

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
КАК СОЗДАТЬ СОВРЕМЕННОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ «ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

LIFECYCLE

INSIGHTS

ВВЕДЕНИЕ

Управлять машиностроительным предприятием в современных экономических условиях — непростая задача. Средний уровень прибыли значительно уменьшился. Конкуренты могут находиться как на соседней улице, так и за океаном. Заказчики хотят получить изделия самого высокого качества в самые сжатые сроки. Новых возможностей тоже достаточно, но чтобы ими воспользоваться, нужны особые навыки.

Из-за такой ситуации на рынке компания Lifecycle Insights в 2017 г. провела исследование на тему проблем автоматизированного производства. Его результаты показали, что основной причиной попыток оптимизации рабочих процессов является *сокращение сроков выполнения заказов*. Однако при этом возникает множество технических трудностей — проблемы при работе с моделями и построении траекторий движения инструмента, ненадежные средства проверки управляющих программ, а также низкий уровень повторного использования накопленных знаний по механической обработке.

К счастью, с большинством подобных затруднений помогает справиться дигитализация. Технологии дигитализации позволяют работать с моделями деталей, созданными в любой CAD-системе, автоматически создавать высококачественные траектории движения инструмента, моделировать исполнение готовой управляющей программы, а также создавать типовые операции, которые можно использовать повторно.

Цель данной электронной книги — более подробно изучить все эти вопросы. Сначала мы изложим результаты исследования на тему проблем автоматизированного производства. Затем мы расскажем о целой экосистеме технологий, решающих задачи, стоящие перед современным машиностроительным предприятием. Наконец, мы дадим рекомендации по дальнейшим действиям.

Управление машиностроительным предприятием — непростая задача, однако правильный выбор технологий значительно упрощает работу и повышает прибыльность.



СВОЕВРЕМЕННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАКАЗОВ — ГЛАВНАЯ ПРОБЛЕМА, СТОЯЩАЯ ПЕРЕД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

И заводы, и компании, которые принимают участие в процессе разработки, стремятся оптимизировать рабочие процессы. Этим же занимаются и участники нашего исследования.

Именно сокращение сроков выполнения заказов стало главной причиной внесения изменений в рабочие процессы. Этот вариант участники выбрали почти в два раза чаще, чем тот, что занял второе место. Данный тезис вместе с другими причинами изменений заслуживает более пристального изучения. Очевидно, что основной целью подобных инициатив является сокращение сроков выполнения заказа.



Рис. 1: Основные цели машиностроительных предприятий по данным исследования «Проблемы автоматизированного производства в 2017 году», проведенного компанией Lifecycle Insights (215 опрошенных)

ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА — СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

Время упоминается во многих ответах, полученных от участников исследования. Однако чаще всего они выбирали вариант «срок выполнения заказа», то есть период между получением заказа и отгрузкой готового изделия.

В чем же причина такого выбора? Срок выполнения заказа — один из важнейших показателей работы машиностроительного предприятия. Когда заказ выполнен, можно выставить заказчику счет на оставшуюся сумму. Поэтому срок выполнения заказа фактически эквивалентен сроку выставления счета. Чем быстрее предприятие изготовит детали, тем раньше выставит счет и получит оплату. Для небольших компаний остаток наличных денежных средств и движение денежных средств являются двумя важнейшими показателями, от которых зависит способность гасить долги, выплачивать зарплату сотрудникам, а также сохранять устойчивое финансовое положение.

Сокращение сроков выполнения заказов дает массу преимуществ, не ограничивающихся финансовыми аспектами. Это отличный инструмент повышения прибыльности. Если удастся сократить сроки, то за одно и то же время (например, месяц или год) предприятие выполняет больше заказов и получает больший доход. Более того, сделать это возможно без капиталовложений в дополнительное оборудование с целью роста объемов выпуска. В результате сокращение сроков выполнения заказов повышает доходность при таком же либо чуть более высоком уровне расходов (как начальных, так и текущих). Соответственно, растет и чистая прибыль.

ПОЛОМКИ ИНСТРУМЕНТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

Сокращение износа и поломок инструмента приводит к снижению затрат на производство, но есть и другие преимущества. В частности, непредвиденная поломка инструмента способна привести к существенной задержке срока выполнения заказа. Неожиданный износ инструмента может потребовать трудоемкой ручной доводки деталей до требуемого уровня качества, что также влияет на сроки.

Разумеется, сокращение времени обработки уменьшает и сроки выполнения заказа. Некоторые виды механообработки становятся самым длительным этапом проекта. Сокращение длительности этого этапа приведет и к сокращению сроков выполнения заказа.

СОКРАЩЕНИЕ ОБЪЕМА БРАКА

Сокращение объема брака не влияет на сроки, но, конечно, влияет на финансовые показатели. Не прошедшие контроль качества детали возвращаются в машинный цех. Их приходится либо переделывать, чтобы выполнить требования заказчика, а это приводит к срыву срока выполнения заказа, либо отправлять в отходы. В последнем случае детали приходится изготавливать заново, что повышает затраты на выполнение заказа. В результате падает прибыль. Кроме того, договор может предусматривать наложение штрафов, если процент брака превышает определенную величину. В целом снижение брака сильно влияет на финансовые показатели работы.



ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПОТЕРЬ ВРЕМЕНИ

Сокращение сроков выполнения заказов — важнейшая причина, по которой машиностроительные предприятия оптимизируют рабочие процессы. Сокращение сроков приводит к росту доходов без резкого повышения затрат, а это повышает прибыль. Какие препятствия возникают на пути достижения поставленной цели? Одной из задач данного исследования был поиск ответа на этот вопрос.

В одном из разделов опроса участникам предлагалось выбрать три наиболее важные проблемы, с которыми сталкиваются предприятия машиностроительной отрасли. Как и в других разделах, не удалось выявить одной доминирующей проблемы — ни один вариант не набрал более 30%. Это указывает на наличие множества не связанных между собой трудностей, с которыми сталкиваются предприятия при выполнении заказов. Однако можно выявить и общие черты.

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИМПОРТЕ, ПОДГОТОВКЕ МОДЕЛЕЙ И ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Масса проблем, препятствующих сокращению сроков выполнения заказов, связана с несогласованностью и неэффективностью как цифровых, так реальных процессов превращения конструкторского замысла в готовую деталь. К ним относятся следующие трудности:

- Обмен данными между различными системами (CAD, CAM, CMM) и группами специалистов
- Затруднения при работе с получаемыми от заказчиков моделями деталей и оснастки
- Сложности с внесением в конструкцию изменений, поступающих как от собственных конструкторов, так и от сторонних разработчиков

Импорт моделей и получение правильной геометрии остаются проблемами для многих разработчиков. При этом в автоматизированном производстве возникают дополнительные трудности, связанные с необходимостью редактирования таких

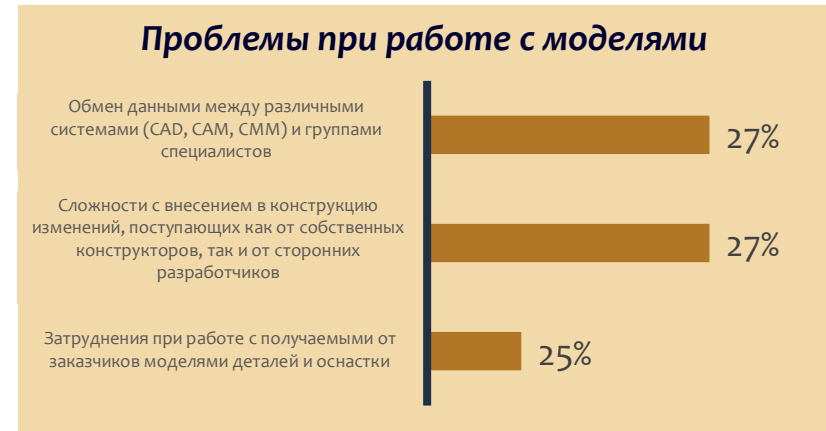


Рис. 2: Три основные проблемы машиностроения: Работа с моделями
По данным исследования «Проблемы автоматизированного производства в 2017 г», проведенного компанией Lifecycle Insights (215 опрошенных)

моделей при подготовке к построению траекторий движения инструмента. Нередко геометрию приходится менять, чтобы повысить технологичность или снизить стоимость изготовления детали. Однако при импорте модели происходит потеря конструктивных элементов и параметров, из которых строится геометрия. В результате получается твердотельная геометрия, которой нельзя управлять. Внесение изменений в подобную модель — очень сложный и трудоемкий процесс.

Еще одна проблема связана со внедрением конструкторских изменений. Предполагается, что на момент передачи документации в производство модель является окончательной. Однако во многих случаях проблемы выявляются уже после выпуска конструкторской документации, что требует внесения изменений в геометрию. Свыше 50% машиностроительных предприятий используют отдельные CAD- и CAM-системы, поэтому при внесении конструкторских изменений

приходится повторять весь процесс заново, начиная с повторного импорта модели, внесения исправлений и подготовки к генерации управляющих программ. При этом параллельная разработка, когда траектории движения инструмента разрабатываются одновременно с проектированием детали, становится невозможной.

Наконец, проблемы с экспортом и импортом геометрии возникают не только при получении файлов от заказчика. На многих предприятиях применяются разные системы автоматизированного проектирования (CAD) и подготовки управляющих программ для станков (CAM) и координатно-измерительных машин (СММ). Например, траектории движения инструмента разрабатываются в САМ-системе, а траектории проверки — в отдельной программе. С учетом того, что примерно 75% предприятий применяют отдельные процессы контроля качества с использованием КИМ, в большинстве случаев приходится заниматься преобразованиями геометрии при переносе из системы в систему даже в рамках одного и того же предприятия.

В целом все эти проблемы заметно препятствуют сокращению сроков выполнения заказов.

ПРОБЛЕМЫ ПРИ СОЗДАНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

Среди других причин, затрудняющих сокращение сроков выполнения заказов — проблемы с автоматизированным построением траекторий движения инструмента при разработке управляющих программ. К ним относятся:

- Проблемы с генерацией траектории движения инструмента из-за необходимости подготовки моделей, повторного создания и редактирования траекторий и пр.
- Неэффективная механическая обработка из-за холостых ходов, малой интенсивности съема материала, превышения допустимой нагрузки на инструмент, повышенных вибраций и пр.
- Повторная обработка (из-за проблем с качеством, шероховатостью поверхности, внешним видом и пр.)
- Использование бумажной документации в цехах



Рис. 3: Три основные проблемы машиностроения: Работа с траекториями движения инструмента
По данным исследования «Проблемы автоматизированного производства в 2017 г», проведенного компанией Lifecycle Insights (215 опрошенных)

Само построение траектории движения инструмента — сравнительно простая задача. Сложности возникают на этапе импорта и подготовки модели детали. Однако для построения оптимальной траектории и получения нужной геометрии детали требуются глубокие знания. Многие предприятия выяснили, что одной только САМ-системы оказывается недостаточно. 21% участников исследования постоянно вручную корректируют траектории движения инструмента, создаваемые САМ-системой.

Многие проблемы выявляются только на станке. Построить подходящую траекторию движения инструмента недостаточно. Она должна быть эффективной, чтобы можно было сократить срок выполнения заказа. И здесь возникает множество проблем. Траектория может содержать ходы, при которых снимается минимальный объем материала или резание вообще не происходит. Другие убирают слишком много материала или вызывают повышенную вибрацию. В результате детали приходится

переделывать вручную, чтобы соблюсти требования заказчика. Целых 24% опрошенных указали, что для достижения требуемого качества поверхности им постоянно приходится выполнять не предусмотренную технологическим процессом чистовую обработку. Существуют и другие препятствия на пути к сокращению сроков выполнения заказов.

Указанные проблемы становятся особенно острыми, если речь идет о создании траекторий движения инструмента для высокоскоростной обработки. При разработке таких траекторий необходимо учитывать инерцию режущего инструмента и рабочих органов станка. Многие предприятия, включая 67% опрошенных, внедряют высокоскоростную обработку, так как она сокращает время выполнения операций. Однако в случае с высокоскоростной обработкой вышеперечисленные проблемы, связанные с генерацией траекторий движения инструмента, только усугубляются. Для эффективного использования таких стратегий обработки требуются особые траектории движения инструмента.

Удивительно, но 61% предприятий передают важнейшую технологическую информацию (листы настроек, списки инструментов, чертежи наладки) в цеха в бумажном виде. Это еще больше затрудняет применение стандартных и гибких стратегий обработки, повышающих эффективность работы станков.

НЕКОРРЕКТНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

Крайне важный этап до начала обработки — проверка правильности выполнения управляющей программы на конкретном виде оборудования. Многие предприятия выполняют виртуальную верификацию управляющих программ, что устраняет риск поломки инструмента, заготовки и самого станка. Однако в ряде случаев это вызывает такие трудности, как:

- Несоответствие между работой реального станка и его модели в САМ-системе
- Необходимость ручной валидации корректности управляющих программ

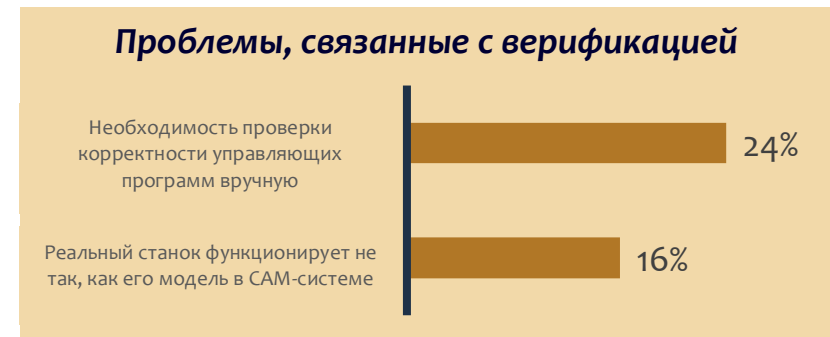


Рис. 4: Три основные проблемы машиностроения: Проверка управляющих программ

По данным исследования «Проблемы автоматизированного производства в 2017 г», проведенного компанией Lifecycle Insights (215 опрошенных)

При проведении проверки управляющей программы в САМ-системе можно пропустить целый ряд ошибок в траектории движения инструмента. Дело в том, что при такой верификации достаточно редко используется реальная управляющая программа, загружаемая в контроллер ЧПУ. В этом случае приходится строка за строкой изучать код программы вручную.

Ручная проверка управляющих программ — трудоемкий процесс, отнимающий очень много времени и приводящий к задержкам при выполнении заказов. И это большая проблема. Целых 27% опрошенных регулярно вносят коррективы в управляющие программы вручную. Но ручная проверка не гарантирует отсутствия проблем при запуске программы на станке. У 32% опрошенных еженедельно происходили столкновения инструмента с заготовкой.

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сокращение *сроков выполнения заказа* в машиностроении — непростая задача. Однако стоит задуматься не только о рисках, но и о возможностях *ускорения работы*.

3D-ПЕЧАТЬ

«В последние годы среди производителей наблюдается резкий всплеск интереса к 3D-печати. Многие предсказывают, что наступит день, когда серийные детали можно будет просто напечатать за час, а не тратить целый день на резку металла. Результаты исследования показывают, что этот день ближе, чем кажется».

- 37% опрошенных применяют 3D-печать при проведении экспериментальных работ
- 25% опрошенных применяют 3D-печать при изготовлении отдельных деталей
- 12% опрошенных применяют 3D-печать при изготовлении деталей основного производства

Все это оказывает большое влияние на *сокращение сроков выполнения заказов*. Печать быстрее, чем резка металла, а это ускоряет производство. Как всегда, есть и другие преимущества. Технологии 3D печати резко уменьшают количество технологических операций, наладок и используемых станков. Это экономит время и деньги за счет сокращения *сроков выполнения заказов*. К тому же 3D-печать позволяет изготавливать очень сложные детали, которые ранее было невозможно получить.

Наконец, само по себе изготовление детали путем добавления, а не удаления материала снижает себестоимость.

При 3D-печати практически не образуются отходы, а все остатки пригодны к повторному использованию. Конечно, при механической обработке стружку тоже можно перерабатывать, но повторно использовать ее не получится. 3D-печать вместо субтрактивной обработки — отличная возможность повышения прибыли.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СТАНКОВ И РОБОТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА

Еще одна технология, которую начинают внедрять — автоматизированное обслуживание станков и роботизированная обработка деталей. Результаты исследования показывают, что 24% респондентов используют роботов для обслуживания станков и автоматизированной обработки деталей. Традиционно автоматизируются подъемно-транспортные и сварочные операции. Однако сегодня промышленные роботы оснащаются инструментальными головками, что позволяет выполнять такие операции, как обрезка, полировка и зачистка.

И традиционные, и современные способы применения роботов в механической обработке повышают уровень автоматизации производства, обеспечивая стабильно высокий уровень качества, позволяя обрабатывать крупные детали с одного установка, а также продлевая время работы станка. Для эффективного внедрения промышленных роботов нужна CAM-система, выполняющая программирование подобного оборудования.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Еще одна современная тенденция — промышленный интернет вещей (IIoT), предусматривающий применение датчиков и интеллектуального программного обеспечения в заводских цехах. Идея заключается в том, чтобы собирать данные с обрабатывающих центров и прочего технологического оборудования. Анализ таких данных позволяет выявлять отклонения — например, несоблюдение требований по качеству или ошибки при механической обработке. Когда проблема выявляется, принимаются соответствующие меры по ее устранению. Около 29% опрошенных применяют технологии сбора данных о работе станков (MDA) с контроллеров и датчиков.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ И ИХ ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Стандартизация, управление данными и их повторное использование позволяют сократить сроки выполнения заказов. При этом создаются индивидуальные настройки — подачи, скорости, величина шага и многое другое, в зависимости от задачи. Теоретически это должно сократить сроки построения траектории движения инструмента и генерации управляющих программ. Исследование показало, что около 39% предприятий применяют подобную стандартизацию и повторное использование данных. Хотя передовые производители и внедряют процессы хранения, классификации и повторного использования знаний, управлением данными занимаются менее 30% машиностроительных предприятий.

Стандартизация и повторное использование данных — это эффективные инструменты повышения качества и сокращения сроков выполнения заказов. Внедрение оптимальных методов работы приносит пользу всему предприятию в целом. Сотрудникам больше не придется «изобретать велосипед», разрабатывая свои методики и процессы. Повторное использование данных и стандартизация позволяют добиться более высокого качества за меньшее время.



ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В попытках сократить сроки выполнения заказов машиностроительные предприятия одновременно испытывают затруднения и открывают для себя новые возможности. Устранение возникающих затруднений и использование открывающихся возможностей зависит от технологий, применяемых при выполнении заказов. Наилучший вариант — интегрированная среда программных решений, работающих как единая информационная экосистема.

МОЩНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАБОТЫ С ИМПОРТИРОВАННОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ В CAD-СИСТЕМЕ

Как уже отмечалось выше, предприятия используют конструкторские модели, поступающие из самых различных источников. По этой причине желательно, чтобы в CAD-системе имелись возможности параметрического, прямого моделирования и моделирования фасетов.

Параметрическое моделирование — мощный инструмент точного управления геометрией и ее размерами. Модель становится интеллектуальной, что значительно упрощает построение траекторий движения инструмента и проверки. Прямое моделирование позволяет непосредственно перетаскивать элементы геометрии, не изучая предварительно способ построения модели. Это хорошо применять при подготовке импортированной модели к построению траекторий движения инструмента. Моделирование фасетов позволяет редактировать геометрию сетки, получаемую в результате лазерного сканирования, экспорта в формате STL и оптимизации топологии. Но самое важное — устранение сложного процесса преобразования

геометрии сетки в геометрию граничного представления перед внесением изменений.

Подобные инструменты устраняют проблемы, связанные с импортом, подготовкой моделей и внесением изменений. В итоге сокращаются и сроки выполнения заказов.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ПАКЕТЫ CAD-CAM-CMM-СИСТЕМ

Еще одна серьезная проблема связана с тем, что с моделью приходится работать в CAD-, CAM- и CMM-системах. В интегрированных пакетах CAD-CAM-CMM-решений используется единая модель, не требующая конвертации файлов. Замена нескольких систем единой системой устраняет массу проблем с преобразованием геометрии. В результате конструкторы, технологи и специалисты по качеству работают в единой среде, где они создают, импортируют и исправляют геометрию, разрабатывают и экспортируют траектории движения инструмента, а также траектории проверки для координатно-измерительных машин. Это позволяет устранить все потенциальные проблемы.

ОБРАБОТКА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ

Еще одна трудность — учет изменений, предлагаемых конструкторами и заказчиками. Одно из самых популярных решений этой проблемы — применение так называемой мастер-модели (процесс на основе моделей). При таком подходе технолог создает новый вариант 3D-модели на основе модели, полученной от конструктора. Эту модель можно редактировать и подготовить к генерации траекторий движения инструмента. Если в исходную конструкцию

вносятся изменения, они распространяются на модели технологов, по которым разрабатываются траектории движения инструмента и проверки. Иными словами, траектории перестраиваются автоматически.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

Автоматизированное построение оптимальных траекторий движения инструмента — непростая задача. Это длительный и чреватый возникновением ошибок процесс, к тому же требующий ручных корректировок. Однако новые возможности современных САМ-систем позволяют успешно справиться с данной проблемой. При обработке на основе элементов программисты автоматически генерируют траектории движения инструмента для самых различных операций. Конструктивные элементы распознаются автоматически, что делает такой метод обработки более гибким. В результате создаются высококачественные траектории движения инструмента, а от ручного программирования станков с ЧПУ можно отказаться практически полностью.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ МОДЕЛЯМИ И ДАННЫМИ

При переходе от проектирования к резке на станке создается большое количество цифровой информации. Производственная модель создается на основе конструкторской и затем изменяется в соответствии с потребностями производства. На основе производственной модели готовятся чертежи наладки, таблицы настроек, списки инструментов, траектории инструмента и инструкции по контролю качества. Все эти цифровые документы используются в ходе производства. При этом в любой из цифровых документов может потребоваться вносить

изменения. Крайне важно правильно управлять такими изменениями. Если этого не сделать, то реальная обработка будет проводиться на основе неверной информации, что приведет к браку и задержкам.

Управление документами и обеспечение доступа к единому источнику достоверной информации — такова цель решений по управлению данными об изделии (PDM). Эти решения учитывают связи между документами и уведомляют участников процесса о вносимых изменениях. Это гарантирует использование правильных версий документов на каждом этапе.

При интегрированном процессе обработки всей команде предоставляется доступ к единому источнику достоверной информации. Инженеры всегда работают с самой последней ревизией модели, а готовые модели передаются программистам для разработки траекторий движения инструмента. Создание подобного замкнутого цикла дает немало преимуществ. Все модели обработки хранятся в одной и той же системе, где ведется учет всех внесенных конструкторских изменений. Это крайне важно для принятия оптимальных решений в будущем.

Сбор информации о качестве — это еще одна полезная возможность. Вся информация о качестве и технологии производства связываются с конструкторскими моделями и моделями обработки. В итоге образуется замкнутый цикл внесения изменений. Управление всеми документами при выполнении заказа обеспечивает всем участникам доступ к единому источнику достоверной информации, что позволяет избежать дорогостоящих ошибок и задержек. Кроме того, при этом фиксируется вся история, а информация при необходимости передается конструкторам.

ИТОГИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования «Проблемы автоматизированного производства», сокращение сроков выполнения заказов — основная цель современных машиностроительных предприятий. Ее достижение ведет к росту прибыли, так как за то же время удается выполнить больше заказов при сохранении себестоимости.

ПРОБЛЕМЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ СОКРАЩЕНИЮ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

Сокращение сроков выполнения заказов — непростая задача. Ее достижению препятствуют тысячи проблем, среди которых:

- **Проблемы при импорте, подготовке и редактировании моделей** затрудняют начальную подготовку модели для генерации траекторий движения инструмента и внесение изменений в конструкцию на поздних этапах
- **Проблемы при создании эффективных траекторий движения инструмента** приводят к множеству итераций, необходимости корректировать управляющие программы вручную, а также вручную дорабатывать готовые детали
- **Некорректная виртуальная верификация управляющих программ** повышает объем работ, выполняемых вручную, при контроле кода

ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

Помимо трудностей, существуют и отличные возможности достижения поставленных целей. Среди них:

- **Внедрение 3D-печати** позволяет изготавливать детали быстрее и с меньшими затратами
- **Автоматизированное обслуживание станков и роботизированная обработка** повышают качество продукции и гибкость технологических процессов
- **Применение промышленного интернета вещей** предусматривает сбор данных со станков и выявление возможностей для дальнейших улучшений
- **Стандартизация, управление данными и их повторное использование** ускоряют разработку оптимальных траекторий движения инструмента

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Новые технологии, в частности — интегрированные системы для машиностроения, успешно помогают решать проблемы и сокращать сроки выполнения заказов.

- **Мощные инструменты работы с импортированной геометрией в CAD-системе** предоставляют инженерам-технологам удобные инструменты для подготовки моделей
- **Интегрированные пакеты CAD-CAM-CMM-систем** устраняют необходимость в преобразовании моделей
- **Обработка на основе моделей** позволяет эффективно разрабатывать технологические процессы даже при внесении изменений в конструкцию
- **Повышение производительности и автоматизация разработки управляющих программ** достигается за счет генерации траекторий на основе элементов. Такие траектории автоматически перестраиваются при внесении изменений
- **Управление производственными моделями и данными** обеспечивает создание единого источника достоверной информации, содержащего конструкторские и производственные модели, а также многое другое

Управлять машиностроительным предприятием сегодня — непростая задача. Однако при наличии подходящих технологий она существенно упрощается, а прибыль повышается.

© 2017 LC-Insights LLC



Чэд Джексон (Chad Jackson) — аналитик, исследователь и блогер, который работает в компании [Lifecycle Insights](#). Он изучает технологии CAD, CAE, PDM и PLM. chad.jackson@lifecycleinsights.com

ИССЛЕДОВАНИЕ «ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА». РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ПО КАТЕГОРИЯМ

ИССЛЕДОВАНИЕ «ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Исследование [«Проблемы автоматизированного производства»](#) рассматривало бизнес-приоритеты, тактики и технологии современных машиностроительных предприятий.

В сентябре-октябре 2016 г. компания Lifecycle Insights опросила 215 участников, чтобы оценить стратегии и тактики работы современных машиностроительных предприятий. Особое внимание уделялось целям, наиболее распространенным методам работы и применяемым технологиям.

Общее число участников опроса составило 215. При обработке результатов учитывались только 177 ответов: не учитывались ответы поставщиков программного обеспечения, услуг и системных интеграторов.

Участниками исследования стали компании из самых разных отраслей промышленности. Основными среди них были: аэрокосмическая и оборонная промышленность — 48%; промышленное оборудование — 24%; автомобилестроение — 24%; высокотехнологичные производства, электроника и товары повседневного спроса — 23%; нефтегазовое оборудование — 19%; строительное, сельскохозяйственное и тяжелое оборудование — 18%. Участники могли выбрать сразу несколько вариантов, так как компании часто поставляют изделия для разных отраслей.

Участниками исследования стали предприятия с различным уровнем прибыли: менее 100 млн. долларов — 74%; от 100 млн. до 1 млрд. долларов — 15%; свыше 1 млрд. долларов — 11%.