

УДК 621.4(470.53-25):004.42

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ PLM-СИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКТА TEAMCENTER)

Клещевникова А.А., Батуев Д.С., Петроченков А.Б.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь,  
e-mail: nastya.kleshchevnikova.92@mail.ru*

В современном мире огромное значение в производстве авиадвигателей имеет возможность оперативно и грамотно спроектировать изделие без срывов сроков и искажения основных процессов производства. И не всегда уровень автоматизации технологических решений достигает высоких результатов. Этот недостаток обусловлен сложными этапами разработки, проектирования и согласования технологической и конструкторской документации. Поэтому на ОАО «Пермский моторный завод» стартовал с 2012 года проект по внедрению продукта Siemens PLM Software программы Teamcenter, основной задачей которого является оптимизация процесса проектирования, повышение качества выпускаемых изделий, сокращение сроков разработки и подготовки производства, а также комплексная поддержка жизненного цикла изделия. Данный проект обладает технологическими и конкурентными преимуществами. Но кроме этого, при внедрении новой системы в производство предприятию приходится сталкиваться с большим количеством препятствий и рисков.

**Ключевые слова:** машиностроение, конструкторская и технологическая документация, жизненный цикл изделия, CAD-система, Siemens PLM Software, Teamcenter

## SOME ASPECTS OF PLM-SYSTEM'S IMPLEMENTATION IN ENGINEERING ENTERPRISES (ON THE BASIS OF TEAMCENTER SOFTWARE)

Kleshchevnikova A.A., Batuev D.S., Petrochenkov A.B.

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: nastya.kleshchevnikova.92@mail.ru*

Nowadays, the ability to design operatively a product without disruption and distortion in conditions of the basic processes of production has a great value in the production of aircraft engines. The level of automation solutions not always achieves good results. This deficiency is caused by difficult stage of development, design and coordination of technological and design documentation. Therefore, OJSC «Perm Engine Company» was launched in 2012 a project to introduce the product Siemens PLM Software program Teamcenter. The main task is to optimize the design process, improving the quality of products, reducing development time and production preparation as well as comprehensive support for the product's lifecycle. This project has the technological and competitive advantage. Besides, the implementation of a new system into production businesses have to deal with a lot of obstacles and risks.

**Keywords:** engineering, design and technological documentation, life cycle of the product, CAD system, Siemens PLM Software, Teamcenter

В XXI веке невозможно представить процесс согласования технологической и конструкторской документации и каких-либо других процессов подготовки производства без применения новейших информационных технологий. На российских машиностроительных предприятиях внедряются различные автоматизированные системы управления производством, которые используются на всех этапах жизненного цикла изделия.

Одной из современных технологий в подготовке производства является продукт компании Siemens PLM Software – программа Teamcenter. Это самый распространенный продукт среди машиностроительных предприятий всего мира. С помощью данной программы все данные об изделии контролируются, а сотрудники предприятий имеют быстрый и удобный доступ к конструкторской и технологической документации и спецификациям, а также могут обмениваться ими и использовать при работе повторно. Актуальность данной темы имеет большой потенциал в развитии авиастроения и маши-

ностроения России, поэтому стартовал проект о внедрении программы Teamcenter на ОАО «Пермский моторный завод».

**Проблемы подготовки производства на машиностроительных предприятиях.** Не всегда уровень автоматизации технологических решений достигает высоких результатов. Этот недостаток обусловлен сложными этапами разработки, проектирования и согласования технологической и конструкторской документации. Еще одним недостатком процесса подготовки производства является очень сложный маршрут обработки детали, в котором участвует большое количество сотрудников предприятия. А также при технологической проработке детали немаловажным является информация о требованиях к точности размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей, об оснастке, а также информация о необходимости применения операций термообработки. Вся данная информация содержится в конструкторской документации и чертежах [1]. Однако существующие ныне форматы представления

результатов работы конструкторских САПР (система автоматизированного проектирования) содержат в основном графическую (dxf, IGES) и геометрическую (step) информацию, которой недостаточно для решения задач технологического проектирования. Следовательно, необходимо правильно изложить технологическую информацию о детали и грамотно спроектировать форму ее представления.

Проблема повышения уровня автоматизации на крупных машиностроительных предприятиях является в настоящее время одной из самых важных. Решение может быть достигнуто двумя способами: внедрение новейшей технологии в подготовку производства деталей и разработка нового, более грамотного процесса технологического проектирования и согласования конструкторской документации.

Развитие систем автоматизации для машиностроительных предприятий призвано поднять производительность труда и снизить затраты. Это касается инструментария технологов, проектировщиков, сборщиков и, конечно, конструкторов в области проектирования и степени автоматизации процессов. Необходимо и развитие САД-систем, в свое время заменивших казавшиеся вечными кульман и карандаш, а также развитие систем автоматизации процессов подготовки производства, в работу с которыми вовлекается все больше служб и подразделений, так или иначе связанных с этими процессами [3].

**PLM-система Teamcenter.** Сегодня всем известной является PLM-система Teamcenter, которая прекрасно заменяет устаревшие системы автоматизированного управления производством. И все больше и больше предприятий начинает использовать ее в повседневной жизни, оставляя привычные САД-системы. Teamcenter является платформой с набором инструментов, удобных для технологов и конструкторов для выполнения всех необходимых функций с этапа разработки изделия до этапов его производства.

Почему крупные машиностроительные предприятия выбирают именно Teamcenter? Проанализировав ежедневную работу участников, связанных с процессом подготовки производства, разработчики программного обеспечения пришли к выводу, что идеальным решением для пользователя будет работа с PDM (PLM)-системой непосредственно из интерфейса САД.

Успех применения Teamcenter подкреплен ведущими позициями компании Siemens PLM Software в сфере разработки PLM-систем, которые дают возможность принимать целесообразные и конструктив-

ные решения на каждом этапе жизненного цикла изделия.

Как излагалось ранее, многие российские машиностроительные предприятия уже работают с программным продуктом Siemens PLM Software. Поэтому именно программу Teamcenter выбрала группа разработчиков ОАО «Пермский моторный завод». Серийное производство двигателей в России осуществляет именно это предприятие. ОАО «Пермский моторный завод» – лидер в авиационной промышленности России и СНГ. Данное предприятие также входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации.

**Внедрение программы Teamcenter на ОАО «Пермский моторный завод».** Проект по внедрению Teamcenter на ОАО «Пермский моторный завод» стартовал в 2012 году, в 2014 году началась активная фаза его внедрения. Teamcenter – это уникальный продукт по организации единой информационной среды на предприятии. В процессе внедрения программы Teamcenter приходится полностью менять структуру подготовки производства и не все сотрудники готовы переходить на новую систему. Но у отдела сопровождения проекта на ОАО «Пермский моторный завод» в этом вопросе сильная поддержка со стороны руководства. Главной целью внедрения данного продукта является захват лидерства среди крупных машиностроительных предприятий в производстве авиадвигателей на мировом рынке в ближайшее время.

До внедрения Teamcenter процесс технической проработки конструкторской документации был очень сложным и длительным. Распечатка конструкторской документации на кальке, замена копий, хранение в архивах – все это нецелесообразно и давно устарело. Конструкторам и технологам приходилось бегать по цехам, собирать подписи и тратить драгоценное время на решение необходимых задач. Сегодня продукт Siemens PLM Software в ОАО «Пермском моторном заводе» выполняет гораздо более сложные задачи за короткие сроки. Ранее процесс подготовки производства с устаревшими САД-системами занимал около 9 месяцев. После внедрения программы Teamcenter данный процесс займет не более 4 месяцев. В настоящее время на предприятии ведется разработка нового двигателя ПД-14 для самолета МС-21. Методика принципиально новая – полное электронное определение проекта. Внедрение Teamcenter позволяет предприятию получить существенные Siemens PLM Software преимущества и шагать по пути к достижению поставленных целей. Во-первых, значительное сокращение

сроков подготовки производства. Во-вторых, 3D-моделирование дало предприятию возможность развивать направление анализа газодинамики, тепла и прочности. Существенно повысилось качество проектирования и качество изготовления двигателей [2].

Предпосылками к внедрению программы Teamcenter являются следующие этапы:

1. Постепенный переход ведущих конструкторских бюро на электронный подлинник конструкторской документации.

2. Необходима систематизация процедур взаимодействия.

3. Рассмотрены процедуры проработки и запуска конструкторской документации:

- проработка электронной конструкторской документации;
- проработка бумажной конструкторской документации;
- перечень ОГТ-90 и График Подготовки Производства;
- извещение об изменении и Лист Подготовки Производства.

4. Технологическая подготовка и согласование в единой среде.

Если конкретно говорить о преимуществах программы Teamcenter, которые она дает предприятию ОАО «Пермский моторный завод», то можно выделить следующие:

- сокращение сроков на проектирование и разработку изделия;
- сокращение сроков на обнаружение несоответствия нормам качества;
- сокращение сроков на технологическую и конструкторскую документацию;
- сокращение объема информации за счет дублируемых данных;
- актуальная информация об изделиях;
- простой и удобный функционал;
- возможность отслеживания бизнес-процессов;
- повышение конкурентоспособности предприятия за счет более качественного послепродажного обслуживания;

– возможность получения новой статьи доходов за счет продажи и обновления интерактивной электронной документации.

При внедрении новой системы в производство предприятию приходится сталкиваться с большим количеством препятствий. Во-первых, отсутствие доступа к актуальной информации смежных подразделений. Во-вторых, малая численность персонала отдела управления инженерными данными (отдел сопровождения проекта). В-третьих, большая часть сотрудников предприятия – пожилые люди, которым тяжело работать с инновационными продуктами.

Сильной стороной внедрения данного проекта является поддержка государства и Объединенной двигателестроительной корпорации. Внедрение проекта также поддерживается департаментом САПР ЛАНИТ. В процессе внедрения проекта были проанализированы его сильные и слабые стороны (табл. 1).

Любой проект сопровождается рисками, следовательно, были найдены их вероятности. Риски не являются критическими, и каждому из нижеперечисленных предложены варианты снижения (табл. 2).

Сейчас Teamcenter обеспечивает управление данными и потоком согласования документов на ОАО «Пермском моторном заводе». В данное время полным ходом ведется обучение технологов и конструкторов базовым принципам работы в программе Teamcenter. С декабря 2014 года в опытно-промышленную эксплуатацию перешла технологическая проработка конструкторской документации, также ведется согласование изменений извещений [1]. Количество пользователей программы увеличивается с каждым днем, поскольку все большее количество функций и операций можно решить с ее помощью (табл. 3). В таблице представлены сведения на первый квартал 2015 года.

**Таблица 1**

Сильные и слабые стороны проекта

| Сильные стороны                                                        | Слабые стороны                                  |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Поддержка государства и объединенной двигателестроительной корпорации  | Часто требуется обучение по каждому функционалу |
| Уменьшается время на разработку и проектирование изделия               | Поддержка компании Ланит (партнер по проекту)   |
| Уменьшается время на обнаружение ошибок несоответствий нормам качества | Нет желания сотрудников                         |
| Уменьшается объем хранимой информации за счет дублируемых данных       | Большие затраты за лицензии и поддержку проекта |
| Всегда актуальная информация об изделиях                               |                                                 |
| Простой функционал и можно отслеживать протекающие процессы            |                                                 |

Таблица 2

## Риски проекта

| № п/п | Виды риска                                                             | Вероятность риска | Варианты снижения риска                                                                                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Внешние риски                                                          |                   |                                                                                                                                                   |
| 1     | Низкое качество работ интегратора                                      | низкая            | Выбор другого интегратора                                                                                                                         |
| 2     | Переход разработчика на другую версию системы                          | средняя           | Тесное взаимодействие с разработчиком                                                                                                             |
| 3     | Плохое взаимодействие с разработчиком КД                               | низкая            | Согласование действий на этапе проектирования.<br>Разработка положения о взаимоотношениях                                                         |
|       | Внутренние риски                                                       |                   |                                                                                                                                                   |
| 4     | Группа внедрения (низкая заинтересованность, низкая квалификация)      | средняя           | Выпуск приказа о привлечении в группу внедрения лучших специалистов.<br>Обучение.<br>Разработка стимулирующих мероприятий.<br>Контроль исполнения |
| 5     | Конечные пользователи (низкая заинтересованность, низкая квалификация) | средняя           | Выпуск ОРД и контроль исполнения.<br>Обучение.<br>Разработка стимулирующих мероприятий                                                            |
| 6     | Отсутствие финансирования                                              | высокая           | Планирование и согласовывание предстоящих расходов                                                                                                |

Таблица 3

## Количество участников

| № п/п | Роль         | Количество ключевых пользователей (эксперт) |
|-------|--------------|---------------------------------------------|
| 1     | Конструктор  | 52                                          |
| 2     | Технолог     | 75                                          |
| 3     | Специалист   | 31                                          |
| 4     | Руководитель | 2                                           |

Работа с новыми технологиями изменяет психологию инженера, дает большую возможность к профессиональному и творческому развитию технологов и конструкторов. Следовательно, растет профессионализм молодежи и молодых специалистов ОАО «Пермский моторный завод». Предприятие уже долгие годы тесно сотрудничает с Пермским национальным исследовательским политехническим университетом, использующим программное обеспечение Siemens PLM Software для обучения будущих специалистов. По мнению многих студентов, интересно работать с новейшими информационными технологиями, быть полностью вовлеченным в процесс внедрения Teamcenter и чувствовать себя частью единой корпорации, идущей к достижению высоких результатов в производстве современных авиадвигателей.

Стратегические приоритеты крупных машиностроительных предприятий предусматривают скорейший выпуск новой конкурентоспособной продукции. Teamcenter обеспечивает работу с единым источником

данных для всех пользователей. Поддержка различных CAD-систем, развитые средства визуализации и организации производственных процессов позволяют обеспечить эффективную работу независимо от типа программных продуктов, порождающих данные. Такой подход минимизирует ошибки и затраты на доработку изделия [5].

## Заключение

От того, насколько успешно справляется система Teamcenter с функциями производства, зависит не только повышение эффективности инженерных работ, но и увеличение количества изделий или их модификаций, которые предприятие выводит на рынок. Чем быстрее программа Teamcenter будет внедрена на предприятие, тем быстрее ОАО «Пермский моторный завод» сможет выводить на рынок свои двигатели [4]. Проект внедрения новой структуры подготовки производства на ОАО «Пермский моторный завод» интенсивно развивается и в скором времени достигнет финального статуса, благодаря которому

предприятие, несомненно, будет занимать лидирующие позиции на рынке по производству авиадвигателей.

### Список литературы

1. Когогин С.А., Мингалева Г.Ф., Силенов М.А. Управление конструкторско-технологической подготовкой производства изделий на основе информационной системы «Teamcenter» // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. – 2014. – С. 634–636.
2. Стерлинг Э. PLM – Источник инноваций // САПР и графика. – 2011. – № 5. – С. 8–9.
3. Тороп Д.Н., Терликов В.В. Teamcenter. Начало работы // ДМК – Пресс. – 2011. – С. 215–217.
4. Чижов М.И., Бредихин А.В., Ветохин В.В. Методика и особенности использования PDM-системы Teamcenter в учебном процессе подготовки инженерных кадров // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2010), труды международной конференции. – 2010. – С. 259–260.
5. Чижов М.И., Бредихин А.В., Хаустова Т.О., Гирчев Н.А. Автоматизация внесения архива конструкторско-технологической документации в PLM-систему Teamcenter // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 38–40.
6. Teamcenter решает важнейшие задачи управления жизненным циклом изделия // САПР и графика. – 2013. – № 4. – С. 56–57.

### References

1. Kogogin S.A., Mingaleev G.F., Silenov M.A. Upravlenie konstruktorsko-tehnologicheskoy podgotovkoj proizvodstva izdelij na osnove informacionnoj sistemy «Teamcenter» // Poisk

jeffektivnyh reshenij v processe sozdanija i realizacii nauchnyh razrabotok v aviacionnoj i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencii. 2014. pp. 634–636.

2. Sterling Je. PLM Istochnik innovacij // SAPR i grafika. 2011. no. 5. pp. 8–9.

3. Torop D.N., Terlikov V.V. Teamcenter. Nachalo raboty // DMK Press. 2011. pp. 215–217.

4. Chizhov M.I., Bredihin A.V., Vetohin V.V. Metodika i osobennosti ispolzovanija PDM-sistemy Teamcenter v uchebno-m processe podgotovki inzhenernyh kadrov // Sistemy proektirovanija, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravlenija etapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM 2010) trudy mezhdunarodnoj konferencii. 2010. pp. 259–260.

5. Chizhov M.I., Bredihin A.V., Haustova T.O., Girchev N.A. Avtomatizacija vnesenija arhiva konstruktorsko-tehnologicheskoy dokumentacii v PLM-sistemu Teamcenter // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2012. no. 1. pp. 38–40.

6. Teamcenter reshaet vazhnejšie zadachi upravlenija zhiznennym ciklom izdelija // SAP i grafika. 2013. no. 4. pp. 56–57.

### Рецензенты:

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.