



# ВТОМАТИЗАЦИЯ

в промышленности





## Учредители:

Университет новых информационных технологий управления при ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской Академии наук, ООО Издательский дом "ИнфоАвтоматизация"

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации ПИ № 77-13085 Входит в списки научных журналов ВАК Министерства образования РФ.

Подписные индексы:  
электронный каталог  
"Почта России" – П7753

## Главный редактор

АРИСТОВА Н.И.

## Редакционная коллегия:

Аристова Н.И., к.т.н., Бажанов В.Л., к.т.н., Балабанов А.В., д.т.н., Бернер Л.И., д.т.н., Васильев Н.П., к.т.н., Данилов А.А., д.т.н., Деревяго Е.В., Денисова Л.А., д.т.н., Дозорцев В.М., д.т.н., Егоров Е.В., к.ф.-м.н., Жиров М.В., д.т.н., Захаров Н.А., к.т.н., Зилов М.О., к.т.н., Касимов А.М., д.т.н., Калашников А.А., к.т.н., Калянов Г.Н., д.т.н., Коростелев А.Я., к.т.н., Крошкин А.Н., к.т.н., Лившиц И.И., д.т.н. Мартинов Г.М., д.т.н., Мещеряков В.А., д.т.н., Мошаров В.Е., д.т.н., Мясиков Д.В., к.т.н., Неклюдов А.В., Новиков Л.В., д.ф.-м.н., Павлов Б.В., д.т.н., Перцовский М.И., к.ф.-м.н., Пронякин В.И., д.т.н., Рапорт Л.Б. д. ф.-м.н., Решетников И.С., к.т.н., Торгашов А.Ю., д.т.н. Харазов В.Г., д.т.н., Хоботов Е.Н., д.т.н., Целищев Е.С., д.т.н., Цукерман Ю.Д., Чадаев В.М., д.т.н., Яковис Л.М., д.т.н.

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут быть полностью или частично воспроизведены без письменного разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов материалов.

За достоверность сведений, представленных в журнале, ответственность несут авторы статей и рекламодатели.

## Адрес редакции:

117997, Москва, ул. Профсоюзная, 65, ИПУ РАН, офис 360.  
Телефоны: (926) 212-60-97  
E-mail: avtprom@ipu.ru  
info@avtprom.ru  
http://www.avtprom.ru  
ISSN 1819-5962

Подписано в печать 08.12.2021  
Формат 60x88 1/8. Бумага кн.-журн.  
Печать офсетная  
Заказ 12/21  
Отпечатано в типографии  
ООО "ОПК"

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>Указатель статей, опубликованных в 2021 г.</b>  | 3  |
| <b>Производственные автоматизированные системы</b>   |    |
| <i>Фарунцев С.Д.</i> Комплексная система усовершенствованного управления объектами газовой сепарации, обезвоживания и подогрева нефтяной эмульсии установки подготовки нефти                     | 7  |
| <i>Голубев А.В., Никоноров А.Н., Муравьев И.К.</i> Особенности взаимодействия программно-технических комплексов и систем моделирования в учебно-исследовательских АСУТП                          | 17 |
| <b>Алгоритмическое и программное обеспечение</b>   |    |
| <i>Хатимов М.Р., Герасимов Е.Л., Беспалов И.И., Рыжов Д.А.</i> Основные преимущества обновленного программного обеспечения СУУТП Platform for Advanced Control and Estimation                    | 24 |
| <i>Тихомиров Л. И., Лехтцинд В.В.</i> Информационные центры управления производственными активами — ключевой элемент повышения эффективности ТОиР  | 28 |
| <b>Технические средства автоматизации</b>  |    |
| <i>Тихомиров О.И., Калашникова Н.Н.</i> Применение высокоэнергоэффективных электродвигателей и частотно-регулируемых приводов для сокращения энергопотребления                                   | 32 |
| <i>Андреев Г.Т., Внук В.В., Левицкий А.В., Николаев П.М., Никуленко А.А., Шардин А.О., Юстус А.А.</i> Изготовление имитаторов льда из фотополимерных материалов с учетом их механических свойств | 36 |
| <b>Автоматизированные системы управления пожарозврывозащитой</b>   |    |
| <i>Оспанов К.К.</i> Анализ риска аварий на примере установки гидроочистки дизельного топлива   | 40 |
| Сверху видно лучше: дроны приходят на помощь во время пожаров и стихийных бедствий   | 43 |
| <b>Мониторинг и техническая диагностика в промышленности</b>   |    |
| <i>Абидова Е.А., Дембицкий А.Е., Симакова Н.А., Ланкис А.А.</i> Использование энтропийных преобразований в диагностических комплексах  | 44 |
| <b>Применение средств автоматизации</b>  |    |
| <i>Ващенко П.А.</i> Комплекс роботизированных модулей для механообработки деталей типа «Втулка»  | 49 |
| <i>Монастырский А.В.</i> Усовершенствование технологии производства отливки «рама» с помощью моделирования   | 52 |
| <b>Применение средств автоматизации</b>  |    |
| <i>Газиев И.Ф., Садовникова С.В.</i> Опыт создания информационной системы управления проектами   | 55 |
| <i>Киселев С.Г., Грибко В.В.</i> О создании качественного календарно-сетевых графика   | 59 |
| <b>События</b>   |    |
| Лауреаты премии IT Stars им. Георгия Генса в 2021 г.   | 62 |
| Intel® Experience Day 2021: суперсилы для развития бизнеса   | 64 |

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ — КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОИР

Л.И. Тихомиров, В.В. Лехтцинд (Группа компаний ИПС)

Представлен современный подход к повышению эффективности управления техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) производственных активов предприятия с помощью Информационных центров управления производственными активами (ИЦУА ТОиР) на базе SAP ERP. Решение позволяет повысить производительность труда специалистов ТОиР за счет концентрации всех действий по планированию и управлению процессами ТОиР в «едином информационном окне». Такая концентрация создает синергетический эффект, позволяя снизить трудозатраты на ввод и обработку данных, повышает экономическую обоснованность принимаемых управленческих решений. Гибкая настройка позволяет создавать различные варианты центров применительно к различиям в специфике деятельности специалистов разных направлений ТОиР. Представлен пример проекта по внедрению комплекта из программных модулей, построенных на основе единого решения «Информационный центр планирования и управления техническим обслуживанием и цифровой паспортизации» для ПАО «Казаньоргсинтез».

Ключевые слова: техническое обслуживание и ремонт оборудования, ТОиР, информационный центр управления, производственные активы, управление данными, предиктивная аналитика, ключевые показатели деятельности (KPI).

### Введение

Исторически так сложилось, что отечественные предприятия начинают свою информатизацию с внедрения учетных систем: бухгалтерских, управленческих, налоговых. Далее автоматизируются системы управления производством, продажами, закупками. И только после этого приступают к автоматизации работы инженерных и производственных служб, обеспечивающих техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) оборудования, поскольку бизнес-руководство компаний традиционно рассматривают их как «центры убытков».

В действительности ТОиР является «щитом» от незапланированных убытков, возникающих в результате поломок, технических проблем, простоев производства. Этот ущерб может быть весьма значительным. Особенно это касается компаний нефтегазового, нефтеперерабатывающего сектора, оборудование которых работает в экстремальных условиях — от холодной Сибири до жаркого Ближнего Востока. Сбой в работе может привести к весьма серьезным последствиям, вплоть до техногенных катастроф, ущерб от которых порой измеряется миллиардами рублей.

Поэтому за последнее десятилетие почти все крупные компании внедрили у себя в том или ином объеме компьютеризированные системы управления ТОиР, используя для этого самые разные программно-технические платформы, представленные сегодня на рынке. Но, даже когда приходит понимание необходимости серьезного отношения к ремонту и обслуживанию техники, возникает ряд проблем.

Как правило, в уже внедренных на предприятиях ИТ-системах зачастую нет достаточного объема технических данных, характеризующих фактическое состояние оборудования, условия его работы, характер и причины сбоев и т.д. Даже если информация о сбоях и отказах оборудования имеется в ИТ-системах, она никак не связана с финансово-экономической частью этих систем. В них обыч-

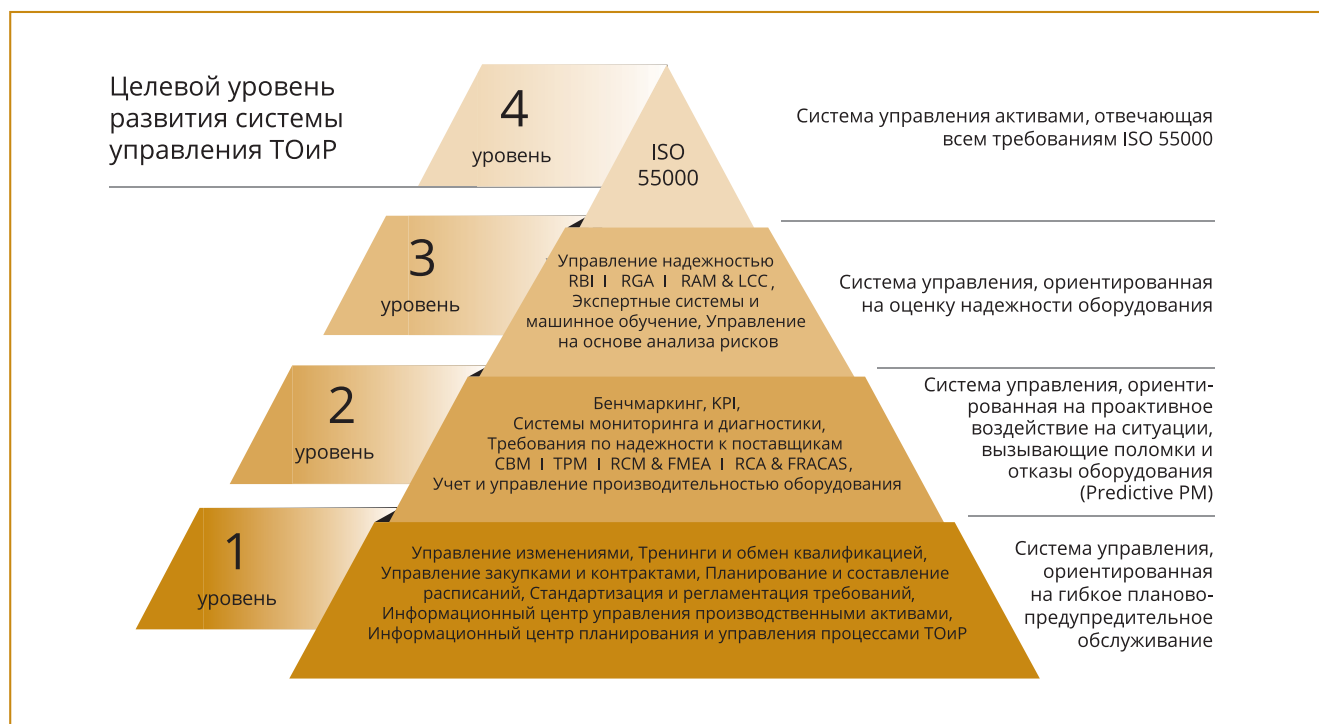
но отсутствуют инструменты для сведения данных воедино, их анализа и обработки с целью оценки влияния процессов ТОиР на общие финансово-экономические показатели компании. Отсутствуют возможности проанализировать причины сбоев, оценить их последствия. Неясно, когда и какие именно меры необходимо принимать для профилактики сбоев. Даже если у предприятия есть минимальный набор аналитических инструментов, зачастую он не используется из-за недостаточной подготовки как самих разработчиков систем, так и конечных пользователей.

Очевидно, что построение эффективной системы управления производственными активами (а процессы ТОиР — это ядро такой системы), не может быть осуществлено как разовый проект «в один шаг». Построение системы управления ТОиР — это пошаговый процесс внедрения различных методологий управления, при котором производится последовательный переход с одного уровня зрелости на другой по достижению результатов на предшествующем уровне (рисунок).

Осознание этих проблем и желание их решить заставляет предприятия пересмотреть подходы к построению систем управления процессами ТОиР и решительно перейти от точечной автоматизации отдельных подпроцессов к комплексной интеграции как самого процесса ТОиР, так и сопряженных с ним процессов: материально-технического обеспечения (МТО), управления себестоимостью, бухгалтерского учета, электронного документооборота и т.д. [1-5].

### Основные принципы построения системы ТОиР

Ключевая идея построения базового уровня систем управления ТОиР — сведение всех источников данных, моделей долгосрочных и оперативных календарных планов, моделей ресурсного плана и моделей МТО в единый информационный центр управления ТОиР. Подход дает возможность сконцентрировать внимание и интеллект специалистов ТОиР на непрерывном



Уровни развития систем управления ТОиР

совершенствовании как самой системы управления, так и ее технологий. В конечном итоге именно это и обеспечивает достижение экономических эффектов от современной системы ТОиР.

Следующая задача, поставленная перед разработчиками информационного центра – предоставление специалистам возможности выполнения всех необходимых действий по обеспечению процессов ТОиР в режиме «единого окна», что позволяет повысить производительность труда и свести к минимуму затраты времени при работе с системой. Использование решения должно обеспечивать основу для последовательного, эволюционного перехода от реактивной модели управления, построенной на принятии решений о выполнении ремонтных воздействий по факту возникновения неисправности, к предиктивной модели, построенной на предвидении и предупреждении самого факта повреждения.

Информационный центр интегрирует многосторонние взгляды на процессы ТОиР как со стороны специалистов ТОиР, так и со стороны специалистов МТО, экономистов и бухгалтеров по учету затрат и управлению себестоимостью, создавая при этом синергетический эффект влияния на общую себестоимость производства продукции компании. Благодаря такому многостороннему взгляду обеспечивается моделирование и прогнозирование влияния действий, предпринимаемых в области ТОиР как на расходную часть операционного бюджета, так и на его доходную часть, позволяя тем самым активно воздействовать на расходование ресурсов и превращая ТОиР из «центра убытков» в дополнительный инструмент повышения доходности компании.

#### Описание функциональности системы ТОиР

Электронная паспортизация актива – первоочередной шаг цифровой трансформации бизнеса. Электронный паспорт является ядром информационного центра как первоисточника всей информации, содержащего:

- структурированное иерархическое и сетевое представление базы данных по всем производственным объектам ТОиР;
- сведения обо всех перемещениях оборудования и продолжительности пребывания как по местам его эксплуатации, так и по местам нахождения в ремонте, в ожидании ремонта либо в состоянии ожидания ликвидации;
- сведения обо всех работах ТОиР, выполненных на данном объекте за весь период жизненного цикла;
- сведения обо всех отказах или нарушениях в работе оборудования, выявленных за весь период жизненного цикла;
- сведения о результатах всех диагностических обследований и заключения о пригодности к эксплуатации;
- сведения о результатах учета наработки (пробега) или объеме выполненной работы, необходимых для назначения мероприятий ТОиР, зависящих от этих данных;
- сведения о перечнях запасных частей, необходимых для проведения мероприятий ТОиР (спецификации);
- сведения обо всех планах предупредительного обслуживания и ремонта, назначенных для каждой единицы оборудования или технического места;
- перечень всех скан-образов технической документации (чертежи, схемы, фото-видео материалы

объекта, правила эксплуатации и иные графические и текстовые документы), прикрепленные к каждой основной записи в базе данных объектов ТОиР.

Функциональные возможности электронного паспорта позволяют выполнять:

- все стандартные функции обработки НСИ ТОРО (актуализация, корректировка и анализ использования и ведения БД о наличии и движении оборудования);
- формирование аналитической отчетности о структуре парка, техническом состоянии и ключевых показателях использования;
- анализ информации об инцидентах и отказах.

Аккумуляция и анализ данных, получаемых из сообщений о выявлении повреждений и дефектов, позволяет определить объекты с наибольшей частотностью и вероятностью возникновения повреждений на заданном горизонте наблюдения. На основе этого анализа должны разрабатываться мероприятия (планы) по снижению частотности повреждений.

Ядром системы моделирования и прогнозирования затрат является раздел информационного центра, именуемый «Календарное планирование».

В отличие от традиционного исполнения процессов планирования и управления системой ТОиР, при котором календарное и ресурсное планирование рассматриваются как отдельные и самостоятельные шаги, информационный центр обеспечивает исполнение сквозного процесса интегрированного ресурсного планирования как результат моделирования процесса расходования материальных и денежных ресурсов на основе расчетного календарного плана их потребления. Таким образом, обеспечивается оперативная оценка будущих затрат при принятии решений о необходимости выполнения работ ТОиР.

Помимо того, что информационный центр существенно повышает производительность труда управленческого персонала за счет совмещения различных этапов планирования, он также дает возможность многовариантного планирования ТОиР с учетом различных ограничений — финансовых и технического характера. При традиционном подходе к планированию ТОиР это затратно и практически недостижимо.

Интеграция в «едином окне» всех ракурсов планирования (календарное, стоимостное, материальное и трудовое) повышает обоснованность планов и потребности в ресурсах, обеспечивает автоматический перерасчет материальных и трудовых ресурсов при любых изменениях календарного плана, а также позволяет спрогнозировать календарный период, когда эти ресурсы будут востребованы. Учитывая, что календарные планы ТОиР весьма подвержены постоянным изменениям в силу как производственных, так и финансовых ограничений, такое мгновенное перепланирование всех ресурсных потребностей позволяет избегать неоправданного накопления

невостребованных товарно-материальных ценностей (ТМЦ) и повышать маневренность при управлении этими ресурсами.

Благодаря возможности гибкой настройки, информационный центр обеспечивает календарное и ресурсное планирование на любой горизонт — от многолетнего до еженедельного, обеспечивая неразрывную связь долгосрочного и оперативного планирования. А развитая система цветовой индикации позволяет быстро оценивать фактическое исполнение планов, наличие угроз перерасхода бюджетных ограничений и угроз возникновения дефицита ТМЦ к запланированным срокам их потребления.

### Экономические эффекты

Инициаторы проектов внедрения систем управления ТОиР всегда декларируют ожидаемый экономический эффект. Однако мало кто может подтвердить его достижение реальным бухгалтерским отчетом о прибылях и убытках. Это происходит в силу того, что никакая учетная информационная система не может сама по себе создавать какие-либо экономические эффекты. Более того, сам процесс разработки и сопровождения программно-технических комплексов только увеличивает операционные расходы компании. С другой стороны, при обосновании потребностей ресурсов на выполнение ТОиР естественно возникают ограничения, лимиты, бюджеты.

Одним из пропагандируемых достижений систем ТОиР выдвигается возможность контроля за расходованием бюджетных ограничений. В описываемом информационном центре такая возможность присутствует и реализуется на практике, но это мало способствует снижению затрат на ТОиР. В реальности система лимитирования затрат стимулирует исполнителей мероприятий ТОиР израсходовать как можно больше ресурсов в текущем периоде, чтобы в следующем периоде им не уменьшили лимит.

Еще одним препятствием для достижения планируемых экономических эффектов является инерционность процессов ТОиР. Изменения в стратегии ремонта, изменения в организации и технологии ремонта сказываются на ключевых показателях деятельности (наработка на отказ, время восстановления работоспособности и др.) только по истечении довольно продолжительного периода времени. Мгновенной реакции системы на управляющие воздействия нет. Поэтому говорить об отдаче можно только при продолжительной эксплуатации системы и, самое главное, при непрерывном реинжиниринге системы, на основе ключевых показателей деятельности, вычисляемых по данным ИТ-системы. Эффект создает не сама система, а специалисты, ее применяющие. Для этого они должны быть заинтересованы в сокращении затрат при неукоснительном выполнении требований по обеспечению промышленной и экологической безопасности.

Именно на рабочих местах участников процессов ТОиР создаются малые эффекты. Перефразируя классическое определение понятия интеграла как бесконечно большой суммы бесконечно малых величин, можно говорить, что большой экономический эффект — это большая сумма малых эффектов. Благодаря способности информационного центра моделировать влияние решений, принимаемых специалистами ТОиР в оперативном режиме на конечную величину затрат и способность выполнять многовариантные прогнозы этих затрат, созданы объективные возможности достижения реального экономического эффекта от деятельности в области ТОиР.

Однако созданных информационным центром предпосылок и возможностей для получения экономических эффектов недостаточно. Для реализации этих возможностей необходимо кардинально повысить компетенцию персонала ТОиР в области моделирования процессов, обработки больших данных и приобретения аналитических навыков для построения прогнозных моделей. Невозможно запрограммировать и заложить в систему всевозможные модели и их варианты на все случаи жизни. Поэтому пользователи информационной системы должны обладать достаточными знаниями в области математической статистики, теории вероятности и техниками обработки больших данных. Именно поэтому информационный центр, помимо функциональности обработки данных для информационной поддержки процессов ТОиР, должен обладать учебно-образовательным контентом, позволяющим организовать непрерывное самообучение сотрудников, работающих с информационным центром, а также контроль знаний в этих областях.

Практика обучения показывает, что аудиторно-лекционная форма обучения мало эффективна. Обучение должно перемещаться на рабочее место и в гораздо большей степени становиться дистанционным. Поэтому E-learning - это неотъемлемая часть информационного центра управления ТОиР.

#### Пример внедрения

В качестве примера практической реализации приведем недавний проект по внедрению базовой модели программного модуля «Информационный центр планирования и управления техническим обслуживанием и цифровой паспортизации» для

ПАО «Казаньоргсинтез» — крупнейшего в России производителя и экспортера полиэтилена. Цели проекта — повысить эффективность выполнения процессов планирования и управления ТОиР, цифровая паспортизация оборудования на базе стандартной функциональности SAP ERP.

Решение включает комплекс из четырех программных модулей: «Цифровая модель производственного актива», «Цифровая модель интегрированного календарного и ресурсного планирования и управления ТОиР», «Информационный центр управления метрологическим обеспечением» и «Информационный центр управления динамическим оборудованием»<sup>1</sup>. Последний также был интегрирован с системой класса MES по сбору данных о наработке динамического оборудования с целью обеспечения календарного планирования ТОиР по фактической наработке.

В ходе внедрения указанных информационных центров были внесены изменения как в систему календарного планирования ТОиР, так и в систему планирования МТО. Внедренные информационные модули создают благоприятную основу для планируемого перехода компании на применение техник управления процессами ТОиР, основанных на оценках надежности и прогнозирования развития процессов технической деградации оборудования и разработке превентивных мер по предупреждению отказов и замедлению процесса естественного старения и деградации оборудования.

#### Список литературы

1. *Wireman T.* Developing Performance Indicators for Managing Maintenance. Industrial Press, Inc., New York, NY 2005.
2. *Галлопен Л.* Управление организационными изменениями при внедрении SAP // SAP Professional Journal. SAP PRESS. 2014.
3. *Лехтцинд В.В.* Построение систем управления ремонтами на платформе SAP ERP. Принципы и практика. Изд. ООО «Эксперт РП». С.-Петербург. 2015.
4. *Лехтцинд В.В.* ИТРС строит системы управления ТОиР на базе SAP ERP, основываясь на оценках надежности // Управление производством. 2016. №3.
5. *Лехтцинд В.В., Трофимюк А.У.* О повышении эффективности ТОиР за счет интеграции решений OSIssoft и SAP // Автоматизация в промышленности. 2017. №12.

**Тихомиров Леонид Иванович** — канд. техн. наук, руководитель ИТРС,  
**Лехтцинд Виктор Владимирович** — главный специалист Департамента внедрения и развития КИС, ИТРС.  
 Контактный телефон (495) 660-81-81.  
 E-mail: [info@itps-russia.ru](mailto:info@itps-russia.ru)  
[Http://www.itps.com](http://www.itps.com)

<sup>1</sup> Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ: №2020619659 «Информационный центр управления активами ТОиР» и №2020619756 «Информационный центр управления Техническим обслуживанием и ремонтом оборудования (ТОиР)».