшее решение для планирования транспортных услуг и управления транспортом».

Приложение NoRiskNN

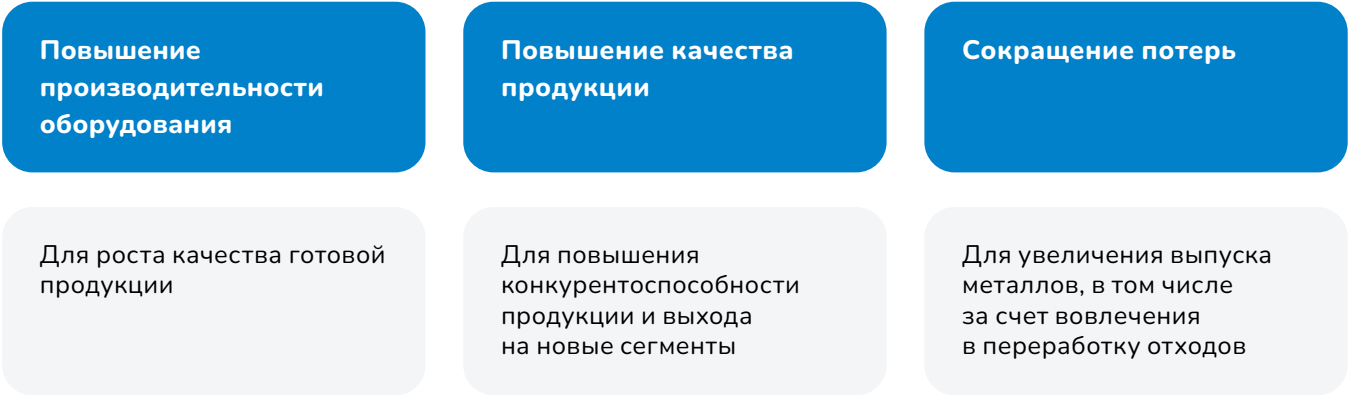
Мобильное приложение NoRiskNN было разработано в качестве альтернативного канала коммуникации в области промышленной безопасности и охраны труда на производственных площадках Компании. Приложение создано для того, чтобы любой сотрудник Компании мог сообщить о выявленном риске или потенциальном происшествии. У сотрудников есть возможность внести информацию о выявленной проблеме в мобильное приложение, а дальше к устранению этой проблемы подключаются координаторы и исполнители. Приложение помогает оперативно выявлять риски и повышать скорость реагирования на них.

В рамках пилотного проекта разработчики приложения NoRiskNN получили обратную связь по улучшению работы системы: предложено добавить пуш-уведомления, создать рейтинговую систему, чтобы внести соревновательный элемент в работу по выявлению рисков, а также добавить возможность прикреплять фотографии к сообщениям.

В 2025 году планируется введение мобильного приложения в промышленную эксплуатацию.



Совершенствование технологии производства



Анализ геологических данных

В Компании продолжается масштабный проект «Разработка и внедрение автоматизированной системы обработки и анализа горно-геологических данных». Проект направлен на создание единой цифровой платформы, обеспечивающей сквозную автоматизацию основных бизнес-процессов горнодобывающего предприятия: геологоразведка, бурение, опробование, управление керном, контроль качества горной массы, планирование, проектирование и выполнение работ по добыче полезных ископаемых, крепление горных выработок, геолого-маркшейдерский подсчет, движение запасов. Для реализации проекта выбрана система MinePRO российского разработчика «ОТ-Ойл», которая дорабатывается под требования «Норникеля».

В 2024 году внедрен функционал, обеспечивающий учет данных планирования и проектирования горных работ, ведение маркшейдерского подсчета.

В планах внедрение функционала, обеспечивающего автоматизацию процессов планирования и выполнения геолого-разведочных работ, геологического подсчета и управления движением запасов полезных ископаемых.

Внедрение системы MinePRO позволит обеспечить качество, доступность и достоверность производственных показателей на всех уровнях Компании, что повлияет на своевременность и результативность принимаемых управленческих решений.

Моделирование подземных взрывных работ

Проект по моделированию подземных буровых работ стартовал в 2023 году. Его цель — снизить долю разубоживания пустой породой и бетоном на проходческих и очистных работах и сократить удельные расходы на буровзрывные работы.

Моделирование предстоящих буровзрывных работ с применением современного программного обеспечения, учитывающих закономерности и взаимосвязи прочностных свойств массива горных пород, позволяет с высокой точностью прогнозировать результаты взрыва и качество дробления пород. Моделирование взрыва позволяет эффективно оптимизировать целевые параметры паспортов бурения и взрыва численными методами, а также провести имитационное моделирование взрыва и повысить его качество в условиях рудника.

В 2024 году была завершена первичная адаптация программного обеспечения по основным типам пород, встречающихся в руднике «Комсомольский», собраны фактические данные тестовых очистных камер, требуемые для проведения точной настройки коэффициентов моделирования.



До конца первого квартала 2025 года планируется завершить настройки коэффициентов моделирования в ПО и провести на руднике опытно-промышленные испытания, в рамках которых будут смоделированы проекты очистного бурения и проведены опытные взрывы для подтверждения плановых показателей проекта и принятия решения о масштабировании.

Оптимизация работ в рафинировании

В 2024 году стартовал проект, цель которого — снижение суммы вторых металлов в концентратах в рафинировочном цехе на Кольской площадке. Проект предполагает автоматическое управление расходом реагентов, регулирование уровня пульпы на секциях флотации и регулирование подачи воды на орошение, что приводит к снижению суммы вторых металлов более чем на 10%.

На текущий момент разработана модель управления флотацией, развернута и протестирована

система на базе «Озера данных», установлен и настроен сервер в рафинировочном цехе. В первом полугодии 2025 года ожидается завершение опытно-промышленной эксплуатации, во втором — планируется перевод системы в промышленную эксплуатацию.

В 2024 году «Норникель» перешел на новую схему обездраживания фاینштейна, которое применяется в рафинировочном цехе Кольской площадки. Она позволяет минимизировать потери драгоценных металлов и тем самым повысить эффективность производства.

Схему обездраживания дробленого фاینштейна внедрили на переделе магнитной сепарации в отделении разделения фاینштейна. С ее помощью драгоценные металлы извлекаются из промежуточных продуктов в процессе получения никеля.

Ранее на этом участке уже выполнялось извлечение драгметаллов из никелевого концентрата. Теперь благодаря новой

схеме распределения потоков есть возможность обездраживать и дробленый фاینштейн.

Инженерную идею реализовали, задействовав мощности, имеющиеся на переделе. Фاینштейн проходит предварительную обработку — измельчается на одной из расположенных в цехе шаровых мельниц — и в виде пульпы подается на магнитную сепарацию. Там уже происходит разделение: драгметаллы в виде магнитной фракции направляются на передел флотации, а немагнитная фракция — обедненный фاینштейн — проходит фильтрацию и затаривается в контейнеры для последующей отгрузки.

Если ранее драгметаллы, содержащиеся в фاینштейне, отправлялись партнерам для дальнейшей переработки, то теперь они остаются в производственной цепочке. Это способствует более эффективному выполнению производственной программы.

Оптимизация работ в обогащении

В Компании продолжают исследования по ионометрическому картографированию и оптимизации ионного состава пульп при флотации медно-никелевых руд на обогатительных фабриках. Установлено, что с помощью ионоселективных электродов можно эффективно контролировать расход некоторых реагентов для повышения качества концентратов, извлечения металлов в концентраты, а также для снижения расхода реагентов. Лабораторные тесты закончены в 2024 году. В 2025 году планируется проведение опытно-промышленных испытаний, после чего возможна реализация проекта по внедрению ионоселективных электродов для контроля и управления технологическим процессом фабрик с приростом извлечения никеля, меди и МПГ.

Для Норильской обогатительной фабрики ведется научно-исследовательская работа, направленная на повышение извлечения МПГ гравитационными методами. Рекомендации, выданные по результатам обследования технологического процесса НОФ, позволили определить потенциальные направления улучшений. Вторым

этапом работ запланированы развернутые лабораторные тесты для подтверждения рекомендаций и выхода на опытно-промышленные испытания в 2025 году.

Увеличение извлечения меди в Забайкальском дивизионе

Проект стартовал в 2023 году, его цель — повышение извлечения меди при сохранении качества медно-золотого концентрата.

В Компании разработан оптимизационный алгоритм управления флотацией на Быстринском ГОКе

на всех этапах операций. В автоматическом режиме осуществляется управление воздухом, уровнем пульпы во флотомашинах, а также подачей некоторых реагентов. Для повышения качества входных данных разработан алгоритм компьютерного зрения, который обеспечивает систему необходимой информацией для управления.

В 2024 году решение запущено в длительную эксплуатацию.

В течение 2025 года планируется оценить стабильность работы алгоритма и определить экономический потенциал проекта. Ведется подготовка к переводу решения в промышленную эксплуатацию.

Высокотехнологичные продукты

Центр палладиевых технологий

На сегодняшний день в портфеле Центра более 25 новых продуктов с применением палладия по трем направлениям на разных стадиях готовности: зеленые технологии, высокотехнологичные материалы и традиционные применения.

В 2024 году проходили активные опытно-промышленные и промышленные испытания новых материалов для водородной энергетики: катализаторов для электролизеров, мембран для получения сверхчистого водорода и катализаторов топливных элементов. В 2025 году ожидаются первые коммерческие поставки материалов. В отчетном году успешно завершены промышленные испытания и произведена первая коммерческая партия новых палладий-содержащих анодов для обеззараживания воды методом электролиза. Кроме этого, успешно завершены промышленные испытания фильерных питателей для производства стекловолокна с токоподводами на базе палладия, в 2025 году планируется доработка продукта с внедрением палладия в конструкцию сплава.

В 2025 году Компания планирует завершить фундаментальное исследование в области электротранспорта по внедрению новых палладиевых катализаторов в состав литиево-серных аккумуляторов для увеличения их ресурса и мощности.

По предварительным оценкам, замена литиево-ионного аккумулятора на литиево-серный с палладиевым катализатором может увеличить дальность хода электротранспорта в несколько раз.

В долгосрочной перспективе планируется вывести на рынок более 100 новых палладий-содержащих материалов, которые, по оценке Компании, создадут не менее 40–50 тонн нового спроса на металл к 2030 году.

Батарейные материалы

В сентябре 2024 года «Норникель» объявил об открытии Батарейного технологического центра в Санкт-Петербурге. Проект направлен на развитие технологических компетенций Компании в перспективном секторе никельсодержащих катодных активных материалов — одного из ключевых компонентов для современных аккумуляторов.

Новый центр сосредоточится на разработке и исследованиях батарейных материалов на базе уникального по российским меркам технологического оборудования, позволяющего осуществлять весь цикл синтеза и тестирования в специализированных условиях.

В 2024 году на базе научного центра «Норникеля» были получены первые образцы катодных материалов спецификации

NCM 811+, также планируются дальнейшие исследования для разработки новых продуктов.

Металлические порошки

Порошковая металлургия — экономически выгодная альтернатива механической обработке деталей из металла. Она позволяет создавать изделия с уникальными свойствами, значительно повышать коэффициент использования металла и конкурентоспособность конечной продукции.

В 2024 году Компания разработала и изготовила несколько прототипов металлических порошков из жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта. Такие порошки обладают сферической формой и специальными технологическими свойствами, которые позволяют применять их в широком спектре аддитивных технологий, таких как 3D-печать, инъекционное формование металла, нанесение покрытий, горячее изостатическое прессование и др. Далее возможно производство высокотехнологичных деталей сложной структуры, которые применяются в космической, авиационной, энергетической и медицинской отраслях. Произведенные «Норникелем» прототипы порошков были протестированы в нескольких ведущих китайских компаниях — производителях оборудования для аддитивных технологий. Получены положительные отзывы, подтвержденные сертификатами качества.



Развитие корпоративных бизнес-процессов

Экосистема «Озеро данных»

Одним из базовых элементов корпоративного цифрового пространства является «Озеро данных» — масштабируемая платформа цифровизации технологических и бизнес-процессов, которая предназначена для хранения и анализа данных всей Группы и обеспечения синергетического эффекта за счет обогащения внешних систем новой информацией. В экосистему уже введены интеграционные потоки данных с основных производственных площадок «Норникеля».

Для экосистемы был разработан собственный фреймворк, упрощающий подключение и обработку данных с датчиков оборудования на основе передовых решений с открытым кодом. Существующие решения позволяют интегрировать модели машинного обучения и получать аналитическую отчетность, настраивать произвольные расчеты и проводить базовые проверки качества показателей без дополнительной разработки отдельных компонентов.

«Озеро данных» построено на продуктах российского производства и системах с открытым исходным кодом и состоит из четырех основных направлений:

- Data Platform — хранение и обработка больших данных;
- среда контейнеризации — запуск ML¹-приложений и Industrial ML-инстансов;

- ML Platform (ML-среда) — корпоративная платформа для разработки и запуска в производственные процессы ML-решений;
- ML-кластеры — геораспределенная инфраструктура ML для запуска решений на производственных площадках.

Data Platform и ML Platform в 2024 году официально запущены в промышленную эксплуатацию. К «Озеру данных» подключены основные MES-системы² производственных площадок.

В 2025 году планируется ввести в промышленную эксплуатацию ML-кластеры на Кольской площадке и Талнахской обогатительной фабрике. ML-кластер на Кольской площадке позволит запускать инновационные решения одновременно на нескольких фабриках — это мегакластер на производственной площадке. На 2026 год запланирован запуск ML-кластера на Норильской обогатительной фабрике.

Перечисленные ML-кластеры направлены в основном на решение двух задач:

- сокращение времени реализации цифровых производственных проектов за счет отсутствия необходимости многократно проектировать и реализовывать интеграционную инфраструктуру;
- снижение аналитической нагрузки на системы управления/диспетчеризации производства.

Интегрированный документооборот

В 2024 году продолжилось развитие программы «Интегрированный документооборот». Она нацелена на комплексное повышение качества и оперативности работы, трансформации и технологического развития документарного обеспечения бизнес-процессов.

Результатом проектной и операционной деятельности в 2024 году стал перевод всех предприятий Группы на юридически значимый электронный документооборот (ЭДО).

Увеличен объем автоматизации рутинных операций по отражению кредиторской задолженности.

Соблюдены законодательные требования по обеспечению ЭДО машиночитаемыми доверенностями: реализовано решение по выпуску и контролю состояния машиночитаемых доверенностей, дополнительно обеспечившее юридическую значимость при подписании документов электронной подписью.

Расширен объем электронного договорного документооборота, запущены процессы подписания наряд-заказов в электронном виде. С момента старта опытно-промышленной эксплуатации два предприятия Группы перевели 100% трафика наряд-заказов в электронный формат.

Наработанные практики позволили эффективно применить функционал для задач налогового мониторинга и обеспечить выполнение требований о предоставлении документов в ФНС России.

Мобильное приложение «Суперника»

В «Норникеле» разработали и внедрили первое российское корпоративное приложение «Суперника» в 2023 году. Сервис объединил в себе цифровые сервисы для сотрудников и менеджмента, личный кабинет сотрудника, мессенджер и единый медиацентр. Благодаря ему круглосуточно любой сотрудник имеет доступ ко всем имеющимся ресурсам со своего мобильного телефона.

Менее чем за год продуктивной эксплуатации системы «Суперника» пользователями

корпоративного приложения стали более 80 тыс. сотрудников Компании.

Новые цифровые сервисы проектируются сразу с учетом последующей интеграции в приложение «Суперника». В 2024 году приложение дополнено сервисом «Средства индивидуальной защиты», благодаря которому сотрудники могут полноценно работать с информацией о СИЗ.

Кадровый электронный документооборот

Готовится к переходу в опытно-промышленную эксплуатацию система кадрового электронного документооборота (КЭДО). В 2024 году были выполнены все необходимые настройки на базе отечественной платформы Directum RX и проведены подготовительные работы для старта в главном офисе. Внедрение

системы позволит минимизировать использование бумажных документов, увеличит производительность труда специалистов, сопровождающих кадровые процессы, позволит провести технологическую унификацию документарного обеспечения бизнес-процессов, а также даст возможность прогнозировать и быстро реагировать на внутренние и внешние изменения, связанные с обеспечением документооборота в кадровых и социальных бизнес-процессах.

В течение 2024 года существенно расширен функционал ключевых корпоративных систем и сервисов для сотрудников и руководителей «Норникеля». Это позволит оптимизировать и качественно повысить эффективность внутренних бизнес-процессов, включая кадровое администрирование, Кардинальные правила безопасности, обучение, оценку персонала и ряд других важных функций.



¹ Машинное обучение.

² Информационные системы, предназначенные для управления производственными процессами на предприятиях.