

УДК 631.35

**СИНЕРГИЯ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА 3D-МОДЕЛЕЙ, ЦИФРОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИЯ 4.0»**

SYNERGY OF 3D DESIGN, QUALITY CONTROL
OF 3D MODELS, DIGITAL TECHNOLOGIES
IN THE CONCEPT OF «INDUSTRY 4.0»

Кольцова И. А.¹, рук. сектора, **Грудина Н. В.**², ст. преп.,

¹Научно-технический центр комбайностроения

ОАО «Гомсельмаш», г. Гомель, Республика Беларусь

²УО «Гомельский государственный технический университет

им. П. О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

I. Koltsova¹, Sector Leader, N. Grudina², Senior Lecturer,

¹Scientific-and-Technical Center of Combine Engineering
of JSC «Gomselmash», Gomel, Belarus

²Educational Institution «Gomel State Technical University
named after P.O.Sukhoi», Gomel, Belarus

В данной статье описано, как синергия процесса улучшения качества 3D-моделей влияет на процесс проектирования. Улучшение качества 3D-моделей. Мотивация и организация проведения контроля 3D-моделей. Выявление несоответствий геометрии и атрибутивной информации.

The article covers how the synergy of 3D-model quality improvement process affects the design process. Improving 3d-model quality. Motivation and organization of conducting 3D-model control. Revealing inconsistencies of geometry and attribute information.

Ключевые слова: синергия, Creo Parametric, PDM Windchill, взаимодействие проектирования и контроля качества 3D-моделей, устранение несоответствий (ошибок) с использованием информационных технологий.

Keywords: synergy, Creo Parametric, PDM Windchill, interaction of design and quality control of 3D-models, elimination of inconsistencies (errors) using informational technologies.

ВВЕДЕНИЕ

Прогресс развития промышленности в настоящий момент характеризуется непрерывным и нарастающим потреблением качественной, наукоемкой продукции, товаров и услуг в разных отраслях.

Определение синергии рассматривается как результат консолидации и интеграции потенциалов, инструментов контроля качества электронных 3D-моделей деталей и сборок, их состава и процесса проектирования, испытаний с использованием современных информационных технологий. Вместе с тем, синергия трактуется как система методов организационного трехмерного проектирования, контроля качества 3D-моделей для работы групп конструкторов, в одном информационном пространстве, позволяющих выполнять качественное проектирование сельскохозяйственной техники.

Проектирование сельскохозяйственной техники с использованием новых передовых информационных технологий – сложный, творческий процесс создания, перенос родившейся идеи в жизнь, в металл. Качество 3D-моделей является одним из критериев «Индустрии 4.0» и базируется на использовании цифровых технологий.

Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш» (далее, НТЦК) обеспечивает развитие прогресса на своем участке общей цепочки создания изделия в жизненном цикле изделий и потребления своими качественными проектами.

НТЦК обладает действительно необходимым синергетическим потенциалом, который объединяет:

- исторический опыт проектирования сельскохозяйственной техники, накопленный НТЦК за многие поколения конструкторов;
- умение, опыт создавать уникальные проекты, воплощать их в моделях, деталях и сборках, в чертежах, соединяя инженерное мышление, дизайнерские, конструкторские навыки и современные информационные технологии;
- компетенции в области проектирования с использованием информационных технологий, для разработки новой и серийно сопровождаемой сельскохозяйственной техники;
- современные цифровые технологии для проектирования, для конструктивных расчетов, проведения виртуальных испытаний и всех видов испытаний;

– передовые методы проектирования, современные научные разработки; новые инновационные решения; высококвалифицированный персонал (человеческий капитал), обладающий профессиональными компетенциями, знаниями по проектированию, выполнению инженерных расчетов, навыками работы с новыми технологиями; технические и программные средства, техническую базу; изготовление опытных образцов и экспериментальное их производство; взаимодействие с инфраструктурой (подразделениями) ОАО «Гомсельмаш»; компетенциями и знаниями по выпуску качественных изделий, по контролю качества проектирования, по контролю 3D-моделей в процессе проектирования.

Для НТЦК необходимо было создать синергию на основе современных технологий, технической базы, научных разработок, современного проектирования, контроля качества 3D-моделей, взаимодействие конструкторов в этих процессах, используя при этом новые информационные технологии. Перед НТЦК стояла задача, как эффективно интегрировать проектирование и качество 3D-моделей, повысить качество проектирования с применением новых информационных технологий.

В НТЦК ОАО «Гомсельмаш» уже 100% проектируемых изделий разрабатываются с использованием новой САД-цифровой технологии трехмерного, параметрического моделирования. Все конструкторские подразделения работают с единым программным средством – Creo Parametric (далее – Creo). Данные сохраняются в едином информационном пространстве при использовании передовых технологий управления жизненным циклом изделия и технологии ассоциативности данных о продуктах в контексте их роли с высокой степенью автоматизации в системе PDM Windchill (далее – Windchill). Технологии, заложенные в PDM Windchill, позволяют просматривать данные об изделиях и взаимодействовать с ними. Windchill обеспечивает цифровую новую передовую технологию многопользовательской, коллективной работы над проектами в режиме реального времени с использованием цифровой технологии определения прав доступа пользователей и технологии электронного согласования документов.

При проектировании изделий сельскохозяйственной техники важное место занимает проведение контроля качества проектирова-

ния 3D-моделей (геометрии) сборок, деталей, узлов верхнего уровня, заполнения на 3D-моделях атрибутивной информации, взаимодействия с проектировщиками в ходе исправления несоответствий и приведение 3D-моделей в актуальное состояние.

Контроль качества электронных 3D-моделей сборок, деталей является одним из направлений концепции «Индустрии 4.0». Кроме того, работа с качеством 3D-моделей требует серьезного изменения мышления конструкторов при устранении несоответствий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Этап проектирования является базовым и основополагающим в процессе жизненного цикла производства изделия. В связи с чем, становится важно заложить правильные решения в конструкцию на начальных этапах с самого начала, так как расходы возрастают в геометрической прогрессии при обнаружении проблем на последующих этапах производства изделия.

Перед всем коллективом НТЦК стоит задача, иметь, выполнять, качественные, актуальные 3D-модели в одном информационном пространстве в Windchill, поддерживать актуальность 3D-моделей и их версии, оперативно исправлять несоответствия в процессе проектирования.

Качество моделей осуществляется с помощью программных средств, позволяющих автоматизировать контроль 3D-моделей.

Для решения данного вопроса в НТЦК разработана «Методика контроля качества 3D-моделей. Верификация 3D-моделей».

Для улучшения качества проектируемых 3D-моделей в НТЦК организовано проведение систематического контроля сборок, деталей на стадиях проектирования. Контроль выполняется за день, за месяц, за квартал, за год. Отдельно выполняется систематический контроль больших сборок машин и их входимость.

Профилактический контроль 3D-моделей направлен на систематическую проверку состава сборочных единиц (узлов), систематическое выявление несоответствий при проектировании деталей, сборочных единиц, повышение эффективности работы с большими сборками, получение правильной электронной структуры изделия. Качество проектирования обеспечивается предупреждением и своев-

временным выявлением несоответствий на всех этапах проектирования деталей, сборочных единиц, узлов (далее – ДСЕ).

Новые разрабатываемые изделия создаются на базе ранее созданных изделий, ДСЕ. Следовательно, что при выполнении команды «Сохранить как..», «Сохранить» в Windchill несоответствия, ошибки в 3D-моделях благополучно копируются на вновь проектируемую технику.

Старые несоответствия (ошибки) в 3D-моделях переносим на новые 3D-модели, вновь проектируемой техники, на последующие модели. Поэтому стоит задача, своевременно исправлять, корректировать несоответствия, поддерживать актуальность 3D-моделей в процессе проектирования.

Ниже представлены виды проверок для улучшения качества и актуальности 3D-моделей при процессе проектирования в НТЦК:

1. При проектировании контроль моделей осуществляется с помощью технологии модуля ModelCHECK в трехмерной, параметрической системе Creo. Данный модуль выполняет проверку при построении геометрии, определяет ошибки моделирования, правильность заполнения атрибутов (параметров). Это снижает вероятность их повторения ошибок (несоответствий) и, таким образом, повышает квалификацию пользователей в области моделирования. Creo ModelCHECK проверяет несоответствия в режиме регенерации и в режиме сохранения. Осуществляется проверка геометрии и атрибутивной информации в процессе проектирования. Конструктор исправляет несоответствия и при этом получается качественная 3D-модель.

2. Ежедневный автоматизированный контроль данных, параметров Creo, Windchill с использованием Web-браузера. Запускается поисковый запрос с критериями поиска «Интервал дат» и «Типы несоответствий». Данные для запроса представлены на рисунке 1.

Также для поиска несоответствий в Windchill предусмотрена встроенная технология «запросов» Webject.

Webjects – это средство, которое обращается к Info*Engine. В Windchill Info*Engine - это «движок для извлечения информации». Info*Engine обеспечивает доступ к данным и возможности интеграции для доступа к данным Windchill. Задачи

Info*Engine управляют поиском и обработкой данных). Результаты запроса-проверки отображаются на JSP-странице (JavaServer Pages).

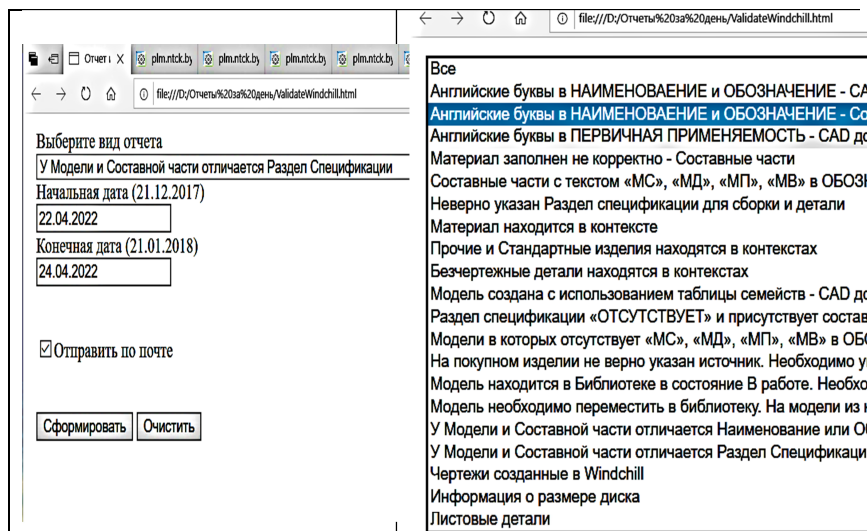


Рисунок 1 – Формирования запроса в Web-браузере

Конструкторам отчеты о несоответствиях (ошибках) рассылаются по электронной почте «Outlok» или по телефону, сообщаются лично. Основные типы ошибок атрибутивной информации, которые проверяются:

- заполнение на моделях деталей – материала; правильность раздела спецификации; соответствие раздела спецификации «Обозначению»;
- правильность «Обозначения» и «Наименования»;
- отсутствие английских букв;
- правильность «Наименования»;
- правильность хранения 3D-модели, чертежа, в соответствии с проектируемой машиной;
- для покупных изделий, стандартных проверка раздела спецификации;
- на покупном изделии проверка «признака закупки» (необходимо указать источник – «Закупка» для формирования «Ведомости покупных изделий»);

- проверка «Раздел спецификации» для сборки и детали;
- проверка уникальности «Наименования» покупных изделий, стандартных изделий, уникальность обозначения сборок, деталей; ассоциативность 3D-модели и чертежа [1].

Разработанная автоматизированная система контроля корректности заполнения конструкторских данных в PDM-системе Windchill осуществляет поиск моделей, деталей и сборочных единиц, при проектировании которых были некорректно или неверно заполнены параметры.

3. Выявление несоответствий на базе функциональности Сгео (Файл → Отладка → Debug) [2], контроль несоответствий. Доведение информации до авторов ошибок.

4. Контроль 3D-модели больших сборок и их состава (ДСЕ).

Контроль, выявление несоответствий проводились на больших сборках по направлениям «Зерноуборочные комбайны», «Кормоуборочные комбайны». Проверялись сборки верхнего уровня, на модельном ряде 3D-моделей с большим количеством входящих элементов (состав), приблизительно 38–45 тысяч элементов.

Для улучшения качества 3D-моделей ДСЕ конструкторам следует в Сгео устранять несоответствия: устранить несоответствия в «Окне уведомлений» в Сгео; устранить циклические ссылки; проверить привязки; устранить ошибки в зависимостях, желательно сразу после их возникновения; разорвать зависимости; устранить сбойные элементы; устранить подавленные компоненты и их потомков (в сборках/деталях); заменить ДСЕ со статусом «Запрещено к применению» (это касается, шайбы, гайки, болты – крепеж со статусом «Запрещено к применению» в Windchill) на актуальные; удалить на 3D-моделях старую не актуальную информацию, старые связи. В Сгео выполнять верификационные команды «Инструменты», «Контроль геометрии»; контроль пересечений и зазоров; команда «Проверка пересечений/ коллизий» позволяет обнаружить места пересечений компонентов сборки.

5. Разработаны дополнительный программный функционал в Windchill на языках программирования Java, JavaScript для проверки несоответствий (описанных в пункте 2) при выполнении команд «Сохранить как...», «Сдача на хранение», «Переименовать» и др.

6. Отдельно осуществляется контроль геометрии 3D-моделей ДСЕ на отсутствие внешних привязок. Наличие внешних связей вызывает длительную регенерацию сборок, что приводит к увеличению непроизводительных временных затрат конструктора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исправленные несоответствия сегодня – качественная 3D-модель комбайна завтра. Качество 3D-моделей ассоциативно связано с качеством чертежей и всего изделия и способствует выпуску качественной продукции.

Несоответствия следует исправлять, так как они клонируются с одной 3D-модели на другую. Чем позднее обнаруживается необходимость перепроектирования, тем больше затраты. Если изделие приходится перепроектировать, возвращая его со стадии серийного производства, то затраты на внесение изменений в конструкцию могут увеличиться на порядки.

Проведенные работы по улучшению качества 3D-моделей, устранению несоответствий позволяет сократить время загрузки, выполнять быструю регенерацию моделей и уменьшить объем потребляемой оперативной памяти компьютера. Устранение несоответствий в 3D-моделях – коллективная работа, позволяющая ускорить процесс проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к электронной структуре изделия. Описание процессов разработки электронного изделия: СТП 325-683-2017.

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian. – Дата доступа: 20.03.2022.

Представлено 14.05.2022