

06 (27) сентябрь 2016

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал



15 ЛЕТ  
РАБОТАЕМ  
С УМОМ

Андрей Голубьев  
Роман Лыско

**12** «ПОТОК-ГЛОБАЛ» —  
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ  
СТРУКТУР И ПРОИЗВОДСТВ

Андрей Шкодин

**20** КАК СЭКОНОМИТЬ  
НА ОБСЛУЖИВАНИИ  
ОБОРУДОВАНИЯ

Александр Завалко

**36** ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ТИПА SIAM КАК НОВЫЕ  
МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ

## Аддитивные технологии. Чем удивить искусственного промышленника?

Сегодня мало владеть новейшими технологиями. Необходимо знать, как применять их на практике.

### В программе доклады на темы:

Трехмерная печать металлами: технологии, особенности, применения.

Технологии 3D-печати пластиком и их применение в промышленности.

Аддитивные технологии в литейном производстве: преимущества и возможности.

Керамическая 3D-печать для НИОКР и производства.

3D-сканирование и компьютерная томография как уникальные методы контроля изделий, произведенных с помощью аддитивных технологий.

Опыт контрактного аддитивного производства.

**26**  
октября, Москва

Выставочный центр  
«ИнфоПространство»  
1-й Зачатьевский переулок, дом 4  
м. «Кропоткинская»,  
м. «Парк Культуры»

За обновлениями программы  
следите на сайте:  
[www.asold.ru](http://www.asold.ru)



# В НОМЕРЕ

## **ГИБКИЙ ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТА: КАК КАЧЕСТВЕННО СФОРМУЛИРОВАТЬ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ НОВОГО РЫНКА? . . . . . 2**

Автор: Антон Большаков

## **«ПОТОК-ГЛОБАЛ» — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР И ПРОИЗВОДСТВ . . . . . 12**

Авторы: Роман Лыско, Андрей Голубьев

## **КАК СЭКОНОМИТЬ НА ОБСЛУЖИВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ . . . . . 20**

Автор: Андрей Шкодин

## **ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ — ВАЖНЫЙ ШАГ К ИНДУСТРИИ 4.0 . . . . . 32**

Автор: Антон Коробенков

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИПА SIAM КАК НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ . . . . . 36**

Автор: Александр Завалко

## **3D-ПЕЧАТЬ — КЛЮЧЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ФАКТОРЫ РОСТА . . . . . 44**

Автор: Игорь Волков

## **МЕТРОЛОГИЯ И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ . . . . . 50**

Автор: Александр Лисогор

## **ЛАЗЕРНОЕ НАРАЩИВАНИЕ МЕДНЫХ ПРОВОДНИКОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ. ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО, РАБОТАЮЩАЯ СЕГОДНЯ . . . . . 56**

Автор: Владимир Городов

## **КАБЕЛЬНЫЙ ВЕЗДЕХОД. . . . . 62**

Автор: Тимофей Максимов

## **ЗАЧЕМ НУЖНО МЕНЯТЬ УСТОЯВШИЕСЯ ПОДХОДЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ НА ЭМС? . . . . . 66**

Автор: Дмитрий Кондрашов

## АВТОРЫ НОМЕРА

### Антон Большаков

Директор по маркетингу  
ООО Предприятие Остек  
marketing@ostec-group.ru

### Роман Лыско

Начальник отдела модернизации производств  
кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru

### Андрей Голубьев

Генеральный директор ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru

### Андрей Шкодин

Директор по сервису ООО Предприятие Остек  
service@ostec-group.ru

### Антон Коробенков

Начальник отдела комплексных проектов  
Технического управления  
ООО «Остек-Инжиниринг»  
okp1@ostec-group.ru

### Александр Завалко

Руководитель направления  
энергоэффективности ООО «Остек-СМТ»  
energo@ostec-group.ru

### Игорь Волков

Директор Направления производства  
трехмерных схем на пластиках  
ООО Предприятие Остек  
mid@ostec-group.ru

### Александр Лисогор

Технический директор метрологического  
центра отдела метрологического обеспечения  
измерений геометрических величин  
ООО «Остек-АртТул»  
info@arttool.ru

### Владимир Городов

Руководитель направления химико-  
технологических решений ООО «Остек-СТ»  
ost@ostec-group.ru

### Тимофей Максимов

Ведущий инженер группы электротехники  
технологического отдела ООО «Остек-Электро»  
ostelectro@ostec-group.ru

### Дмитрий Кондрашов

Начальник группы волновых процессов  
Коммерческого управления  
ООО «Остек-Электро»  
ostelectro@ostec-group.ru

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,  
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 — 60644 от 20.01.2015, учредитель ООО Предприятие Остек.

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.

E-mail: marketing@ostec-group.ru

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте [www.ostec-press.ru](http://www.ostec-press.ru)



# Гибкий процесс разработки продукта: как качественно сформулировать требования для **НОВОГО** рынка?

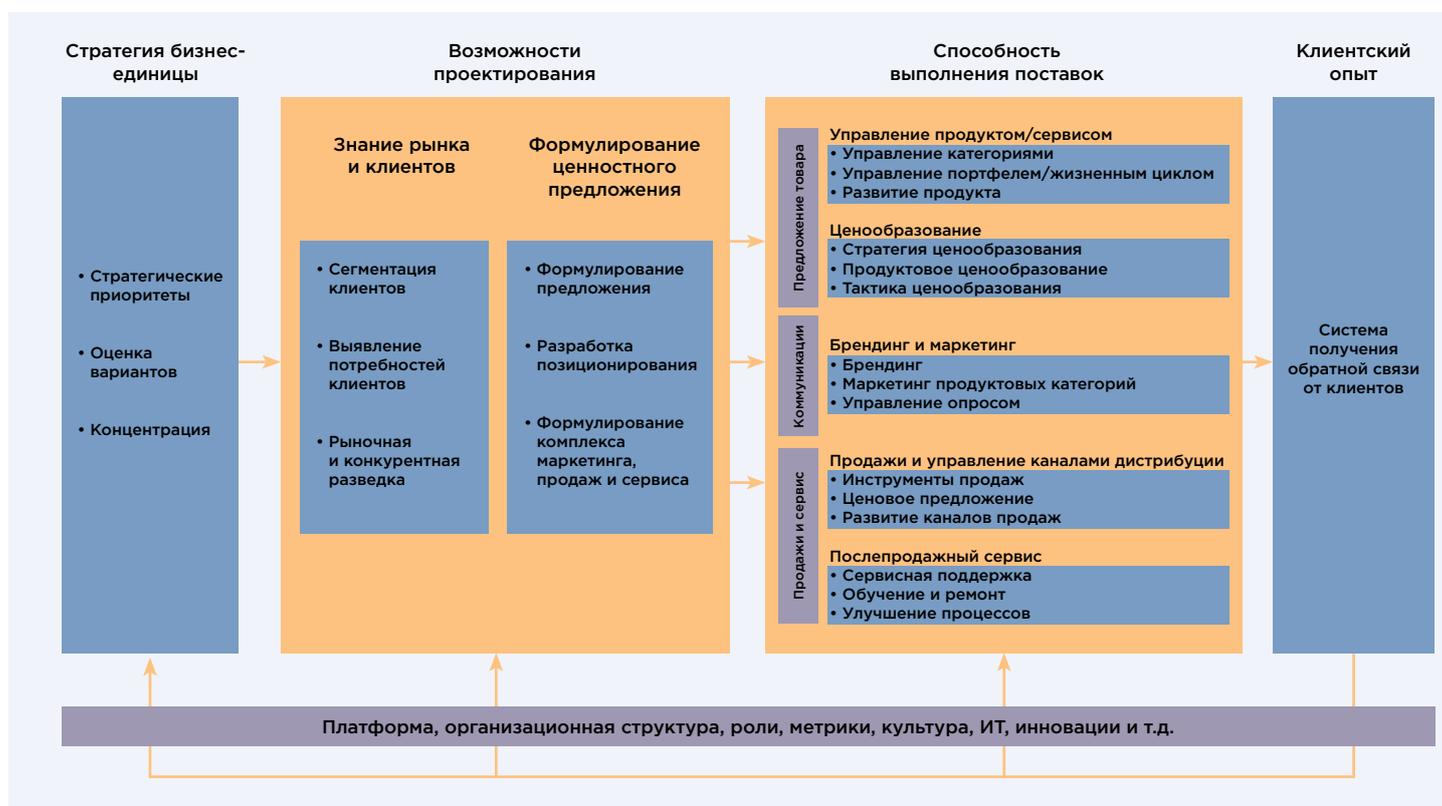


Текст: **Антон Большаков**



Целью коммерческого предприятия является привлечение и удержание покупателей. У него могут быть две и только две функции: маркетинг и инновации. Маркетинг и инновации обеспечивают результаты, все остальное — это расходы.

**Питер Фердинанд Друкер** — учёный, экономист, публицист, педагог, один из самых влиятельных теоретиков менеджмента XX века



1

Система вывода новых продуктов на рынок, характеризующаяся синхронизацией, фокусированием и интеграцией

Казалось бы, при той популярности, которая сопровождает проект электромобиля Tesla, производители могли создать и электрические скутеры (мопеды). Маленькие и юркие, ставшие неотъемлемыми атрибутами городов с теплым климатом и в Азии, и в Европе, электрические скутеры могли бы стать находкой для многих городских жителей. И действительно, всплеск интереса к малолитражным мопедам на электрической тяге был... в 2008 году, когда многие компании представили свои концепции. Но прошло почти восемь лет — и коммерческие продукты предлагают лишь 2-3 компании. Где же все остальные? Ответ прост. Изучение рынка выявило, что электрические скутеры оказались дорогим удовольствием (от 3 до 5 тыс. евро) с низким потенциалом на массовом рынке. А вот электровелосипед оказался и более дешевым, и более востребованным. И суть вовсе не в том, что не приходится крутить педали. Нет, это обычный велосипед, который помогает тебе крутить педали, «добавляя» усилие через электродвигатель, что удобно при дальних поездках и на холмистой местности.

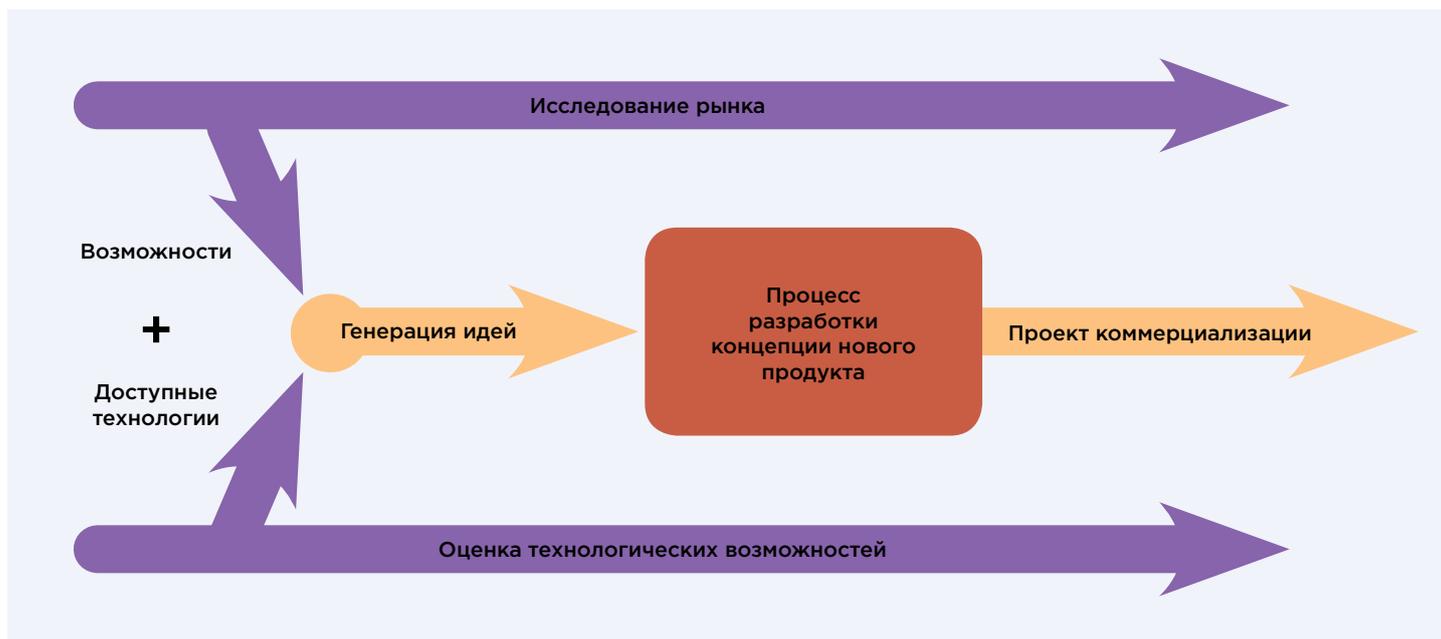
Это яркий пример того, что вера в профессиональный опыт, позволяющий создавать продукт (в данном

случае электроскутер), исходя из производственных возможностей и ощущений владельца, но не проверяя, насколько верны эти представления, приводит к печальным последствиям. Многочисленные исследования подтверждают<sup>1</sup>, что подобные интуитивные решения могут ошибочно проверяться целенаправленным поиском доказательств — с помощью т. н. стратегии позитивного тестирования, когда учитываются данные о потенциальных рынках, которые вероятнее всего будут соответствовать текущим убеждениям о перспективах захватывающей идеи. Как следствие — потраченные ресурсы и время на создание продукта, невостребованного рынком.

Успех продукта зависит от потребителей и только от них. Если потребители не желают совершать покупки, то неважно, насколько творение разработчиков продвинуто, красиво или сравнительно дешево. Раз никто не покупает, значит продукт никому не нужен. Но как понять, понравится ли потребителям изделие, которое только предстоит создать? Когда потребители — это определенные заказчики, можно более-менее четко сформулировать требования к разработке в виде технического задания (ТЗ). Но как быть с идеей нового

1 Канеман Д. Думай медленно... Решай быстро. Москва: АСТ Neoclassic, 2013. 978-5-17-080053-7

2 Creating an adaptive go-to-market system. Kovac M., Ledingham D., Weinger L. б.м. : Bain&Company, 2012 г.



2

Творческий процесс генерации идей новых продуктов предполагает оценку технологических возможностей и исследование рынка

продукта для нового массового рынка, представляющего собой сотни тысяч, а в идеале — миллионы покупателей? Как в таком случае выявить функции и характеристики, которые усиливают впечатление клиентов, с кем формировать и согласовывать ТЗ?

На рынке немало успешных компаний, добивающихся устойчивого и прибыльного роста за счет эффективного вывода на рынок новых продуктов. Все они характеризуются тремя особенностями<sup>2</sup>: пребывание в синхронизации с рынком, фокусирование, интеграция РИС<sup>1</sup>.

**Синхронизация с рынком.** Каждая компания должна отвечать требованиям своей отрасли, адаптироваться и менять стратегические приоритеты, быстро принимать правильные решения для сокращения неизбежно возникающих разрывов между существующей бизнес-моделью и требованиями рынка, постоянно отвечая на следующие вопросы: «Необходимо ли перепрыгнуть технологический уровень конкурента или нужно пытаться его догнать? Сколько мы должны инвестировать, чтобы соответствовать новым потребительским предпочтениям? Как мы можем минимизировать негативное влияние сбоев в цепочке создания ценности?». Чтобы находиться в синхронизме с отраслью, лидеры внимательно следят за конкурентами и сверяют полученную информацию с тем, что они узнают от своих клиентов, выстраивая для этого систему быстрой обратной связи через различные каналы.

**Фокусирование на главном.** Эффективные компании отличаются способностью определить, где они должны преуспеть, чтобы захватить конкурентное преимущество. Они четко отвечают на вопрос о том,

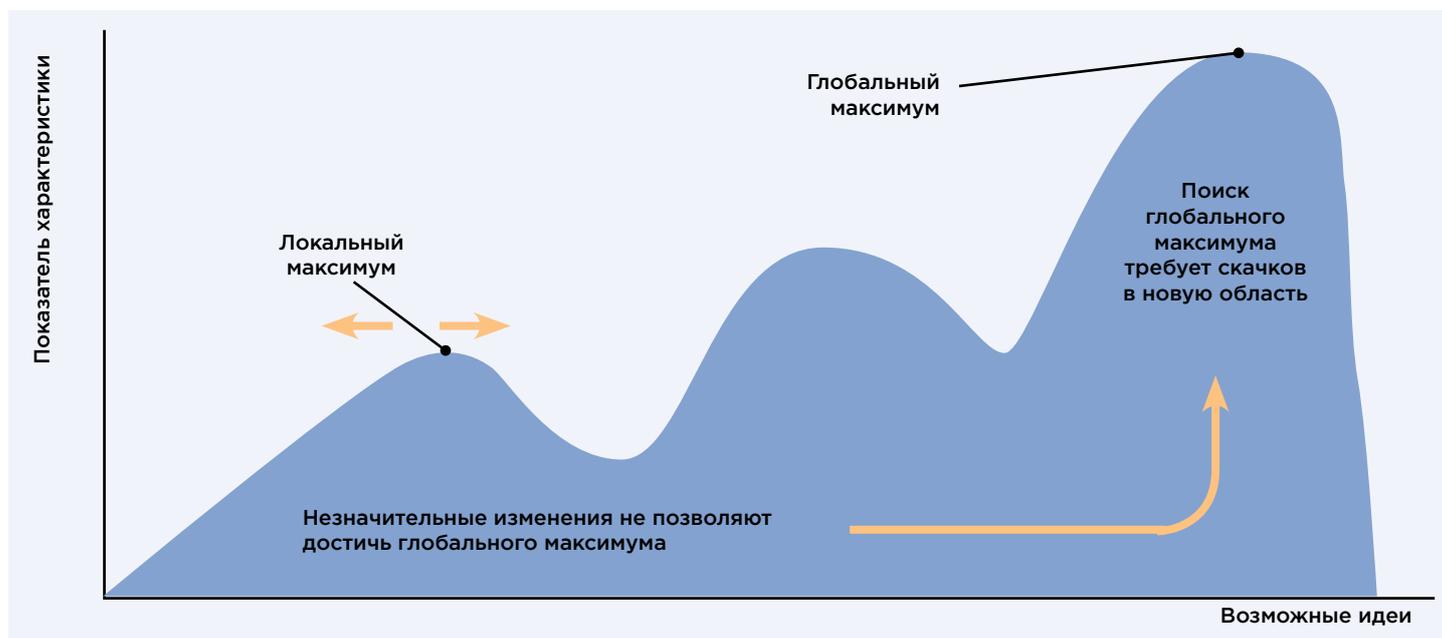


3

Организационные изменения должны успевать за скоростью технологических изменений

какими характеристиками должен обладать продукт, чтобы обеспечить наилучшие возможности выхода на рынок. Формулируют четкие требования к продуктам и услугам, направленные именно на целевых клиентов, и добиваются наивысших показателей по нескольким наиболее важным для успеха параметрам, обеспечивая лучшие в своем классе характеристики продукта. Этот подход отличается от характерного для многих компаний мнения, что добавление функциональных возможностей создает ценность для клиентов, а их вычитание — разрушает эту ценность.

**Интеграция.** Лидеры обеспечивают интегрированный и прозрачный механизм взаимодействия всех своих подразделений с рынком по всем каналам коммуникации (путям и средствам распространения информации).



4

Следование жестким предварительным планам подталкивает проектные команды принимать наименее рискованные решения

Но большинство компаний не способно доставить свои ценностные предложения эффективно по нескольким каналам. Во многом потому, что между функциональными подразделениями исследований, производства, маркетинга, продаж возведены стены, препятствующие эффективной коммуникации, вследствие чего медленно и неэффективно принимаются решения. Лидеры сломали эти барьеры и придерживаются согласованности действий своих подразделений, формулируя четкое маркетинговое сообщение (сообщение, побуждающее потребителя совершить покупку), учитывающее особенности каждого канала коммуникаций. В таких компаниях точно знают, кто несет ответственность за тактику ценообразования, запуск продукта, разведку рынка и любой другой аспект системы. Принятые роли прозрачны, каждый в организации хорошо знает зоны ответственности, свои и коллег.

Казалось бы, все просто. Но далеко не всем компаниям удастся выстроить результативную систему вывода на рынок новых продуктов, соответствующую этим критериям, так как для этого необходимо владеть специальными инструментами.

Что это за инструменты, какие подходы могут быть работоспособными в эпоху скудных ресурсов, гиперконкуренции и постоянно ускоряющегося темпа бизнеса?

## Риски принятия ключевых решений о новых продуктах

Перед тем, как перейти к описанию инструментов, рассмотрим два основных типа рисков, с которыми

они работают: с одной стороны, риск не реализовать в продукте действительно необходимые возможности, с другой — риск неэффективных инвестиций в бесперспективный продукт.

Принятие ключевых решений о новых продуктах предполагает оценку технологических возможностей и исследование рынка рис 2. Такая оценка должна проводиться постоянно, поскольку технологии производства радиоэлектронных приборов, да и все современные технологии развиваются стремительно. Жизненный цикл базовых технологий неуклонно сокращается рис 3, сохраняется тенденция к повышению микроминиатюризации изделий при одновременном росте функциональности. Дизайн и эргономика изделий становятся важным конкурентным преимуществом. Разработчики способны предоставить потребителям все больше различных возможностей в рамках одного продукта.

Однако разнообразие возможностей означает и проблему: сделать правильный выбор и сфокусировать усилия намного сложнее. Ведь большинство бизнес-решений о новых продуктах принимается на основе неполной или недостоверной информации, задолго до проверки в условиях реального рынка. Это означает, что критически важные элементы будущего бизнеса или продукта не могут быть определены заранее, а команда разработчиков может только предполагать, кто является целевым клиентом, какие ценности он получит от продукта и что будет определять конкурентоспособность этого продукта.

Проекты создания новых продуктов характеризуются высокой степенью неопределенности. В то же время инвесторы и руководители компаний вполне законо-

хотят обеспечить подконтрольность и предсказуемость процессов разработки. Однако зачастую стремление управлять проектами сводится к требованиям как можно точнее детализировать планы и минимизировать отклонения в расписаниях. Такой подход, по идее, должен снижать риски и потери. Однако он неминуемо приводит к появлению огромного объема документации, таблиц и диаграмм, постоянно проводятся согласования бюджета, обоснования возврата на инвестиции (ROI) или чистой приведенной стоимости (NPV). Месяцы труда тратятся на то, чтобы предусмотреть все до мельчайших деталей, не допустить ни одного сбоя. Рисуется замечательные графики, где обозначаются все подробности, которые нужно выполнить, и время, которое потребуется на каждую задачу. Предварительно составленные поэтапные планы, представленные на диаграммах Ганта, выглядят настолько подробными, что внушают уверенность, будто процесс разработки находится под полным контролем.

Но успешным инженерным проектам в области разработки новых продуктов присуща оценка ряда конструктивных альтернатив перед выбором наилучшего решения<sup>3</sup>, многие задачи уникальны, требования к проекту постоянно меняются. А в рамках подхода с тотальным предварительным планированием команды разработчиков должны следовать линейному процессу, в котором каждый этап (спецификация, проектирование, производство, испытания, масштабирование, запуск) тщательно контролируется по заранее расставленным вехам — ключевым показателям. Подменяется целевая функция: самым важным становится не выход с востребованным продуктом на массовый рынок, а составление отчетов в соответствии с план-графиком. Проектные команды пытаются уложиться в заранее разработанные жесткие расписания и бюджеты, сделать все правильно с первого раза, неизбежно отмечая новые данные, полученные в процессе исследования, независимо от того, насколько ценными они являются. Все это сказывается на качестве принимаемых ключевых решений, вынуждает проектные команды принимать наименее рискованные из них. Например, разработчикам становится выгоднее незначительно улучшать уже имеющиеся функции продукта, а не искать инновационные решения проблем клиентов рис 4. Однако относительно небольшие усовершенствования редко приносят новому продукту ожидаемый успех на рынке.

С другой стороны, если команде разработчиков предоставить неограниченную свободу в поиске прорывных решений, то высок риск того, что они только этим и будут заниматься, так и не создав законченный продукт. Значит, разработка нового продукта требует управления, обеспечивающего результативность, гиб-

кость и адаптивность к влиянию таких групп факторов, как сокращение жизненных циклов продуктов и неполной (недостовой) информации об условиях реального рынка. Обеспечить комбинацию результативности и адаптивности призваны гибкие процессы разработки концепций новых продуктов.

## Гибкие процессы разработки концепций новых продуктов

Гибкие процессы разработки концепций новых продуктов — это особый подход к разработке и выведению на рынок новых продуктов и услуг. Он основан на таких понятиях, как научный подход к менеджменту стартапов, подтвержденное обучение, проведение экспериментов, итеративный выпуск продуктов для сокращения цикла разработки, измерение прогресса, получение ценной обратной связи от клиентов.

На начальной фазе формируется концепция продукта: подробное описание его идеи с точки зрения клиента. Затем генерируются связанные с концепцией гипотезы целевого рынка, а именно — гипотеза ценности и масштаба:

- гипотеза о масштабе: обоснование того, что идея продукта может иметь потенциал массового рынка в различных сегментах и географических регионах;
- гипотеза о ценности: почему идея продукта способна решить ту или иную проблему (задачу, потребность) конкретных клиентов.

Такой подход уже на начальной фазе позволяет определить качество постановки задачи, помогая команде разработчиков перейти от абстрактных идей к гипотезам ценности и масштаба рис 5. Затем начинается основная фаза процесса — подтверждение жизнеспособности гипотез целевого рынка. Гипотезы подвергаются проверке и уточняются в ходе итерационного процесса, предполагающего применение маркетинговых исследований как качественных (получение глубокой, развернутой информации о предмете исследования), так и количественных (массовый опрос потребителей). Таким образом, значительное время уделяется детальному анализу сути решаемой проблемы, тому, какие проблемы должны быть решены и какие именно важные решения компания должна принять. Выявляются аналитические данные, которые помогут определить информацию для принятия решений, тип информации, из которой можно извлечь аналитические данные, и, наконец, источники нужных данных. Исследователи полностью погружаются в контекст использования продукта или услуги.



**5** Качество проработки концепции является ключевым фактором успеха нового продукта по мнению 90 % опрошенных менеджеров продукта

Члены команды читают все, что может представлять информацию о рынках, наблюдают и интервьюируют будущих пользователей, демонстрируют и прототипы, и элементы систем, и т. п. Предлагаемые решения проверяются путем демонстрации заинтересованным сторонам — маркетологам, клиентам и т. д. В результате определяется вся необходимая информация для подготовки качественного ТЗ и бизнес-плана.

Взгляд на будущий продукт глазами клиента помогает проверить и оценить реакцию рынка в условиях, максимально близких к реальным. Принципиально важно, что процедуры гибкой разработки концепций встраиваются в процесс создания нового устройства либо его отдельных функций, конструкции, методов эксплуатации и т.п. Используя этот подход, компании могут проектировать продукты и услуги, которые соответствовали бы ожиданиям и потребностям клиентов, максимально снизив риски привлечения большого объема первичного финансирования, неизбежного при запуске массовых продуктов. И здесь особая роль отводится маркетингу, как его определяет Российская гильдия маркетологов<sup>4</sup>: «Маркетинг — система управления разработкой и продвижением товаров и услуг, обладающих ценностью для потребителя, производителя и общества в целом на основе комплексного анализа рынка».

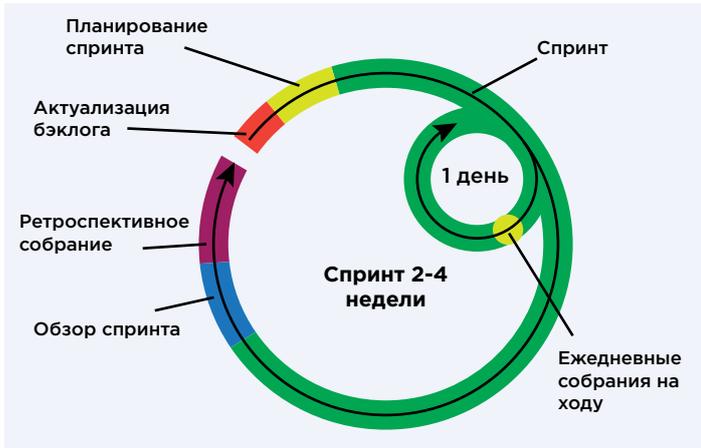
Как же реализуется этот подход?

## Механизм реализации гибкой разработки концепции новых продуктов

Для проверки выдвинутых гипотез формируются межфункциональные проектные команды: небольшие автономные единицы из 5-7 сотрудников, включая разработчиков продукта и маркетологов. Их цель — определить и реализовать то, что действительно имеет значение для клиентов. Такие проектные команды при необходимости быстро масштабируются и быстро адаптируются к изменяющимся условиям рынка.

Итерации выполняются короткими корректирующими циклами длительностью 2-4 недели, когда команда имеет возможность быстро проверить свои гипотезы на клиентах, выявить ошибки, внести необходимые изменения и снова протестировать **рис 6**. В ходе реализации цикла каждый день проводятся 15-минутные совещания проектной команды для выявления проблем и узких мест. Одним из полезных инструментов совещаний становится визуализация физического отображения потока работы на онлайн или офлайн канбан-досках **рис 7**. Слово «Канбан» состоит из двух частей: «Кан» означает «визуальный, видимый», а «бан» — карточка или доска.

Таким образом, контролируемые плановыми показателями проектной команды становится не загрузка ресурсов и следование жесткому линейному плану-графику, а количество проверенных и/или подтвержденных гипотез. Это позволяет сохранить фокус внимания на потребностях клиентов. Такой подход не означает отказа от планирования — разработка продукта явля-



6 Итерации гибкого процесса разработки концепций нового продукта выполняются короткими циклами длительностью 2-4 недели

ется множеством комплексных мероприятий, которые требуют тщательной координации и внимания к мельчайшим деталям. Тем не менее, план рассматривается в качестве начальной гипотезы, которая постоянно пересматривается по мере его развития **рис 8**.

В результате получается выявить «скрытые» ожидания и потребности клиентов, позволяя тестировать и улучшать продукт на всем протяжении процесса. Если гипотеза подтверждается, дальнейшее исследование по той же схеме может быть проведено с большей результативностью. Если гипотеза не подтверждается, анализируются возможные причины, а затем эксперимент либо прекращается, либо перестраивается. Даже неподтвержденная гипотеза может быть ценной, предлагая новые идеи, и тут важно быстро перестроиться на но-

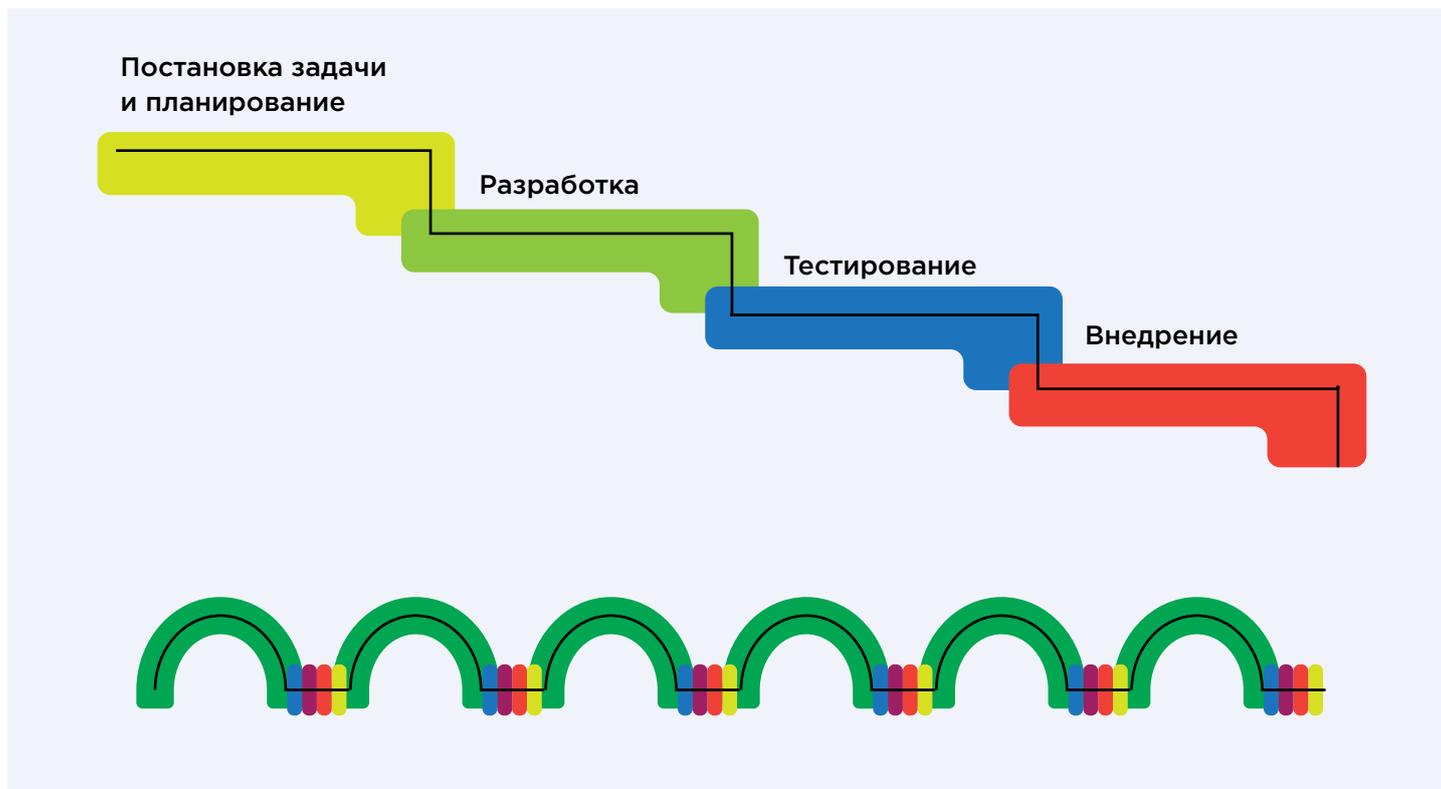
вую категорию клиентов или на новые сегменты рынка. Это ярко иллюстрируется следующим примером.

Команда получила заказ на разработку устройства для определения пульса в повседневных условиях. В качестве метода измерения было выбрано измерение электрического потенциала. Прибор был создан, но для устойчивой работы требовалось обеспечить очень хороший контакт датчика с телом. Для этого обычно используется специальная смазка, именно так поступают профессиональные спортсмены. Это не очень удобно, появились иные методы быстрого контроля пульса, рыночной перспективы для нового устройства не просматривалось. В ходе работы над прибором был получен побочный результат: выяснилось, что получился не только измеритель ЧСС, но и кардиограф на одно отведение. Однако работа в этом направлении развития не получила. Но в 2013 году британская компания Plessey Semiconductors выпустила очень чувствительный датчик электрического поля EPIC, который идеально подходил для данной задачи, т.к. не требовался надежный контакт с телом. Это был реальный прорыв. И это позволило другим компаниям в 2015-2016 годах представить на рынок мобильные решения кардиографа на основе такого датчика. И если бы компания-инициатор проекта воспользовалась гибкими методами разработки концепций, она могла бы быть в их числе.

Возможность показать определенные прототипы, опции, элементы продуктов как можно раньше в реальных условиях жизни клиентов помогает исследователям четче формулировать требования к новым продуктам. Например, если предполагается, что в новом продукте должно быть реализовано 200 функций, то зачастую целесообразно создать прототип с 20 основными функ-

Заголовок				
	Гипотеза	Сделать	Проверка	Сделано
Функция				
Функция				
Функция				

7 Визуализация является одним из полезных инструментов ежедневных совещаний



8 План рассматривается в качестве начальной гипотезы, которая постоянно пересматривается по мере его развития

циями (размер партии задач будет на 90 % меньше). Это очень существенно увеличит скорость проверки альтернатив. Так, компании-производители медицинских приборов используют гибкие методы разработки концепций новых продуктов, чтобы оперативно получать обратную связь и реагировать на потребности клиентов — меди-

цинского персонала и пациентов. Конечно, на стадии проверки гипотез прототип не может использоваться непосредственно для ухода или для диагностики заболеваний пациентов, поскольку он не прошел процедуру сертификации. Но медицинский работник использует прототип в режиме тестовой эксплуатации, например,



9 Результаты интеллектуальной деятельности процесса разработки концепций нового продукта увеличивают стоимость нематериальных активов компании

пользуется новым анализатором крови, вносит в него реальные данные пациента, но не применяет полученные результаты анализов для реальной диагностики.

Зачастую возникает вопрос: «На стадии проверки гипотез идея становится доступной многим. А что, если ее украдут?» Однако если речь идет о высокотехнологичных разработках, то опасность этого невероятно мала. Для «слепого» копирования необходимо готовое, функционально-законченное изделие, которого на этапе разработки концепции просто не может быть. Оно только рождается. Но даже если кто-то захочет воспользоваться «подсмотренной» идеей — дистанция от нее до продукта огромна. И компания, которая уже встала на путь разработки, всегда будет впереди конкурентов.

В процессе проработки проект может оказаться малопривлекательным со стратегической точки зрения. В некоторых случаях новый продукт может потребовать создания бизнес-модели, радикально отличающейся от бизнес-модели материнской компании. Или открывающийся потенциал нового бизнеса слишком мал, чтобы оправдать ресурсы, необходимые для завершения его разработки. Тем не менее, такие проекты могут иметь потенциальное будущее за пределами компании — как независимые фирмы или совместные предприятия с другими компаниями. Альтернативой вердикту «Не годен» может быть регистрация патентов и товарных знаков, что будет способствовать увеличению стоимости нематериальных активов компаний. Возможные варианты использования таких нематериальных активов включают создание совместных предприятий с заинтересованными инвесторами, использование отдельных наработанных элементов проекта (технологий, оборудования, информации, сетей связи, патентов и пр.) в существующих

бизнесах. Даже если инициатива по созданию нового продукта не будет перспективной в рамках существующего бизнеса, то возможна продажа интеллектуальной собственности рис 9.

### Как это все выглядит в реальности?

Подтвердив свою результативность в сфере ИТ при разработке новых программных продуктов, несколько лет назад методика гибкого подхода к разработке новых продуктов привлекла к себе внимание специалистов из других областей, в том числе и в разработке новых концепций продуктов в электронике и радиоэлектронике. Ее популярность растет с каждым днем и в нашей стране тоже. Проиллюстрируем практическое применение гибких процессов разработки новых приборов на примере бесконтактного сенсорного игрового контроллера Kinect, разработанного для консоли Xbox 360 рис 10.

Этот пример, изложенный руководителем программы Microsoft Xbox Беном Смитом, интересен также тем, что описывает применение методики в случае, когда есть опасения, что стремление показать элементы продукта потребителям как можно раньше создает риск копирования идей конкурентами. *«Требования конфиденциальности мешали команде [Kinect] оценивать риск, связанный с потребителями, на ранних этапах процесса разработки продукта. Мы должны были полагаться на свою интуицию и видение продукта, чтобы создать изделие, которым можно было не только пользоваться, но и любоваться. <...> Даже не имея возможности беседовать с потребителями на ранних этапах работы, команда Kinect могла снижать риски и систематически оценивать исходные*



предположения. <...> Чтобы решить огромное множество вопросов, команда устроила мозговой штурм. Какое время ожидания клиенты сочтут приемлемым? Как они будут работать с компьютерной графикой? Как можно оптимизировать программное обеспечение и «железо»? Кроме того, команда выявляла риски и делала все для их снижения. В частности, Kinect был создан из уже имевшихся в наличии компонентов, что страховало его от задержек со стороны поставщиков».

Гибкость подхода разработки концепции нового продукта проявилась в следующих организационных шагах: «Чтобы ускорить работу, команда установила временное оборудование для захвата движения на баскетбольных площадках в кампусе Microsoft.<...> Чтобы не терять темп, команда переключилась с каскадной методики на гибкую — двухнедельные спринты, чередующиеся с оценкой результатов. Каждый день в 18:00 разработчики собирались вместе и спрашивали друг друга: «Какие вопросы были решены сегодня?» Потратив на разработку продукта год, команда Kinect наконец представила пользователям опытные образцы бесконтактного контроллера. Как только с их помощью стало возможно выполнять простейшие действия, и игрок смог видеть на мониторе компьютера свой движущийся аватар, разработчики начали приглашать пользователей. Первый сюрприз заключался в том, что технология работы

Kinect была незаметна. Ничего не надо было держать в руках. Никакой вибрации и тактильной отдачи. Игрок просто сидел напротив [приставки] и ждал, пока что-то произойдет. Команде пришлось искать способ помочь игрокам чувствовать себя комфортно, управляя устройством дистанционно, но сохраняя способность быстро оценивать ситуацию». Решение данной проблемы стало еще одним проявлением гибкого подхода: «Команда договорилась о размещении продукта в 12 магазинах Macy's, где каждый желающий мог поиграть с помощью Kinect утром в субботу. Это позволило добиться двух вещей: команда собрала больше данных для захвата движения и наблюдала, как реальные пользователи играют с устройством в обычной обстановке. «Разработчики — плохие оценщики своих продуктов, — рассказывает Бен Смит. — Нам надо было разработать бета-программу, измерить площадь жилых помещений, наблюдать за тем, как люди играют с нашим детищем и сравнивать их действия с исходными предположениями или желательными способами использования. Если бы количество желающих поиграть с нашим устройством не росло, для нас это была бы катастрофа». И продолжает: «Бесконтактный сенсорный игровой контроллер Kinect был невероятным продуктом, но инновации — это всегда выход за грань возможного. Этот проект, рассчитанный на три года, мы реализовали за год и девять месяцев».

**В процессе разработки нового продукта техническое задание может меняться не только в силу технологической или конструктивной сложности, невозможности уложиться в заданные стоимостные характеристики и другие проектные показатели. Не менее важный фактор — изменение потребности рынка либо изменение понимания этой потребности. Ни профессиональный опыт, ни высокие конструкторские компетенции не позволяют гарантированно создавать массово востребованные продукты, если они не дополнены компетенциями в области исследования потребностей клиентов, рынка в целом. Поэтому в проектной команде создания продукта появляется обязательный участник — специалист по исследованию рынка, а именно маркетолог. Технические навыки подразделений маркетинга влияют на результативность процесса разработки новых продуктов ничуть не меньше, чем компетентность инженеров-разработчиков. Подразделения маркетинга являются связующим звеном между стратегическими планами компании о выводе новых продуктов и реальными ожиданиями рынка. К сожалению, на многих предприятиях это недостающее звено. **

# «Поток-Глобал» — новые возможности повышения эффективности для интегрированных структур и производств

Текст: **Роман Лыско**  
**Андрей Голубьев**

”

В настоящий момент практически все предприятия, выпускающие специальную технику, объединены в различные интегрированные структуры: Концерны, Холдинги, Корпорации и т.д. «Разделение труда» и развитие специализированных компетенций предприятий — необходимое условие для повышения эффективности и конкурентоспособности таких структур.

**В** условиях крайней ограниченности ресурсов (финансовых, временных, человеческих) вопрос создания единых технических площадок, консолидирующих и выполняющих производственные заказы нескольких предприятий в одном месте, стал особенно актуальным. От того, насколько грамотно и профессионально будет проводиться данная политика, в немалой степени зависит общая эффективность работы Концерна или Холдинга. Назовем такие площадки Центрами компетенций.

Жгутовые производства практически на всех предприятиях специальных отраслей находятся в плачевном состоянии. Об этом мы неоднократно писали в своих публикациях. Но современные решения проблем таких производств уже существуют.

Специалистами ГК Остек был сделан большой шаг в области развития решений по модернизации жгутовых производств специальных отраслей. Были выведены на рынок принципиально новые виды оборудования, в том числе наши собственные запатентованные разработки и программные комплексы. Проведена большая работа по продвижению и внедрению новых концептуальных подходов к развитию жгутовых производств.

На многих предприятиях внедрено и успешно работает наше комплексное решение «Поток» (<http://www.ostec-potok.ru>), которое представляет собой мощный программно-аппаратный комплекс, способный решить любую задачу, стоящую перед жгутовым производством. Без преувеличения «Поток» является уникальным решением, повторить которое пока не удалось ни одной компании. Результаты внедрения «Потока» на российских предприятиях спецотраслей показаны на рис 1, рис 2.

Сегодня очевидно, что проведенные модернизации механообрабатывающих производств, электронных/микроэлектронных областей, производств печатных плат и т.д. не всегда дают ожидаемый эффект, пока в производственной системе присутствуют «тормозящие» развитие элементы. Всем известен постулат: «Эффективность системы равна эффективности ее самого слабого звена». Особенно актуален данный вывод для жгутовых подразделений предприятий. Исторически сложившийся подход, когда жгутовые производства оснащаются и развиваются по остаточному принципу, не может и не должен применяться в современных условиях. Уровень оснащения вспомогательных производств не должен существенно уступать основным производственным процессам.



1 Жгутовое производство ДО внедрения «Потока»



2 А В

Жгутовое производство ПОСЛЕ внедрения «Потока»

С другой стороны, дефицит ресурсов не дает возможности на каждом предприятии создавать образцовые производственные участки, в том числе жгутовые. Не всегда возможно удовлетворить возросшие потребности в жгутовых изделиях и более высокие требования к качеству за счет увеличения численности персонала и количества рабочих мест. Это обусловлено рядом факторов, таких как:

- дефицит квалифицированной рабочей силы;
- ограничение по площади свободных производственных помещений;
- невозможность осуществления ряда технологических операций в ручном режиме.

Для создания современного жгутового участка требуются существенные инвестиции. Причем это вложения не только в машины и оборудование, но и в автоматизированную систему управления, в обучение персонала, в отработку новых технологических процессов. Сумма инвестиций, в зависимости от задач и масштабов по модернизации, может исчисляться сотнями миллионов рублей. Не каждое предприятие способно осуществить такое финансирование по оснащению.

На большинстве «автономных» предприятий руководители идут по пути точечного переоснащения и покупают бюджетное узкофункциональное оборудование рис 3. Такие приобретения позволяют решить лишь ряд текущих задач, незначительно снизить влияние человеческого фактора и немного повысить качество готовых изделий. Но подход точечного переоснащения не всегда дает возможность создать эффективные жгутовые производства, которые выпускали бы качественную жгутовую продукцию точно в срок, и где влияние человеческого фактора было бы сведено к минимуму.

Совершенно по-другому обстоит дело у Концернов и Корпораций. В отличие от отдельных предприятий у них есть возможность консолидировать инвестиции на одном заводе/производственной площадке и создать специализированное жгутовое производство, удовлетворяющее потребности в жгутах всех близлежащих предприятий Концерна и не только (имеется ввиду контрактное производство). Вместо «размазывания тонким слоем» инвестиций по десяткам предприятий аккумулятивное финансирование и других ресурсов на нескольких специализированных заводах позволит создать пред-



2 с Жгутовое производство ПОСЛЕ внедрения «Потока»



приятия с действительно новой и современной технологией производства жгутовых сборок. Именно о таких Центрах компетенций мы говорили в начале статьи.

Данный подход имеет ряд серьезных преимуществ перед жгутовыми участками или жгутовыми цехами, решающими задачи только в рамках одного предприятия.

Центры компетенций способны обеспечить полную загрузку машин и оборудования. Ни для кого не секрет, что зачастую процент загрузки оборудования составляет 10-20 % от возможного. И для этого есть ряд причин: неритмичность размещения заказов на производстве, относительно низкая потребность в жгутовой продукции в рамках одного предприятия, излишне высокий уровень производительности оборудования для автоматизированной обработки проводов и сборки жгутов. В Центрах компетенций эти проблемы решить значительно проще.

Еще одна важная составляющая специализации — это возможность снизить затраты на закупку материалов и комплектующих. Для любого поставщика кабельной продукции, будь то производственное предприятие или оптовая компания, всегда интересно заполучить в свои клиенты крупного заказчика. И здесь всегда можно получить большие скидки на весь объем закупки. Снижение издержек на закупку кабелей, проводов, расходных материалов, контактов и соединителей может составлять до 15 % и более. Другая важная составляющая консолидации закупочной деятельности — это оптимизация складских остатков и использование автоматизированных систем хранения. Некоторые виды электротехнических компонентов практически невозможно купить мелкими партиями. Для того, чтобы покрыть минимальную потребность в комплектующих, предприятие зачастую вынуждено закупать комплектующие с большим запасом, что не способствует увеличению оборачиваемости активов. По сути это приводит к замораживанию денежных средств.

Можно долго перечислять преимущества, которые дает организация жгутовых Центров компетенций. Помимо прямых экономических выгод налицо решение проблем зависимости от влияния человеческого фактора, оптимизация трудозатрат, повышение профессионализма и т.д.

Многoletний опыт, собственные разработки, успешное внедрение комплекса «Поток» в различные отрасли — от атомной до космической — позволяют Остеку сделать очередной шаг вперед и предложить заказчику в лице Концернов, Корпораций и Холдингов решение для организации жгутовых производств следующего поколения — «Поток-Глобал».

«Поток-Глобал» включает в себя все самые эффективные решения и базируется на безошибочных принципах работы программно-аппаратного комплекса «Поток». С той лишь разницей, что аудитория «Поток» — жгутовой цех или участок одного предприятия.



3

Полуавтоматическая машина опрессовки контактов

В качестве аудитории (или базы) для работы «Поток-Глобал» выступает производственная программа (в части жгутов) ВСЕХ предприятий Концерна, Корпорации и т.д. с обязательным учетом технологической, технической, конструкторской и прочих специфик жгутовых изделий КАЖДОГО завода.

Звучит невероятно, но это возможно. Ряд принципов и алгоритмов функционирования «Поток-Глобал» до момента защиты интеллектуальной собственности мы не можем раскрыть в данной статье. Но готовы представить общий принцип работы комплекса.

Представьте цех завода — жгутовой цех. Рабочие места, места хранения материалов (проводов, кабелей), места контроля готовых изделий и т.д. Таких цехов (по-

хожих друг на друга) — несколько десятков, и все они раскиданы по территории и на расстояниях в тысячи километров друг от друга.

Для наглядности мы взяли предприятия одного из Концернов. Географическое распределение предприятий представлено на карте рис 4.

Видно, что так или иначе выделяются скопления или «кусты» предприятий, расположенные рядом.

Проанализировав конструкторские документации большинства указанных предприятий, мы пришли к выводу, что совпадение требований, в том числе ГОСТов и ОСТов составляет до 90 % и более. Таким образом, в первом приближении понятно географическое распределение Центров компетенций, в том числе с учетом оптимизации логистических процессов.

Далее, взяв за базу производственные и функциональные возможности (скорость работы, вариации выполняемых технологических операций и т.д.) комплекса «Поток», мы рассчитали потенциальные возможности (с учетом комплектации «Потока» дополнительными модулями/единицами оборудования) по выполнению «коллективной» производственной программы «куста» предприятий на базе одного Центра компетенций.

Результат превосходит все ожидания. Появляется возможность полноценной загрузки автоматизированных линий с их избыточной для ОПК производительностью (то, чего раньше так «сторонились» технологи). Теперь нет необходимости в постоянной переналадке оборудования, если происходит смена провода (когда начинается использование другого провода, например, большего сечения), и количество изделий (заготовок) из одного типа провода возрастает в разы.

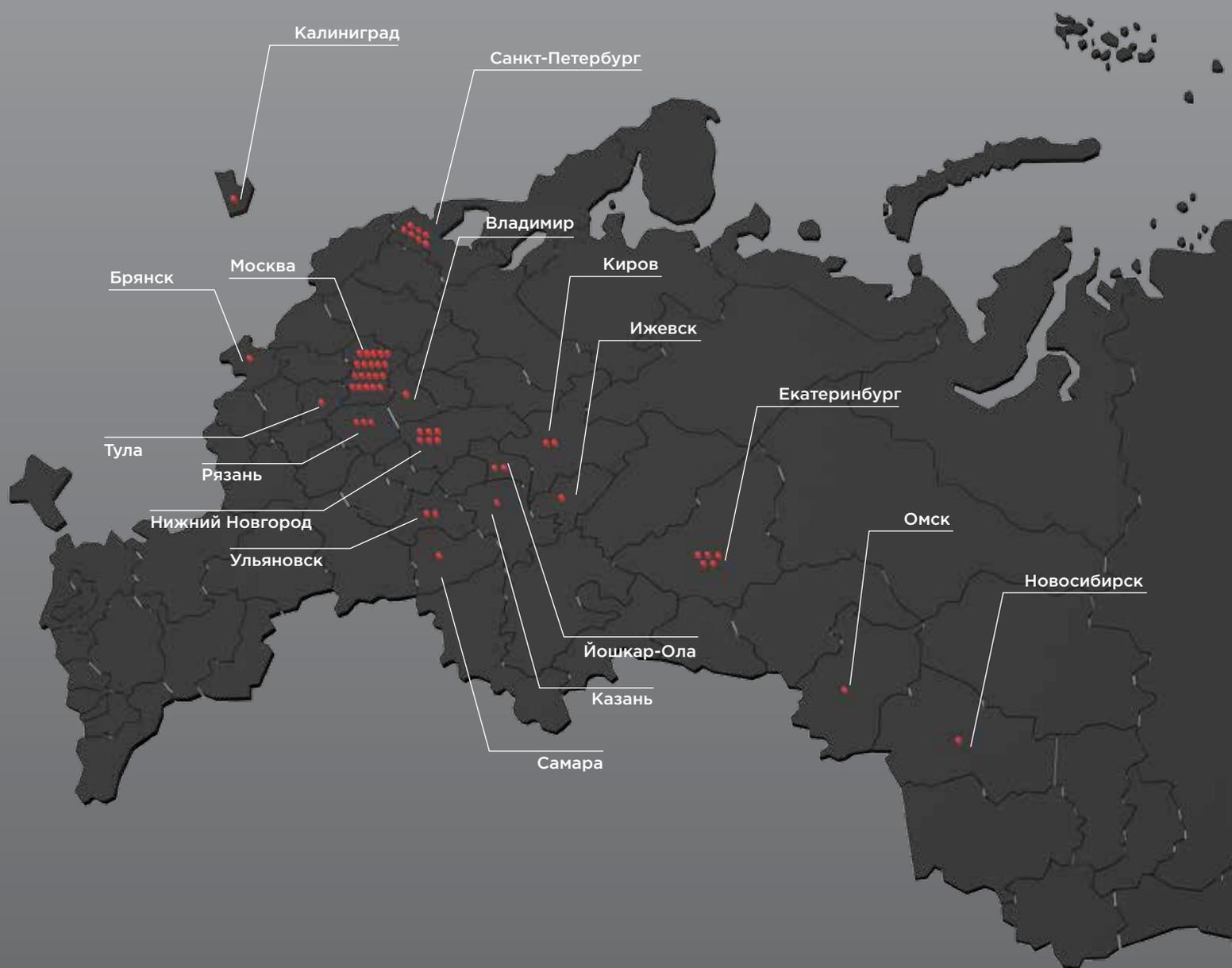
Сегодня одной из острых проблем является внедрение новых конструкторских разработок. Практика показала, что на одних предприятиях конструкторские нововведения приживаются быстро, на других — с осложнениями. Намечившаяся тенденция унификации конструкторских разработок в рамках одного Концерна используется и дает великолепные результаты в «Поток-Глобал». А именно: предлагаемые нововведения и конструктивы через систему «Поток-Глобал» с помощью принципов и алгоритмов прослеживаемости производства «проникают» в Центры компетенций, где происходит отработка и внедрение в серию.

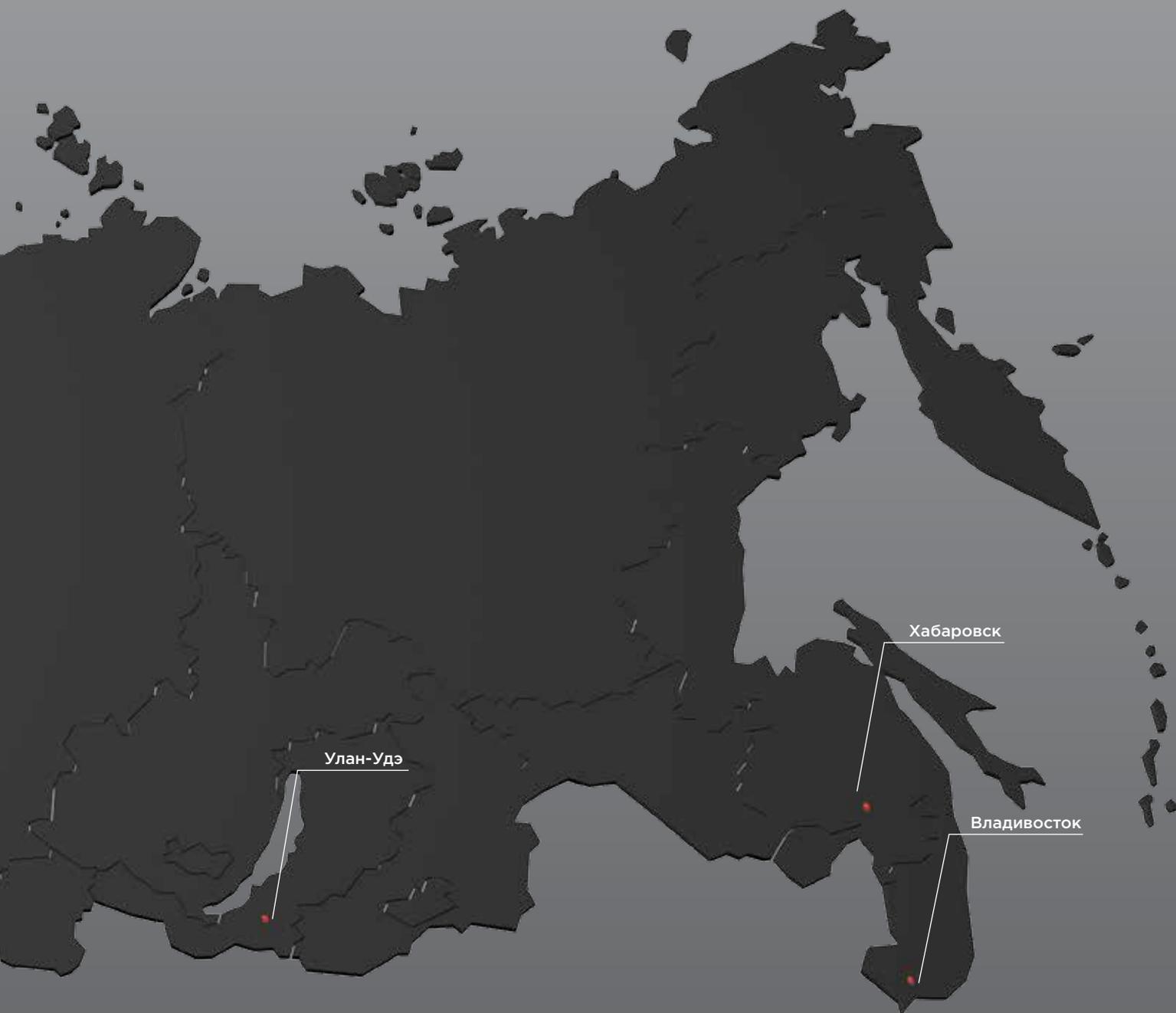
Если на все вышеописанное следующим слоем наложить производственную программу Концерна, то получается законченная система организации массового жгутового производства в рамках глобальной организационной структуры. Также предусмотрена возможность централизованной онлайн координации производственного цикла всех предприятий Концерна (в части жгутового производства) внутри комплекса «Поток-Глобал».

«Поток-Глобал» является быстродействующей системой. Так, чтобы создать и направить задание на производство в Центр компетенций, не обязательно направлять запрос в Концерн, ехать в Центр компетенций или делать заявку в электронной форме; хотя данные подходы также возможны. Различные уровни электронного доступа специалистов дают возможность на любом рабочем месте сформировать задание и направить его на исполнение. Система автоматически создаст оптимальный путь выполнения задания и даст возможность инициатору отслеживать ход работы в режиме реального времени.

---

**Оправданно возникает вопрос: «Что делать с предприятиями/заводами, которые не входят в «кусты» и не располагаются рядом с Центрами компетенций?» Ведь там также есть потребность, пусть и небольшая, в жгутах. Экономически, скорее всего, нецелесообразно изготавливать и везти несколько жгутов за тысячи километров. Особенно простые жгуты. Делать большие инвестиции в создание мощного жгутового участка/цеха также экономически бессмысленно. Для такой ситуации есть решение — «Поток-Мини». О нем мы расскажем в наших следующих публикациях. ▣**





# Как сэкономить на обслуживании оборудования



Текст: **Андрей Шкодин**

Любое оборудование требует внимания, которое выражается в неукоснительном выполнении требований к эксплуатации и обслуживанию на протяжении всего жизненного цикла. Естественно, что обслуживание подразумевает определенные затраты:

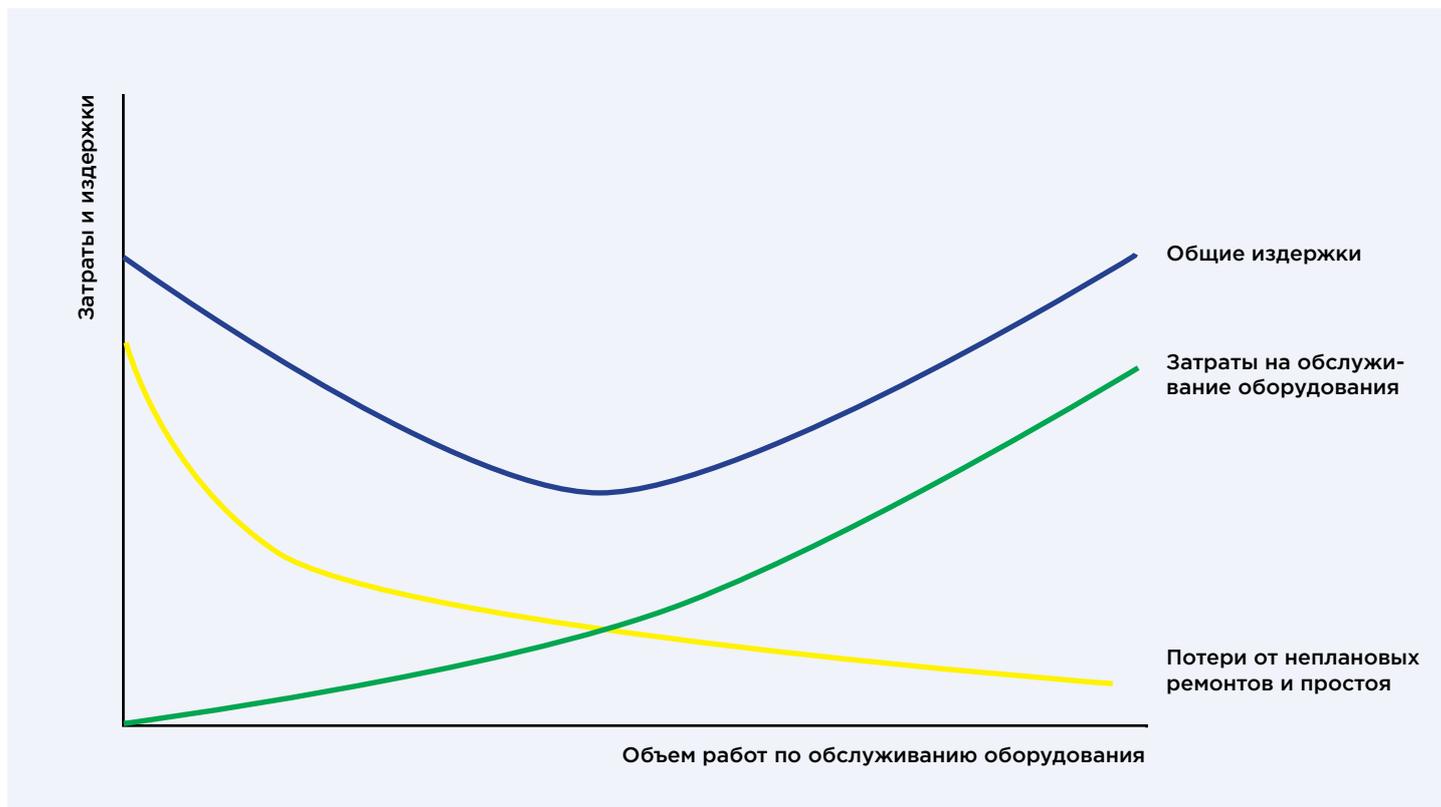
- на приобретение материалов и запасных частей;
- на приобретение инструмента и приспособлений;
- на обслуживающий персонал;
- на оплату услуг сторонним организациям.

Разумеется, эти затраты отражаются на себестоимости выпускаемой продукции и влияют на прибыль организации. Самый простой и очевидный способ экономии — сокращение данных затрат. Однако стоит учесть, что бездумная экономия прямо влияет на качество проводимого обслуживания, а это, в свою очередь, отражается на количестве возникающих отказов оборудования в процессе эксплуатации, и, как следствие, мы имеем:

- брак получаемой продукции;
- простой оборудования;
- невыполнение производственного плана;
- санкции от заказчиков;
- сокращение ресурса оборудования.

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

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



1  
Зависимость затрат от объема работ по обслуживанию оборудования

## Стандарты в области управления активами

В нашей стране за основу принята методологическая база, заложенная ещё 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 А. П. Владзиевского и М. О. Якобсона. В дальнейшем были разработаны и приняты многочисленные стандарты, определяющие требования к организации системы, и отраслевые нормативные документы.

На текущий момент на большинстве предприятий принципы организации системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) являются наследием этой системы и включают:

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

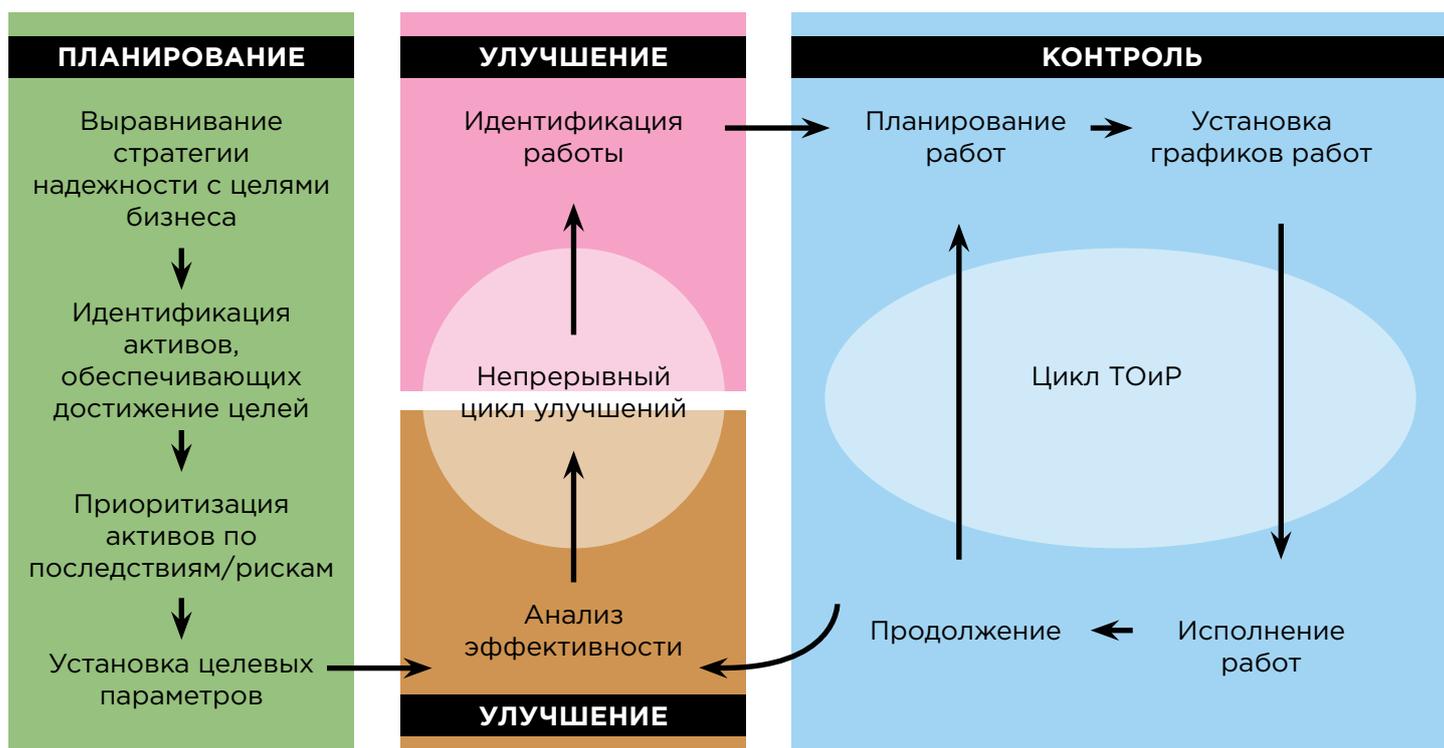
При этом в других странах (Германия, США, Япония) подходы к организации системы ТОиР непрерывно эволюционировали, появлялись новые, и на сегодняшний день система ТОиР в мировой практике рассматривается как составляющая системы управления производственными активами (EAM — Enterprise Assets Management).

Если рассматривать вопрос стандартизации данного процесса, то следует отметить, что в 2014 году в системе ISO появились стандарты 55 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 10 стран.

В 2014 году в России специально организованный комитет при Федеральном агентстве по техническому



2

Процессный подход в области управления производственными активами

регулированию и метрологии провел большую работу по адаптации международного стандарта для его применения на территории России 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 подразумевает комплексный процессный подход и определяется как «Сбалансированная деятельность организации с целью извлечь прибыль из активов. Включает баланс затрат, рисков, возможностей и производительности».

При этом сам «Актив» определен как идентифицируемый предмет, вещь или объект, имеющий потенциальную или действительную ценность для организации, а управление активами подразумевает процессный подход.

### Организация системы управления производственными активами

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

Если кратко рассмотреть имеющиеся на текущий момент стратегии, то можно выделить следующие:

- RTF (Run-to-Failure): эксплуатация до отказа — вышеупомянутый реактивный ремонт. Бессистемный подход, сущность которого заключается в обозначенном уже принципе: 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 проведенной диагностики. На этом же основании определяется и перечень проводимых мероприятий по обслуживанию.
- RCA (Root Cause Analysis): анализ основной причины и внесение изменений — проактивное обслуживание. Подразумевает определение причины, влияющей на работоспособность оборудования, и дальнейшие действия для устранения этой причины.
- RCM (Reliability-Centered Maintenance): надежность-ориентированное техническое обслуживание.
- RBM: обслуживание на основе оценки риска (Risk-Based Maintenance).

RTF, TBM, CBM, RCA являются базовыми, а суть RCM и RBM сводится к распределению оборудования по определенным группам, и в зависимости от принадлежности оборудования к той или иной группе определяется принцип обслуживания.

**T 1**

Уровни рисков и стратегии обслуживания

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

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, т.е. организация ремонтов по состоянию), прогнозной (основанной на прогнозе с определенной надежностью времени выхода из строя оборудования). При этом критерии оценки следующие:

- какие функции выполняет актив: как основные, так и вспомогательные;
- какие возможны отказы, влекущие за собой прекращение выполнения этих функций;
- что является причиной каждого из возможных отказов;
- к каким последствиям приводит каждый из отказов.

RBM по своей сути очень схожа с RCM за исключением того, что принцип определения стратегии обслуживания сводится к минимизации рисков, которые возникают в случае отказа оборудования **T 1**.

Выбор стратегии обслуживания индивидуален для каждого предприятия, но в целом наиболее применимые с точки зрения экономического эффекта — это RBM и RCM, при этом уменьшение объема выполняемых работ по обслуживанию оборудования может достигать 30-40 %.

### Обеспечение ресурсами

В общем ресурсы делятся на три большие группы: персонал, материально-технические, инфраструктурные **T 2**.

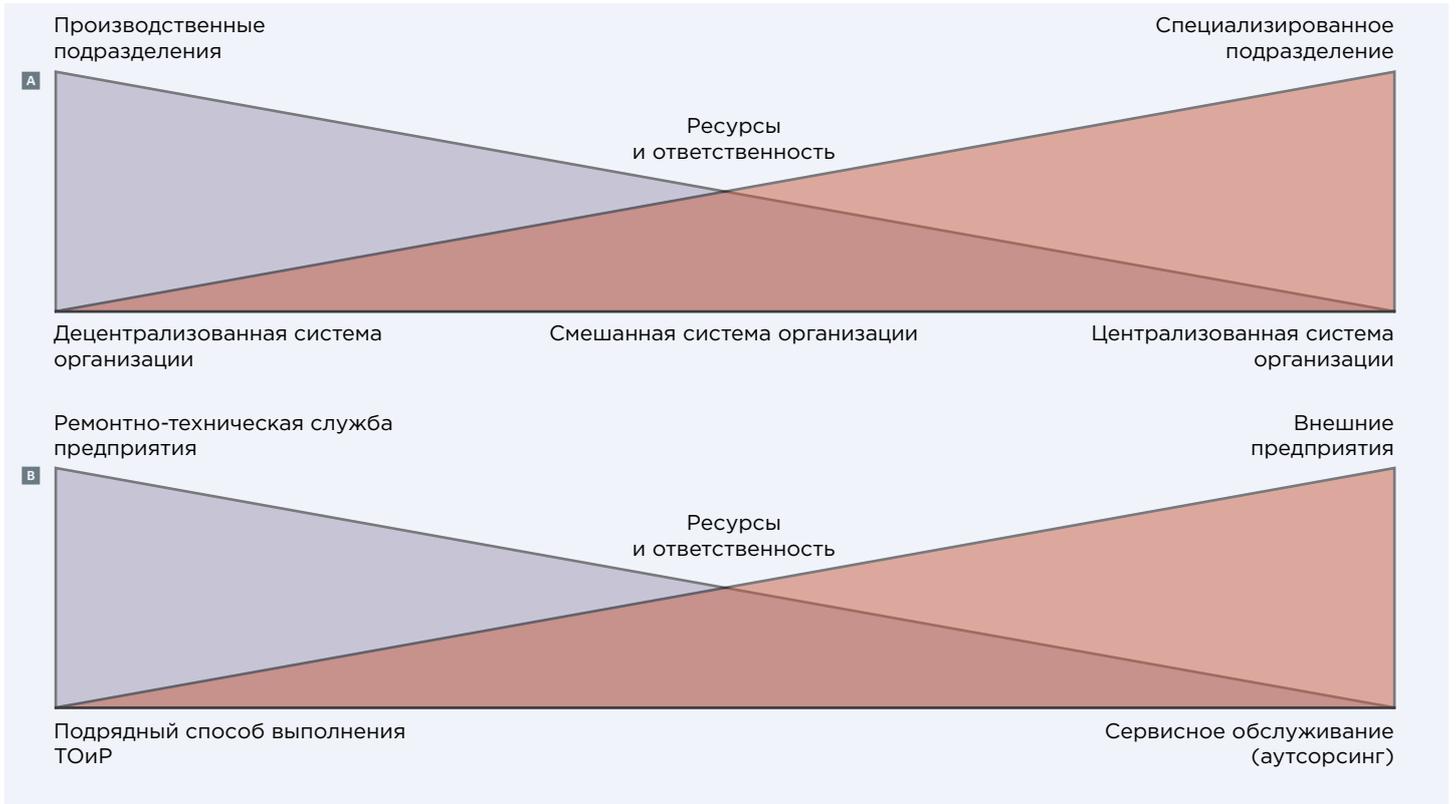
С точки зрения организации обслуживания оборудования можно выделить три классических способа, наиболее часто встречающихся на наших предприятиях **РИС 3 А**:

- централизованная организация: подразумевает наличие специализированной структуры в составе предприятия, на которую возложен весь объем функций по техническому обслуживанию и ремонтам оборудования производственных и вспомогательных подразделений, а также несущей всю полноту ответственности за обеспечение возможности безопасной и безаварийной эксплуатации оборудования;
- децентрализованная организация: подразумевает наличие собственной структуры по обслуживанию оборудования в рамках производственного подразделения с зоной ответственности, ограниченной собственно активами подразделения;
- смешанная организация: подразумевает, что часть функций выполняют сотрудники производственного подразделения, а часть — имеющаяся служба/структура в составе предприятия.

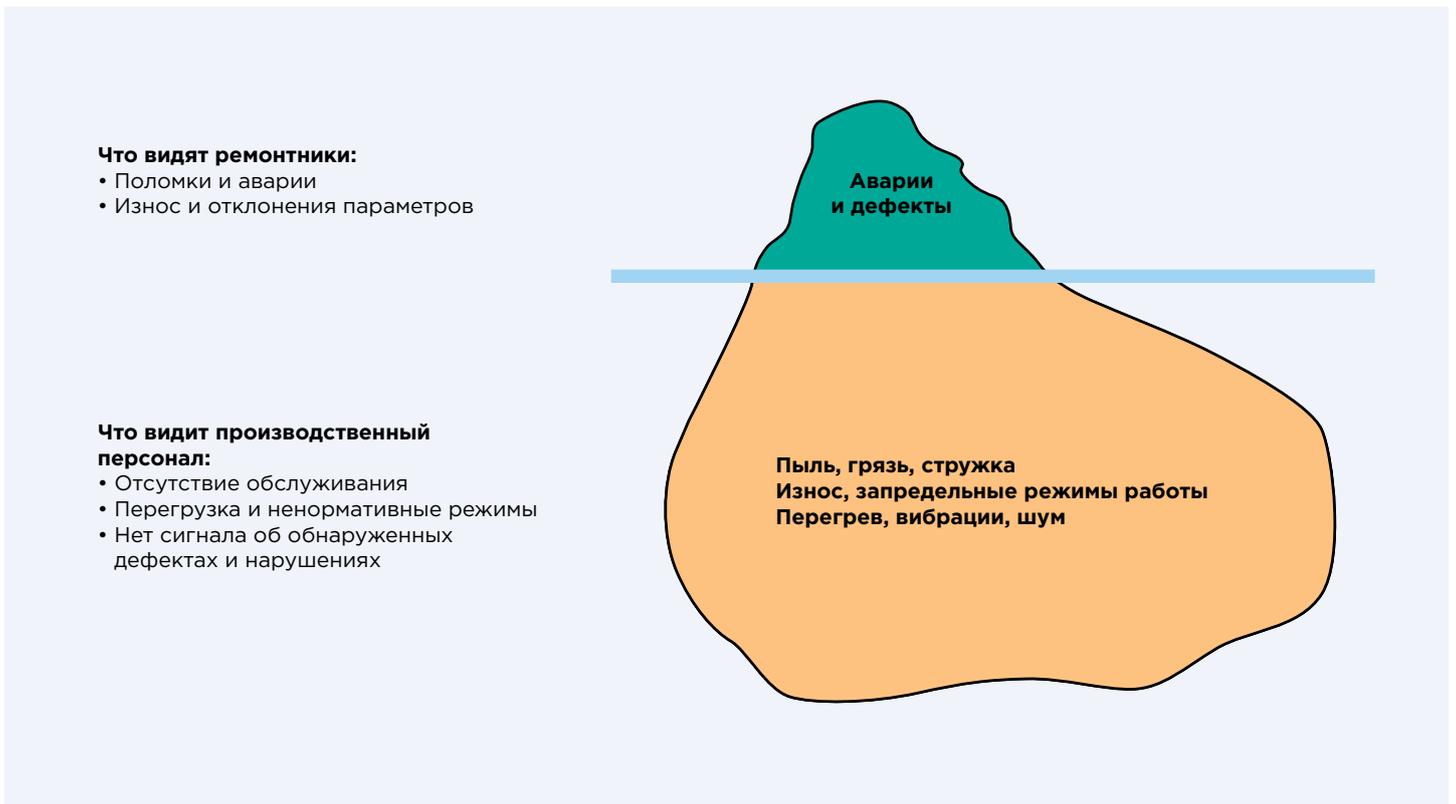
**T 2**

Классификация ресурсов

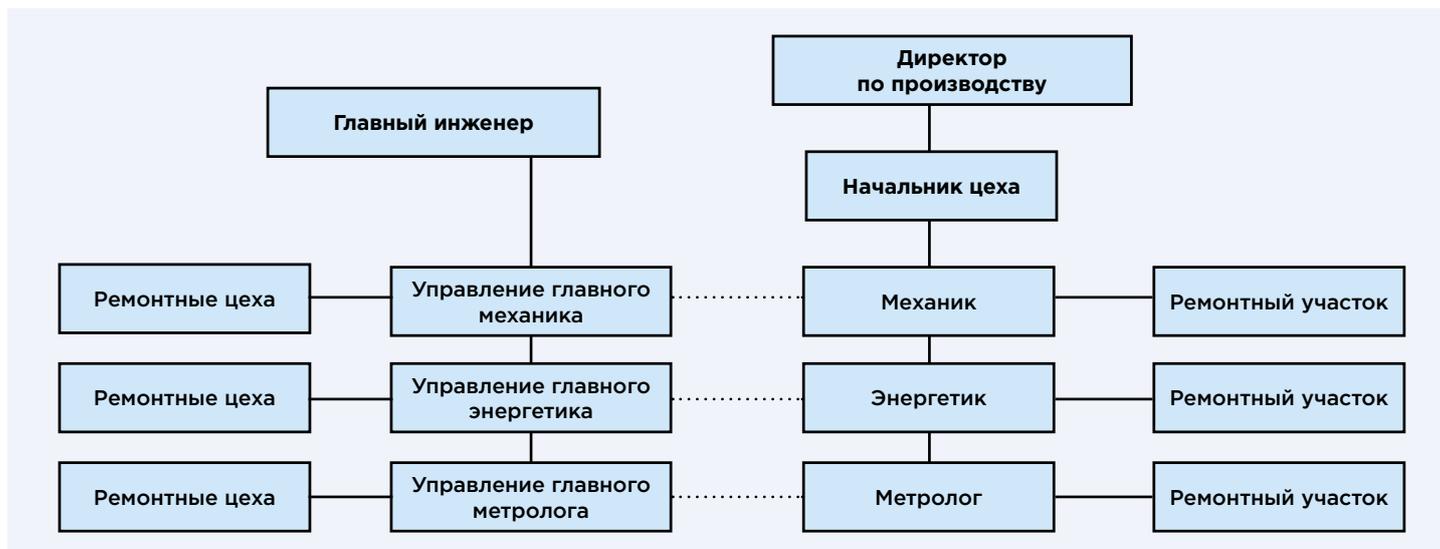
РЕСУРСЫ		
Персонал	Материально-технические	Инфраструктура
Квалификация	Средства измерения	Производственные и складские площади
Знания	Инструменты и спецодежда	Оборудование для выполнения работ
Опыт	Запасные части и материалы	Коммуникации (электроэнергия, вода, сжатый воздух и т.д.)



3 Распределение ресурсов и зоны ответственности в зависимости от типа организации. **А** Классическая модель; **В** Альтернативная модель



4 Разный взгляд на проблемы с оборудованием



5 Типовая схема организации ремонтно-технической службы

Существует альтернативная модель, которая подразумевает участие в процессе сторонних организаций с сохранением обозначенных принципов рис 3 в.

В каждом обозначенном случае есть свои плюсы и минусы, но есть и присущие любой из этих систем проблемы рис 4:

- разница в мотивации и задачах у обслуживающего и эксплуатирующего персонала;
- отсутствие полной и актуальной информации об оборудовании, возникших проблемах и т. д.;
- уровень квалификации как персонала предприятия, так и сторонних организаций.

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

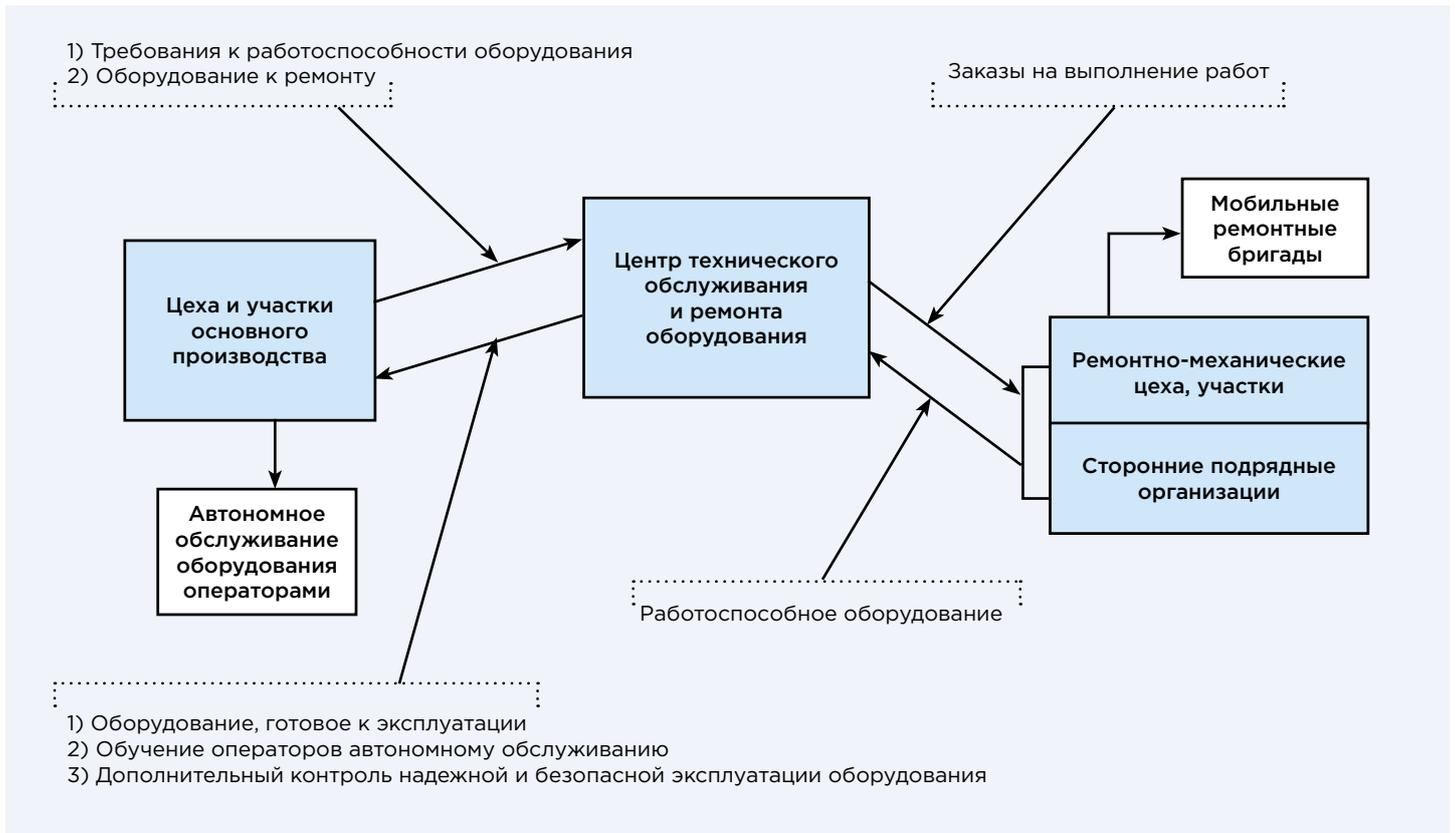
- Сервисный подход, подразумевающий, что обслуживание оборудования — это услуга, у которой есть заказчик и есть исполнитель, а также зафиксированные договоренности между ними относительно показателей, которые обеспечивает исполнитель и которые приемлемы для заказчика. Собственно, исполнитель получает деньги за оказанную услугу, принятую заказчиком. И не важно, живые это деньги или так называемый хозрасчет.
- Делегирование функций по обслуживанию оборудования эксплуатирующему персоналу (операторам). При этом не подразумевается, что оператор должен выполнять весь объем работ, но ежедневное техническое обслуживание, типовые неисправности — вполне. Опять же, должны присутствовать знание и понимание функционирования оборудования.

Для повышения эффективности необходимо пересмотреть имеющуюся структуру ремонтно-технических служб на предприятии и предпринять шаги по её оптимизации и реструктуризации. Так, наиболее оптимальной представляется смешанная схема организации системы ТОиР, которая наиболее часто используется на отечественных предприятиях. Типовая схема такой организации представлена на рис 5.

При этом очевидны следующие моменты:

- Двойное подчинение сотрудников из числа обслуживающего персонала (цеховых механиков, энергетиков и метрологов) как руководству цехов, так 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 проведения таких работ, нормативы расходования запасов материалов и комплектующих.
- Наличие собственных ремонтных участков в цехах, оснащенных оборудованием, вместе с ремонтными цехами при данной структуре приводит к неэффективному использованию и распределению имеющегося оборудования, оснастки и товарно-материальных запасов.
- Функциональная специализация затрудняет определение ответственности за решение комплексной задачи, в частности за работоспособность конкретного оборудования могут отвечать сразу несколько специалистов, но каждый по своей части.

Учитывая эти проблемы системы управления, имеющей смешанную организационную структуру, рас-



6

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

смотрим адаптированную централизованную схему организации технического обслуживания и ремонта оборудования для современного промышленного предприятия рис 6.

- Разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечению работоспособности оборудования между подразделениями и службами.
- Общая заинтересованность всех участников в поддержании работоспособности оборудования, т.к. 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 ремонтный персонал;
- снизить на 10-15 % численность инженерно-технического персонала основного производства за счет перераспределения возложенных на них функций и задач;

- сократить 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

В настоящее время производственные процессы предполагают большие объемы информации, статистических данных, анализ, поэтому невозможно выстроить эффективную систему управления производственными активами без автоматизации процесса. При этом под автоматизацией подразумевается использование специализированного программного обеспечения.

Первые системы класса CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) появились за рубежом более 25 лет назад. Их функционал был ориентирован на планово-предупредительные ремонты и включал:

- учет оборудования;
- данные о необходимых запчастях и материалах;
- данные о ремонтном персонале;
- составление заявок на обслуживание оборудования;
- календарное планирование технического обслуживания и ремонта;

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**Генеральный директор ЗАО «Новатор» Тимошенский Дмитрий Федорович**

**Основной вид деятельности компании: обслуживание оборудования, поставка материалов и запасных частей.**

**[www.zao-novator.ru](http://www.zao-novator.ru)**

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

- старое оборудование предприятия имело большой ресурс наработки, было сильно изношено и требовало значительного объема работ по ремонту, который происходил только в случае выхода из строя;
- новое оборудование было технически сложным и требовало для обслуживания высокого уровня знаний специалистов. Опять же установка, монтаж, перемещение оборудования — это дополнительный объем работ.

В то время компания «Технотех» имела небольшую службу главного инженера, которая занималась поддержанием в работоспособном состоянии всех коммуникаций и систем жизнедеятельности предприятия. Данная служба физически не справлялась со всеми задачами.

Проанализировав ситуацию, мы увидели следующие пути решения:

- Расширение существующей службы главного инженера.
- Передача значительной части задач сторонним исполнителям.

И мы выбрали второй вариант как менее рискованный и менее затратный в долгосрочной перспективе.

Очень не хотелось раздувать штат непроизводственных специалистов. Мы вообще стараемся все непрофильные работы передавать на аутсорсинг.

Но тут столкнулись с другой проблемой: в нашем 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, т.е. пришлось заключать договоры с каждой компанией из числа наших поставщиков. Относительно уровня технических специалистов этих компаний вопросов не возникало, но сроки реакции... Здесь есть два фактора:

- концентрация всех поставщиков в основном в центральном регионе;
- ограниченность ресурсов высококвалифицированных специалистов из числа сервис-инженеров.

Иногда приезда инженера приходилось ждать около месяца, что было совершенно неприемлемо для активно развивающегося предприятия. Мы пробовали работать напрямую с производителями оборудования (европейскими компаниями), но в этом случае к проблеме со сроками реакции добавилась ещё и проблема со стоимостью работ. Т.е. аутсорсинг не позволял в полной мере решать имеющиеся проблемы.

И тогда мы приняли решение о создании своей дочерней компании, которая взяла бы на себя услуги по обслуживанию всего парка оборудования. Так была создана компания «Новатор».

Изначально планировали, что это будет только оборудование предприятия «Технотех», но в дальнейшем мы поняли, что наши возможности гораздо шире, и мы можем оказывать такие услуги другим предприятиям. Мы набрали команду молодых инженеров и с помощью компании «Остек-СТ» провели их обучение как на заводах-производителях 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 наших сотрудников на право осуществления 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.

На текущий момент благодаря тому, что компания «Технотех» полностью обслуживается у нас, мы имеем ежедневную практику в решении многочисленных вопросов по ремонту и сервису, а сотрудничество с «Остек-СТ» делает более широким круг знаний наших специалистов. В нашем случае обслуживание оборудования — это не только затраты, но и дополнительный бизнес, который приносит прибыль.

- учет данных о затратах на обслуживание оборудования;
- учет данных о случившихся событиях (поломках, авариях);
- статистические отчеты о ремонте и обслуживании.

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

- осуществлять поддержку на протяжении всего жизненного цикла, а не только в период эксплуатации;
- применять современные стратегии организации обслуживания оборудования, а не только ППР;
- на основе анализа выбирать оптимальную стратегию обслуживания;
- управлять физическими рисками владения активами;
- выполнять анализ стоимости жизненного цикла активов;
- выполнять анализ эффективности использования активов;
- планировать развитие и инвестиции в производственные активы.

В настоящее время на отечественном рынке представлено много систем такого класса как от мировых лидеров: SAP, Oracle, IBM, так и отечественных разработчиков: Ремонт-Эксперт, Спецтек, Галактика.

Несмотря на активное развитие рынка программных продуктов предприятия радиоэлектронной промышленности слабо представлены в числе реализованных проектов в данной области — по большей части это единичные случаи **ТЭ**. С одной стороны, это связано с уровнем рисков (так, лидерами в использовании ЕАМ-систем являются отрасли с высоким уровнем рисков: угольная промышленность, металлургия, энергетика), с другой — активное перевооружение предприятий отрасли переместило внимание на запуск оборудования в производство и отработку новых технологий. Но вопрос является актуальным для любой отрасли, ведь помимо минимизации рисков он даёт значительный экономический эффект.

Наиболее часто приводятся данные по исследованиям консалтинговой группы А.Т. Kearney:

- 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 %.

- Сокращение срочных закупок 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.
- Сократить объемы складских запасов.
- Сократить время незапланированных простоев.
- Уменьшить количество поломок и простоев.

### ТЭ

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

Отрасль	Итог
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 %
Энергетика атомная	40 %
Энергетика гидро	100 %
Энергетика сети	100 %
Энергетика тепловая	83 %
<b>Общий итог</b>	<b>65 %</b>

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**Команда «Ремонт-Эксперт» работает в составе группы «Деснол Софт» с 1999 года. С 2005 года специализируется на автоматизации управления ремонтами и в смежных областях. За время работы накоплен большой опыт решений на различных платформах и на предприятиях различных отраслей.**

**Руководитель направления ТОиР компании «Деснол Софт» Танасичук Дмитрий Вадимович.**

У руководителя предприятия относительно обслуживания оборудования обычно возникают следующие вопросы:

- Как определить достаточный минимум затрат 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 оптимально выстроить техническую политику: что подлежит модернизации, с чем надо расставаться, какие оптимальные технические решения выбрать?

Нужно понимать, что построение эффективной системы управления производственными активами невозможно без автоматизации данного процесса. При этом, в первую очередь, автоматизация востребована не только для крупных предприятий с большим количеством оборудования, но и для небольших предприятий, т.к. чем меньше оборудования, тем проще реализовать проект по автоматизации и внедрить систему. Ведь потом, когда рост объема производства приведёт и к росту объема оборудования, на предприятии уже будет существовать готовая действующая система. Очень часто бывает так, что предприятие приобретает программный продукт — и на этом все и заканчивается. Дело в том, что автоматизация невозможна без базы данных. А при автоматизации управления производственными активами первый шаг — их паспортизация, которая подразумевает внесение в информационную систему полной информации об объектах системы (оборудовании). Этот процесс и сам по себе достаточно трудоемкий, так ещё и часто возникает проблема с отсутствием необходимой информации. Мы считаем, что на предприятии

должен быть назначен ответственный за внедрение и эксплуатацию системы автоматизации, также желательно привлечение как минимум одного стороннего эксперта. Еще возникают трудности с адаптацией программного продукта к потребностям конкретного предприятия и его интеграцией с уже используемой на предприятии системой бухгалтерского учета, документооборота, складского учета и т.д.

Наша система 1С ТОиР не имеет отраслевой направленности. На текущий момент реализованы многочисленные проекты в различных отраслях, таких как:

- Энергетика (атом, гидро, сети, тепловая).
- Metallургия (цветная, черная).
- Горная, угольная.
- Нефтедобыча, газовая.
- Нефтепереработка, химическая.
- Машиностроение.
- ЖКХ (водоканал, горэлектросети, теплосети и котельные, эксплуатация зданий).
- Транспорт (морской, железнодорожный, трубопроводный, авиационный, автомобильный).
- Целлюлозно-бумажная.

Система легко адаптируема под нужды и потребности конкретного предприятия. Опять же: наиболее распространённой системой, применяемой на предприятиях России, является 1С, поэтому никаких проблем с интеграцией не возникает.

Исходя из нашего опыта, можно дать следующие рекомендации:

- на этапе выбора продукта учитывать обозначенные факторы;
- на этапе внедрения обозначить ответственного, привлечь стороннего консультанта;
- не ждать сиюминутного результата. Эффект будет через определенное время обязательно;
- целенаправленно выстраивать саму систему обслуживания оборудования. Автоматизация процесса без выстроенной рабочей системы невозможна.

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



7  
Комплексный подход к организации системы управления производственными активами

## 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 обозначить следующие требования к системе:

- Организация системы.
- Управление объектами системы.
- Информационное обеспечение системы.
- Обеспечение ресурсами системы.
- Функционирование системы.
- Безопасность системы.
- Автоматизация системы.
- Эффективность системы.

На основании анализа определяется стратегия управления производственными активами, разрабатываются необходимые требования по обеспечению ресурсами, требования к персоналу, определяются зоны ответственности, принимается решение об использовании автоматизированной системы и степени автоматизации РИС 7.

В среднем весь процесс организации и оптимизации занимает от года до двух лет, но результат стоит затраченных инвестиций. При этом наиболее правильным решением будет доверить проведение всего комплекса работ сторонним организациям, что обеспечит большую объективность и профессиональный подход.

**ГК Остек может выполнить анализ существующей на предприятии системы управления производственными активами на основании собственной методологии, адаптированной непосредственно для предприятий радиоэлектронной промышленности. Результатом анализа будет развернутый отчет и наши рекомендации.**

**Заполните чек-лист в онлайн режиме на сайте <http://goo.gl/e0AEgu> или получите его на электронную почту по запросу.** 



# Новый язык управления производством

## LOGOS

Цифровая  
система  
управления



Система LOGOS разработана специалистами Группы компаний Остек для управления производственными процессами на современных российских предприятиях. Система открывает новые возможности по сбору и обработке информации, необходимой для принятия решений, от которых зависят качество, сроки и эффективность работы предприятия.

**Протестируйте систему бесплатно!\***

### Преимущества системы

- исчерпывающая и объективная картина производства для руководителя предприятия;
- прозрачность производственных процессов на всех уровнях;
- прослеживаемость продукции по всему технологическому циклу;
- оперативное и перспективное планирование на основе точных данных;
- диагностика и предупреждение отклонений по качеству, срокам и эффективности;
- сокращение издержек за счет оптимизации ресурсов и снижения доли незавершенного производства.

\* Для получения бесплатной 30-дневной полнофункциональной версии системы обращайтесь по тел.: (495) 788-44-44.



будущее  
создается



[www.logos-system.ru](http://www.logos-system.ru)  
(495) 788 44 44  
[logos@ostec-group.ru](mailto:logos@ostec-group.ru)



# Цифровая система управления производством — важный шаг к Индустрии 4.0



Текст: Антон Коробенков

**И**ндустрия 4.0 — один из самых распространенных и обсуждаемых, в том числе и в кругу промышленников, производителей и машиностроителей, терминов в настоящее время. Что же он означает?

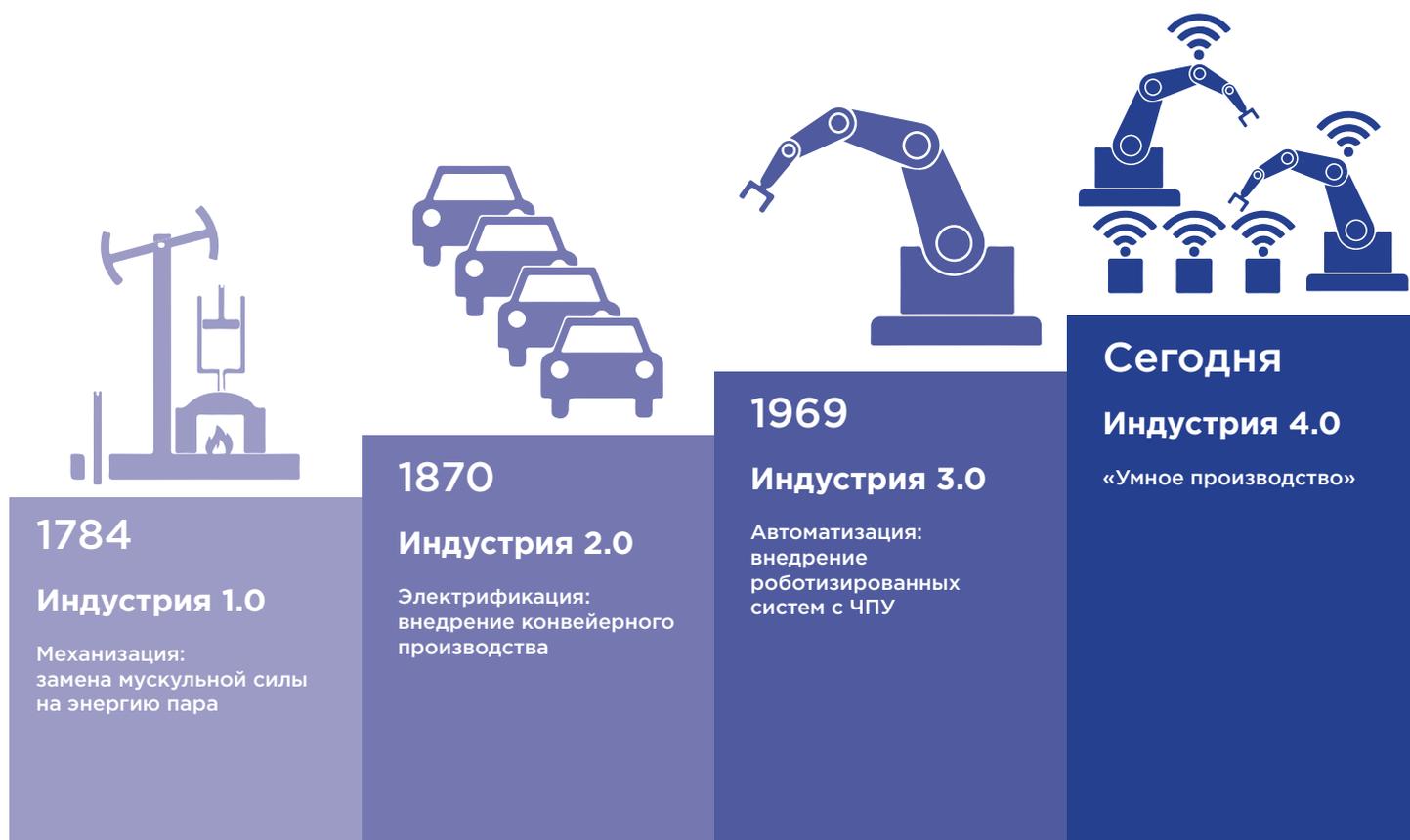
Индустрия 4.0 — это так называемый «проект будущего» (стратегический план развития экономики) немецкого федерального правительства, предусматривающий совершение прорыва на стыке информационных и промышленных технологий. Однако в отличие от других стран, где развивают IT-технологии в сторону социальных сетей, развлечений, коммуникаций, немецкие специалисты поставили перед собой амбициозную задачу — связать в едином информационном пространстве промышленное оборудование и информационные системы, что позволит им взаимодействовать между собой и с внешней средой без участия человека.

**Индустрия 4.0 — это концепция развития «Умного производства», когда «Умное оборудование» на «Умных фабриках» будет самостоятельно передавать и получать необходимую для работы информацию, перенастраивать и оптимизировать производственные мощности.**

Цифры «4.0» означают, что это направление развития промышленности имеет настолько большой потенциал, что неминуемо приведет к четвертой индустриальной (промышленной) революции. Если вспомнить историю, то первой индустриальной революцией считается замена мускульной силы на энергию пара с появлением паровых машин. Вторая была связана с появлением электричества и внедрением конвейерного производства. Третья революция произошла в 60-70-е годы прошлого столетия в связи с развитием числового программного управления (ЧПУ) и микропроцессоров. Ну, а четвертая, как предполагается, будет связана с развитием промышленности в сторону «Умного производства».

Основой для концепции Индустрия 4.0 послужили такие идеи, как:

- «Интернет вещей» — IoT (Internet of Things). Это не интернет в привычном понимании. Это концепция оснащения физических предметов («вещей»)



1 Развитие мировой промышленности в разрезе индустриальных революций

встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой с целью уменьшения или исключения из части действий или операций участия человека.

- «Большие данные» — Big DATA. Это совокупность подходов, инструментов и методов обработки больших объёмов данных для получения результатов, которые пригодны для восприятия человеком. Это важное понятие, т.к. Индустрия 4.0 подразумевает сбор и обработку огромного объема информации, и обработать его «вручную» будет невозможно.
- «Кибер-физические системы» — CPS (Cyber-Physical Systems). Это концепция взаимодействия датчиков, оборудования и информационных систем друг с другом для прогнозирования, самонастройки и адаптации к изменениям во время производственного процесса.

Сочетание данных идей в одной концепции делает Индустрию 4.0 очень перспективным направлением для развития промышленности, которое даст большие возможности предприятиям, внедрившим его первыми. Внедрение принципов «Умного производства» позволит предприятию получить огромное преимущество перед конкурентами:

- Технологическое оборудование будет понимать свое окружение и сможет общаться между собой,

а также с логистическими системами поставщиков и потребителей. Это позволит повысить эффективность всего производственного процесса, устранить «человеческий фактор» и повысить качество конечной продукции.

- Производственное оборудование, получая сведения об изменившихся требованиях, сможет само вносить корректировки в технологический процесс. Производственные системы станут способны к самооптимизации и самоконфигурации. Это позволит значительно повысить гибкость производства (появится возможность промышленным способом изготавливать единичные изделия), снизить себестоимость продукции, а также сократить сроки освоения и выпуска новой продукции.

На первый взгляд, описанное выше кажется чем-то фантастическим, и напрашивается мысль, что внедрение подобной концепции на российских производственных предприятиях является нецелесообразным или очень далекой перспективой. Однако аналогичные программы уже запущены во многих странах: в Нидерландах, Франции, Великобритании, Италии, Бельгии, Китае, США и в других, и если не начать предпринимать активные действия в данном направлении уже сегодня, то через 5-10 лет это может привести к значительному отставанию отечественных предприятий в области производственных технологий и производительности



2

Пример концепции «Умного производства» на предприятии

труда. И Россия уже начала делать первые шаги в данном направлении: ПАО «Ростелеком» совместно с рядом крупных российских компаний учредили Национальную ассоциацию участников рынка промышленного интернета (НАПИ), основной задачей которой является разработка и внедрение принципов Индустрии 4.0 на территории Российской Федерации. В России данная концепция получила название «Индустриальный интернет вещей» (IIoT — Industrial Internet of Things) — это концепция вычислительной сети, объединяющей промышленные производственные системы на уровне технологических процессов, кибер-физических машин и интеллектуальных систем управления.

Т 1

Уровни технологической зрелости производственных предприятий

Уровень технологической зрелости	Уровень внедрения элементов ЦСУП
Уровень 1	Полное отсутствие цифровой системы управления производством
Уровень 2	Внедрение ЦСУП не носит комплексный характер и характеризуется автоматизацией ряда базовых составляющих, таких как Кадры, Бухгалтерия, Разработка конструкторской документации и т. д.
Уровень 3	Средняя степень внедрения ЦСУП. Бумажный и электронный документооборот осуществляются параллельно в связи с недостаточной достоверностью последнего
Уровень 4	Высокая степень внедрения ЦСУП. Информационные потоки предприятия полностью переведены в единую цифровую систему. Решения руководителями принимаются на основании оперативной и достоверной информации, полученной из ЦСУП
Уровень 5	Полное внедрение оперативного цифрового управления производством. Присутствует автоматизация принятия управленческих решений на основании получаемой в режиме реального времени информации о ходе производства

**Внедрение концепции «Умного производства» на производственном предприятии — это сложный, долгий, дорогой, но необходимый процесс, который должен являться частью стратегии развития предприятия.**

Но с чего начать реализацию такой сложной концепции?

В первую очередь, необходимо провести оценку производственно-технологической базы предприятия. Это позволит понять, на каком уровне производственно-технологической зрелости<sup>1</sup> находится предприятие, и поможет сформулировать стратегию развития (повышения уровня технологической зрелости) и спланировать поэтапную работу по достижению концепции Индустрии 4.0.

Одним из ключевых критериев повышения уровня технологической зрелости производственного предприятия является уровень внедрения элементов Цифровой Системы Управления Производством (ЦСУП). Это очень важный критерий при реализации концепции Индустрии 4.0, т.к. внедрение ЦСУП позволит предприятию «связать» технологическое оборудование и осуществлять оперативное управление производственными процессами.

В соответствии с уровнем внедрения элементов ЦСУП уровни технологической зрелости производственных предприятий можно классифицировать как показано в Т 1.

Достижение производственным предприятием 5-го уровня технологической зрелости будет свидетельствовать о его готовности к реализации концепции «Умного производства» (как только технологии IoT, Big DATA и CPS получат промышленное применение).

<sup>1</sup> Производственно-технологическая зрелость — это стадии эволюции, которые проходят производственные предприятия по мере того, как они определяют, реализуют, измеряют, контролируют и совершенствуют свои производственно-технологические процессы

## Т 2

Этапы реализации концепции Индустрии 4.0 на промышленном предприятии

№ этапа	Наименование этапа	Внедряемое ПО	Примечание
1 этап	Внедрение систем автоматизированной разработки КД и ТД	Системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE)	Обеспечение «сквозного» проектирования
2 этап	Внедрение систем электронного документооборота	Системы управления данными об изделии (PDM)	
3 этап	Внедрение ЦСУП на уровне цеха	Система управления производственными процессами (MES)	Обеспечение прослеживаемости, диспетчирования и оперативного планирования в производстве
4 этап	Внедрение ЦСУП на уровне предприятия	Система планирования ресурсов предприятия (ERP)	Решения принимаются руководителями на основании оперативной и достоверной информации, полученной из ЦСУП
5 этап	Интеграция оборудования и ПО в единое информационное пространство по принципам Индустрии 4.0	«Система индустриального интернета вещей» (IIoT)	Автоматизация принятия управленческих решений на основании получаемой в режиме реального времени информации о ходе производства

### Внедрение Цифровой Системы Управления Производством является одним из ключевых шагов к реализации концепции «Индустрия 4.0».

Повышение уровня производственно-технологической зрелости и реализацию концепции Индустрии 4.0 в разрезе внедрения информационных систем можно разделить на пять основных этапов Т 2.

Успех в реализации концепции Индустрии 4.0 на промышленном предприятии также во многом будет зависеть от выбора стратегического партнера, который должен не только иметь опыт внедрения информационных систем на всех пяти этапах, но и быть экспертом в организации производства, промышленных технологиях и в специальном технологическом оборудовании.

Организация производственных предприятий по принципам «Умного производства» — это не такая далекая перспектива. И для того, чтобы не остаться «за бортом» четвертой индустриальной революции, необходимо осуществлять спланированную работу по оценке и повышению уровня технологической зрелости как отдельных предприятий, так и интегрированных структур, применяя единые критерии для всех участников процесса. Особое внимание следует уделить уровню внедрения ЦСУП на предприятиях отрасли, а также наличию у них планов по повышению уровня производственно-технологической зрелости. ▢



## 3

Индустрия 4.0

# Интеллектуальные системы управления типа SIAM

## как новые механизмы повышения конкурентоспособности отечественных предприятий



Текст: Александр Завалко

Может ли голодающий человек своими руками выбрасывать продукты питания? Может ли несущее убытки промышленное предприятие «выбрасывать деньги на воздух»? К сожалению, это происходит ежедневно и в мире, и в России.

По данным доклада группы экспертов Комитета ООН по всемирной продовольственной безопасности в мире ежегодно выбрасывают 30 % продуктов<sup>1</sup>. В развивающихся странах эту проблему вызывает не богатство, а нищета. Нехватка инвестиций в агротехнические способы обработки, транспортировку и хранение приводит к потере доходов мелких фермеров и высоким ценам для бедных потребителей — возникает ситуация «расточительства от бедности». Исследования ВЦИОМА подтверждают эту ситуацию в Российской Федерации<sup>2</sup>: 44 % респондентов выбрасывают продукты, потому что не успевают их съесть до того, как они испортятся. Так, по данным Департамента продовольственных ресурсов г. Москвы и организации Гринпис столичные жители в кризисном 2008 году выбросили за год почти 3 млн тонн еды или четверть того, что купили.

Такие потери происходят на фоне снижения реальных доходов граждан РФ. Доля бедных россиян, которые стали экономить на товарах и услугах, в марте 2016 года выросла до 89 %. Доля продуктов питания в объеме розничной торговли в феврале впервые с 2008 года превысила 50 %<sup>3</sup>.

Эти данные статистических исследований отражают нетривиальный факт — бедные голодающие люди расточительно выбрасывают продукты, не берегут еду. Рост потерь пищевых продуктов приводит к дальнейшему обнищанию населения.

Возникает соблазн провести параллели потерь пищевых продуктов с расходом топливно-энергетических ресурсов. Схожесть поведения есть: хотя мы говорим о других ресурсах, но об одних и тех же людях, об одинаковых подходах к распределению. Аналогия подтверждается статистическими исследованиями. Для большинства наших сограждан (64 %) расходы на электричество являются существенной статьёй семейного бюджета, при этом подавляющее большинство опрошенных россиян (88 %) затруднились назвать хотя бы примерную стоимость киловатт-часа. Также более двух третей респондентов (69 %) не представляют, из чего складывается стоимость тарифа на электричество<sup>4</sup>.

Описанная ситуация с распределением ресурсов и недостаточной заботой об их эффективном использовании среди наиболее нуждающихся категорий важна для понимания тенденций на отдельных промышленных предприятиях РФ.

В условиях непрерывного роста тарифов на энергоносители и экономического спада часть промышленных предприятий теряет рентабельность и сокращает инвестиции в повышение энергоэффективности своего производства, что приводит к дальнейшему падению рентабельности. Возникает угроза для предприятия.

Автору запомнилась фраза коллеги, сказанная об отношении к вопросам модернизации инженерных систем в Республике Беларусь (РБ): «Белорусы активно инвестируют в модернизацию инженерных систем, потому что сейчас тяжелые времена и надо экономить». И действительно, энергоёмкость белорусской экономики снизилась с 0,78 кг нефтяного эквивалента (н. э.) на 1\$ ВВП по паритету покупательной способности (ППС) в 1991 г. до 0,32 кг н. э./1\$ ВВП в 2008 г. Для сравнения в 2005 году в РФ энергоёмкость составляла 0,42 кг н. э./1\$ ВВП<sup>5 6</sup>.

Сравнение энергоэффективности экономики РФ с РБ наглядно показывает, что эффективность экономики определяется, прежде всего, стратегией ее развития, а не внешней средой, ведь изначально у стран были схожие климатические условия, общая структура экономики, схожий уровень человеческого потенциала и т.д.

По мере развития современной промышленности непрерывно возрастает роль систем управления как ключевого фактора конкурентоспособности. Речь идет не только о таких актуальных трендах как «Интернет вещей» и «Индустрия 4.0». Речь идет и о современных подходах к контролю качества продукции, ее разработке и даже развитию высокоточного оружия<sup>7</sup>.

От автоматических систем управления (АСУ) происходит переход к интеллектуальным системам управления (ИСУ). Среди ключевых отличий ИСУ и АСУ: самообучение, интеллектуальные обратные связи, применение не одного, а множества алгоритмов управления из библиотеки алгоритмов. При этом иерархические структуры ИСУ и АСУ похожи: все системы базируются на подсистемах сбора и передачи данных.

Далее речь пойдет об ИСУ промышленного назначения. Применительно к задачам производства это развитие таких систем, как: автоматические системы технического учета энергоресурсов (АСТУЭ), автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого/технического учета энергоресурсов (АИИС КУЭ), автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ), информационные системы управления производственными активами (ЕАМ).

В силу опережающего развития информационных технологий относительно скоростей внедрения систем АСУ на предприятиях многие развернутые системы АСТУЭ оказались внедрены с рядом недостатков:

- узкая специализация под задачи отдела главного энергетика;
- внедрение систем, носящих локальный характер, без взаимосвязи с другими АСУ;
- привязка рабочего места пользователя системы к определенному ПК;
- чрезмерное количество информации, выдаваемое пользователю без анализа;
- отсутствие возможности масштабирования, модульности;
- отсутствие прогнозирования и разработки рекомендаций в автоматическом режиме.

Перечисленные факторы иногда приводили к дискредитации идеи АСТУЭ и тормозили дальнейшее развитие в ИСУ. Также внедрение АСТУЭ в классическом варианте на передовых высокотехнологичных производствах с высокой стоимостью продукции при малой доле энергоёмкости показало весьма скромные результаты.

1 <http://econet.ru/articles/20680-v-mire-ezhegodno-vybrasyvaetsya-30-produktov>

2 <http://wciom.ru/index.php?id=241&uid=12840>

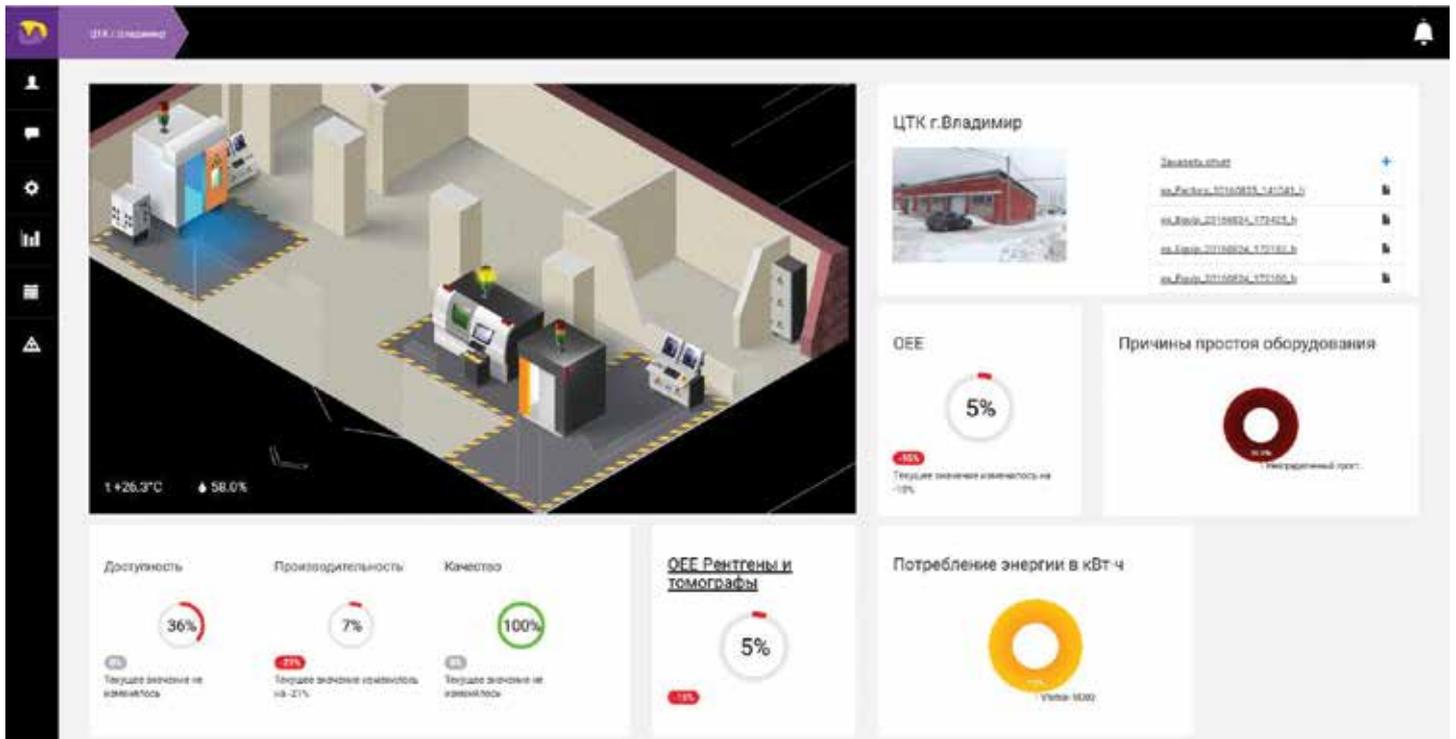
3 <http://www.rbc.ru/economics/19/04/2016/571586799a79476942a572de>

4 <http://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115281>

5 [http://gisee.ru/articles/foreign\\_experience/20020/](http://gisee.ru/articles/foreign_experience/20020/)

6 [http://www.energsovet.ru/bul\\_stat.php?idd=100](http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=100)

7 Статья В. Лохина, С. Манько и М. Романова «Интеллектуализация систем информации и управления — основа развития высокоточного оружия», журнал «Радиоэлектронные технологии» №2/2016



1

Экран ИСУ типа SIAM на примере ПАК СИНТИЗ

Для борьбы с указанными недостатками предлагается создавать ИСУ, максимально раскрывающие потенциал аппаратного оснащения систем учета «умные счетчики» (smart metering). Современные аппаратные средства уже оснащены микроконтроллерами с возможностью интеллектуальных обратных связей и аналитики. Такой «умный» аппаратный комплекс дает возможность реализовать в программном обеспечении верхнего уровня (ИСУ) ряд функций систем управления производством и активами (MES и EAM).

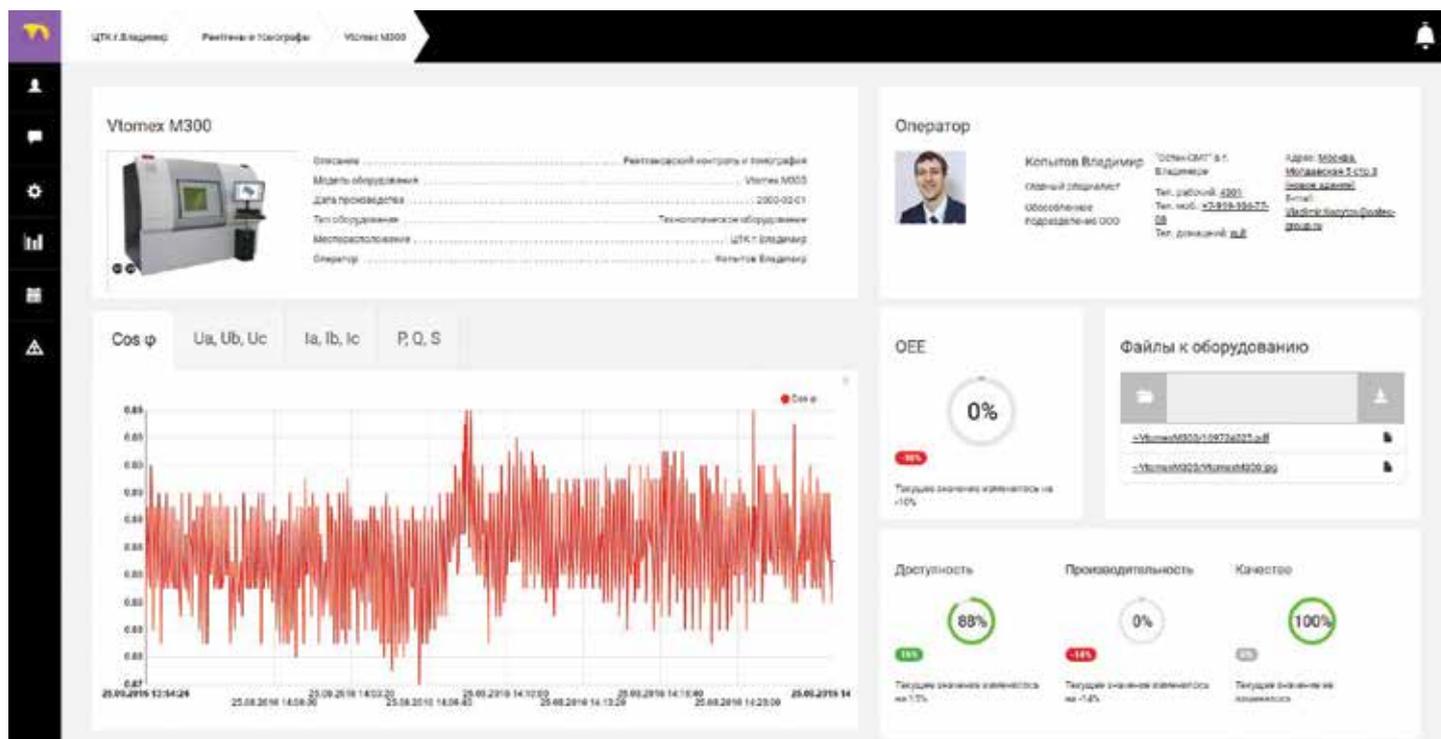
Речь идет о собственной разработке «Остек-СМТ» — программно-аналитическом комплексе (ПАК) СИНТИЗ РИС 1.

На примере ПАК СИНТИЗ можно говорить о зарождении нового класса «умных» автоматизированных систем — SIAM-систем (Smart Industrial Asset Management — интеллектуальное («умное») управление производственными активами), осуществляющих кроме привычного технического учета энергоресурсов, статистического анализа (АСТУЭ) и мониторинга (SCADA) еще и прогнозирование, выявление многофакторных тенденций и разработку рекомендаций (часть функций ИСУ типа MES и EAM), частично в них применяются методы Бережливого производства (Лин-производство).



2

Один из многочисленных тестовых прогонов ПАК СИНТИЗ



3 Экран анализа причин простоев станка, динамики простоев и показателей эффективности OEE

Особенности данной категории систем:

- Мощный аналитический пакет, позволяющий в автоматическом режиме выявлять и прогнозировать важные события и изменения, тем самым сокращая срок устранения проблемы или предупреждая ее возникновение.
- Встроенная экспертная система поддержки принятия управленческих решений.
- Разработка рекомендаций на основе анализа огромного массива данных.
- Комплексный анализ работы технологического оборудования, инженерных систем и их взаимодействия между собой.
- Интеграция всего парка оборудования без «теневых зон», включая и ультрасовременные системы, и раритетные экземпляры оборудования.
- Формирование коммуникационной сети предприятия, позволяющей увязать между собой оборудование и персонал.
- Интеграция с автоматизированными и информационными системами предприятия.
- Формирование статистических и аналитических отчетов.

У Остека есть исследовательские лаборатории, производственные цеха, склады и другие активы, разнесенные территориально, поэтому разработка и те-

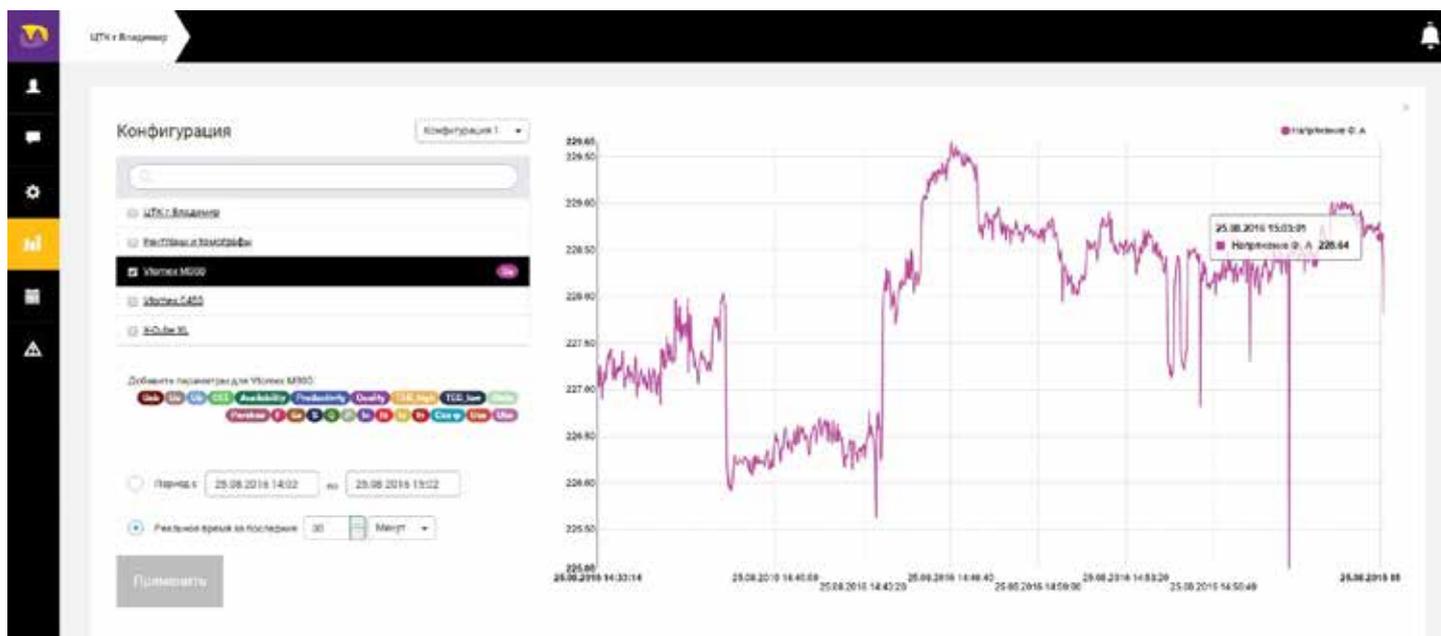
стирование ПАК СИНТИЗ возможны в полном объеме на собственных площадях РИС 2.

Комбинация источников данных позволила в дополнение к требуемому функционалу АСТУЭ добавить также полезные функциональные возможности для целого ряда подразделений предприятия РИС 3, а именно:

- **Хранение информации о парке оборудования:** централизованное хранение расширенной информации об оборудовании, начиная с даты изготовления и серийного номера и заканчивая руководством по эксплуатации и датой последнего ремонта с указанием подрядчика, его осуществлявшего. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.

- **Планирование технического обслуживания и ремонтов (ТОиР):** динамическое интеллектуальное планирование ТОиР на основе автоматического учета наработки станков и динамики их технического состояния. Например, если система обнаружит участвовавшие аварии станка, то выдаст рекомендацию провести внеплановую диагностику. Пользователи: производство, служба главного механика.

- **Анализ энергопотребления:** СИНТИЗ позволяет осуществлять комплексный учёт и анализ расходования энергоресурсов, в том числе электроэнергии, воды, сжатого воздуха и специализированных ресурсов, например, технологических газов. Пользователи: служба главного



4  
Мониторинг параметров работы оборудования в режиме реального времени

энергетика, отдел подготовки и нормирования производства.

• **Мониторинг эффективности ОЕЕ:** анализ того, насколько используется ресурс оборудования. Это может быть учёт доли времени работы к времени простоев, а может быть полный анализ с выводом коэффициента общей эффективности оборудования ОЕЕ. Пользователи: руководство предприятия, руководители производств.

• **Анализ аварийных ситуаций:** СИНТИЗ фиксирует все аварийные ситуации и сортирует их по степени важности. Позволяет проанализировать, что происходило до аварии, в момент аварии и непосредственно после неё. Предоставляет пользователю основную информацию, необходимую для анализа причин внештатной ситуации, тем самым снижая вероятность повторения. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.

• **Мониторинг состояния производства:** наглядная визуализация в виде планировок цехов, мнемосхем, диаграмм и светофоров позволяет в удобной форме без избыточной информации видеть все важные события и показатели. Более того, система может оповестить через мобильный телефон о важном событии, например, о потере давления в магистрали сжатого воздуха. Пользователи: производство, служба главного энергетика, служба главного механика.

• **Анализ причин простоев:** аналитические возможности системы позволяют анализировать причины простоев. И это не простой анализ того, сколько времени станок простаивал и почему, а многофакторный анализ. Например, система может выявить зависимость причин простоев от времени суток, что поможет правильно настроить бизнес-процессы. Пользователи: руководство

предприятия, руководители производств.

• **Составление отчетов:** система позволяет формировать отчеты на основе практически любой информации, которая в ней хранится. Отчеты могут быть составлены в виде табличных данных, графических представлений или их комбинации. Для удобства пользователей можно составить расписание отправки отчетов на электронную почту. Для всех подразделений.

ПАК СИНТИЗ выполняет функции автоматизированной системы технического учёта энергоресурсов. При этом в одну систему интегрируются данные замеров по всем основным видам ресурсов: электроэнергии, сжато-му воздуху, воде, теплу и газу. Данные учета представлены как в виде физических величин, так и в денежном выражении с учётом структуры тарифов, действующей на предприятии.

Логика функционала предполагает не привычный анализ «средней температуры по больнице», а детализацию до каждого потребителя (станка, установки) с частотой обновления данных не реже 1 секунды **рис 4**.

Это даёт пользователям следующие выгоды:

- оперативное выявление отклонений энергопотребления с детализацией до отдельного потребителя;
- анализ структуры энергозатрат;
- получение качественной исходной информации для планирования энергозатрат;
- учёт всех основных энергоресурсов в одной системе;
- формирование детальных отчетов.

Кроме того, ПАК СИНТИЗ позволяет реализовать управление сценариями энергопотребления.

Что это такое и зачем это нужно? Рассмотрим на реальном примере.



**5** Типовые сценарии внедрения и выгоды ИСУ типа SIAM

**ПРИМЕР**

В автоматизированной линии стоит электрическая печь мощностью несколько сотен киловатт. Печь в течение рабочего дня не выключается, но периодически возникают простои, и заготовки в печь не подаются в течение 5-6 и более часов. Часто известно, что до конца дня заготовок на линии уже и не будет. При этом (для справки) время выхода печи на режим — 1 час. С учётом пиковых нагрузок при выводе на режим и других факторов максимально обоснованный простой составляет 2,5-3 часа.

**РЕШЕНИЕ НА БАЗЕ СИНТИЗ**

В системе настраивается допустимое время «холостой работы» (простоя) энергоёмкого оборудования, например, печей, компрессоров и т.д. Путём сбора данных с оборудования отслеживается факт простоя. При превышении допустимого времени простоя в автоматическом режиме выдаётся оповещение, в том числе на мобильные устройства. Это позволяет оперативно вмешаться и при-

нять решение либо о выключении оборудования, либо об ускорении подачи заготовок на линию.

Типовые сценарии и выгоды внедрения приведены на рис 5.

Как видно из рисунка польза от внедрения ИСУ типа SIAM достигается и в случаях уникального, дорогостоящего оборудования. Например, на участках промышленной рентгеновской томографии рис 6. В данном случае ПАК Синтиз обеспечивает контроль качества электропитания томографических установок, дает объективную картину эффективности использования дорогостоящего оборудования (показатель ОЕЕ).

Так как внедрение ИСУ ПАК СИНТИЗ происходит по различным сценариям, то и выгоды распределяются по совокупности нескольких факторов.

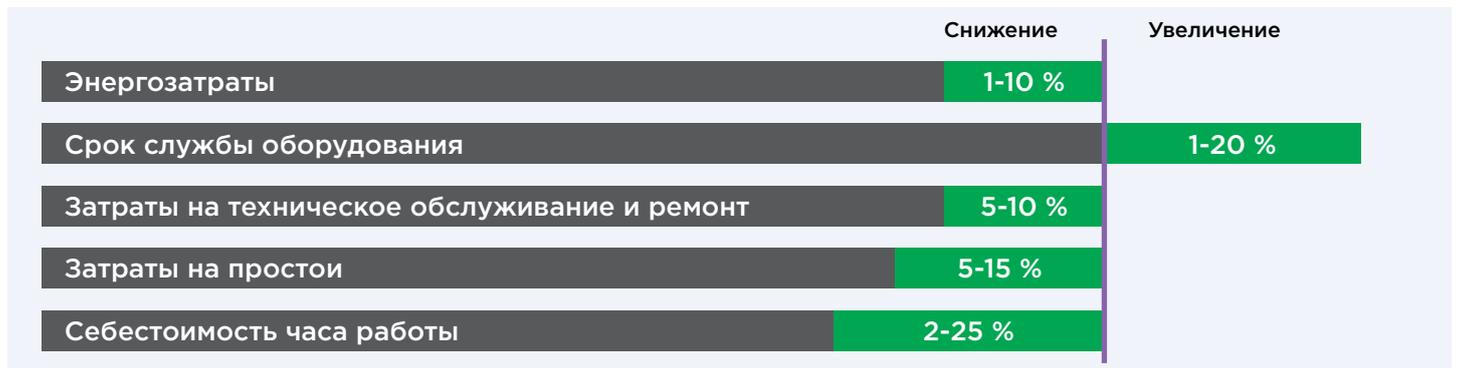
Общая картина по результатам внедрения ПАК СИНТИЗ на отечественных предприятиях приведена на рис 7.



6  
 Центр промышленной томографии Остек-СМТ, оснащенный ПАК СИНТИЗ

При этом стоимость внедрения системы обычно сопоставима с созданием систем типа АСТУЭ/АИИСКУЭ и составляет не более 1 % от стоимости основного оборудования. Типовые сроки внедрения — от 6 до 18 месяцев, типовые сроки окупаемо-

сти после внедрения — от 3 до 12 месяцев. Данные показатели убедительно свидетельствуют о росте эффективности работы и конкурентоспособности производств, оснащенных современными системами управления типа SIAM.



7  
 Экономические факторы окупаемости ПАК СИНТИЗ

Переход систем типа АСУ в ИСУ неизбежен и повлечет за собой приход на рынок промышленных программно-аппаратных средств таких инструментов и технологий обработки данных как Blockchain. Упрощенно говоря, Blockchain — распределенная база данных, составные части которой размещаются в различных узлах компьютерной сети или промышленных устройствах, микроконтроллерах. На технологии Blockchain основаны криптовалюты, в частности, биткойн и лайткойн. Поэтому сейчас данная технология будоражит умы, по большей части, финансистов. В будущем Blockchain будет представлять распределенное хранилище данных и вычислительных мощностей на тысячах разбросанных по территории промышленных холдингов «умных» счетчиках, агрегатах и исполнительных механизмах. Ситуация, таящая огромные возможности, риски и инструменты повышения конкурентоспособности. ▢



Экономия времени

1. Совещания:

2ч. в нед. x 45 нед. =  
= 90 часов в год

2. Обходы:

Понедельник-четверг  
2ч. в нед. = 90 часов в год

3. Отчеты:

1ч. 20 мин. в нед. =  
= 30 часов в год

Итого: 90+90+30 =

= 210 часов в год!

SINTIZ

1-й год работы

ПАК "СИНТИЗ"

Показатели производства

1. Снижение энергозатрат	7,2%
2. Коэф-т закр. оборудования	53 → 68%
3. Соэф. ТОиР	13%

- Рыбалка с Сергеем ✓
- В отпуск с семьей ✓
- ЧМ по хоккею ✓
- с машиной в Париж ✓



Повышение скорости и качества принятия управленческих решений

Сокращение затрат на обслуживание и эксплуатацию парка оборудования

Повышение качества взаимодействия служб предприятия

Повышение эффективности использования оборудования и сокращение срока его окупаемости

Повышение качества и скорости подготовки отчетов

ПАК СИНТИЗ, разработанный специалистами Группы компаний Остек, представляет собой программно-аналитический комплекс, предназначенный для повышения эффективности и сбалансированности работы технологического оборудования и инженерных систем промышленного предприятия.



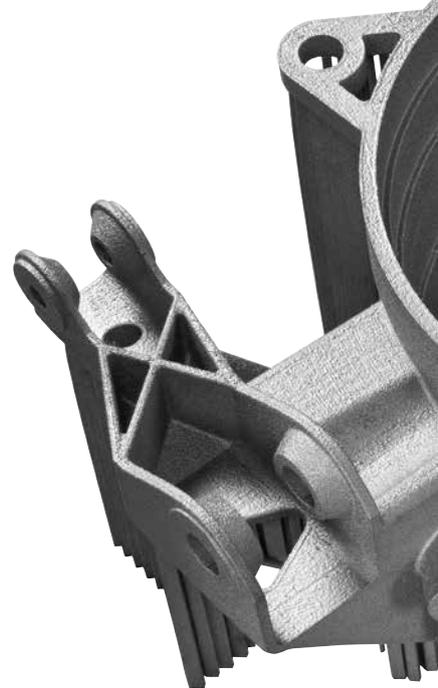
будущее создается



www.sintiz.ru  
000 «Остек-СМТ»  
energo@ostec-group.ru  
(495) 788 44 44 (доб. 5500)



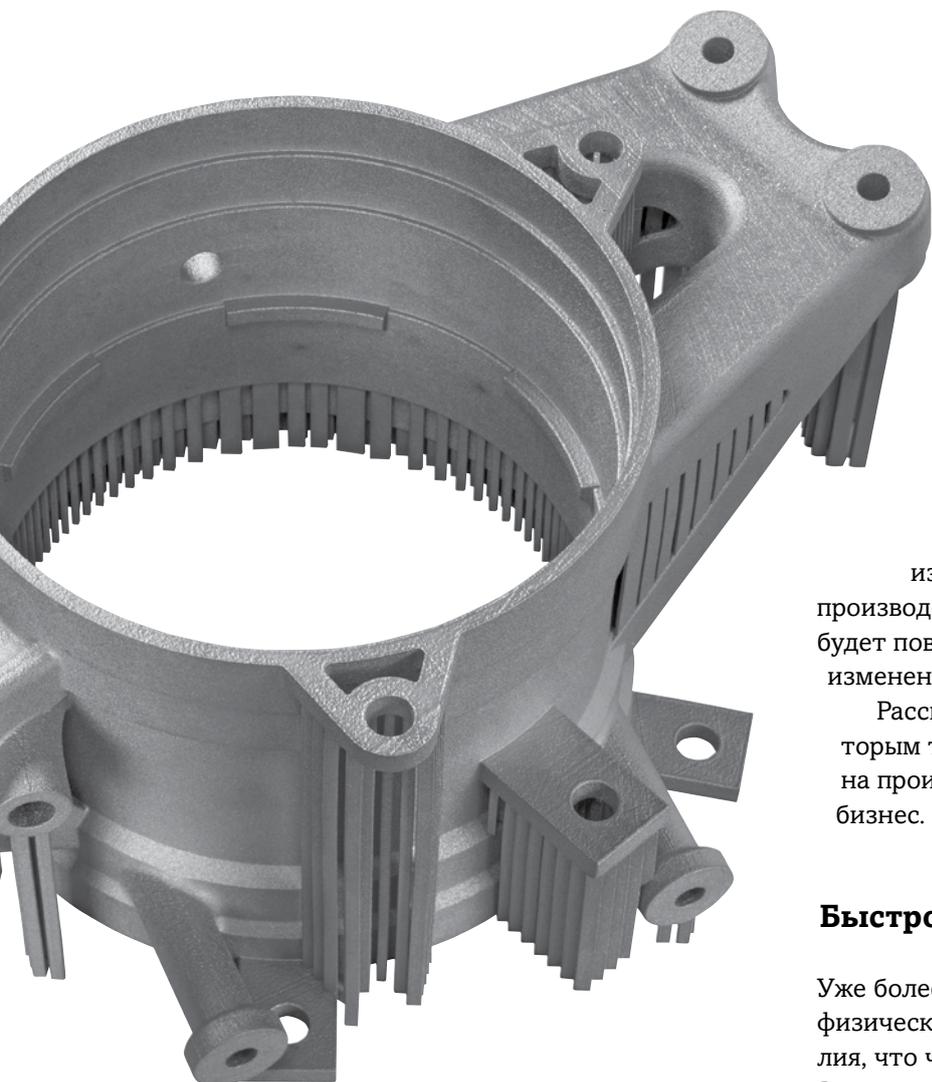
# 3D печать — ключевые возможности и факторы роста



Текст: **Игорь Волков**

”

Мы живём в удивительное время, когда новые технологии, оборудование и материалы появляются и индустриализируются со скоростями, недоступными в прошлом. Ярким примером этой тенденции можно считать технологии 3D-печати. Сложные 3D-принтеры и материалы меняют отрасли и дают производителям возможность изготавливать детали гораздо быстрее и легче, чем традиционными производственными инструментами.



3D-производство функциональных конечных деталей уже является одним из наиболее быстро растущих направлений в производственном секторе. В 2014 году исследование, проведенное компанией PricewaterhouseCoopers, показало, что 11 % предприятий в мире уже перешли на массовое производство 3D-печатных деталей или изделий. Как следствие прогресса — издержки производства продолжают снижаться, а качество изделий будет повышаться, и уже очевидна необратимость этих изменений.

Рассмотрим подробнее факторы, благодаря которым технологии 3D-печати уже сегодня приходят на производство и трансформируют традиционный бизнес.

### Быстрое прототипирование

Уже более 20 лет 3D-печать используется для создания физических копий новой детали или конструкции изделия, что часто называют быстрым прототипированием. Этот процесс, как правило, ничего общего с быстротой не имеет, кроме быстрого общения с поставщиками услуг, и часто изготовление одного изделия занимает неделю или больше. Последние достижения в области автоматизации в сочетании с успехами логистики меняют все. В некоторых случаях путь от модели до готового

**М**ассовое промышленное использование технологии 3D-печати все еще находится в зачаточном состоянии, причем не только у нас, но и за рубежом. Однако погрузившись в возможности технологии, пообщавшись с производителями и потребителями оборудования, можно сделать вывод — интеграция этой технологии в производство неизбежна, и есть множество признаков такого исторического сдвига. В последние десятилетия 3D-печать была в основном площадкой сообщества разработчиков и производителей, а коммерческое применение было ограничено узкими рамками прототипирования продуктов и изделий. Сегодня технологии промышленной 3D-печати достигли своего переломного момента и становятся одним из главных движителей революционных изменений в производстве и экономике.



1 Серия колец для литья, напечатанная из выжигаемого фотополимера по технологии MOVINGLight® DLP



2 Процесс печати выплавляемых моделей на промышленном 3D-принтере Voxeljet VX1000



3 Напечатанная выплавляемая 3D-модель блока цилиндров для дальнейшего литья из металла

изделия занимает пару дней. Эти изменения резко сокращают цикл конструирования. Изготовление продукта, которому ранее требовалось несколько месяцев, чтобы пройти через три или четыре итерации смены дизайна на этапе прототипирования, сейчас может занимать всего неделю. Продукты попадают на рынок или к заказчику с большой экономией времени и денег.

### Быстрые итерации проектирования

3D-печать вышла за пределы прототипирования для первого запуска производства, позволяя производить тестирование изделия и его потребительских свойств и вносить быстрые изменения в модели. Благодаря использованию 3D-технологии можно сократить переход от проектирования до производства изделий в широком спектре материалов: пластик, металл, керамика. В традиционной разработке продукта идеи трансформиру-

ются через эскизы, модели и прототипы. Затем следует конечное тестирование и вывод на рынок. На каждом этапе вносятся изменения в конструкцию. И вот изделию дан «зелёный свет», и производство встаёт в ожидании технологической оснастки для реализации производственной программы.

Нигде этот переход не был столь значительным, как в изготовлении пластиковых конструкций и литьевых изделий, где пресс-формы или литьевые формы могут стоить миллионы рублей, а их производство занимать несколько месяцев. Это рискованно для производителей, так как конечного изделия пока ещё нет, а любое изменение в конструкции делает старые формы бесполезными. Раньше производители шли на эти расходы и риски, доводя своё изделие до совершенства через несколько последовательных итераций. Теперь в этом нет необходимости. Стоимость на такие формы критически снижается в сотни раз, появляется возможность сделать не просто один прототип, но испытывать одновременно его многочисленные версии. Более того, инженеры больше не связаны ограничениями старого производственного процесса и могут исследовать десятки вариаций и тщательно проверять их.

Результатом достижений в области производства с использованием 3D-печати будет окончательное размывание границы между прототипом и изделием. Крупные и мелкие компании будут получать большую выгоду от этой технологии, внедряя инновационные продукты без расхода огромных ресурсов. Несколько версий промышленных серийных или единичных изделий могут быть протестированы для использования на рынке. И если раньше это было возможно только в цифровом виде, то теперь реализуется и в реальном физическом объекте.



4 Напечатанная на 3D-принтере Voxeljet разъемная песчаная форма и отливка из алюминия

## Экономическая выгода малых объемов производства

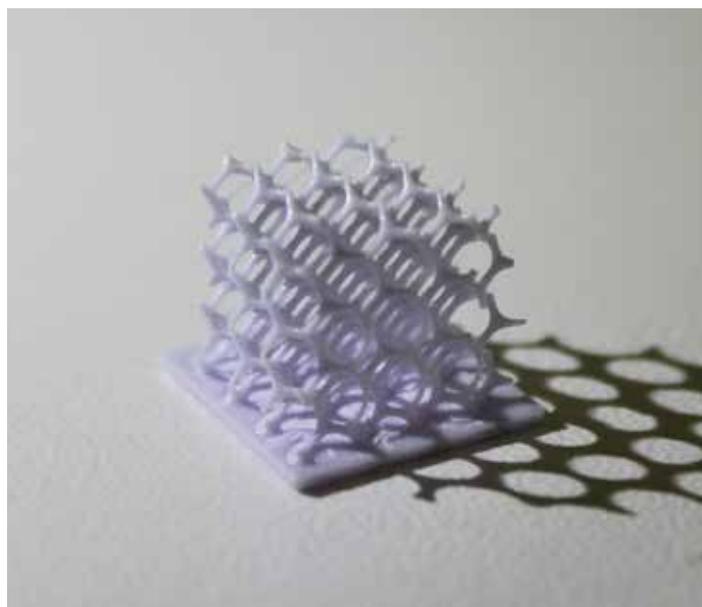
На обычном производстве компания должна инвестировать в создание оснастки и пресс-форм/литьевых форм для каждого конечного использования производимых изделий. Создание формы требует, как уже говорилось, значительных затрат, а каждая произведенная деталь может стоить от единиц до тысяч рублей. В этом случае на первые детали ложатся все расходы по производству оснастки, и ее стоимость становится гораздо выше целевого показателя! Такая схема работает хорошо, если вы производите миллионы деталей. Но если вам нужны только 500 штук? С технологией 3D-печати таких издержек не возникнет. Сегодня возможности 3D-производства менее 1000 деталей для большинства компаний будут более экономически эффективны. И в не столь отдаленном будущем, когда себестоимость продукции 3D-печати сократится на 95 % или даже более, современное традиционное производство превратится в архаичный, неэффективный и коллекционный предмет!

## Массовая кастомизация

До недавнего времени в медицине, когда необходимо было заменить колено протезом, медсестра приносила коробку с протезами прямо в операционную, и врач выбирал один из пяти возможных вариантов протезов коленного сустава, чтобы он хоть сколько-нибудь напоминал по форме и размеру колено пациента. Сегодня ваше реальное колено будет смоделировано, и его идеальная копия напечатана и готова еще до операции. Это пример массового изготовления на заказ, когда серийный продукт производится по индивидуальным заказам.

Уже сейчас зарубежные компании строят многомиллионный бизнес по производству устройств выравнивания или протезирования зубов с помощью 3D-печати, чтобы полностью настроить все параметры конкретного изделия под конкретного заказчика. Пока это больше премиальный бизнес, однако его возможности изучают во многих компаниях: как ввести тонкие настройки серийного продукта для улучшения обслуживания клиентов и увеличения прибыли.

То, что модель кастомизации продукта действительно работает, и компании дополнительно зарабатывают на желании потребителя внести собственные изменения в их серийный продукт — наглядно демонстрируют автопроизводители. При небольшой линейке предлагаемых рынку продуктов они производят огромное количество комплектаций, тонко подгоняя серийный продукт под наши желания и толщину кошелька, получая премиальные сборы со вполне устоявшегося рынка.



5 Образец напечатанной на 3D-принтере сложной тонкостенной модели из керамики



6 Напечатанные на промышленном 3D-принтере Prodways модели из фотополимера для задач стоматологии

## Виртуальный склад запасных частей

На производстве одновременно с изготовлением продукта, как правило, также производится большое количество запасных частей к нему. Но многолетнее хранение и проведение инвентаризации склада затратно. Помимо того, что необходимо взять на себя расходы по изготовлению запасных частей, которые не всегда будут востребованы в будущем, требуется понести дополнительные капитальные затраты на создание и поддержание склада, его инвентаризацию, потери, устаревание, расходы на страхование и логистику.



7 Напечатанное на промышленном 3D-принтере сопло из металла



8 Напечатанная на 3D-принтере выплавляемая модель корпуса для водонапорной станции и отливка из алюминия по ней

Насколько требуется хранение? Сколько раз в год эти запчасти нужны? Почему нельзя просто распечатать их по требованию? При использовании 3D-печати вы делаете только то, что вам нужно, когда и где вам это нужно. Да, такой подход предъявляет особые требования к качеству подготовки, хранения и отслеживания конструкторской документации и версии изделий на предприятии, однако он предоставляет ощутимое количество бонусов в виде экономии на складском запасе или расходов на логистику.

## Время жизни продукта

3D-печать изменяет не только подходы на первоначальных этапах производства, где, собственно, создаются продукты, и происходит их накопление — она в корне меняет определение срока жизни продукта.

Например, сегодня у нас есть старый 20-летний холодильник, который работает со старым механическим управлением, но нам в нем не хватает двух полок, и уплотнение двери, скорее всего, изношено и не обеспечивает необходимую изоляцию. После десяти лет верной службы все запасные части, имеющиеся для него на рынке, исчерпаны. Производитель рассматривает продукт как «мертвый» и перестает его обслуживать. Но с технологией 3D появляются совершенно иные возможности. Имея цифровые файлы конструкции изделия, можно распечатать любую его часть тогда, когда это необходимо. Старые, но еще полезные продукты не станут отходами, продолжительность их жизни не будет предопределена ограничениями по масштабу начального производства. Время жизни продукта в корне меняет подход конструкторов и инженеров к планированию продуктов в будущем.

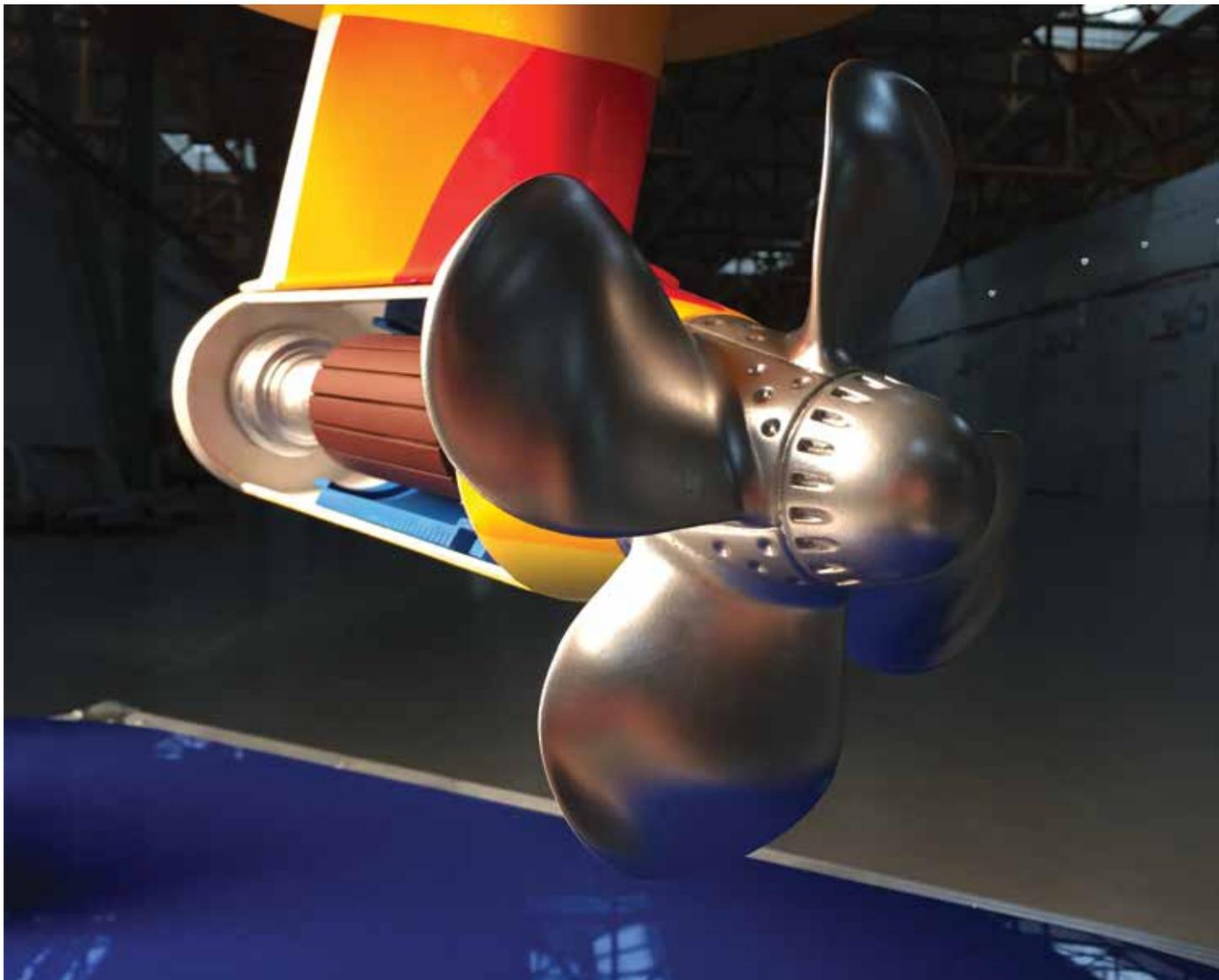


9 Напечатанное на промышленном 3D-принтере из полиамида автомобильное зеркало

## Эра инноваций

3D-печать снижает барьеры входа на рынок, что позволит компаниям создавать более сложные и полезные изделия. Технология начинает новую эру инновационной продукции. Расширение возможностей конструирования в конечном итоге заставит существующие компании переосмыслить почти все из их текущих продуктов. Они уже начинают производить продукты с помощью 3D-печати и в полной мере раскрывать возможности проектирования и гибкости производства.

Например, компания General Electric (США) использует возможности металлической печати для производства полностью переработанной системы впрыска топлива для реактивных двигателей. В результате внедрения технологии удалось уменьшить количество компонентов системы с 21 штуки до одной! При этом



появилась возможность реализовать новые геометрические формы, которые просто невозможно создать, используя любой другой способ производства. И как следствие — поразительным образом выросла эффективность производства в целом.

Эти возможности для развития будут только ускоряться и позволят компаниям выйти за рамки развития существующих продуктов для создания новых продуктов, которые сегодня являются невообразимыми.

Мы оказались на ключевом переломном моменте истории. Возможности роста и развития безграничны, и компании начали применять эти возможности уже сегодня. Использование 3D-печати в производстве сравнимо по степени влияния на бизнес с возможностью отправки писем через Интернет, которая появилась в 1994 году — это пример невероятной полезности новой технологии, а также возможность увидеть радикальные изменения в будущем.

**На мировом рынке 2016 год демонстрирует, что 3D-печать переходит от стадии ожиданий к реальным бизнес-предложениям с убедительными перспективами. Так инвестиционная технология вливается в промышленное производство с трендом на ускорение и дальнейшее развитие. **

# Метрология и высокие технологии



Текст: Александр Лисогор



Организация новых и модернизация существующих производств в любой сфере деятельности, разработка и создание собственных продуктов неразрывно связаны с необходимостью решения вопросов точных измерений, реализация которых зависит от принимаемых решений в области метрологии.

**М**етрология (от греческих «метро» — мера, «логос» — учение) — наука об измерениях, а именно методах обеспечения единства и требуемой точности измерений. Трудно назвать сферу деятельности, где не используются результаты измерений. Доля затрат на измерения в современном производстве составляет от 10 до 15 % в общественных работах, а в высокотехнологичных отраслях (электроника, авиация) — от 50 до 70 %! С помощью измерений получают объективную информацию о состоянии производственных, экономических и даже социальных процессов. Именно анализ результатов служит основой для оценки качества продукции и внедрения или развития систем качества. Качество результатов измерений — это достоверность информации о количестве товара и его свойствах. Достоверность и сопоставимость информации обеспечивают принятие верных управленческих решений на всех уровнях руководства.

Результативное сотрудничество с другими компаниями, отраслями производства и странами, совместные научно-технические разработки, развитие взаимовыгодных торговых отношений однозначно требуют взаимного и полного доверия всех участвующих сторон к результатам измерений. Отсюда возникает необходимость единого подхода к стандартизации методов, средств измерений, развитию технологий и расширению области измерений в любой деятельности, любой компании в государственных и даже мировых масштабах.

Например, реализация на практике требований таких законов как «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», «Об энергосбережении», «О защите прав потребителя» и т.д. без объективных и точных измерений невозможна. Применимость результатов измерений для принятия верного и результативного решения определяется следующими условиями:

- результаты измерений выражаются в узаконенных единицах;
- показатели точности измерений обеспечивают наилучший результат в соответствии с установленными критериями успешного выполнения задачи;
- значения показателей точности известны с заданной достоверностью.

Переход страны к рыночной экономике определил новые условия для деятельности в области метрологического обеспечения. С принятием в апреле 1993 года закона РФ «Об обеспечении единства измерений» начался новый этап развития, который характеризуется отказом от административного принципа управления метрологической деятельностью в пользу законодательного. Обязательные измерения всегда присутствуют в большей части сфер деятельности любой компании, ее поставщика или заказчика:

- торговые операции и взаимные расчеты;
- обеспечение обороны государства;
- банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством РФ;
- испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- обязательная сертификация продукции и услуг.

### **Метрологическая служба: основания для создания**

Многие дилерские компании практически в любой области высоких технологий России переходят от поставки оборудования различного назначения, технологических материалов, а также средств измерений и испытаний других производителей к разработке и серийному выпуску собственных сложных технических изделий. Для обеспечения качества собственной продукции такие предприятия вынуждены решать вопросы, прямо или косвенно относящиеся к метрологическому обеспечению, а именно:

- точность и достоверность измерений;
- стандартизация методов испытаний;
- сертификация изделий;
- экспертиза разрабатываемой документации;
- утверждение типа средств измерений;
- проведения тестовых измерений для подбора оборудования и т.д.

Нередко заказчики, владельцы сложных измерительных комплексов, применяемых для обеспечения производства, не могут провести полное техническое обслуживание и, более того, в полной мере использовать эти комплексы по причинам:

- дорогостоящих средств измерений и вспомогательного оборудования, необходимого при проведении работ;
- сложности приобретения запасных частей;
- отсутствия методик поверки/калибровки;
- дефицита квалифицированного персонала, сложности подготовки собственных метрологических кадров;
- ограниченного выбора организаций по проведению сервисных, ремонтных или поверочных работ.

В итоге — отказ или поломка измерительного оборудования приводят к остановке и потерям в процессе производства. Нередко ремонтное предприятие находится в одном месте, а поверочный орган, например, территориальный центр стандартизации и измерений — совершенно в другом, и не всегда может обеспечить требуемую точность измерений в связи с:

- уникальностью вспомогательного оборудования;
- устаревшим парком используемого эталонного оборудования;
- отсутствием переподготовки кадров (по обновлениям модельного ряда оборудования);
- отсутствием практического опыта работы с новейшим оборудованием.

Особый случай — когда прибор неисправен или по результатам поверки/калибровки признан непригодным. Ремонтные организации в силу своей специализации могут иметь ограниченные возможности для восстановления средств измерений. И владелец оборудования сначала потратит время на поиск такой организации, а после ремонта опять повезет прибор в поверочный орган.

Обеспечение постгарантийных обязательств при поставках средств измерений и вспомогательного оборудования, применяемого при поверке, в случае их неисправности также имеет свои особенности. В таких случаях возникает необходимость отправки изделия или в сервисную службу поставщика, а если таковой у него не имеется, то и самому изготовителю. Затраты значительно увеличиваются, если производитель находится за рубежом. Расходы заказчика растут пропорционально территориальной доступности/удалённости производителя.

Межповерочный интервал (срок от поверки до поверки, в течение которого обеспечивается точность и достоверность показаний данного измерительного прибора/устройства) — 1 год и менее. Кроме того, при поверке/калибровке «бракуется» значительная часть средств измерений, а для восстановления работоспособности прибора требуется как минимум его регулировка. При отсутствии своевременного технического обслуживания, нарушении правил эксплуатации ремонт прибора

становится неизбежным по результатам поверки/калибровки или в результате поломки.

Не многие поставщики такого оборудования имеют сервисные службы, а те, в свою очередь, нацелены на предпродажную подготовку и пусконаладочные работы, а не на ремонт или техническое обслуживание. Поэтому в случае поломки владелец подолгу ищет, где отремонтировать и провести калибровку или поверку своего оборудования.

В практике автора статьи нередки случаи, когда заказчик приобретает дорогой прибор с великолепными метрологическими параметрами и успешно эксплуатирует его в течение года, пока действует сертификат или свидетельство о поверке поставщика. Но срок поверки истекает, и начинаются все вышеперечисленные проблемы. И в итоге дорогостоящий прибор пылится в изоляторе неисправных/неповеренных приборов. А ведь можно было избежать этих проблем, проведя метрологическую экспертизу, получив квалифицированное обоснование применимости того или иного оборудования. И чаще всего полученный результат является более практичным решением с гораздо меньшей стоимостью.

Выпуск предприятием собственной продукции также неизбежно связан с решением метрологических вопросов:

- метрологическая экспертиза конструкторской документации;
- метрологическое сопровождение процесса изготовления;
- испытания изделия и т.п.

Однако метрологическое обеспечение производства не всегда находится на должной высоте из-за отсутствия на предприятии метролога или службы метролога. В итоге производитель обращается в сторонние организации либо консалтинговые компании, уровень услуг которых по тем или иным причинам не всегда соответствует сложности решаемых задач.

Многие из вышеперечисленных проблем с поставляемой и производимой продукцией, оказанием квалифицированной поддержки заказчикам решает собственная Метрологическая служба компании.

## Задачи Метрологической службы

Метрологическая служба любой организации, предприятия или учреждения, обладающих правами юридического лица независимо от форм собственности, включает, как правило, службу/отдел главного метролога и другие структурные подразделения. Служба создается для выполнения задач по обеспечению единства измерений и метрологическому обеспечению исследований, разработки, испытаний и эксплуатации продукции или других областей деятельности, закрепленных за этим предприятием.

В составе метрологической службы (МС) могут создаваться самостоятельные лаборатории, которые осуществляют поверку/калибровку средств измерений для

собственных нужд или сторонних юридических лиц. МС проводит свою работу в тесном взаимодействии с основными структурными подразделениями предприятия.

К основным задачам метрологической службы относятся:

- обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение уровня метрологического обеспечения производства;
- внедрение современных методов и средств измерений, направленное на повышение уровня научных исследований, эффективности производства и качества продукции;
- организация и проведение поверки/калибровки и ремонта собственных средств измерений;
- проведение метрологической экспертизы и аттестации методик выполнения измерений и испытаний, а также участие в аттестации средств испытаний и контроля;
- проведение метрологической экспертизы технических заданий, проектной, конструкторской и технологической документации, проектов стандартов и других нормативных документов;
- проведение работ по метрологическому обеспечению подготовки производства;
- участие в аттестации испытательных подразделений, в подготовке к аттестации производств и сертификации систем качества;
- осуществление метрологического надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами, применяемыми для поверки и/или калибровки средств измерений, соблюдением нормативных документов по обеспечению единства измерений.

Положение о МС разрабатывается на основании Устава предприятия в соответствии с требованиями Правил по метрологии ПР 50-732-93 «ГСИ. Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц». МС предприятия может быть аккредитована на право поверки/калибровки средств измерений.

Кроме того, МС может быть аккредитована на техническую компетентность на осуществление конкретной деятельности в области обеспечения единства и требуемой точности измерений на основе договоров, заключаемых с государственными научными метрологическими центрами или органами государственной метрологической службы в соответствии со Статьей 27 Закона Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений».

Рассмотрим возможные направления деятельности метрологической службы.

## Поверка

Деятельность подразделения поверки ориентирована, прежде всего, на метрологическое обеспечение продукции компании, изготавливающей и поставляющей собственные изделия, а также измерительную технику и периферийное оборудование.

Приоритетными могут быть самые различные направления:

- теплотехнические измерения;
- линейно-угловые измерения;
- механические измерения;
- электрические и магнитные измерения;
- радиотехнические измерения;
- авиационная контрольно-проверочная аппаратура воздушных сигналов и т.д.





2  
Типовое рабочее место по ремонту и регулировке средств измерения давления

## Ремонт

Ремонтные работы, организуемые метрологической службой предприятия, делятся на:

- текущий ремонт: несложный, как правило, выполняется самим владельцем (к этой категории относится агрегатный ремонт);
- средний ремонт: сложный, с частичным восстановлением ресурса;
- капитальный ремонт: имеет длительные сроки, высокую стоимость, сопоставимую со стоимостью нового прибора.

Обычно МС ориентирована на выполнение текущего ремонта, но нередко организуется и средний ремонт, требующий наличия квалифицированных и опытных исполнителей, а также высокой оснащённости рабочих мест.

Проведение капитального ремонта по согласованию с заказчиком также возможно, но, как правило, такие работы выполняются редко на уникальном оборудовании.

Потребители измерительной техники проявляют особый интерес к ремонту средств измерений, вспомогательного оборудования, без которого эксплуатация приборов невозможна. Перечень средств измерений весьма обширен, сложность их метрологического обеспечения для эксплуатирующей организации велика: деформационные манометры и калибраторы давлений, жидкостные термометры и эталонные термопары, насосные станции и термостаты, измерители воздушных давлений в гражданской и военной авиации и т.п., также разнообразен и парк оборудования для обеспечения работоспособности приборов.

Пример ремонтно-регулирующих работ: подгонка массы грузов грузопоршневых манометров (ГПМ) под значение ускорения свободного падения места эксплуатации прибора. Эти работы обычно выполняет завод-изготовитель и, редко, сервисные центры; и владельцы этих приборов вынуждены использовать наборы образцовых гирь, что значительно усложняет поверочные работы с использованием ГПМ, увеличивает трудозатраты исполнителя и конечную стоимость поверки.

## Другие услуги

Специалисты МС могут оказывать помощь заказчикам в решении проблем в области метрологического обеспечения:

- метрологическое сопровождение производства;
- проведение точных измерений на базе собственных эталонов;
- аудит метрологического обеспечения;
- проведение консультаций по подбору приборов и оборудования;
- обучение специалистов заказчика правильной эксплуатации приобретаемых средств измерений и оборудования;
- экспертиза конструкторской и испытательной документации;
- работы по включению в Государственный реестр средств измерений РФ и т.д.

Как правило, техническая политика МС ориентирована на обслуживание заказчиков в «одно окно», так, как это реализуется на сервисных предприятиях ведущих мировых производителей метрологической техники, что позволяет решить проблемы как внутренних, так и внешних заказчиков в области метрологического обеспечения и в итоге снизить затраты.



3  
Контурограф



4 Измерители давлений



5 Воздушная помпа (вспомогательное оборудование)

## Пример обеспечения производства

Многие предприятия уже переходят к производству средств измерений собственной разработки. Например, ООО «Остек-АртТул» совместно с ООО «МС-Инжиниринг» освоило выпуск и является первым и, на данный момент, единственным производителем портальных КИМ в Российской Федерации. Эти изделия комплектуются всеми возможными головками и щуповыми системами Renishaw: PH10, PH20, REVO, SP80, SP600, TP20, TP200, SP25M; контроллерами UCC и программным обеспечением Renishaw MODUS. Координатно-измерительные машины выпускаются двух серий: стандартной точности — серия МС и повышенной точности — серия МСВ. В дальнейшем планируется освоение производства машин мостового типа для измерения крупногабаритных деталей и механизмов специального назначения. Метрологические характеристики КИМ МС не уступают параметрам аналогичных систем ведущих мировых производителей. ООО «Остек-АртТул» планирует проведение первичной и периодической поверки самостоятельно. Кроме того, компания уже сейчас готова к организации проведения точных измерений на имеющемся оборудовании и обучению специалистов заказчиков приемам работы на этом оборудовании: высокоточном длинномере, прецизионном кругломере, измерительных микроскопах, образцах шероховатости и пр.

В плане развития компании — разработка и производство средств измерений и вспомогательного оборудования и совместных разработок с ведущими отечественными и зарубежными компаниями в других видах измерений.

*Поставка, поверка, ремонт, техническое обслуживание средств измерений, вспомогательного оборудования для полноценного обеспечения производства, метрологическая экспертиза и аудит, разработка методик испытания/поверки/калибровки изделий — всё это задачи, которые может успешно решать Метрологическая служба организации.* 



6 КИМ портального типа

# Лазерное наращивание медных проводников печатных плат. Технология будущего, работающая сегодня



Текст: **Владимир Городов**



Технология лазерного наращивания проводников, на разработку которой компания Orbotech потратила более 5 лет, была представлена производителям печатных плат в 2016 году.

В наше время все крупнейшие производители печатных плат в мире и России успешно эксплуатируют системы прямого экспонирования фоторезиста без использования фотошаблонов. Несмотря на высокие капитальные затраты технологии цифровой фотолитографии дают возможность радикально снизить сроки проведения экспонирования и время запуска плат высокой плотности в производство и получать проводники шириной менее 25 мкм. Помимо этого, цифровая фотолитография позволяет более чем 20 российским производителям печатных плат иметь превосходство перед конкурентами в части:

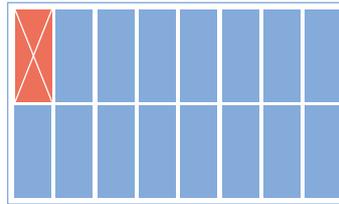
- снижения требований к электро-вакуумной гигиене (ЭВГ) при выпуске плат высокой плотности;
- отсутствия затрат на изготовление, контроль и хранение фотошаблонов;
- совмещение и масштабирование без потери времени индивидуально для каждой заготовки.

Технологию цифровой фотолитографии можно сравнить с технологией цифровой фотографии. 99 % людей сегодня пользуются цифровой фотографией. Судьба фотошаблонов так же предрешена, как и фотопленки. Не многие задумываются об этом, но если на вашем участке ретуши работают более трех человек, то это означает, что дефекты фотолитографии занимают первые строчки в печальном рейтинге причин брака. И если слои имеют обрывы или короткие замыкания в разных местах заготовки рис 1, то общий выход годных оставляет желать лучшего. Более того, если вы выпускаете платы высокой сложности стоимостью в десятки тысяч рублей, то дефект на внешнем слое — это потеря миллионов рублей в год.

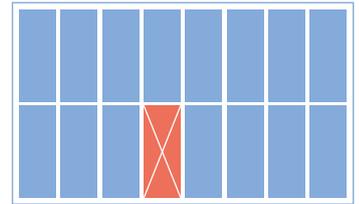
С 2012 года в России и в мире успешно применяются лазерные системы для автоматической лазерной подгонки печатных плат PerFix для ремонта коротких замыканий рис 2. Системы автоматического оптического ремонта (AOR) обеспечивают удаление избыточной (недотравленной) меди с гарантированной точностью, надежностью и повторяемостью, что особенно важно для плат высокой плотности рисунка.

Основная особенность систем — применение технологии CLR, выполняющей постоянный оптический контроль в УФ-излучении удаленной лазером меди, предотвращающей повреждение диэлектрика. Данные системы позволяют серьезно увеличить выход годных печатных плат, выпускаемых по проектным нормам, на границе возможностей участка фотолитографии.

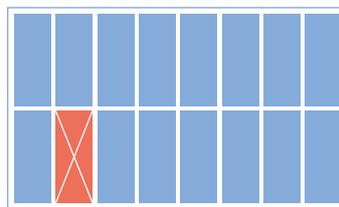
Слой 1 печатной платы



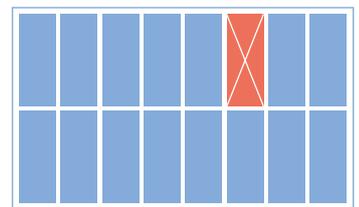
Слой 2 печатной платы



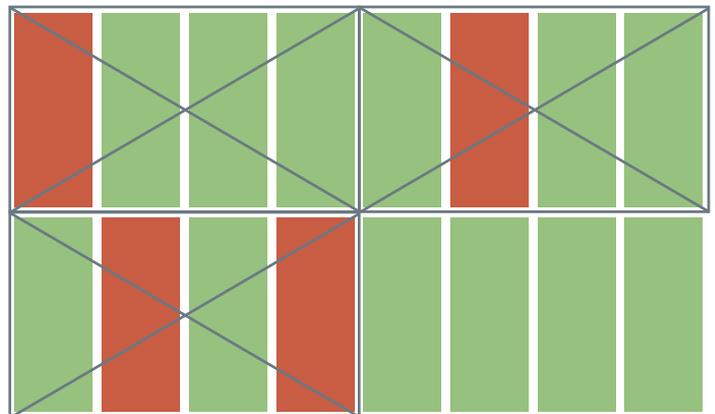
Слой 3 печатной платы



Слой 4 печатной платы



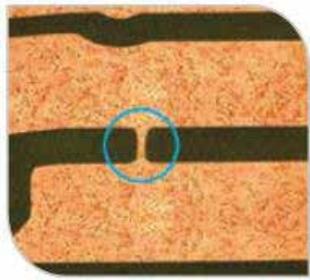
После прессования



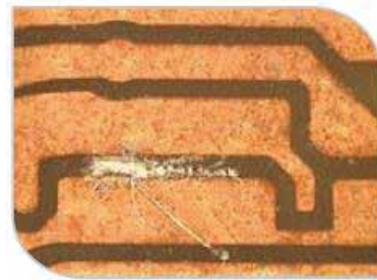
**3/4 заготовок под поверхностный монтаж в брак**

1

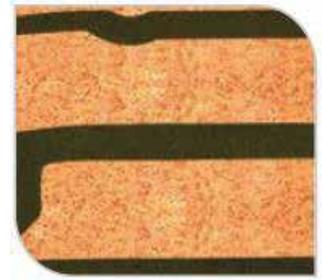
Дефекты на слоях комбинируются, значительно снижая выход годных



До ремонта



Ручной ремонт



Ремонт PerFix™

2

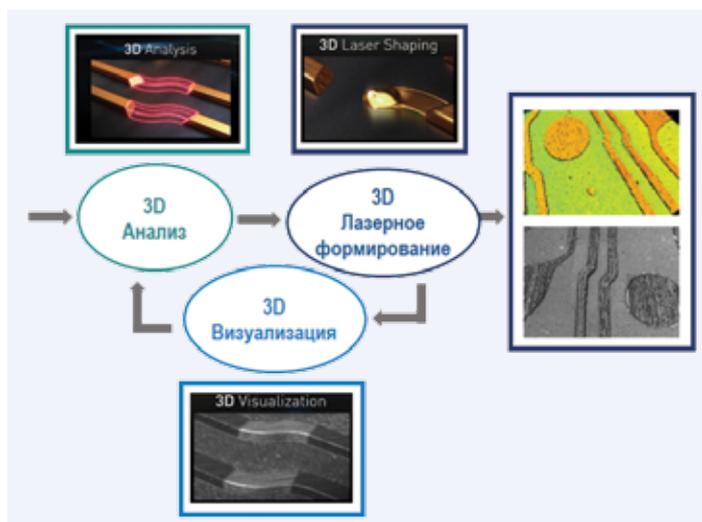
Сравнение ручного ремонта платы с автоматической системой PerFix™

Однако короткие замыкания и обрывы встречаются примерно с одинаковой вероятностью, поэтому, имея большой опыт в разработке лазерных систем ремонта печатных плат, компания Orbotech в 2016 году представила технологию трехмерного лазерного наращивания проводников. В настоящее время эта технология, реализованная в установке Precise-800, успешно испытана у лидирующих мировых производителей печатных плат.

Суть технологии — в трехмерном сканировании обрыва проводника, лазерном осаждении меди из специально подготовленной мишени в замкнутом цикле. Цикл заключается в постоянном трехмерном визуальном контроле процесса осаждения РИС 3.

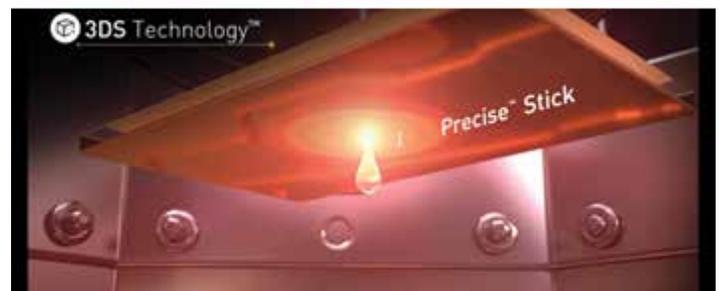
Осаждение меди происходит с помощью специально разработанного лазерного источника, проводящего направленную абляцию меди с мишени на место дефекта печатной платы РИС 4.

С 2012 года в России и в мире успешно применяются лазерные системы для автоматической лазерной подгонки печатных плат PerFix для ремонта коротких замыканий



3

Технология 3DS

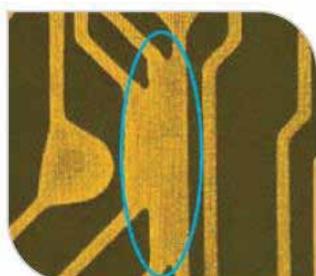


4

Осаждение меди с помощью специально разработанного лазерного источника



Данные САМ



Перед ремонтом



После ремонта



Перед ремонтом



После ремонта

5

Результаты подгонки платы

Естественно, система Precise-800 позволяет параллельно проводить и ремонт коротких замыканий **рис 5**.

Применение данных технологий дало возможность производителям практически полностью избавиться от дефектов фотолитографии печатных плат как на внутренних, так и на внешних слоях печатных плат.

Очень часто при переходе на новые проектные нормы у производителей печатных плат резко уменьшается выход годных **рис 6**. Такой эффект вызван необходимостью перестройки технологического процесса изготовления под новые нормы.

Для решения этой проблемы компания Orbotech разработала специальное программное обеспечение, позволяющее интегрировать системы автоматической оптической инспекции (АОИ) Fusion 22 и Discovery II с системой ремонта печатных плат Precise-800. Помимо передачи информации о дефектах для ремонта АОИ Orbotech дает возможность анализировать причины дефектов, а установка Precise-800 — устранять их, пока технологи корректируют технологический процесс. Это существенно повышает выход годных многослойных печатных плат высокой плотности при отработке нового конструктива.

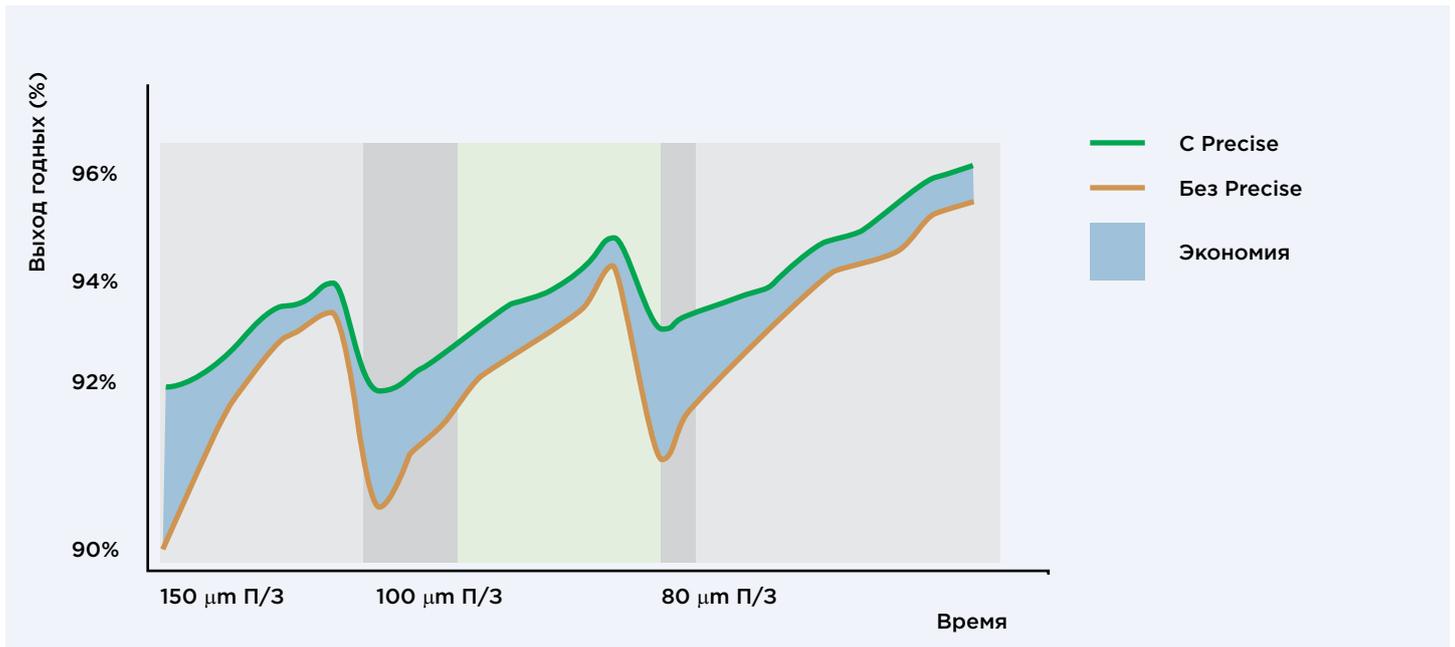
С экономической точки зрения в мелкосерийном производстве печатных плат установка себя окупает менее чем за 1-3 года. Например, за год установка может отремонтировать более 10 000 заготовок ПП. При средней стоимости спасенной заготовки в 5000 рублей годовая экономия составляет 50 млн рублей. При этом годовая

производительность системы — более 200 000 дефектов.

Особенно актуально применение установки для ремонта уже почти готовых печатных плат с нанесенной паяльной маской. Дело в том, что с помощью лазера можно удалять паяльную маску. Это дает возможность ремонта как непроявленных контактных площадок на паяльной маске, так и дефектов под паяльной маской **рис 6**.

Очень часто высокотехнологичные платы применяются в изделиях специального назначения, и компания Orbotech провела серию испытаний получаемой медной структуры. Например, при приемке заказчиком одного производителя печатных плат в Великобритании была предъявлена заготовка с двумя отремонтированными

**Несмотря на высокие капитальные затраты технологии цифровой фотолитографии позволяют радикально снизить сроки проведения экспонирования и время запуска плат высокой плотности в производство и получать проводники шириной менее 25 мкм**



6

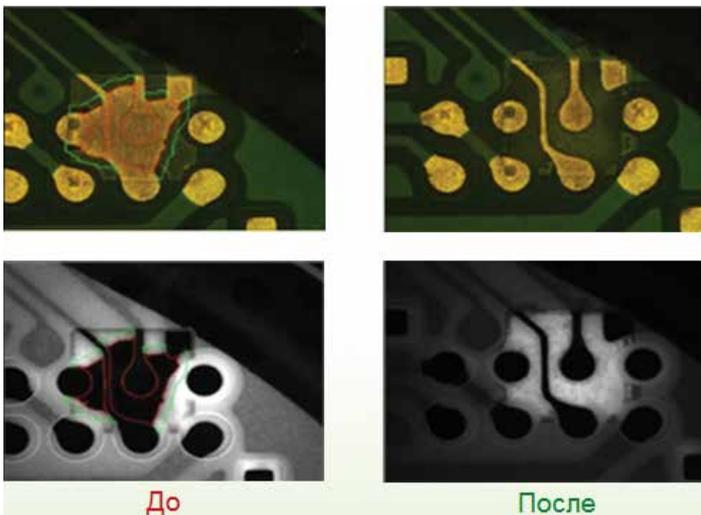
Повышение выхода годных с использованием автоматического ремонта

дефектами. Дополнительно были успешно проведены испытания по 12 критериям, включая сопротивление, импеданс, отслаивание, термоудар и другие в лаборатории Pacific Labs. Визуально найти дефекты не удалось.

Таким образом, перспективная технология лазерного наращивания проводников, которая, возможно, найдет применение в полностью аддитивном процессе изготовления печатных плат в будущем, успешно применяется мировыми производителями печатных плат для повышения выхода годных уже сегодня.

Установка Precise-800 рис 8 позволит избавиться от брака при фотолитографии прецизионных высокотехнологичных печатных плат, окупит себя менее чем за 3 года и даст возможность технологу иметь обратную связь без особых трудозатрат и материалов.

Лидеры производств печатных плат Российской Федерации уже сегодня начинают использовать данную технологию на своих предприятиях, а в октябре 2016 года смогут воспользоваться более чем годовым опытом применения Precise-800 на одном из заводов Германии.



7

Ремонт дефектов внешнего слоя под паяльной маской



8

Установка Precise-800



# 3D MID

## Технология или искусство?

### Экономия

- Меньшее количество компонентов.
- Короткий производственный процесс.
- Возобновляемые расходные материалы.
- Увеличенная надежность.

### Экологичность

- Сокращение количества используемых материалов.
- Переработка материалов.
- Снижение расходов материалов.
- Щадящее воздействие на окружающую среду.

### Гибкость конструирования

- Интеграция электронных механических и оптических систем.
- Высокая гибкость форм изделий.
- Миниатюризация.
- Новая функциональность.

3D-MID — это полная свобода проектирования электроники.

Решение позволяет придать термопластику любую форму, а потом создать на нем 3D-проводники и установить электронные компоненты. Уменьшается число входящих элементов, понижается материалоемкость и повышается надежность. 3D-MID — это высокая гибкость и миниатюризация, огромный простор для проектирования и возможность создавать произведения искусства в области современных технологий.

### Области применения технологии 3D-MID



Автомобильная  
индустрия



Платежные  
системы



Медтехника



Телекоммуникации



будущее  
создается



Тел.: (495) 788-44-44  
info@3dmid.ru



www.3dmid.ru

# Кабельный вездеход



Текст: Тимофей Максимов



Кабельное производство — основа электротехнической отрасли любой страны. В наследство от СССР России досталось огромное количество предприятий, производящих кабели самого разного назначения. Увы, на многих из них контроль качества осуществляется с использованием устаревших решений, не позволяющих сохранять конкурентное преимущество выпускаемой продукции, да и количество подделок на рынке немалое. Очевидно также, что санкционный режим и пертурбации в экономике оказывают дополнительное давление на предприятия. В этих условиях возникает дилемма — какую же спасительную стратегию выбрать? Какой антикризисный маневр предпринять?



1 Фиксация кабельной жилы (слева) и микроомметр MGR10 (справа)

Первый путь — сэкономить на закупках современного оборудования и использовать всё ту же устаревшую производственную базу, а также закупать дешевые материалы и комплектующие. Второй путь — оптимизировать производственные процессы за счет повышения качества продукции и увеличения эффективности, тем самым подняв свой конкурентный уровень и ликвидировав лишние затраты. Согласитесь, что экономия ресурсов при повышении качества продукта — единственно верный путь, который заведомо сложнее, ибо требует от руководства предприятия решительности в действиях и обдуманного подхода.

Контроль качества токопроводящих жил (ТПЖ) стоит на начальном этапе проверки кабельной продукции и требует особенной точности. Как правило, таким контролем занимается лаборатория при производстве, проверяя образцы из партии изделий. Для работы в лаборатории используются высокоточные приборы, измеряющие сопротивление — микроомметры, а также специальные оснастки, позволяющие нормировать измерения на длину в 1 м. Для компенсации температурных отклонений и повышения точности измерений применяются специальные ванны с погружением исследуемого образца в водную среду.

Инновационное решение, позволяющее упростить технологический процесс, а также интегрировать приборную часть и программную систему, состоит из микроомметра MGR10 и термостатической испытательной ванны с насосом для циркуляции воды рис 1. Микроомметр MGR10, занесенный в Госреестр СИ, имеет разрешение до 0,1 мкОм, что дает возможность контролировать на соответствие стандартам любую, даже самую

«жилистую» кабельную продукцию. Решение прекрасно показало себя на предприятиях кабельной промышленности, что позволило нашим заказчикам серьезно модернизировать процесс контроля производимой продукции и, соответственно, поддерживать конкурентное преимущество по качеству.

Следующий этап — проверка готового кабеля или провода в изоляции. В зависимости от сферы применения данная продукция дифференцируется по разным электротехническим показателям и степеням готовности. Кабели могут иметь разный материал токопроводящих жил, разные сечение, материал и толщину изоляции, структуру, важно наличие защитного экрана или брони. От этого зависят допустимые показатели тока и напряжения. Но любой кабель, будь то высоковольтный силовой кабель для прокладки под землей или же для установки в автомобиль, самолет или подводную лодку, должен соответствовать стандартам качества токопроводящих жил и изоляции!

Передовые решения в области контроля качества кабельной продукции подразумевают два типа рабочих мест. Первое из них представляет собой многофункциональную мощную пробойную установку серии DT с матрицей коммутации для контроля длинных кабелей. Допустим, завод выпускает многоканальный кабель с экранированием, километр которого наматывается на деревянную бобину рис 2. Её устанавливают в специально огороженной зоне, свободные концы каналов и экрана подключают к матрице коммутации и в автоматическом режиме проверяют сопротивление каналов, отсутствие межканальных коротких замыканий, измеряют сопротивление изоляции и контролируют диэлек-



2 Бобина с кабелем (слева) и подключение к пробойной установке (справа)

трическую прочность изоляции на высоком напряжении. Комплексная проверка свернутого в бобину кабеля выполняется просто и за считанные минуты с подготовкой соответствующего протокола испытаний.

Второй тип рабочего места предназначен для входного контроля на предприятиях-потребителях кабельной продукции. Как правило, кабели предварительно подготавливаются под конечное изделие, так что их длины невелики. Поэтому мощная многофункциональная пробойная установка будет неудобной и излишней по параметрам. С небольшими кабелями прекрасно справится симбиоз микрометра MGR10 и настольной пробойной установки серии XS до 6 кВ постоянного тока и до 5 кВ переменного тока (существуют модели до 400 кВ). Пробойные установки серии XS, как и микрометр MGR10, внесены в Госреестр СИ. Мощности 500 ВА для высоковольтной проверки подготовленных под изделие кабелей пробойной установкой хватает за глаза!

Оба прибора имеют гибкое управление: либо с лицевой панели каждого отдельно, либо через программное обеспечение они объединяются в единую систему, дающую богатые возможности по настройке программы тестирования, сбору и обработке результатов, их протоколированию и печати. Опциональная высоковольтная матрица EXS3200 позволяет автоматически переключать измерительную шину, если изделие многоканальное. Если же необходимо провести контроль изоляции неэкранированного кабеля, то рабочее место также оборудуется специальной ванночкой, в которой намешивается электропроводящий раствор. Достаточно размешать в воде в определенной пропорции поваренную соль для приготовления относительно неагрессивного проводящего раствора. Кабель погружается в раствор проводящими концами наружу, их соединяют и подают на них

высокое напряжение. На сам раствор через установленный в ванночке электрод подается нулевой потенциал. Таким образом, охватывается вся поверхность изоляции, и даже самый скрытый дефект будет гарантированно обнаружен — при входном контроле на предприятии, а не у конечного «боевого» изделия в самый ответственный момент! Данная технология совмещает отработанную методику контроля и выводит её посредством современной приборной части и информационной интеграции в область передовых и наиболее востребованных.

«Вишенкой на торте» среди уровней кабельной продукции является готовый жгут с разъемами. Согласитесь, сам по себе многоканальный тестер кабелей и жгутов уже мало кого удивляет. Сегодня многие предприятия российской промышленности, выпускающие электротехнические изделия, успешно перевооружились различными системами серии Synor5000, а также отечественными системами серии «Улей». Но данные системы работают в помещении, где есть подключение сети, и где они не подвергаются агрессивным воздействиям и перемещениям. Но что делать, если объект контроля находится вне территории предприятия, где есть необходимое подключение для оборудования и нет агрессивных воздействий? Ведь возникает же такая потребность, когда кабельно-жгутовые системы или блоки надо проверить буквально в поле! Или на борту сложной специальной техники, где незаменимой оказывается мобильность тестера! Представьте себе проверку жгутов, протянутых внутри узких отсеков подводной лодки — тут нужны не только матросы соответствующей комплектации, но и проверочное оборудование.

В этих случаях наилучшим решением был бы мобильный кабельный тестер Модуль М серии «Улей» **рис 3** со специальным защищенным ноутбуком для



3  
Модуль М в разложенном (слева) и собранном (справа) вариантах

управления тестером и хранения данных. Но сразу возникает вопрос к оснастке: если мобильный кабельный тестер обладает небольшими размерами, то как совместить в нем все необходимые подключения к объекту контроля? Ведь количество типов разъемов может исчисляться не десятками, а сотнями. А сам мобильный тестер при этом содержит до 384 каналов. Ответ заключается в специально разработанной мобильной оснастке, выполненной в виде съемной панели с разъемами. Каналы панели коммутируются с тестером пружинящими пробниками фирмы INGUN, сама панель при этом надежно фиксируется. Очевидно, что панелей может быть множество в зависимости от номенклатуры и сложности изделий.

Автономность тестера обеспечивают литий-ионные аккумуляторы большой емкости, позволяющие непрерывно работать в любом режиме 8 часов. И это заявленная характеристика — испытания же показали не менее 15 часов непрерывных работ! Список типов проверок при этом не уступает «классическим» стационарным версиям кабельных тестеров и включает проверку распайки жгутов, измерение сопротивления изоляции, проверку диэлектрической прочности изоляции на постоянном и переменном напряжении 2120/1500 В соответственно. Для экономии заряда аккумулятора можно отдельно выключать высоковольтную часть. Через встроенную розетку 220 В аккумулятор заряжается. При этом можно полноценно работать с тестером как с обычным прибором, подключенным к сети. И все это уместается в прочный корпус из металла или пластика, смягчающий вибрации и защищающий внутренние блоки от ударов, брызг, грязи. Корпус может быть оснащен выдвигной ручкой и колесами или комплектоваться специальной отдельной тележкой.

## Заключение

Внедрение дополнительных контрольных операций приводит к дополнительным затратам, и отдача от них не всегда поддается «оцифровке» экономическими отделами. Однако любой случай получения некондиционной продукции приведет к существенным потерям на производстве — как материальным, так и временным. Представьте, вы закупили бухту провода, получили все документы, подтверждающие качество товара, а при монтаже выяснилось, что сечение провода меньше, чем положено по ГОСТ / ТУ, изоляция повреждена или на бухту провода намотали меньше, чем должны были.

Существенным преимуществом мобильных тестовых комплексов является то, что на их основе можно организовывать участки тестирования как на заводах, так и на конечных объектах. Это позволяет сократить время монтажа, повысить качество выполняемых работ, сократить издержки на ремонт. Другое преимущество мобильности — организация сервисных бригад для обслуживания техники. Регламенты по ремонту техники разрешают проведение дополнительных испытаний, и если жгут/кабель соответствует всем требованиям — зачем его менять? В условиях санкций и увеличенного ГОЗ это единственный вариант справиться с поставленными задачами. ▢

# Зачем нужно менять устоявшиеся подходы к тестированию на ЭМС?



Текст: **Дмитрий Кондрашов**



Если зайти сегодня в российскую ЭМС-лабораторию любого хорошо оснащенного испытательного центра, то можно увидеть огромное количество разнообразного оборудования иностранного и российского производства. При этом большинство таких лабораторий часто сталкиваются с двумя основными проблемами: ограничение по времени и по месту проведения испытаний. Во-первых, срочные заявки на тестирование необходимо совместить с плановой работой. Во-вторых, в большинстве ГОСТов на ЭМС заложено требование осуществлять измерения внутри безэховых камер, количество которых в испытательных центрах ограничено из-за немалой цены и отсутствия необходимого для установки пространства. Кроме этого, помимо времени на сам процесс испытаний, рабочее время инженера складывается из нескольких факторов: время на монтаж, настройку и согласования разнообразного оборудования, на анализ и отчет о проведенном тестировании, а также на сервисное обслуживание приборов, которое также требует значительных временных ресурсов. Поэтому общее время, затрачиваемое специалистом на весь спектр работ, является одним из самых важных критериев при выборе оборудования.

В статье мы расскажем, каким образом уменьшить общее время на проведение испытаний, применяя самые современные подходы, на примере международного ЭМС-стандарта на устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю МЭК 61000-4-3 (EN-61000-4-3) и проведем сравнение с более старыми подходами к тестированию.

Согласно стандарту МЭК 61000-4-3 (EN-61000-4-3) электромагнитное поле должно формироваться на дистанции 3 метра от антенны до испытуемого устройства (далее ИУ). Такое поле называется гомогенным или тихой зоной. Площадь тихой зоны должна быть 1,5 x 1,5 м, и при этом 1 метр кабеля ИУ должен также находиться в этом поле. Однородным полем считается при условии, когда 75 % от двенадцати точек в этой зоне удовлетворяет допуску от 0 до +6 дБ.

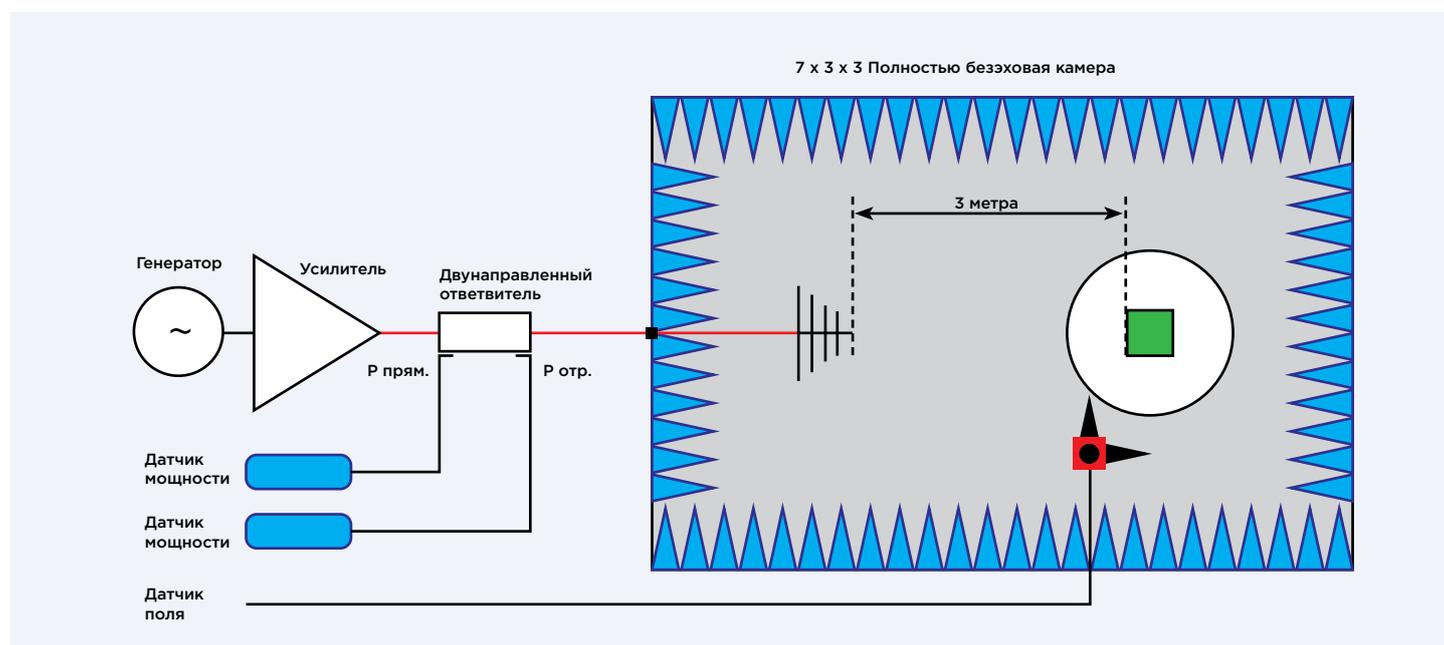
В классических системах тестирования на устойчивость разработчик должен проанализировать огромное количество отдельных показателей комплекса, которые нужно учитывать для интегрирования в тестовую систему. Далее рассмотрим, с какими трудностями приходится сталкиваться инженерам при проведении испытаний.



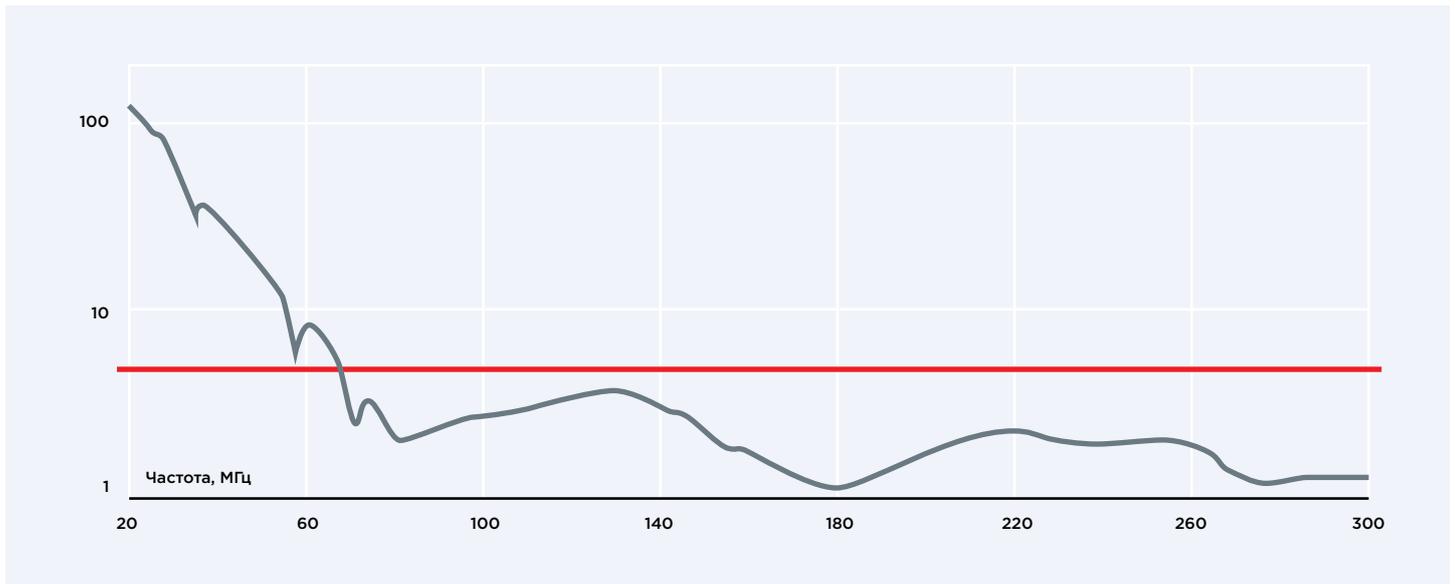
1 Система RadiField Triple-A

## Мощность или поле?

Довольно часто значительные временные ресурсы инженер тратит при выборе усилителя мощности, расчете усиления антенны, ширины лепестка диаграммы направленности и потерь в кабеле. Все эти расчеты нужны для согласования требований стандарта на однородность тихой зоны и уровня электромагнитного поля.

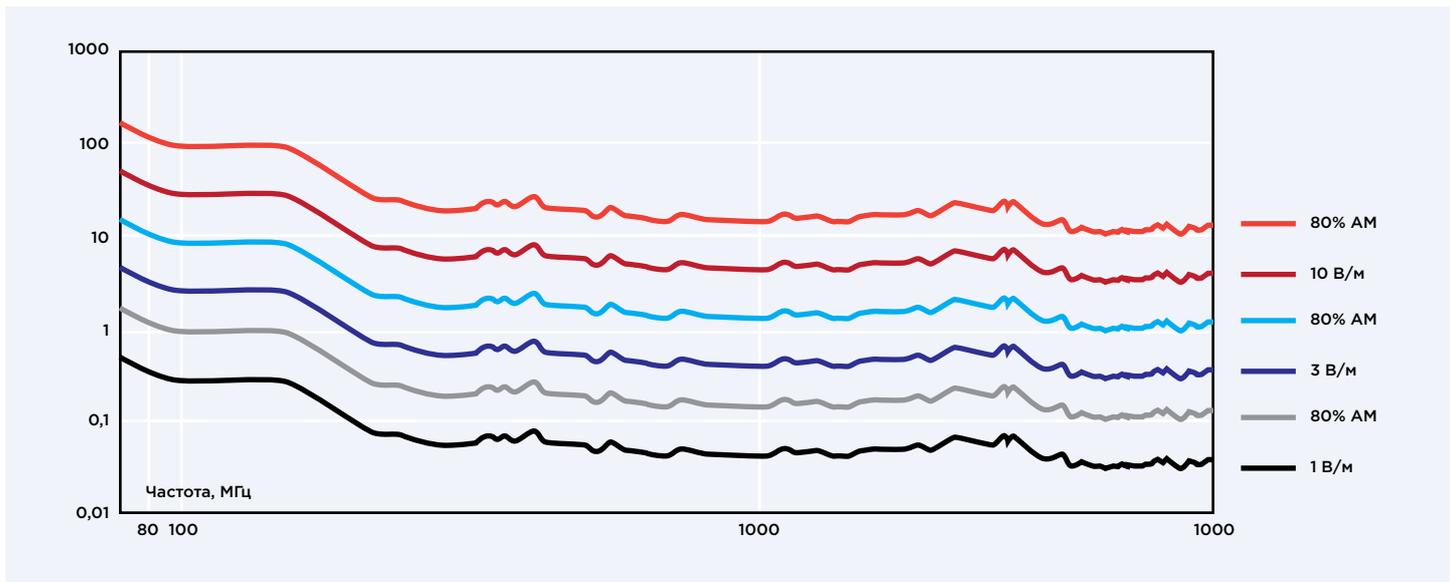


2 Пример традиционной системы для измерения устойчивости, измерительная система снаружи



3

Типичное значение КСВН биконической антенны



4

Входная мощность поля на дистанции 3 м

Для обеспечения этих требований разработан уникальный комплекс, сбалансированно сочетающий в себе все потребности современной ЭМС-лаборатории. Система RadiField Triple-A обеспечивает гарантированное электромагнитное поле в безэховой камере и соблюдение однородности поля, выполняя все требования стандартов рис 1. Пользователь не будет беспокоиться об уровне усиленной мощности, 1 дБ точке компрессии, потере в кабеле, нестабильном излучении и т.д. Для тестирования используется только уровень ЭМ и измерения его параметров. В один форм-фактор включены сразу несколько типов оборудования: усилители, антенны и генератор сигналов. Поэтому данное решение позволяет сэкономить денежные вложения и время на установку и настройку общего комплекса для испытаний.

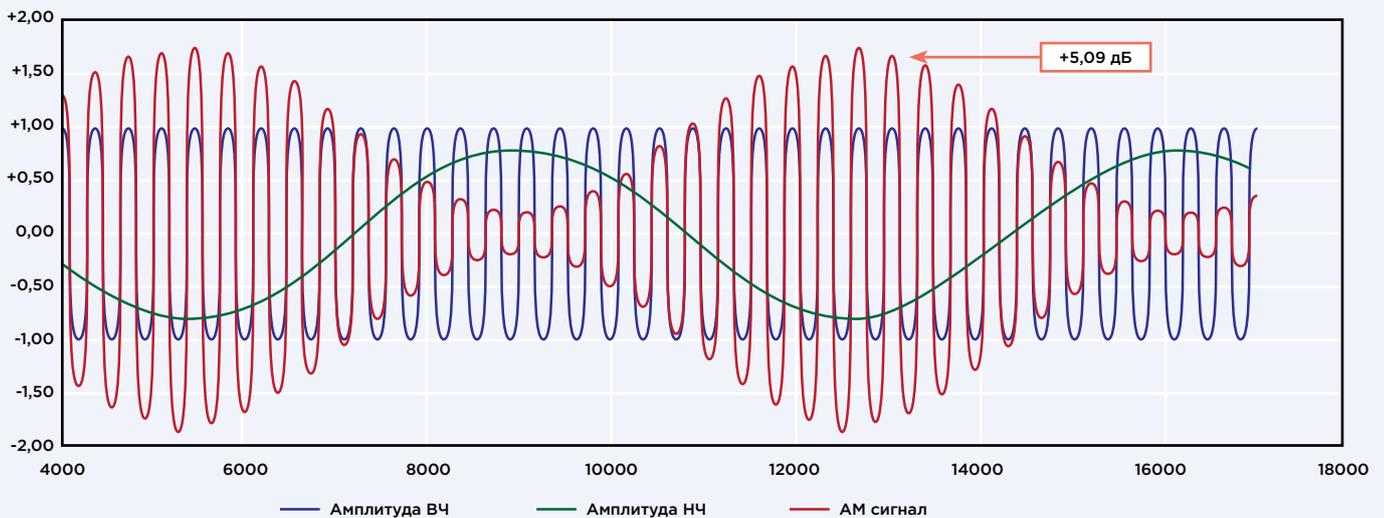
Как правило, в традиционной системе для измерения устойчивости стойка с усилителями находится за пределами камеры вместе со всеми другими измерительными приборами (генераторы, измерители мощности, двунаправленные ответвители (DDC) и т. д.) рис 2.

Одними из самых критичных элементов системы, влияющими на финальный уровень поля, являются коаксиальные кабели и коннекторы:

- от выхода усилителя до входа DDC;
- между выходом ответвителя и до входа проходной панели безэховой камеры;
- от выхода проходной панели камеры до входа антенны.

При расчетах инженеру необходимо учесть все потери на этих трёх участках линии. Потери могут достигать 3 дБ даже у самых качественных кабелей, включая

Сравнение AM сигнала



5

Сравнение между непрерывным режимом и 80 % AM сигнала

вносимые потери, потери из-за длины кабеля и т.д. Как нежелательную альтернативу данному решению оборудование часто располагают внутри камеры. Причины для этого достаточно очевидны, но такой подход противоречит стандарту испытаний. И хотя данное решение исключает дополнительные потери из-за длины кабеля между антенной и выходом системы, потери никогда не будут нулевыми. Еще одним недостатком перемещения оборудования в камеру является его влияние на результаты измерения. И в то же время измерительное оборудование должно быть само по себе устойчиво к воздействиям электромагнитного поля.

## Антенна и усилитель

В ЭМС-комплексах часто встречаются нагрузки, имеющие КСВН (коэффициент стоячей волны по напряжению) более, чем 1:6. Такой КСВН значит, что 50 % выходной мощности отражается и возвращается в конечном счете на усилители. Если рассматривать диапазон частот от 20 МГц до 1000 МГц (и выше), то видно изменение КСВН и то, как эти изменения должны учитываться при выборе правильного усилителя и его класса.

На графике приведен наглядный пример в диапазоне частот от 20 до 300 МГц рис 3. Можно увидеть, что высокие значения КСВН лежат в диапазоне от 20 до 80 МГц. В этом частотном диапазоне длинные радиоволны и компактные ЭМС-антенны — это компромисс между согласованием, эффективностью (КПД) и размером антенны.

Теперь рассмотрим диапазон частот от 80 до 1000 МГц. Как известно, с ростом частот длины волн уменьшаются, и размер таких антенн намного ближе к соответствующим длинам волн. Типичными антенна-

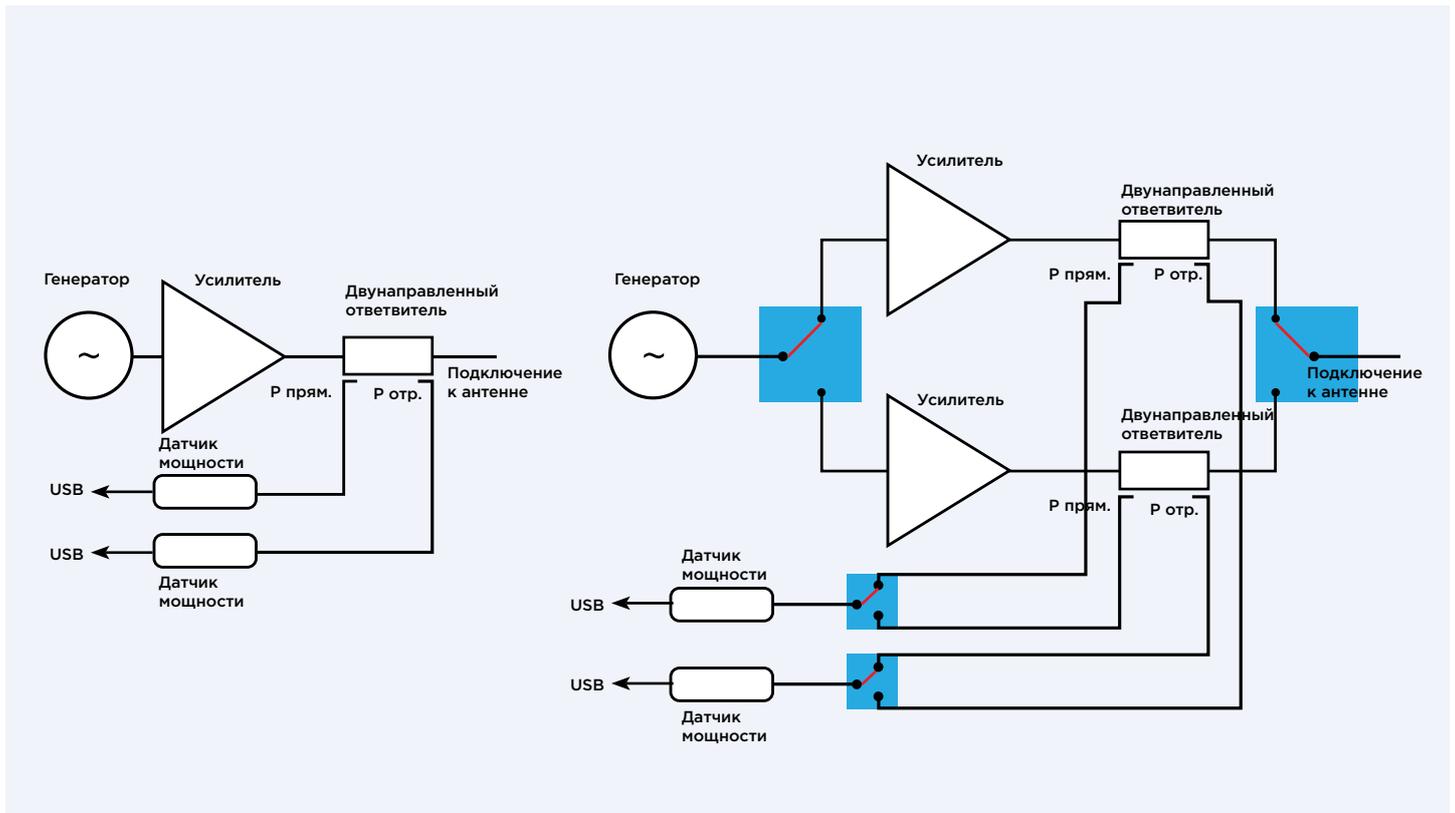
ми на высоких частотах являются логопериодические и рупорные антенны, КСВН которых гораздо меньше 1:3, что позволяет работать на более высоких частотах с меньшими потерями.

Однако если рассмотреть график отношения частоты к мощности поля на входе широкополосной логопериодической антенны для 80 МГц, то можно увидеть следующие данные рис 4:

- с помощью усилителя создается поле 10 В/м в немодулированном непрерывном режиме при выходной мощности более, чем 50 Вт!
- пиковая мощность огибающей создает только 10 В/м + 80 % AM при мощности уже более 161,5 Вт (+5,1 дБ в непрерывном режиме);
- средняя мощность с 80 % модуляции при не менее 66 Вт средней мощности (+1,2 дБ в непрерывном режиме).

На графике можно увидеть, что огибающая AM симметрична по отношению к пиковому напряжению несущей непрерывного сигнала рис 5. Это означает, что усредненное напряжение модулированного сигнала такое же, как среднее значение уровня напряжения в непрерывном режиме. Однако это условие нельзя применить к мощности сигнала, т.к. мощность сигнала выражается через мощности двух среднеквадратичных напряжений  $P=U^2/R$ . Таким образом, средняя мощность AM сигнала немного (1,2 дБ) выше по сравнению со значением немодулированной мощности сигнала. Часто встречаются усилители мощностью 150 Вт, которые могут работать с таким типом антенн. Но нужны ли усилители класса А для решения задач измерений? Или подойдут усилители класса АВ?

Как простой пример, возьмем значение отраженной мощности и требования по искажениям. На частоте 80 МГц требуемая прямая мощность 162 Вт (пиковая



6

Традиционные системы с однополосными и двухполосными РЧ-усилителями

мощность огибающей). Но мы все равно используем усилитель на 66 Вт средней мощности, так как АМ симметрична к непрерывному уровню мощности сигнала. И в итоге мы получаем огромное количество тепла на выходе с той же мощностью.

Усредненная отраженная мощность — это 50 % с КСВН антенны 1:6 от прямой мощности, т.е. 33 Вт. Это значит, что такая антенна может легко работать с мощностью 160 Вт по классу АВ. При этом усилитель имеет максимальное КСВН 1:3, что соответствует 25 % от прямой мощности, т.е. 40 Вт. Поэтому в традиционных системах на ЭМС-устойчивость необходимо учитывать дополнительные параметры, такие как:

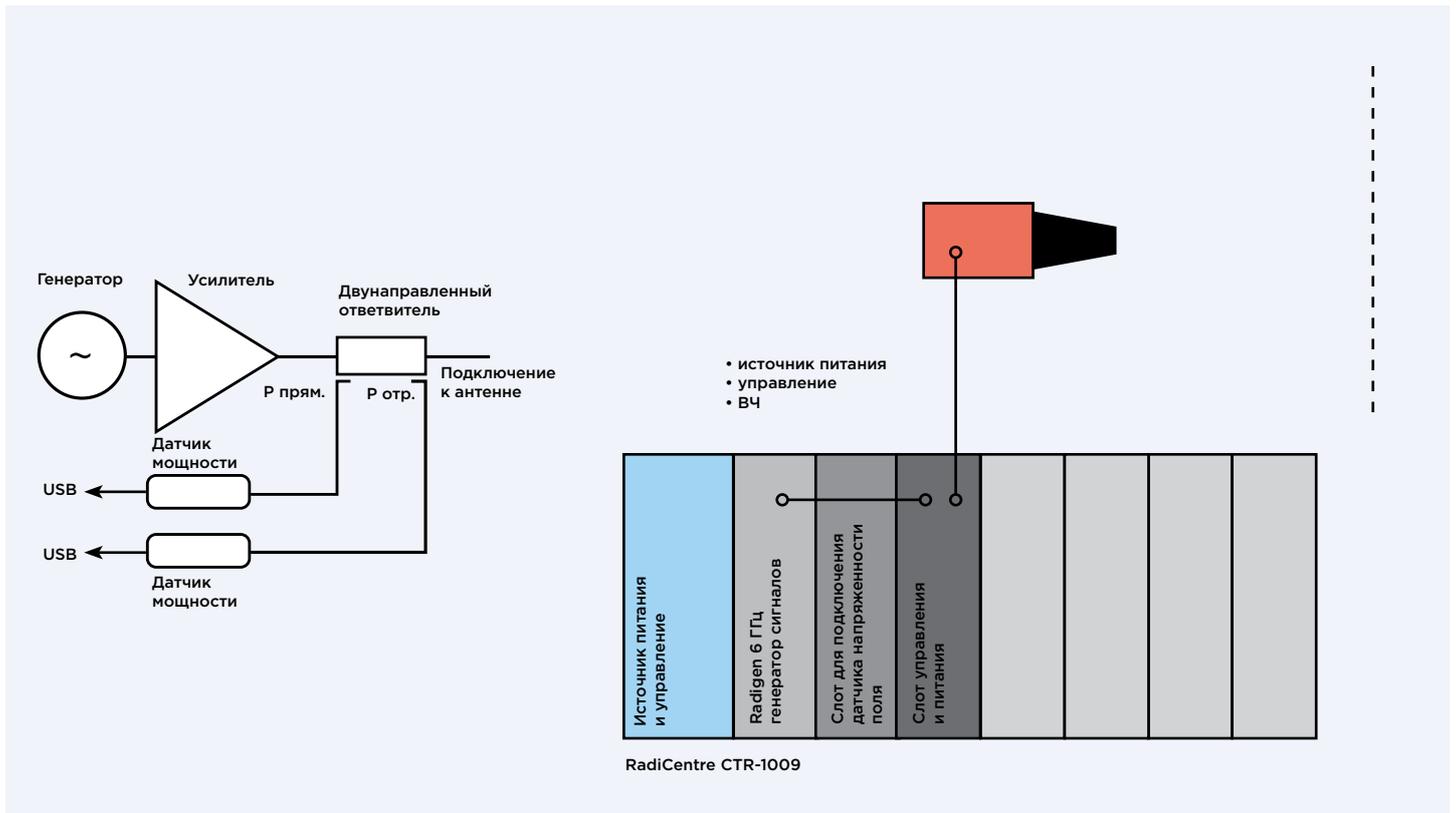
- точка 1 дБ компрессии, которая позволяет оценить, насколько искажен сигнал в пиковых значениях модуляции;
- регулировка уровня КСВН, т.к. в случае высокого рассогласования антенны передаваемая мощность может вернуться обратно в усилитель.

Теперь рассмотрим традиционные антенны для тестирования на устойчивость в частотном диапазоне от 1 ГГц до 6 ГГц. Как и в диапазоне от 300 МГц до 1000 МГц здесь преимущественно используются классические логопериодические и рупорные антенны, и основной разницей между ними является коэффициент усиления. Данный коэффициент крайне важен для тестирования по стандарту МЭК 61000-4-3. Среднее

значение коэффициента усиления для логопериодической антенны составляет от 7 до 8 дБи, однако рупорная антенна с увеличением частоты дает коэффициент усиления до 12 дБи, что полностью не соответствует МЭК 61000-4-3. Более высокое усиление антенны привлекательно, но оно также имеет негативную сторону, т.к. такое усиление сокращает зону тестирования, которую облучает антенна. Другими словами, при использовании высокого усиления требование тихой зоны 1,5 x 1,5 м не может быть соблюдено. С более низким усилением и широким -6 дБ углом логопериодической антенны облучение требуемой площади не является проблемой. Но для более низкого усиления необходимо больше мощности для создания антенной требуемого уровня напряженности поля.

И, как мы уже убедились, КСВН на СВЧ-частотах гораздо ниже, поэтому нет причины для приобретения дорогого усилителя класса А и можно ограничиться АВ-классом, который в системе Radifield будет намного ниже по стоимости.

При разработке ЭМС-системы для тестирования на устойчивость постоянно требуется выбор усилителя — и это один из наиболее часто обсуждаемых вопросов среди производителей данного оборудования и пользователей. На первый взгляд кажется, что лучший выбор — это класс А, т.к. мощность уходит в нагрузку и, таким образом, на антенну не влияет увеличение рас-



7 Сравнение традиционной системы и решения RadiField Triple A

согласования. Но данный класс имеет ряд существенных недостатков, и, как видно из предыдущих примеров, далеко не всегда подходит для решения задачи по тестированию на ЭМС. Подробнее о классах усилителей и их конструктивном построении мы расскажем в следующей статье.

Далее рассмотрим уникальное решение, не имеющее аналогов и способное сохранить не только время и деньги, но и сэкономить пространство, уменьшая габариты и стоимость безэховой камеры в целом.

Система RadiField Triple A задает новые стандарты в испытаниях на ЭМС, предлагая следующие преимущества:

- упрощенную систему и подход к тестированию;
- гарантированный уровень электромагнитного поля согласно ГОСТ;
- высокий уровень интеграции, позволяющий самостоятельно создавать гибкую систему;
- значительное снижение стоимости за счет отсутствия необходимости покупки различного дорогостоящего СВЧ-оборудования;
- низкую стоимость владения и обслуживания.

Сравним для примера две конфигурации системы

РИС 6 и РИС 7.

Как видно из схем подключения, сложность организации по тестированию на ЭМС в традиционной системе гораздо выше, а в решении RadiField Triple A исключены



8 Базовое шасси RadiCentre для управления системой RadiField

Т 1

Значения для модульных генераторов

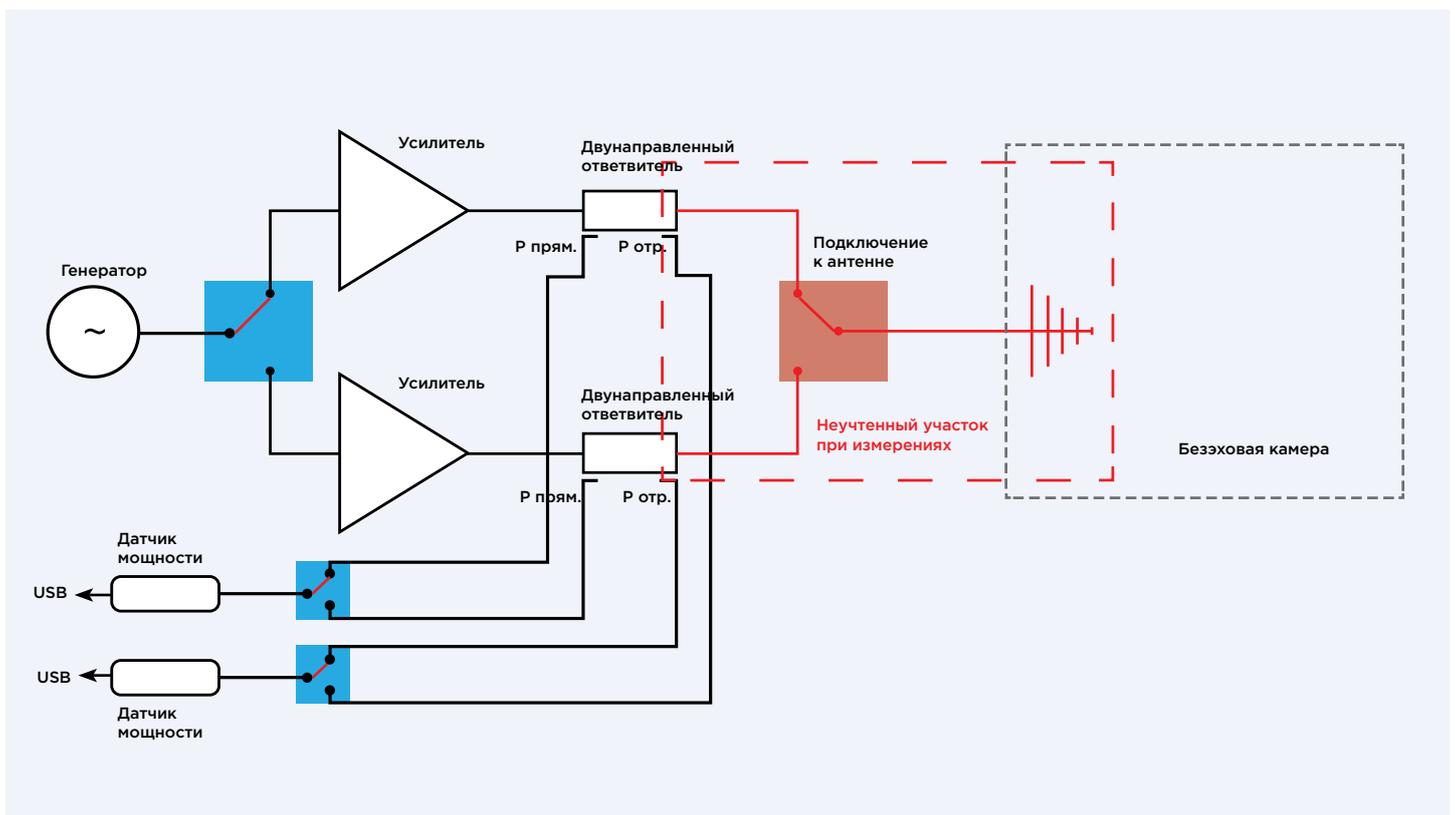
Модель генератора	Частота, ГГц	Тестовая дистанция и уровень поля, В/м		
		1 м	ТМЭ	10 м
RFS1006A	1 - 6	9	3	0,9
RFS1006B	1 - 6	30	10	3
RFS1003A	1 - 3	9	3	1
RFS1003B	1 - 3	30	10	3

основные трудности с согласованием и проведением измерений. Данная система построена на модульной системе RadiCentre, в которую уже включены генератор до 6 ГГц, лазерный модуль для подключения датчика напряженности поля и источник питания с контроллером. В комплексе используются два коаксиальных кабеля, и лишь один из них подключен к источнику питания и к системе RadiField Triple A. Этот кабель используется для питания, контроля, коммутации и передачи РЧ-сигнала. Второй кабель подключен к выходу генератора и входу источника питания. Все потери по кабелю исключены. Все генерируемые РЧ-сигналы напрямую поступают в антенну и преобразуются в электромагнитное поле. Где же найти классическую измерительную систему, в которой дорогостоящие кабельные сборки и генераторы

передают сигнал к антенне на большое расстояние без потерь?

Внешний вид комплекса Radicentre и RadiField Triple A представлен на рис 1 и рис 8.

В системе RadiField Triple A реализована концепция сведения к минимуму времени, которое затрачивается на установку системы и подготовку к работе. Данный комплекс со встроенным генератором и лазерным датчиком поля располагается непосредственно в экранированной операторской камере инженера. Специалист использует при этом только два кабеля, которые подключаются через проходные панели из операторской к безэховой камере. Отсутствие дополнительных кабелей существенно увеличивает скорость переключения и работы измерительного комплекса.



9

Пример ошибки источника сигнала в испытаниях на устойчивость

## Т 2

Сравнение системы RadiField и классических систем по количеству используемых устройств

Классические системы	Система RadiField Triple A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Генератор сигналов — 1 шт.</li> <li>• Усилители мощности — 2 шт.</li> <li>• Ответвитель — 2 шт.</li> <li>• Измеритель прямой мощности — 1 шт.</li> <li>• Измеритель отраженной мощности — 1 шт.</li> <li>• Антенна — 1 шт.</li> <li>• Датчик поля — 1 шт.</li> <li>• Кабели и соединители — 6 шт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Система Radicentre — 1 шт.</li> <li>• Система RadiField Triple A — 1 шт.</li> <li>• Кабели и соединители — 2 шт.</li> </ul>

Кроме времени тестирования важным фактором является и соблюдение стандартов. С системой RadiField определение уровня напряженности ЭМ-поля упрощено максимально возможно. Используется трехметровый эквивалент или ТМЭ, который позволяет просто и легко пересчитать силу ЭМ-поля на другой дистанции с соблюдением правила 3 метров. Строго говоря, при установке нового объекта для тестирования вся настройка сводится к пересчету по формуле:  $3 \times \text{ТМЭ}/d$ .

Типичные примеры пересчета значение по формуле  $3 \times \text{ТМЭ}/d$ :

- $10 \text{ В/м} \times 3 / 10$  равно  $3,0 \text{ В/м}$  на 10 метрах.
- $10 \text{ В/м} \times 3 / 1$  равно  $30,0 \text{ В/м}$  на 1 метре.

Инженерам не нужно беспокоиться об усиленной мощности, усилении антенны и калибровке усиления на разных дистанциях, о потерях в кабеле и частоте и т.д. Достаточно просто задавать необходимый уровень поля в программном обеспечении, дистанцию и частотный диапазон **Т 1**.

Помимо времени и соблюдения стандартов любому инженеру приходится учитывать погрешность и надежность измерительного оборудования. Необходимо учитывать, что ЭМС-испытания на устойчивость основаны на установке тестируемого устройства в уже откалиброванное поле. Такая калибровка осуществляется с помощью датчиков напряженности поля в не менее, чем в 16 равноудаленных в пространстве точках однородной зоны. Во время проведения тестирования датчик поля должен быть удален из плоскости измерения, и поле облучает испытуемое устройство с откалиброванными значениями. При проведении процесса калибровки регистрируются значения отношений между измеренными уровнями поля и измеренными уровнями мощности на выходе направленного ответвителя, установленного за РЧ-усилителем мощности. Также во время тестирования после удаления датчика поля из безэховой камеры измерительное программное обеспечение «проигрывает» записанные уровни мощности, используя показания с направленного ответвителя в прямом и отраженном режимах. Теперь мы имеем измеренный участок от генератора сигналов до направленного ответвителя. Тем не менее, любое изменение уровня поля влечет измене-

ния в значениях потерь в кабеле, потерях на переключении и потерях на соединителях. На **рис 9** красным цветом отмечен участок, который не был измерен, и, таким образом, показания с него не являются достоверными. Поэтому ошибки и погрешности измерения всегда присутствуют при проведении тестирования классическим методом, хотя инженер может даже не подозревать об их присутствии.

В системе RadiField все источники подобного рода ошибок полностью исключены. Облучающая антенна интегрирована с усилителем мощности и направленными ответвителями в одном корпусе, что позволяет устранить все возможные ошибки и проводить достоверные измерения.

Однако несмотря на огромное количество преимуществ, которыми обладает система RadiField, почти всегда самым важным критерием выбора оборудования является стоимость, которая складывается не только из разовой оплаты при размещении заказа, но и из стоимости последующего владения в целом. Если сравнивать классический комплекс на испытания ЭМС-устойчивости и систему RadiField, то общая стоимость системы RadiField будет значительно ниже, чем традиционные аналоги. В **Т 2** приведено сравнение системы RadiField и других систем (которые мало чем отличаются друг от друга, так как должны выполнять требования основного стандарта). Как видно из таблицы, количество устройств в классических системах гораздо больше, чем в системе RadiField, что влечет за собой большое количество проблем с согласованием и эксплуатацией. Не только базовая стоимость системы RadiField значительно ниже аналогов, но и стоимость установки, настройки и обслуживания также гораздо ниже. Помимо меньшего количества устройств, которые собраны и откалиброваны у одного производителя, вы аттестуете один раз всю систему в комплексе и получаете один сертификат вместо нескольких.

Одним из самых важных преимуществ системы RadiField с технической точки зрения является избавление от дополнительных кабельных сборок, которые негативно влияют как на скорость работы с системой, так и на дополнительные погрешности при измерениях. Больше не требуется отдельно подбирать генератор, усилитель или датчик поля — все это уже включено и согласовано в системе. Отсутствие дорогостоящих приборов позволяет значительно сократить стоимость системы в комплексе.

В данной статье мы не затронули один из самых важных инструментов для проведения измерений — безэховую камеру и принципы её построения. Это очень обширная тема для обсуждения, как и тема выбора правильного усилителя. В следующей статье, посвященной испытаниям на ЭМС, мы подробно расскажем о безэховых камерах и классическом подходе к тестированию, а также о новейших разработках, которые появляются в российских лабораториях.

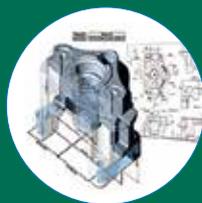
---

**Ни для кого не секрет, что не существует универсальных комплексов, способных удовлетворить потребности абсолютно всех заказчиков. Любой измерительный комплекс имеет ряд недостатков, с которыми приходится мириться. Но в современных реалиях при усложнении оборудования и постоянных требованиях к увеличению функциональности измерительных приборов в конечном итоге пользователь переплачивает за множество ненужных опций, которые по умолчанию заложены в стоимость оборудования. Измерительные приборы, выпускаемые передовыми производителями, в большинстве своем должны работать в широком спектре областей. Чтобы добиться подобной универсальности необходимо увеличивать функциональную и элементную базу. А любое увеличение комплектующих всегда ведет к удорожанию системы даже при массовом производстве. Поэтому необходимо тщательно подходить к покупке столь дорогостоящего оборудования и стараться не вкладывать финансовые средства в избыточные по своему функционалу приборы. При выборе оборудования необходимо, прежде всего, опираться на поставленные задачи, с которыми должен справляться ваш измерительный комплекс, а также понимать принцип подхода к испытаниям, который предлагает вам использовать современный производитель. **



#### Литье

- Отработка технологии литья
- Поиск и анализ пустот, раковин и включений



#### Механообработка

- Контроль качества геометрии ответственных деталей сложной формы
- Обратное проектирование



#### Электроника

- Контроль печатных плат, компонентов и качества пайки
- Исследование совмещения слоев, дефектов металлизации



#### Материаловедение

- Исследования внутренней структуры материалов
- Расчет физических свойств материалов



#### Исследования

- Полезные ископаемые и геологические образцы
- Принципы работы механизмов
- Криминалистика

## Лаборатория промышленной томографии: экспертный контроль качества и проведение исследований

Узнайте о специальных  
ценах, действующих  
до конца 2016 года!

- Самая крупная в Восточной Европе
- Оснащенная передовым оборудованием

Лаборатория создана на базе Центра технологий контроля (ЦТК), предназначенного для решения широкого спектра производственных и научных задач.



будущее  
создается



Channel Partner  
GE Oil & Gas



www.ostec-ct.ru  
(495) 788 44 41  
info@ostec-ct.ru





## Видеть сегодня производство будущего невозможно, **НО ПУТЬ К НЕМУ — НЕОБХОДИМО**

Чем сложнее производство, тем сложнее учесть все факторы, от которых завтра будут зависеть его эффективность, рентабельность, конкурентоспособность его продукции. Опираясь на свой опыт и сотрудничество с ведущими мировыми поставщиками оборудования и технологий, мы содействуем комплексному развитию предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности. Наш подход основан на пяти слагаемых: исследование, планирование, проектирование, оснащение, сопровождение. Эта формула технологического роста позволяет предприятиям найти оптимальный путь к успеху.



будущее  
создается



[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-group.ru](mailto:info@ostec-group.ru)

