DOI 10.33920/pro-01-2307-03
УДК 004.942

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОБХОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

И.Н. Антоненко,
начальник отдела маркетинга ООО «НПП «СпецТек»

Уже несколько лет отмечается взрывной рост применения мобильных компьютерных устройств (МКУ), таких как планшеты или смартфоны, и специальных мобильных приложений в практике обходов оборудования. Это связано, с одной стороны, с повышением вычислительной мощности МКУ, с другой стороны — потребностями повышения качества обходов. В статье представлен проект цифровизации обходов оборудования, реализованный на крупном промышленном предприятии.
Ключевые слова: *цифровизация, управление активами, TOuP, обходы оборудования, информационные системы, мобильные приложения.*

DIGITALIZATION OF PROCESS EQUIPMENT ROUNDS AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

I.N. Antonenko,
head of the marketing department SpetsTek LLC, Saint-Petersburg

For several years now, there has been an explosive growth in the use of mobile computing devices and special mobile applications in equipment rounds. This is due to an increase in the computing power of the devices and to the need to improve the quality of rounds. The article presents a project for the digitalization of equipment rounds, implemented at a large industrial enterprise.
Key words: *digital transformation, asset management, maintenance and repair, inspection of work equipment, information systems, mobile apps.*

Введение

Обходы и осмотры оборудования имеют своей целью раннее выявление и своевременное устранение дефектов. Дефект может быть причиной отказа и в этом смысле он предвестник отказа. Согласно стандарту [1], дефект — это каждое отдельное несоответствие объекта требованиям, установленным в документации.

Следовательно, дефектом является видимое повреждение объекта, протечка смазки или воды, утечка сжатого воздуха, определяемая на слух вибрация, которой не должно быть, измеряемое отклонение параметров от номиналь-

ных значений и т.д. При этом дефект или повреждение, согласно тому же стандарту, приводят объект в неисправное состояние при сохранении его работоспособного состояния. То есть объект с дефектом способен выполнять свои функции.

В этой связи обходы технологического оборудования дежурным оперативным персоналом имеют очень большое значение для обеспечения надёжности. Они являются частью процесса управления несоответствиями, который включает в себя также анализ первопричин, планирование и выполнение работ по предупреждению и устранению несоответствий, анализ повреждаемости оборудования и оценку эффективности.

Основной проблемой обходов является влияние человеческого фактора. Действительно ли работник выполнил тот обход, о котором он внес запись в оперативный журнал? Соблюдал ли он маршрут обхода или отклонился от него? Он непосредственно осмотрел все объекты или на какой-то из них только взглянул издалека? Насколько точно он идентифицировал обнаруженную проблему? Эти вопросы остаются открытыми при организации обходов с блокнотом руках, а передаваемая обходчиком информация может быть искаженной, неполной, неточной и совершенно ошибочной. Но главное — это принятие решений на такой шаткой основе.

Помимо субъективного фактора есть и объективные проблемы: организации обходов «по старинке» чревата задержками важной информации и риском опоздать с принятием решений по факту обнаруженной проблемы, а также излишней трудоемкостью записи и последующего переноса данных с одного носителя на другой.

В этой связи весьма актуальной является задача цифровизации процессов обхода и осмотра технологического оборудования.

Основная часть

Проект в КАО «Азот»

КАО «Азот» производит аммиачную селитру и капролактам из исходного сырья, которым является природный газ и атмосферный азот. Предприятие занимает второе место в России по выпуску капролактама и пятое — по азотным удобрениям, является основным поставщиком аммиачной селитры для горнодобывающей отрасли Сибири и Дальнего Востока.

Производство «Азота» осуществляется сложным комплексом технологического оборудования, машин, зданий и сооружений. Необходимо обеспечивать требуемый уровень его надёжности, предупреждать отказы, оптимизируя при этом затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР).

Учитывая проблематику организации и выполнения обходов, руководством КАО «Азот» (Заказчик) было принято решение о внедрении Электронной системы обходов оборудования (ЭСО), которая обеспечила бы:

- повышение уровня контроля за выполнением обходов;
- повышение достоверности данных, получаемых в результате обходов;
- сокращение времени между фиксацией дефекта в цеху и получением этих данных лицами, принимающими решения.

Исполнителем проекта выступила компания НПП «СпецТек» — профессиональный консультант и российский разработчик программного обеспечения в области управления физическими активами на всех этапах их жизненного цикла в организации, включая этап эксплуатации и ТОиР.

Техническим заданием на проект была поставлена задача создать ЭСО в виде многопользовательской системы сбора, учета и анализа данных о результатах обходов оборудования с использо-

ванием мобильных устройств и Web-технологий [2].

С этой целью в аппаратное обеспечение ЭСО были включены:

• *мобильные компьютерные устройства (смартфоны, планшеты)* — для непосредственных исполнителей обходов;

• *десктопные рабочие места* — для экспертов, создающих маршруты обходов, а также для планировщиков обходов и для администраторов ЭСО, ведущих реестр активов, поддерживающих справочники НСИ, управляющих ролями пользователей и т.д.;

• *NFC-метки* — для идентификации объектов осмотра путем размещения этих меток непосредственно на оборудовании.

При этом мобильные компьютерные устройства (МКУ) и NFC-метки были поставлены Исполнителем проекта, а наличие десктопных рабочих мест было обеспечено Заказчиком.

В основу ЭСО положен программный комплекс TRIM — отечественная система управления физическими активами, внесённая в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных (правообладатель — НПП «СпецТек»). В структуру поставленного Заказчику пакета прикладных программ TRIM вошло мобильное приложение «TRIM-Mobile», а также модули «TRIM-Техобслуживание», «TRIM-Каталог», «TRIM-Документооборот», «TRIM-Персонал», «TRIM-Администратор» и «TRIM-WWW».

Приложение «TRIM-Mobile» развернуто на мобильных устройствах исполнителей обходов. Доступ экспертов и планировщиков обходов к функциям TRIM реализован через браузер и Web-интерфейс. Администраторы системы обращаются к функциям TRIM через многооконный интерфейс.

Этапы реализации проекта

На первом этапе реализован пилотный проект ЭСО в двух цехах: цех аммиака-1 и цех карбамида. Приложение «TRIM-Mobile» установлено на 40 МКУ, выполнена их настройка. Обучены пользователи. Проведена двусторонняя интеграция с системой «Галактика ERP».

Совместными усилиями участников проекта создана база данных ЭСО-1 по маршрутам обходов и картам осмотров: сотрудники Заказчика собрали информацию в Excel-шаблоны, а специалисты Исполнителя загрузили ее в ЭСО-1. Посредством модуля интеграции из системы «Галактика ERP» в базу данных ЭСО-1 загружены данные по оборудованию и НСИ по дефектам, а также изображения карт маршрутов обходов для их наглядной визуализации на мобильных устройствах.

Предприятию поставлены NFC-метки для идентификации объектов осмотра (по 200 меток в каждый цех) с охватом 50% оборудования цеха аммиака-1 и цеха карбамида. Они были установлены сотрудниками Заказчика на подконтрольном оборудовании, а специалисты Исполнителя привязали их к соответствующим объектам в базе данных ЭСО-1.

Содержанием второго этапа (ЭСО-2) стало масштабирование системы путем расширения охвата оборудования в цехах аммиака-1 и карбамида, и охвата цехов аммиака-2, № 13, № 15, цеха газового сырья. С этой целью Заказчику поставлено соответствующее количество NFC-меток.

Создана база данных ЭСО в объеме более 480 маршрутов обходов и более 5000 карт осмотров, мобильное приложение «TRIM-Mobile» развернуто на более чем 200 мобильных устройствах. Проведена подготовка пользователей, количество пользователей к концу этапа — более 1000. Выполнены работы по функциональному развитию ЭСО по опыту первого этапа.

На третьем этапе ЭСО охватила все технологические цеха КАО «Азот». Вы-

полнено масштабирование системы еще на 12 цехов, в том числе 10 цехов производства Капролактама (Анон-2, Анон-3, Гидрирование-3, ГАС, Кальцинированная сода, Лактам-2, Лактам-3, Серная кислота, Сульфат аммония, Цех Водорода), а также ЦТС и НОПСВ. Создана база данных ЭСО-3 (оборудование 12-ти цехов, 300 должностей и профессий, около 400 маршрутов обходов, порядка 6000 осмотров).

Выполнены работы по модификации функционала системы, по доработке мобильного приложения. Так, если на предыдущем этапе маршруты обходов создавались в одном приложении, а планировать обходы надо было в другом, то теперь это осуществляется в одном приложении. И если на этапе 2 создание маршрута обхода занимало несколько часов и фактически делалось вручную, то теперь система автоматически предлагает возможные варианты, и весь процесс создания обхода занимает 10–15 минут. Все это позволило на порядок сократить временные затраты на создание маршрутов обходов и их планирование.

В рамках третьего этапа были также поставлены NFC-метки (до 1500 новых меток). Настроены новые МКУ (более 200) и установлено мобильное приложение. Проведена подготовка новых пользователей, разработаны для них инструкции. Проведен инструктаж пользователей предыдущего этапа с изучением новых функциональных возможностей системы.

Общие количественные параметры ЭСО-3 к концу этапа: 1896 пользователей системы, из которых 229 имеют статус эксперта; объектов осмотра в базе данных — более 19 500; NFC-меток около 3000; около 500 МКУ в системе. На момент ввода в эксплуатацию в системе ежемесячно планируется около 20 тысяч осмотров и около тысячи маршрутов обходов.

Результаты проекта

Обходчики получили на руки инструмент — МКУ с установленным приложением «TRIM-Mobile». Мобильный персонал с помощью такого МКУ получает удалённый доступ к данным в корпоративной информационной системе, и наоборот, может с него вводить данные в систему, находясь при этом в цеху и продвигаясь по маршруту обхода.

Перед проведением обходов происходит выгрузка заданий на выполнение обходов на мобильные устройства, с распределением их индивидуально по исполнителям (рис. 1). Обходчик может видеть на своём МКУ весь объем его задач на смену. На его МКУ также выгружаются фрагмент базы данных по оборудованию, в той части, по которой предстоит обход, электронный чек-лист визуального осмотра и документация к обходу.

На экране МКУ отображается карта обхода с точками замера параметров. Система гибкая, и руководитель цеха может задать необходимую периодичность и последовательность маршрута — в зависимости от технологической ситуации.

Обходчик, продвигаясь по маршруту, с помощью МКУ считывает с каждой единицы оборудования её уникальную RFID-метку (NFC). По коду этой метки в базе данных автоматически идентифицируется соответствующий объект осмотра, а информация по нему выводится на экран МКУ.

По этой же метке место нахождения обходчика ставится в соответствие с этим объектом. Благодаря этому руководитель видит на своем компьютере, где находится обходчик, соблюдает ли он маршрут обхода. Тем самым обеспечивается наблюдаемость обходов и повышается персональная ответственность за их выполнение.

На сенсорном экране МКУ обходчик заполняет чек-лист визуального осмотра каждой единицы оборудования, вво-

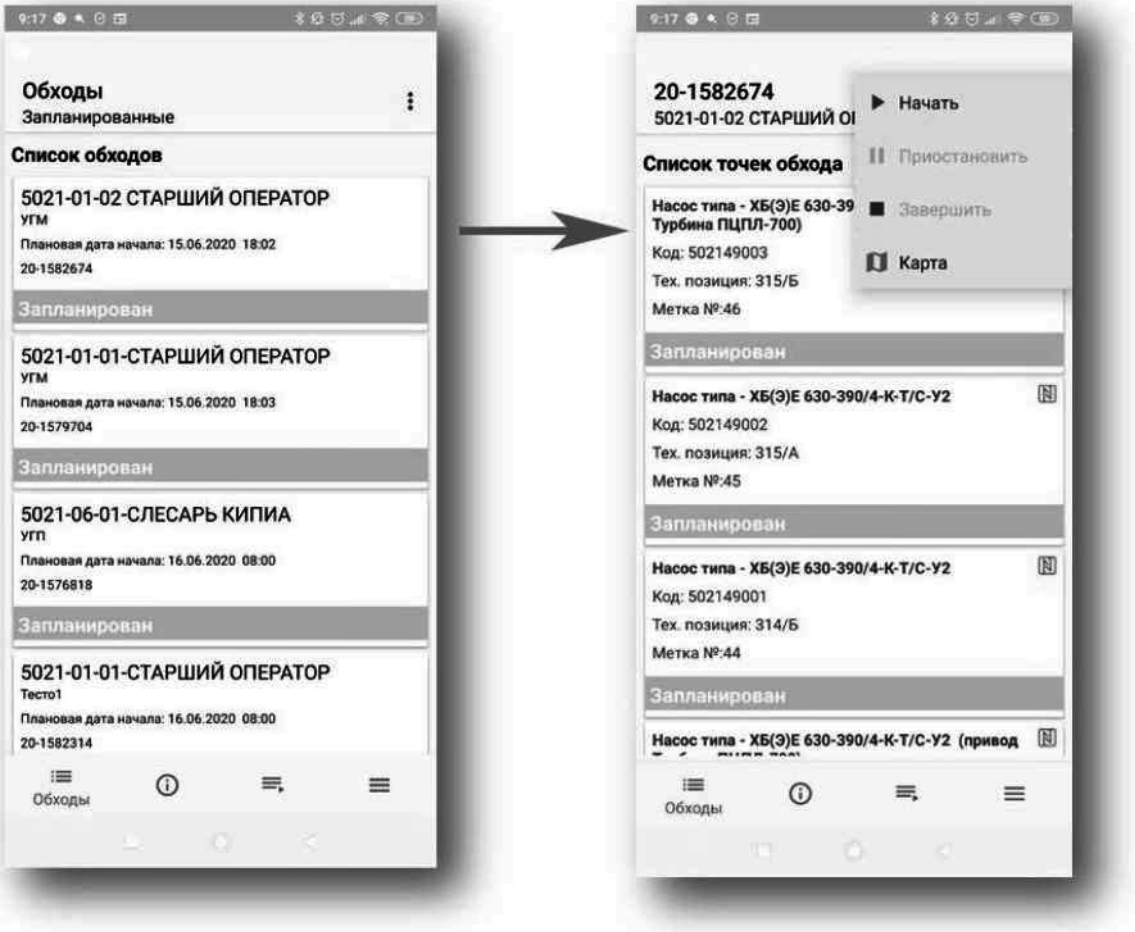

Рис. 1. Список запланированных обходов и структура обхода

дит контролируемые технологические параметры или параметры технического состояния (рис. 2). Соответствующий интерфейс и логика мобильного приложения «TRIM-Mobile», обязательные к заполнению поля и позиции чек-листа обеспечивают полноту собираемых данных и соблюдение внешних и внутренних регламентов сбора данных [3]. Система защищена от некорректного ввода данных путём автоматической блокировки несуществующих (невозможных) значений.

Обходчик также на МКУ регистрирует обнаруженные дефекты, вводит их описания (в терминах «посторонний шум», «вибрация», «протечка масла» и так далее), в том числе производит их фото- или видео фиксацию, при этом дефект с описанием и фото/видео привязывается в базе данных к соответствующей единице оборудования или узлу. Тем самым обеспечивается точность данных о характере и локализации дефекта.

Если в ЭСО зарегистрирован дефект, то в течение часа информация о нем попадает в корпоративную систему управления и становится доступна лицам, принимающим решения. Таким образом, ЭСО позволила в режиме реального времени фиксировать дефекты, их характер и точную локацию, а значит сократить время между осмотром оборудования и получением результатов осмотра лицами, осуществляющими управление надежностью.

Эффективность

В базе данных ЭСО накапливается статистика выполнения обходов с воз-

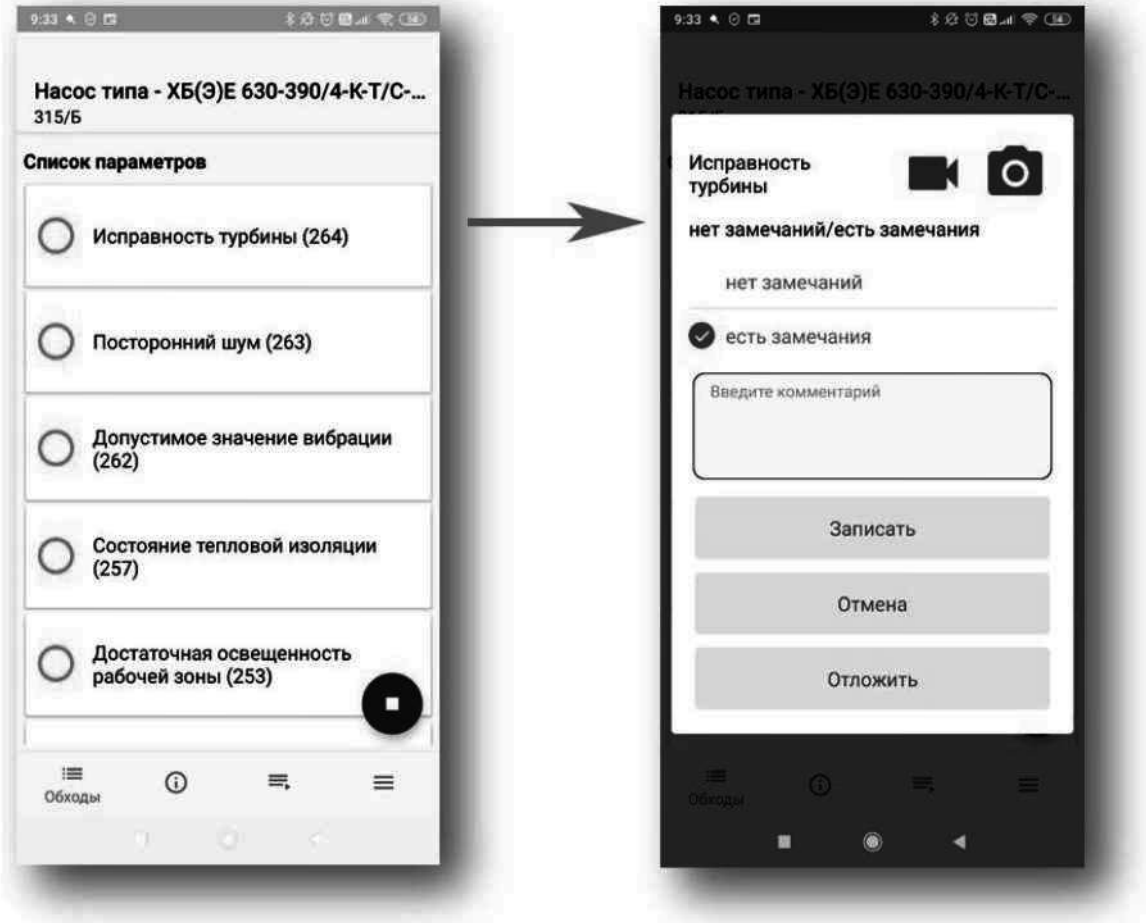

Рис. 2. Чек-лист осмотра и регистрация несоответствия

можностью фильтрации не только по цехам, но и по каждому исполнителю обхода. Тем самым повышается ответственность исполнителей и появилась возможность оперативно проводить анализ выполняемости обходов. Можно выполнить анализ данных по конкретному работнику за определенный период времени, с учетом результатов осмотров и замечаний. Возможна выборка данных по заданному объекту, результатам его осмотров за любой интервал времени.

Результаты обходов в реальном времени отображаются на мониторе соответствующего руководителя (рис. 3).

Эксплуатация системы показала, что количество обнаруженных дефектов значительно возросло — в каких-то цехах в разы, а в каких-то даже в десятки раз. Это значит, что качество и выполняемость обходов существенно повысились.

Источник экономического эффекта реализованного проекта состоит в том, что предупреждаются внеплановые простои оборудования. Это достигается за счет предупреждения отказов благодаря своевременному обнаружению и устранению дефектов.

Своевременное обнаружение и устранение дефектов, в свою очередь, обеспечивается за счет сокращения времени между осмотром оборудования и поступлением результатов осмотра руководству, повышения достоверности информации о зарегистрированных дефектах, повышения выполняемости обходов оборудования.

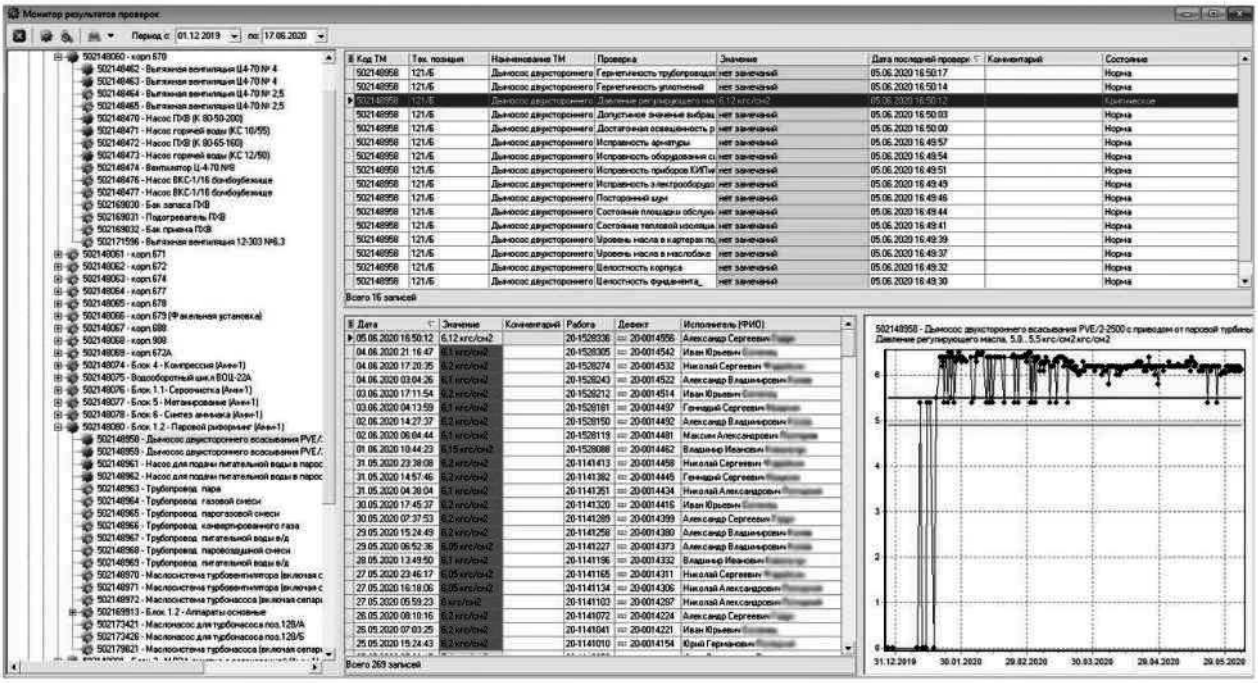

Рис. 3. Монитор результатов осмотров

Заключение

Одним из наиболее значимых достижений цифровизации в промышленности является включение «полевого персонала» в цифровой контур управления предприятием — обходчиков, операторов технологических установок, ремонтников, сервисных инженеров [4].

Если раньше работа в системе управления предприятием была привилегией в основном заводоуправления и руководителей до начальника цеха, то теперь достигнутая вычислительная мощность мобильных компьютерных устройств (смартфоны, планшеты, коммуникаторы) позволила подключить к ней линейный персонал.

Это значит, что непосредственный источник первичной информации стал ближе к потребителю этой информации — т.е. к руководству всех уровней. Соответственно, устранены промежуточные звенья, которые ранее готовили «справки на верх», повысилась оперативность и достоверность данных.

Однако, такое использование цифрового сервиса предполагает активное участие человека в идентификации дефектов и отказов, что при недостатке квалификации может повлечь ошибки.

В этой связи перспективным направлением цифровизации обходов в промышленности и энергетике является использование технологий машинного зрения с применением распознавания образов. Эти работы включают в себя разработку алгоритмов и формирование баз данных по изображениям дефектов.

Предполагается, что система будет автоматически сравнивать зафиксированное при обходе изображение дефекта с имеющимися в базе данных, распознавать возникший дефект, и предпринимать соответствующие действия — информировать, регистрировать дефект, создавать заявку на выполнение работу по устранению дефекта.

Список литературы

1. ГОСТ Р 27.102-2021 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и оп-

ределения. М.: Стандартинформ, 2021. — 40 с.

2. *Молчанов А.Ю.* Использование Web-интерфейса в информационных системах управления активами// Автоматизация в промышленности. — 2021. — №8. — С. 20–25.

3. *Антоненко И.Н.* Семь шагов к эффективному управлению данными о производственных активах // Химагрегаты. — 2022. — №2(58). — С. 28–32.

4. *Антоненко И.Н.* Информационное сопровождение и управление деятельностью мобильного персонала// Главный механик. — 2020. — №11 (207). — С. 8–17.

References

1. GOST R 27.102-2021 Nadezhnost' v tekhnike. Nadezhnost' ob"yekta. Terminy i opredeleniya. M.: Standartinform, 2021. — 40 s.

2. *Molchanov A.YU.* Ispol'zovaniye Web-interfeysa v informatsionnykh sistemakh upravleniya aktivami// Avtomatizatsiya v promyshlennosti. — 2021. — №8. — S. 20–25.

3. *Antonenko I.N.* Sem' shagov k effektivnomu upravleniyu dannymi o proizvodstvennykh aktivakh // Khimagregaty. — 2022. — №2(58). — S. 28–32.

4. *Antonenko I.N.* Informatsionnoye soprovozhdeniye i upravleniye deyatel'nost'yu mobil'nogo personala// Glavnyy mekhanik. — 2020. — №11 (207). — S. 8–17.

НАДЕЖНЫЙ ПРОВОДНИК В МИРЕ ПРИБОРОВ И АВТОМАТИКИ

kip.panor.ru

КИП и АВТОМАТИКА ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Производственно-технический журнал «КИП и автоматика: обслуживание и ремонт» для специалистов в области приборостроения, систем промышленной автоматизации, измерительных технологий, компьютерной техники.

Без эффективного обслуживания и ремонта систем КИП и автоматики невозможно организовать современное производство промышленной продукции, обеспечить внедрение новой техники и инновационных технологий. Во всех тонкостях этой работы поможет разобраться данное издание.

Наши эксперты и авторы:

Пасынков В.И., ПО «Спецавтоматика»; Выгодин Д.А., ООО «КИП-сервис»; «Систем Сенсор Фаир Детектор», Нагиев И.Н., канд. техн. наук; Тыдыкова Г.И. и Шишов В.Н., ВНИИ метрологии; Алексеев А.А., ЗАО «ЭМИКОН»; Громов Д.Н., НПО «КонтрАвт»; Ласкин Г.В., КубГТУ; Никонов В.А., заслуженный метролог России, ОАО НПП «Эталон»; Привалов М.С., канд. техн. наук; ЗАО «РТ-Софт»; Андреев В.С., ОАО «Эфиры» и многие другие специалисты в области КИПиА.

Председатель редакционного совета журнала — проф. Красовский В.Б., ученый секретарь Института электронных управляющих машин им. И.С. Брука.

Издается при информационной поддержке Российской инженерной академии, Института электронных управляющих машин, ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева, ВНИИ метрологической службы и Союза машиностроителей.

Ежемесячное издание.

Распространяется по подписке и на тематических мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Рынок литературы
- Инновационные технологии и оборудование
- Интегрированные датчики
- Бесконтактные измерения
- Автоматизация
- Автоматика
- Обслуживание и ремонт
- Советы профессионалов
- Метрология

На правах рекламы

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ

84818

П7210

Для оформления подписки через редакцию пришлите заявку в произвольной форме по адресу электронной почты podpiska@panor.ru или позвоните по тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный).