

# ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ – КАК ОПТИМИЗИРОВАТЬ ЗАТРАТЫ

А.Шкодин

УДК 65.011  
ВАК 05.13.00

Любое оборудование требует неукоснительного выполнения требований к его эксплуатации и обслуживанию на протяжении всего жизненного цикла. Естественно, обслуживание подразумевает определенные затраты: на приобретение материалов, запасных частей, инструмента и приспособлений; на персонал и оплату услуг сторонним организациям. Затраты отражаются на себестоимости выпускаемой продукции и влияют на прибыль организации. Самый простой и очевидный способ экономии – снижение затрат. Однако необоснованная экономия напрямую влияет на качество обслуживания, что сказывается на количестве отказов оборудования в процессе эксплуатации. О том, как оптимизировать затраты на обслуживание оборудования, рассказывается в статье.

Чрезмерная экономия на эксплуатации оборудования может привести к ряду проблем:

- брак получаемой продукции;
- простой оборудования;
- невыполнение производственного плана;
- рекламации заказчиков;
- снижение эксплуатационного ресурса оборудования.

И это лишь малая и самая очевидная часть рисков (рис.1).

Правильно организованная система эксплуатации позволяет не только оптимизировать затраты, связанные с обслуживанием оборудования, но и минимизировать перечисленные риски.

## СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВАМИ

За основу нормативов по обслуживанию оборудования в нашей стране принята методологическая база, заложенная в СССР в 60-е годы прошлого века. Первым фундаментальным трудом была "Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования

машиностроительных предприятий", разработанная в Экспериментальном НИИ металлорежущих станков под руководством члена-корреспондента АН СССР



Рис.1. Зависимость затрат от объема работ по обслуживанию оборудования

\* Группа компаний Остек, директор по сервису, shkodin.a@ostec-group.ru.

А.П.Владзиевского и М.О.Якобсона. В дальнейшем были разработаны и приняты многочисленные стандарты, определяющие требования к организации системы, и отраслевые нормативные документы.

Сегодня на большинстве предприятий принципы организации системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) являются наследием этой системы и предусматривают:

- реактивный ремонт (при возникновении аварии или очевидного сбоя в работе оборудования, то есть отказа);
- планово-предупредительный ремонт;
- периодическую диагностику состояния оборудования, его узлов и агрегатов.

В других странах (Германии, США, Японии) подходы к организации системы ТОиР эволюционировали, появлялись новые, и в настоящее время система ТОиР в мировой практике рассматривается как составляющая системы управления производственными активами (EAM – Enterprise Assets Management).

Что касается стандартизации данного процесса, то в 2014 году в системе ISO появились стандарты 55-й серии:

**ISO 55000** – обзор содержания системы управления активами, условия стандарта, а также используемые определения;

**ISO 55001** – спецификация требований для эффективной интегрированной системы управления активами;

**ISO 55002** – руководство по внедрению системы.

За основу был принят разработанный в 2004 году Институтом Великобритании по управлению активами стандарт PAS 55, который представлял собой первую общедоступную спецификацию для оптимизированного управления материальными активами. Она оказалась очень успешной и получила широкое распространение в различных отраслях промышленности. Обновление 2008 года (PAS 55:2008) разрабатывалось 50 организациями из 15 промышленных секторов десяти стран.

В 2014 году в России специально организованный комитет при Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии провел большую работу по адаптации международного стандарта для применения на территории нашей страны отечественными предприятиями. Так, были разработаны и приняты ГОСТ ИСО 55001-14, ГОСТ Р 55002-14, ГОСТ Р 55003-14 (рис.2).

В целом управление активами, согласно стандартам, подразуме-

вает комплексный процессный подход и определяется как "Сбалансированная деятельность организации с целью извлечь прибыль из активов. Включает баланс затрат, рисков, возможностей и производительности". При этом "Актив" определен как идентифицируемый предмет, вещь или объект, имеющий потенциальную или действительную ценность для организации.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

Организация системы управления производственными активами включает в себя выбор стратегии и определение методологии; создание документа, устанавливающего принципы организации системы, ответственность и роли сотрудников; показатели и их целевые значения, характеризующие эффективность системы.

Среди имеющихся стратегий можно выделить следующие:

- **RTF (Run-to-Failure):** эксплуатация до отказа – вышеупомянутый реактивный ремонт. Бессистемный подход на основе принципа: "сломалось – починим";
- **TBM (Time-Based Maintenance):** обслуживание по регламенту – планово-предупредительный ремонт (ППР);
- **CBM (Condition-Based Maintenance):** обслуживание по состоянию. Основное отличие от TBM в том, что обслуживание проводится не через определенное время или наработку, а на основании диагностики. По такому же принципу формируется перечень мероприятий по обслуживанию;
- **RCA (Root Cause Analysis):** анализ основной причины и внесение изменений – проактивное обслуживание. Подразумевает выяснение причины, влияющей на работоспособность оборудования, и определение дальнейших действий по ее устранению;
- **RCM (Reliability-Centered Maintenance):** техническое обслуживание, ориентированное на надежность.

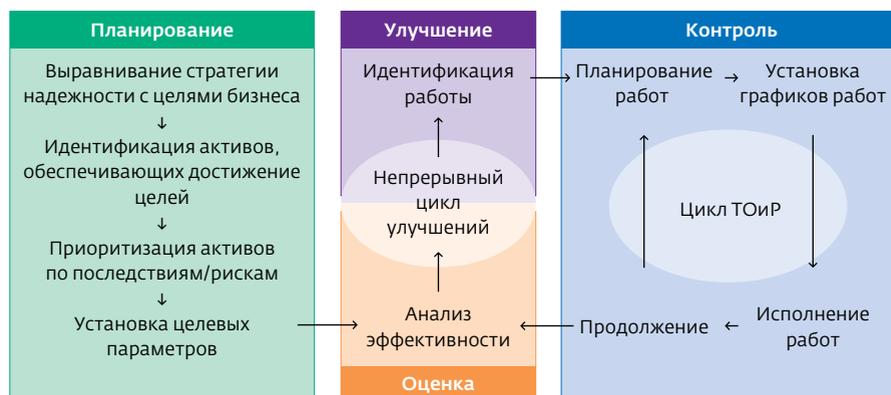


Рис.2. Процессный подход в области управления производственными активами

Таблица 1. Уровни рисков и стратегии обслуживания

Уровень риска	Классификация риска	Стратегия обслуживания
Критический	Нанесение вреда здоровью и жизни людей, окружающей природной среде	ТВМ в максимальном объеме
Высокий	Невозможность реализации основного технологического процесса, повреждение другого оборудования	ТВМ в необходимом объеме, RCA
Значительный	Снижение производительности, увеличение брака	СВМ
Минимальный	Отсутствие влияния на основной технологический процесс	RTF

- **RBM (Risk-Based Maintenance):** обслуживание на основе оценки риска. Стратегии RTF, ТВМ, СВМ, RCA являются базовыми, а суть RCM и RBM сводится к распределению

оборудования по группам, и в зависимости от его принадлежности определяется принцип обслуживания.

Так, стратегия RCM подразумевает, что тип обслуживания выбирается из четырех базовых стратегий: реактивной (работа на отказ), превентивной (плановое обслуживание), проактивной (основанной на поиске первопричин отказов, то есть организации ремонтов по состоянию), прогнозной (основанной на прогнозе времени выхода из строя оборудования). При этом критерии выбора следующие:

- функции актива: как основные, так и вспомогательные;
- возможные отказы, влекущие за собой прекращение выполнения этих функций;
- причины возможных отказов;
- последствия каждого отказа.

RBM, по сути, схожа с RCM, за исключением того, что принцип выбора стратегии обслуживания сводится к минимизации рисков, возникающих в случае отказа оборудования (табл.1).

Стратегию обслуживания каждое предприятие определяет индивидуально, но наиболее применимые с точки зрения экономического эффекта – RBM и RCM, при этом уменьшение объема выполняемых работ по обслуживанию оборудования может достигать 30–40%.

**Дмитрий Федорович Тимошенский, генеральный директор ЗАО "Новатор", г. Йошкар-Ола (www.zaо-novator.ru; основной вид деятельности компании – обслуживание оборудования, поставка материалов и запасных частей):**

В 2010 году на старте перевооружения компании "Технотех" (производитель печатных плат с 40-летним опытом работы в г. Йошкар-Ола) мы столкнулись с двумя проблемами:

- старое оборудование имело большой ресурс наработки, было сильно изношено и требовало значительных работ по его ремонту, который осуществлялся только в случае выхода оборудования из строя;
- новое оборудование было технически сложным и требовало для обслуживания высокого уровня знаний специалистов. К тому же установка, монтаж, перемещение оборудования – это дополнительный объем работ.

В то время компания "Технотех" имела небольшую службу главного инженера, которая занималась поддержанием в работоспособном состоя-

нии всех коммуникаций и систем жизнедеятельности предприятия. Данная служба физически не справлялась со всеми задачами. Проанализировав ситуацию, мы увидели два возможных решения: расширение существующей службы главного инженера или передача существенной части задач сторонним исполнителям. Выбрали второй вариант как менее рискованный и менее затратный в долгосрочной перспективе.

Очень не хотелось раздувать штат непрофильных специалистов. Мы стараемся все непрофильные работы передавать на аутсорсинг. Но тут столкнулись с другой проблемой: в регионе нет компаний, которые могли бы решать такие задачи, да и в стране нет компаний, которые могли бы обслуживать весь спектр имеющегося у нас оборудования. Поэтому пришлось заключать договор с каждой компанией из числа наших поставщиков. Относительно уровня технических специалистов этих компаний вопросов не возникало, но сроки реакции... Все поставщики сосредоточены в центральном регионе страны,

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСУРСАМИ

Ресурсы подразделяются на три большие группы: персонал, материально-технические, инфраструктурные (табл.2). Применительно к организации обслуживания оборудования можно выделить три классических способа, которые наиболее часто встречаются на наших предприятиях (рис.3а):

- **централизованная организация:** наличие специализированной структуры в составе предприятия, на которую возложены все функции по техническому обслуживанию и ремонту оборудования производственных и вспомогательных подразделений и которая несет всю полноту ответственности за обеспечение возможности безопасной и безаварийной эксплуатации оборудования;
- **децентрализованная организация:** наличие собственной структуры по обслуживанию оборудования в рамках производственного подразделения с зоной ответственности, ограниченной собственными активами подразделения;
- **смешанная организация:** часть функций выполняют сотрудники производственного подразделения, а часть – служба / структура в составе предприятия.

Альтернативная модель подразумевает участие в процессе сторонних организаций с сохранением указанных принципов (рис.3б).

Таблица 2. Классификация ресурсов

Ресурсы	
Персонал	Квалификация
	Знания
	Опыт
Материально-технические	Средства измерения
	Инструменты и спецодежда
	Запасные части и материалы
Инфраструктура	Производственные и складские площади
	Оборудование для выполнения работ
	Коммуникации (электроэнергия, вода, сжатый воздух и т.д.)

Для каждого варианта характерны свои преимущества и недостатки, но есть и проблемы, присущие им обоим:

- разница в мотивации и задачах обслуживающего и эксплуатирующего персонала;

ресурсы высококвалифицированных специалистов из числа сервис-инженеров ограничены.

Иногда инженера приходилось ждать около месяца, что было неприемлемо для активно развивающегося предприятия. Мы пробовали работать напрямую с производителями оборудования (европейскими компаниями), но в этом случае к проблеме сроков добавилась еще и проблема стоимости работ. То есть аутсорсинг не позволял в полной мере решать имеющиеся проблемы.

И тогда мы приняли решение о создании дочернего предприятия по обслуживанию всего парка оборудования. Так появилась компания "Новатор".

Изначально планировали обслуживать только оборудование предприятия "Технотех", но в дальнейшем поняли, что наши возможности гораздо шире – мы можем оказывать такие услуги и другим предприятиям. Набрали команду молодых инженеров и с помощью компании "Остек-СТ" организовали их обучение как на заводах – поставщиках

технологического оборудования, так и на российских заводах – производителях печатных плат. Наши специалисты получили огромный практический опыт сервисного обслуживания различного технологического оборудования. С помощью "Остек-СТ" мы провели аттестацию и сертификацию своих сотрудников на право проведения официального сервисного обслуживания компаний – производителей технологического оборудования для производства печатных плат.

И с августа 2013 года ЗАО "Новатор" стало уполномоченным авторизованным сервисным центром ООО "Остек-СТ" на территории РФ по обслуживанию технологического оборудования для изготовления печатных плат.

Благодаря тому, что компания "Технотех" обслуживается у нас, мы ежедневно решаем многочисленные вопросы по ремонту и сервису, а сотрудничество с "Остек-СТ" обогащает знания специалистов. В нашем случае обслуживание оборудования – это не только затраты, но и дополнительный прибыльный бизнес.

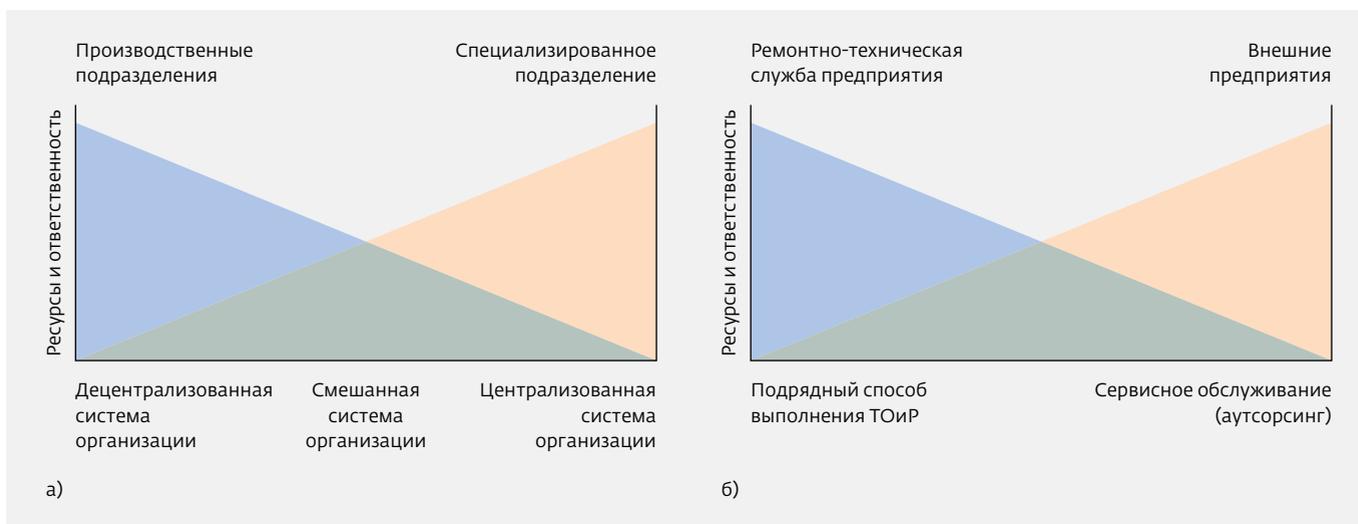


Рис.3. Распределение ресурсов и зоны ответственности в зависимости от типа организации: а) классическая модель; б) альтернативная модель

- отсутствие полной и актуальной информации об оборудовании, возникших проблемах и т.д.;
- недостаточный уровень квалификации персонала предприятия и представителей сторонних организаций.

В то же время опыт зарубежных и отечественных компаний свидетельствует о том, что основная проблема не в частностях, а в глобальном подходе к обслуживанию. Современную концепцию организации обслуживания оборудования можно представить двумя тезисами:

- сервисный подход, согласно которому обслуживание оборудования – это услуга, у которой есть заказчик и исполнитель, зафиксированные договоренности между ними устанавливают приемлемые для заказчика показатели, которые обеспечивает исполнитель. За оказанную услугу, принятую заказчиком, исполнитель получает деньги (не важно, "живые" или хозрасчет).
- делегирование функций по обслуживанию оборудования эксплуатирующему персоналу (операторам). При этом не уточняется, что оператор должен выполнять весь объем работ, подразумевается ежедневное техническое обслуживание, устранение типовых неисправностей, что требует наличия знаний и понимания, как функционирует оборудование.

Для повышения эффективности необходимо пересмотреть структуру ремонтно-технических служб на предприятии и предпринять шаги по ее оптимизации и реструктуризации. Так, наиболее оптимальной представляется смешанная схема организации системы ТОиР, которая чаще всего используется на отечественных предприятиях (рис.4).

При этом очевидны следующие моменты, присущие такой схеме:

- двойное подчинение сотрудников из числа обслуживающего персонала (цеховых механиков, энергетиков и метрологов): руководству цехов и соответствующим центральным службам;
- рассогласованность в действиях по обслуживанию оборудования. Так, работы по текущему обслуживанию могут проводиться вне плана и без согласования с центральными службами. На уровне центральных служб сложно контролировать обоснованность, качество таких работ, нормативы расходования запасов материалов и комплектующих;
- наличие собственных ремонтных участков в цехах, оснащенных оборудованием, и ремонтных цехов при специализированной структуре приводит к неэффективному использованию и распределению оборудования, оснастки и товарно-материальных запасов;
- функциональная специализация затрудняет определение ответственности за решение комплексной задачи, в частности за работоспособность конкретного оборудования могут отвечать несколько специалистов, но каждый по своей части.

С учетом этих недостатков смешанной системы управления рассмотрим адаптированную централизованную схему организации технического обслуживания и ремонта оборудования для современного промышленного предприятия (рис.5). Она обладает следующими особенностями:

- разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечению работоспособности оборудования между подразделениями и службами;

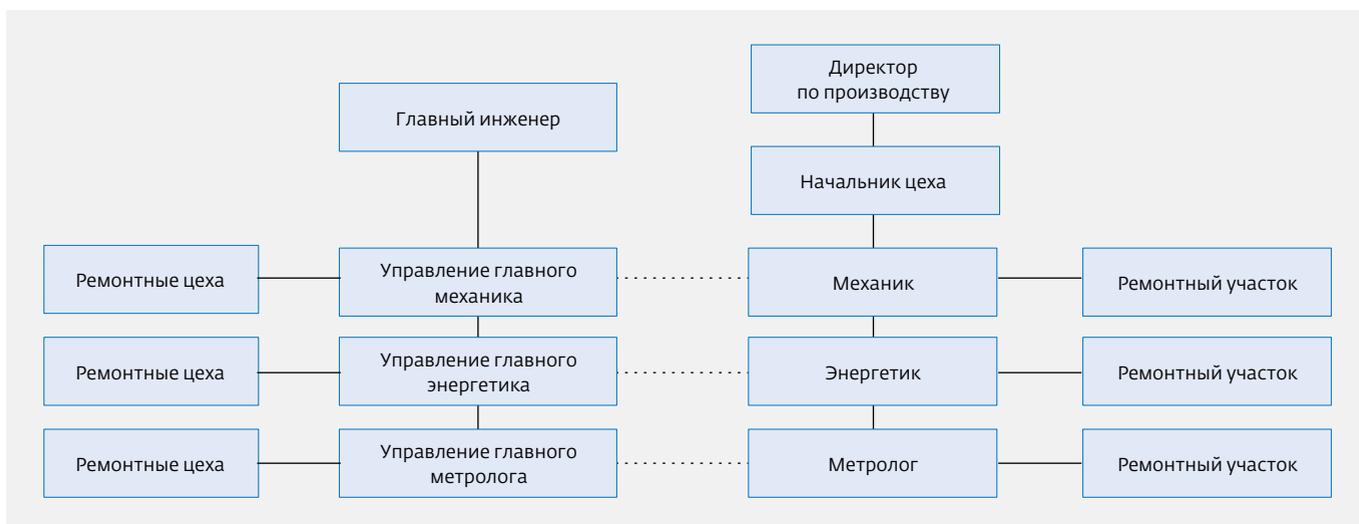


Рис.4. Типовая схема организации ремонтно-технической службы

- общая заинтересованность всех участников в поддержании работоспособности оборудования, так как это основной мотивационный показатель;
- организация и проведение работ по техническому обслуживанию с учетом принципов комплексности и универсализации подразделений по ремонту и обслуживанию оборудования;
- обучение операторов автономному обслуживанию оборудования с помощью специалистов соответствующей службы в рамках развития и совершенствования системы ТОиР на предприятии.

Организация системы ТОиР по данной схеме позволяет:

- сократить на 20–25% затраты на обслуживающий персонал;
- снизить на 10–15% численность инженерно-технического персонала основного производства за счет перераспределения возложенных на них функций и задач;
- уменьшить на 10–15% запасы товарно-материальных ценностей за счет ликвидации складов запасных частей и материалов для ремонта в цехах основного производства.

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

Для современных производственных процессов характерны большие объемы информации и статистиче-

ских данных, их анализ, поэтому без автоматизации невозможно выстроить эффективную систему управления производственными активами. Под автоматизацией подразумевается использование специализированного программного обеспечения.

Первые системы класса CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) появились за рубежом более четверти века назад. Их функционал, ориентированный на планово-предупредительные ремонты, включал в себя:

- учет оборудования;
- данные о необходимых запчастях и материалах;
- данные об обслуживающем персонале;

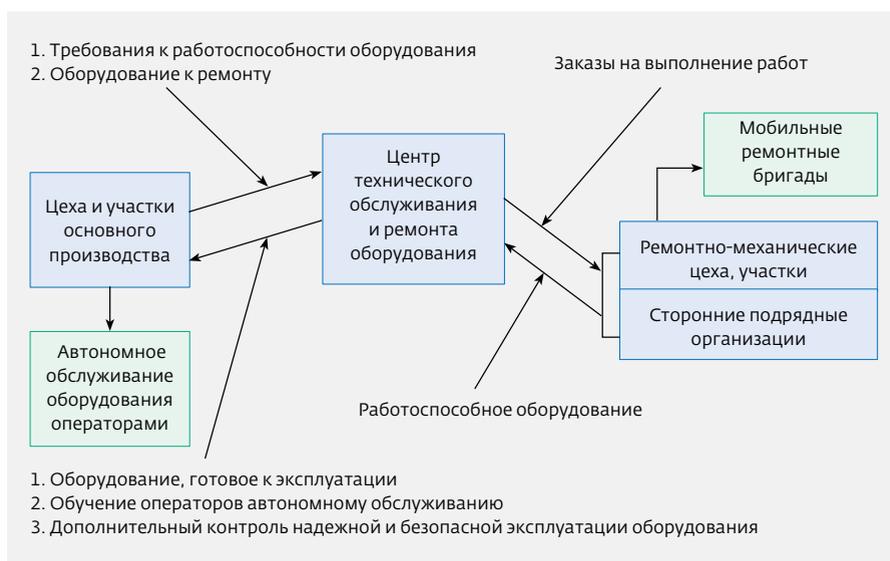


Рис.5. Централизованная схема организации технического обслуживания и ремонта оборудования для современного промышленного предприятия

- составление заявок на обслуживание оборудования;
- календарное планирование технического обслуживания и ремонта;
- учет данных о затратах на обслуживание оборудования;
- учет данных о событиях (поломках, авариях);
- статистические отчеты о ремонте и обслуживании.

Для решения задач по управлению производственными активами в рамках прогрессивных стратегий используются современные EAM-системы, функционал которых шире и, помимо присущих системам CMMS возможностей, позволяет:

- выполнять поддержку на протяжении всего жизненного цикла оборудования, а не только в период его эксплуатации;
- применять современные стратегии организации обслуживания оборудования, а не только ППР;

- на основе анализа выбирать оптимальную стратегию обслуживания;
- управлять физическими рисками владения активами;
- анализировать стоимость жизненного цикла активов;
- оценивать эффективность использования активов;
- планировать развитие и инвестиции в производственные активы.

На отечественном рынке представлено много систем такого класса, причем как от мировых лидеров: SAP, Oracle, IBM, так и отечественных разработчиков: "Ремонт-Эксперт", "Спецтек", "Галактика".

Несмотря на динамичное развитие рынка программных продуктов, предприятия радиоэлектронной промышленности слабо представлены в числе тех, кто реализовал проекты в данной области (табл.3) – можно назвать лишь единичные случаи. С одной стороны, это связано с уровнем рисков (лидируют в использовании

#### **Дмитрий Вадимович Танасичук, руководитель направления ТОиР компании "Деснол Софт":**

В составе группы "Деснол Софт" с 1999 года работает команда "Ремонт-Эксперт". С 2005 года она специализируется на автоматизации управления ремонтами и в смежных областях. За время работы накоплен большой опыт решений на различных платформах и на предприятиях разных отраслей.

У руководителя предприятия часто возникают следующие вопросы по обслуживанию оборудования:

- как определить оптимальные затраты на обслуживание оборудования и ремонты?
- как обеспечить эффективный контроль выполняемых работ?
- как сделать работу и бюджет ремонтных служб "прозрачными", а обслуживание оборудования – надежным и качественным?
- как выстроить оптимальную техническую политику: что подлежит модернизации, от чего следует избавляться, какие технические решения выбрать?

Нужно понимать, что построение эффективной системы управления производственными активами невозможно без автоматизации данного процесса. При этом автоматизация востребована не только в крупных компаниях с большим количеством оборудования, но и на небольших предприятиях, так как чем меньше оборудования, тем проще реализовать проект по автоматизации и внедрить систему. Ведь если по мере роста объе-

мов производства увеличится количество оборудования, на предприятии уже будет действующая система.

Наша система IC ТОиР не имеет отраслевой направленности. К настоящему времени реализованы многочисленные проекты в различных отраслях:

- энергетике (атомной, гидро- и теплоэнергетике, электросетях);
- металлургии (цветной, черной);
- горной и угольной промышленности;
- нефте- и газодобыче;
- нефтепереработке, химической промышленности;
- машиностроении;
- ЖКХ (водоканале, городских электросетях, теплосетях и котельных, эксплуатации зданий);
- на транспорте (морском, железнодорожном, трубопроводном, авиационном, автомобильном);
- целлюлозно-бумажной промышленности.

Система легко адаптируема под нужды и потребности конкретного предприятия. Наиболее распространенная на предприятиях России система – IC, поэтому проблем с интеграцией не возникает.

Сотрудничество с ГК Остек позволяет консолидировать наш опыт в области автоматизации процессов управления производственными активами с успешной практикой организации производства и знаниями специфики радиоэлектронной промышленности.

ЕАМ-систем отрасли с высоким уровнем рисков: угольная промышленность, металлургия, энергетика), а с другой – активное перевооружение предприятий отрасли сместило внимание на запуск оборудования в производство и внедрение новых технологий. Но вопрос актуален для любой отрасли, ведь, помимо минимизации рисков, он дает значительный экономический эффект.

Наиболее часто ссылаются на следующие данные консалтинговой группы А.Т.Кearney:

- повышение производительности работ по ТОиР – 29%;
- повышение коэффициента готовности – 17%;
- сокращение складских запасов – 21%;
- уменьшение случаев нехватки запасов – 29%;
- увеличение доли плановых ремонтов – 78%;
- сокращение аварийных работ – 31%;
- сокращение сверхурочных работ – 22%;
- сокращение времени ожидания запчастей – 29%;
- уменьшение объема срочных закупок товарно-материальных ценностей (ТМЦ) – 29%;
- более выгодные цены накупаемые ТМЦ – 18%.

Согласно исследованиям агентства SMRP от внедрения и автоматизации ЕАМ можно ожидать следующих выгод:

- повышение безопасности – 20–50%;
- повышение производительности работ по ТОиР – 40–55%;
- сокращение длительности ремонта – 20–50%;
- уменьшение капитальных затрат (замен) – 50–90%;
- сокращение страховых запасов ТМЦ – 50–90%;
- сокращение затрат на эксплуатацию – 10–40%;
- сокращение неплановых простоев оборудования – 30–40%.

Согласно исследованиям ARC Advisory Group более 90% респондентов отмечают, что внедрение системы управления производственными активами позволило:

- увеличить срок службы оборудования;
- повысить производительность труда ремонтных служб;
- увеличить производительность оборудования;
- сократить время восстановительного ремонта;
- уменьшить объемы складских запасов;
- сократить время незапланированных простоев;
- уменьшить количество поломок и простоев.

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

Первый шаг на пути построения эффективной системы управления активами – проведение аудита и оценка текущего положения дел. На основе международных и российских стандартов (ISO 55000, ГОСТ ИСО 55001-14, ГОСТ Р 55002-14, ГОСТ Р 55003-14, ГОСТ 18322-78,

ГОСТ 15601-98) можно составить следующие требования к системе:

- организация;
- управление объектами;
- информационное обеспечение;
- обеспечение ресурсами;
- функционирование;
- безопасность;
- автоматизация;
- эффективность.

На основе анализа определяется стратегия управления производственными активами, разрабатываются требования по обеспечению ресурсами, квалификации персонала, определяются зоны ответственности, принимается решение об использовании автоматизированной системы и степени автоматизации (рис.6).

В среднем весь процесс создания системы занимает от года до двух лет, но результат стоит затраченных инвестиций. При этом оптимальное решение – доверить

**Таблица 3.** Количество предприятий по отраслям, использующих программные продукты для автоматизации управления производственными активами (в процентах от общего числа предприятий данной отрасли) – по данным сайта [prostoev.net](http://prostoev.net)

Отрасль	Количество предприятий, %
Газовая	50
Горная	25
ЖКХ	5
Машиностроение	17
Металлургия цветная	75
Металлургия черная	100
Нефтедобыча	75
Нефтепереработка	67
Транспорт	40
Угольная	100
Химическая	100
Целлюлозно-бумажная	75
Атомная энергетика	40
Гидроэнергетика	100
Передача электроэнергии	100
Теплоэнергетика	83
Общий итог	65



**Рис.6.**  
Комплексный подход к организации системы управления производственными активами

выполнение всего комплекса работ сторонним организациям, что обеспечит большую объективность и профессиональный подход.

ГК Остек готова выполнить анализ существующей на предприятии системы управления производственными активами на основании собственной методоло-

гии, адаптированной для предприятий радиоэлектронной промышленности. Для удобства мы разработали чек-лист, заполнить который можно в онлайн-режиме на сайте [goo.gl/eOAEgi](http://goo.gl/eOAEgi) или получить на электронную почту по запросу. В результате будет предоставлен развернутый отчет с нашими рекомендациями. ●

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 517 руб.

### УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ УРОВНЕМ ВЫСОКОИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ (НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ)

А.С.Комаров, Д.В.Крапухин, Е.И.Шульгин

При поддержке ИСВЧПЭ РАН, под ред. д.т.н., проф. П.П. Мальцева

В монографии представлены результаты исследований и разработок по реализации "Основ политики Российской Федерации в области развития электронной компонентной базы на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу", утвержденных президентом Российской Федерации.

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2014. – 240 с.,  
ISBN 978-5-94836-397-4

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)