

## АННОТАЦИЯ

Расчетно-пояснительная записка к выпускной квалификационной работе «Документирование процесса проектирования болида Формулы Студент образца 2017 года» содержит 47 страниц машинописного текста, 15 рисунков.

В работе описаны преимущества и необходимость использования современных PLM – технологий цифрового проектирования.

В работе рассмотрены теоретические основы по использованию Siemens NX и Teamcenter. Сформированы требования для создания технического задания в «Формуле Студент». Представлено описание создания и необходимость использования требований, а также проверки итогового изделия в Teamcenter. Описан процесс назначения задач исполнителям. Продемонстрированы примеры создания отчетов, как в процессе проектирования, так и на итоговых этапах проекта в системе Teamcenter.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ И СТРУКТУРА TEAMCENTER.....	8
1.1. Жизненный цикл изделия и его этапы .....	8
1.2. Система SIEMENS NX. Особенности и преимущества .....	9
1.3. Функциональные особенности и архитектура Teamcenter.....	11
1.4. Переход Формулы Студент на ПК NX-Teamcenter .....	14
1.5. Выводы .....	17
2. УПРАВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯМИ.....	18
2.1. Необходимость формирования требований в Teamcenter.....	18
2.2. Этапы формирования требований в ФС.....	20
2.2.1. Разработка требований гоночного болида.....	20
2.2.2. Анализ требований .....	21
2.3. Создание требований в Teamcenter.....	27
2.4. Создание трассировки .....	29
2.5. Процедура проверки соответствия требованиям .....	31
2.6. Выводы .....	32
3. МЕНЕДЖЕР РАСПИСАНИЯ.....	33
3.1. Необходимость применения менеджера расписания .....	33
3.2. Процедура назначения заданий исполнителям .....	34
3.3. Выводы .....	38
4. МАСТЕР ОТЧЕТОВ.....	39
4.1. Необходимость применения мастера отчетов .....	39
4.2. Варианты формирования отчетов в системе .....	40
4.3. Этапы создания отчетов в Teamcenter.....	41
4.4. Выводы .....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	47

## ВВЕДЕНИЕ

Процесс проектирования постоянно совершенствуется. Создание конкурентоспособных изделий сегодня невозможно без использования современных программных средств для проектирования, расчета и технологической подготовки производства. Программный комплекс NX-Teamcenter представляет весь необходимый функционал для целенаправленного, точного и быстрого процесса проектирования изделия любой степени сложности.

В связи с ростом предприятий и сложности моделируемых изделий, необходимость одновременной совместной работы над продуктом резко возрастает. Поэтому технологии цифрового проектирования уверенно и быстро занимают лидирующие позиции не только в России, но и в мире.

Организованное сообщество автомобильных инженеров университета МГТУ имени Н.Э. Баумана занимается проектированием гоночного болида для участия во всероссийских и международных соревнованиях высокого уровня. Но процесс проектирования в команде не имеет никаких стандартов, а итоговое изделие преимуществ перед соперниками гонок.

В связи с этим была сформулирована следующая цель: документирование процесса проектирования в «Формуле Студент» и управление им с помощью PDM - системы высокого уровня Teamcenter.

Для достижения поставленной цели были сформированы задачи:

1. Исследовать процесс проектирования гоночного болида.
2. Создать иерархию требований к гоночной машине в Teamcenter.
3. Выполнить процесс назначения отдельных частей изделия исполнителям.
4. Продемонстрировать процесс формирования отчетности в программном комплексе NX-Teamcenter.

# 1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ И СТРУКТУРА TEAMCENTER

## 1.1. Жизненный цикл изделия и его этапы

Жизненный цикл изделия – это совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния изделия от формирования исходных требований до окончания эксплуатации.

Этапы жизненного цикла изделия:

1. Проектирование
2. Технологическая подготовка производства
3. Производство
4. Реализация
5. Эксплуатация
6. Утилизация

На этапе проектирования необходимо обосновать саму необходимость разработки изделия и определить базовые функции. Основной задачей этапа является создание облика изделия, например, в виде 3D моделей. Этап проектирования предполагает достаточно много времени, в связи с этим следует предугадать технические характеристики изделия, которые будут востребованы и через несколько лет. Результатом этапа проектирования является техническое задание на разработку нового изделия которое определяет цели проектирования. В техническом задании формулируются технические требования (основные характеристики, масса, габаритные размеры, надежность и т.д.) и экономические требования (стоимость, объем выпуска и т.д.) будущего изделия на основе требований заказчика, документов проектирования, исследований в условиях рыночной экономики.

На этапе технологической подготовки производства происходит разработка технологических процессов изготовления, контроля и сборки изделия. Определяется на каком оборудовании, из каких заготовок, с помощью каких инструментов и в каких технологических режимах обработки будут изготавливаться детали и узлы изделия. Результатом этапа технологической

подготовки производства служит технологическая документация, которая содержит всю необходимую информацию о формировании облика изделия.

Этап производства включает в себя календарное планирование, приобретение комплектующих и материалов. Собственно, само изготовление деталей и узлов изделия. Следующим шагом является сборка, проводится контроль результатов изготовления. Результат этапа - изделие, которое проверяется на итоговый контроль.

В условиях этапа реализации осуществляется упаковка, продажа в условиях рыночной экономики, транспортировка. На этой стадии изделия превращаются в товар и начинается жизненный цикл товара.

На этапе эксплуатации выполняется обслуживание изделия и его ремонт.

Стадия утилизации включает в себя безопасное уничтожение изделия или обеспечивает повторное его использование.

## **1.2. Система SIEMENS NX. Особенности и преимущества**

Система Siemens NX является интегрированным решением по проектированию изделий. Функционал NX упрощает и ускоряет процесс разработки и проектирования изделий для инженеров, от которых требуется создание инновационных решений по изделию.

В отличие от систем, содержащих только CAD, NX предлагает высочайший уровень проектировочных модулей в единой среде разработки.

Одна из ключевых особенностей Siemens NX состоит в том, что данное решение предлагает пройти весь производственный процесс от проектирования детали до ее изготовления. NX CAD позволяет проектировать 2D макеты и 3D модели, а также создавать чертежи и разрабатывать рабочую документацию [1].

Преимущества CAD систем:

- Проектирование 2D и 3D моделей, деталей и сборочных единиц.
- Изготовление деталей высокого качества в кратчайшие сроки.
- Создание модели деталей для обработки на станках с числовым программным управлением.

- Удобное проектирование в единой среде и управление приспособлениями.
- Выпуск конструкторской рабочей документации.

NX CAM предоставляет полный комплект решений для изготовления деталей от САМ до станков с числовым программным управлением.

Особенности САМ систем:

- Автоматизация создания программ для станков ЧПУ.
- Симуляция работы станков и визуализация результатов.
- Управление и создание библиотек инструментов.
- Настройка элементов системы исходя из особенностей станков.

Система трехмерного моделирования NX дает возможность подетально прорабатывать изделие любой степени сложности в процессе моделирования. Имеются все необходимые средства для работы с большими сборками, например, технология WAVE, основным назначением которой является связывание геометрических объектов различных деталей, создавая их ассоциативные связи. Система также оснащена практически неограниченными средствами моделирования любых геометрических форм, выполнения прочностных и динамических расчетов, создания чертежей по ГОСТ, симуляции работы механизмов и т.д.[2].

Использование NX дает некоторые преимущества: сокращение времени программирования станков с ЧПУ, обработки деталей; улучшение качества поверхности, точности; снижение числа ошибок; сокращение времени проектирования и производства [1].

Таким образом, система Siemens NX позволяет с высокой точностью создавать 3D модели изделий и отслеживать их движение в виртуальном пространстве. Это очень удобно, т.к. позволяет заранее рассчитать размеры и характеристики деталей и избежать ошибок при изготовлении и эксплуатации.

### **1.3. Функциональные особенности и архитектура Teamcenter**

Teamcenter – это PDM система, обеспечивающая организацию коллективной работы сотрудников предприятия или группы предприятий с данными об изделии и о связанных с ним процессах на всех этапах его жизненного цикла. Teamcenter занимает лидирующую позицию на мировом рынке среди систем подобного класса и широко используется в различных отраслях (машиностроение, авиастроение, приборостроение, электроника, промышленное и гражданское строительство и т.д.).

Система позволяет управлять данными об изделии на всех этапах его жизненного цикла, от сбора сведений на этапе проектирования до этапа эксплуатации. На этапе проектирования Teamcenter позволяет собирать и структурировать требования к изделию, а также управлять ими. На этапе технологической подготовки производства система обеспечивает управление трехмерными моделями, чертежами, расчетными моделями, составом изделия, управляющими программами для станков с ЧПУ и другими данными. На этапах производства, реализации, эксплуатации и утилизации изделия программа позволяет управлять производственными составами, данными, эксплуатационными и другими документами [3].

Отличительные особенности Teamcenter:

1. Модульность. Система состоит из модулей, что позволяет расширять возможности программы с увеличением потребностей пользователей. Модули полностью совмещены и предусматривают работу над одними и теми же данными, обеспечивают решение задач, возникающих на всех этапах жизненного цикла изделия от планирования, сбора требований и управления ими до работ по ремонту и эксплуатации изделия.
2. Масштабируемость. Предусмотрена совместная работа пользователей одновременно. Система предоставляет возможность подключения дополнительных пользователей без остановки работы других пользователей.

3. Широкие возможности управления требованиями от их создания до итоговой проверки.
4. Универсальность. Работа с данными, создаваемыми в САД системах.
5. Широкие возможности по управлению составом изделия. Предусмотрен механизм управления версиями частей изделия. Таким образом, в одном электронном составе изделия хранятся все его варианты.

Teamcenter служит не только единым источником знаний об изделии, но и представляет широкий набор механизмов доступа к данным. Система управляет не только данными об изделии, но и процессами на всех этапах его жизненного цикла. Это, прежде всего, процедуры утверждения, создания и проверки требований, внесения изменений, создание документации и другие бизнес-процессы организации.

Основанное на группах, ролях и персональных данных разграничение доступа позволяет организовать совместную одновременную работу над проектом или изделием всех участников и обеспечивать выполнение требований по защите информации. Кроме того, в системе предусмотрена возможность обеспечения совместной работы сотрудников, территориально удаленных друг от друга.

Функциональные части Teamcenter:

- Управление проектными данными и численным моделированием. Предполагает единую среду управления проектными данными с использованием САД/САЕ систем.
- Управление требованиями. Получение и передача требований, а также их проверка для принятия правильных решений и получения изделий, которые соответствуют целям проектирования.
- Управление расписанием. Позволяет создавать план-график проекта, в рамках задач, и назначать исполнителей на выполнение.
- Управление составом и конфигурацией изделия. Возможность в единой системе создавать несколько вариантов частей изделия.



- Управление документооборотом. Возможность создания технической документации и поддержка актуального вида документа при внесении изменений в проект.
- Управление стоимостью изделия. Возможность управлением стоимостью изделия на первых этапах разработки, тем самым повышая прибыль компании.
- Управление производственным процессом. Управляемый источник данных об изделии, процессах, дающий возможность повышать качество, сокращать время проектирования.
- Управление взаимоотношениями с поставщиками. Позволяет эффективнее работать с поставщиками, проектировщиками в процессе управления затратами, разработкой и производством.
- Управление качеством. Управление несоответствиями в области качества путем принятия корректирующих мер.

Одной из составных частей приложений Teamcenter является проводник, в котором отображены все имеющиеся данные текущего пользователя, а также ссылки на данные других пользователей. В проводнике присутствуют кнопки и закладки аналогичные интерфейсу Microsoft Windows. Для просмотра всех данных об изделии или владельце в портале Teamcenter имеется таблица свойств. В таблице свойств отображается информация об объектах, выбранных в проводнике навигатора.

В связи с тем, что система содержит данные различных типов и данные, обрабатываемые специальными модулями, в Teamcenter предусмотрена возможность открытия различных типов данных из модулей системы.

Все сведения и данные, которые находятся под управлением системы, имеют своего владельца. Все действия пользователей ограничены правами его учетной записи.

#### **1.4. Переход Формулы Студент на ПК NX-Teamcenter**

«Формула Студент МГТУ имени Н.Э. Баумана» – организованное сообщество автомобильных инженеров университета. Команда участвует в международных соревнованиях по созданию гоночных автомобилей с 2012 года. Официальные этапы проходят в США, Австралии, Бразилии, Италии, Англии, Японии, Австрии и Германии. Но самые серьезные и интересные для команды последние два. Во-первых, именно в Австрии и Германии активно развивается автомобилестроение. Во-вторых, самые сложные этапы именно в этих странах. Все участники проходят квалификацию – студенты сдают тесты на знание регламента, решают разного рода инженерные задачи. Это гарантирует высокий уровень соревнований. Победителем становится команда, которая набирает наибольшее количество баллов. «Формула студент» - комплексный зачет и включает следующие категории: презентация бизнес-плана (75 баллов), презентация дизайна автомобиля (150 баллов), презентация экономической стратегии (100 баллов), разгон (75 баллов), тест на управляемость (50 баллов), автокросс (150 баллов), топливная экономичность (100 баллов), гонка на выносливость (300 баллов). Например, если команда первая в гонке на выносливость, но последняя в презентации дизайна автомобиля, то скорее всего победителем соревнований не станет, но получит опыт участия.

Одним из первых этапов соревнований является этап технической инспекции, который включает в себя несколько шагов:

- Техническая инспекция. Полностью проверяется машина, оборудование, экипировка водителей.
- Тест на наклонном столе. Гоночный болид наклоняют вбок, чтобы исключить утечку топлива и жидкостей.
- Проверка уровня шума.
- Тесты тормозной системы. Одним из главных условий то, что все колеса должны блокироваться при торможении, а автомобиль не менять линию движения.

На динамическом этапе проверяется все созданное и детально рассчитанное в лабораториях. Этап состоит из серии заездов:

1. На ускорение с места. Дистанция 75 м.
  2. На маневренность. Проверяется способность машины двигаться на трассе типа «Восьмерка».
  3. Заезд на время и точность управления. Дистанция около 800 м.
  4. Гонка на выносливость с отдельным стартом. Дистанция 22 км.
- Обязательное условие – смена пилота в середине гонки.

Для Formula SAE приемливо, если до финиша доходит меньшая часть машин. Причем, лидеры также могут не пройти динамические соревнования. В основном поломки происходят из-за конструкторских ошибок или брака деталей. Именно поэтому так важно правильно и точно сконструировать болид, который будет соответствовать всем требованиям и целям проектирования для участия в гонках.

В связи с этим, можно сделать вывод, что необходимо придерживаться правил, которые позволят быстро и качественно осуществить взаимосвязь в команде и удовлетворить всем исходным требованиям для победы на всех этапах международных соревнований.

Основной целью команды является проектирование машины мечты. Машина мечты – это гоночный автомобиль, который удовлетворяет требованиям регламента и помогает участникам занимать лидирующие позиции не только на уровне всероссийских соревнований, но и на международных. PLM системы как раз обеспечивают всем необходимым для успешного проектирования изделия. А именно:

- Взаимосвязь между участниками команды на уровне общения и на уровне программного обеспечения. В «Формуле Студент» работает более 20 человек и на данный момент они используют обычный файловый хостинг, который не предполагает никакой совместной работы. В результате этого, возникают ошибки на файловом уровне.

- Правильная конструкторская документация для предприятий, изготавливаемых изделий. Предусматривает возможность работы с трехмерной моделью, на которую можно нанести всю необходимую информацию, позволяющую изготовить деталь на станке с числовым программным управлением.
- Возможность изменения сборки болида в процессе проектирования. До настоящего времени команда создавала всякий раз измененные детали, добавляла в сборку и анализировала соответствие требованиям. Если не соответствует итоговое изделие исходным требованиям, процесс повторялся заново. PLM технологии позволяют работать с несколькими вариантами изделия и проектировать их в контексте общей сборки. Проектирование ведется сверху вниз.

После решения, что команда «Формулы студент» переходит на цифровые технологии, был организован процесс обучения в программном комплексе NX-Teamcenter. Наша кафедра в составе 4 человек успешно провела обучающий курс по проектированию в системе Siemens NX.

До настоящего времени болид в «Формуле Студент» проектировался с использованием ПО SolidWorks, Ansys, Matlab, OptimumLap. Сейчас, когда состоялось несколько занятий по курсу для перехода сообщества на ПК NX-Teamcenter, ребята понимают, что смогут сократить сроки проектирования гоночного болида, упростить процесс перепроектирования конструкции при необходимости, проектировать согласно исходной цели и соблюдать все требования начиная с первых этапов [4].

Переход на PLM – технологию позволит использовать систему управления данными, которая содержит информацию обо всех действиях пользователей и изделия. PDM – система также дает возможность заложить изначально все необходимые требования к болиду, которые позволят не только создать машину мечты и проверить геометрию, но и поддерживать ее актуальность на всех этапах жизненного цикла изделия.

## **1.5. Выводы**

В данной главе приведены основные понятия о жизненном цикле изделия, описаны возможности CAD и PDM систем. Были рассмотрены этапы инженерных соревнований команд по проектированию гоночного болида и сформулированы причины перехода организованного сообщества автомобильных инженеров университета на новый уровень цифрового проектирования.

## **2. УПРАВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯМИ**

### **2.1. Необходимость формирования требований в Teamcenter**

«Формула студент МГТУ имени Н.Э. Баумана» участвует в гоночных соревнованиях разного уровня несколько раз в год. Для того, чтобы добиться высоких результатов на испытаниях, необходимо совершенствовать гоночный болид. В связи с этим участники проекта создают машину каждый год, меняя параметры, которые улучшают характеристики болида. После окончания соревнований, ребята организуют собрания, на которых происходит сбор всех мнений по поводу улучшения сборки болида. Каждый отдел продумывает, на что стоит обратить внимание или изменить при последующем проектировании для достижения поставленной цели – занять 1 место на соревнованиях.

При проектировании гоночного болида необходимо определиться с техническими требованиями, которые формируются на основе регламента соревнований и опыта проектирования. Требования - необходимая часть создания продукта (изделия) на всех стадиях, так как в соответствии с ними прорабатываются детали гоночного болида и формируется техническое задание. При проектировании компонентов машины проводится проверка на соответствие требованиям и целям проектирования, проверяется соответствие болида всем необходимым условиям для победы в соревнованиях. В связи с этим выясняется, выполняются ли все условия или необходимо передать деталь участнику на доработку.

Исследования показывают, что успех линейки программных продуктов обеспечен только в том случае, если предлагаемые ПО соответствуют требованиям рынка и ожиданиям заказчиков и проходят постоянную проверку. Управление требованиями представляет собой руководство о создании и выводе на рынок нужных изделий.

Специальное приложение, реализованное в системе Teamcenter, позволяет разрабатывать требования и обеспечивать их передачу от источника до лиц, принимающих решения. При интеграции решения для управления требованиями с системой по управлению жизненным циклом изделия,

требования дополняются данными из отдельных автономных электронных таблиц и документов. Файлы становятся доступными для всех участников жизненного цикла изделия. При использовании решения для управления требованиями в системе Teamcenter предоставляется возможным четко отслеживать, постоянно проверять и надежно поддерживать необходимые условия на уровне предприятия. Независимо от того, занимается человек разработкой, производством изделия или участвует в цепочке поставок, он может ссылаться на требования при принятии важных решений и в ходе создания необходимых изделий.

Управление требованиями – деятельность, направленная на обеспечение соответствия между изделием и предъявляемыми к нему требованиями. Управление требованиями непрерывный процесс на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Технические требования (ТТ) – это условия, которым должен соответствовать проект (изделие). ТТ формируются в документе, предшествующем техническому заданию, который отражает основные требования заказчика и содержит необходимые эксплуатационные характеристики на проект (изделие).

Управление требованиями обеспечивает доступ к числовым значениям требований задаваемых в приложении «Управление требованиями» и использование их в NX, для проверки соответствия геометрических параметров модели назначенных в Teamcenter.

Возможности по проведению анализа моделей в NX позволяют сохранять результаты проверки моделей в виде контрольной карточки в Teamcenter. Это даёт возможность отслеживать соответствие модели предъявляемым требованиям в процедурах утверждения или выпуска.

Требование должно обладать следующими характеристиками:

1. Актуальность – требование не устаревает с течением времени.

2. Обязательность – требование представляет определенную заказчиками характеристику, которая не может быть проигнорирована. Ее отсутствие приведет к неполноценности решения.
3. Атомарность – требование не делится на более мелкие требования.
4. Последовательность – требование не противоречит другим требованиям, полностью соответствует документации.
5. Проверка – проводится проверка реализованного требования.
6. Завершенность – требование полностью определяется в единственном месте, и вся необходимая информация присутствует.

## **2.2. Этапы формирования требований в ФС**

### **2.2.1. Разработка требований гоночного болида**

Для того чтобы начать процесс проектирования новой машины, необходимо определиться с требованиями, которые являются основополагающими. В ФС совместными усилиями на собрании рассматриваются требования регламента, которые создают основу технического задания. После чего прорабатываются уточняющие характеристики болида, которые формируются на основе опыта команды и ее участников. По итогам собрания, команда ФС начинает проектировать в тяжелых системах отдельные детали, сохраняя у себя в блокнотах решения, принятые на собрании:

1. Цель проектирования.
2. Участники проекта.
3. Исполнители заданий к определенным деталям, сборкам.
4. Сроки.
5. Требования.

Система PLM - Teamcenter предполагает документирование всего процесса создания изделия. А на создание, редактирование, проверку требований выделен отдельный функциональный модуль – управление требованиями. С помощью данного функционала предлагается создавать



требования на конкретные детали или всю сборку, после чего начинать проектировать изделия. Таким образом, система позволяет создавать список требований на все детали и сборки проекта, который находится в одном месте и позволяет достать любую информацию участнику команды с определёнными правами. А также при любом отклонении от необходимых требований оповещает об ошибке [3].

### **2.2.2. Анализ требований**

Для того, чтобы сформировать требования в Teamcenter, необходимо обладать сведениями о структуре предприятия и изготавливаемом изделии.

Формула Студент подразделяется на ряд отделов:

- Отдел шасси.
- Отдел эргономики.
- Отдел силовой установки.
- Отдел аэродинамики.
- Отдел электрики и электроники.
- Отдел симуляции.

Первый отдел прорабатывает тормозную систему, которая включает в себя создание педалей, колодок, дисков. Рулевое управление, подразумевающее создание рулевой рейки, рулевой тяги, руля. А в разделе шасси проектируются передняя и задняя подвески, содержащие стабилизаторы, стойки и наконечники, крепления и рычаги. В данном отделе работают от 2 до 4 человек из ФС.

Отдел эргономики занимается проектированием места пилота. А именно, создает согласно требованиям подголовник и кресло для управляющего гоночным болидом. Занимаются проектированием в этом отделе 2 участника проекта ФС.

Отдел силовой установки состоит из двигателя, трансмиссии, топливной системы. Каждый из которых подразделяется на систему надува и впуск, систему выпуска, систему охлаждения, двигатель в сборе; коробку передач,

привод, ступицы и элементы; систему подачи, систему фильтрации и бак соответственно. В связи с тем, что двигатель для машины покупается и как таковой не занимает много сил и времени проектирования, в данном отделе работают от 1 до 2 человек.

Отдел аэродинамики один из главных отделов в «Формуле Студент». Именно он занимается проектированием кузова и колес, которые составляют важную часть конструкции. Сотрудник организации, занимающийся кузовом, уделяет особое внимание раме, обвесу и переднему аэродинамическому крылу. Так как, именно эти части влияют на устойчивость машины на поворотах, отвечают за безопасность пилота и внешний облик изделия. Другой участник отдела работает над проектированием шин и дисков гоночного болида.

Участники проекта в отделе электрики и электроники занимаются разработкой и созданием приборной панели, датчиков, ЭБУ. Управляя гоночным болидом, пилот ориентируется именно на показатели машины, которые отражаются на перечисленных устройствах. Увеличивая скорость болида, с помощью внутренних инструментов двигателя, педалей, колес, обращает внимание на приборную панель – датчик скорости.

Отдел симуляции подразумевает проверку машину на гоночном круге в программе IPG. Используя для ввода начальных данных характеристики спроектированной машины и требования регламента по ряду полей, сотрудник проверяет соответствие цели проектирования и делает выводы. Если машина не удовлетворяет требованиям, например, по времени, то принимается решение всей командой изменить конструкцию. Таким образом, машина проверяется на круге до тех пор, пока не удовлетворит всем характеристикам. Но одной из главных задач остается – набрать максимальное количество баллов, из которых складывается итоговое место. А это и документация, и новизна идей, и экономичность, и скорость, маневренность и т.д.

Опираясь на изучение регламента гоночных соревнований и используя опыт участников по проектированию болида, выделены требования на отдельные элементы, детали конструкции и сборки. Основной задачей является

проектирование рамы, кузова и колесной базы, в соответствии с этим основные требования накладываются на общую сборку. Требования делятся на технические и требования безопасности. Макет иерархии требований представлен на рисунке 2.1.

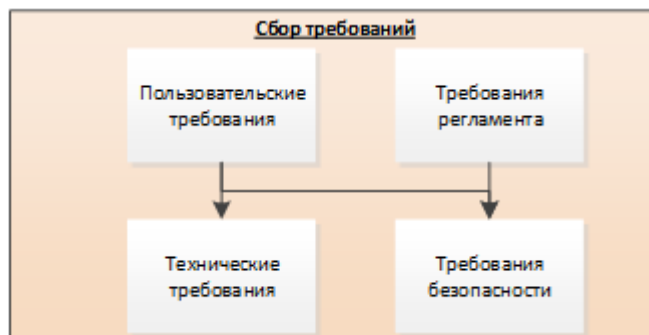


Рисунок 2.1. Иерархия требований

Основные технические требования к гоночному болиду:

- Вес. Правил на ограничение веса нет. Обычно вес среднестатистической машины не превышает 230 кг. В 2009 году возросла значимость (в общем зачете) пункта экономии топлива, что и определило тенденцию на снижение веса. На сегодняшний день, принятый стандарт 200 кг.
- Подвеска. Минимальный ход подвески 50 мм. Минимальная колесная база 1525 мм.
- Кузов. Аэродинамический обвес выполняет функцию дополнительной стабилизации машины на скорости.
- Двигатель. Двигатель должен быть поршневым с четырехтактным тепловым цилиндром, рабочий объем не должен превышать 710 см<sup>3</sup>. Рестриктор круглого поперечного сечения должен быть установлен ниже по потоку от дроссельной заслонки перед любым компрессором, не превышающим 20 мм для бензиновых двигателей или 19 мм для двигателей на этаноловом топливе. Разрешено использование приводных и турбокомпрессоров. Охлаждение жидкостное.

Основные требования безопасности:

- Рама. Минимальная толщина стенок рамы 2 мм.
- Тормозная система. Два гидравлических тормозных контура.
- Кузов. Ремни безопасности. Аэродинамический обвес, который служит для защиты пилота при столкновениях.
- Пилот. Расположение должно соответствовать геометрическому шаблону, представленному на рисунке 2.2.

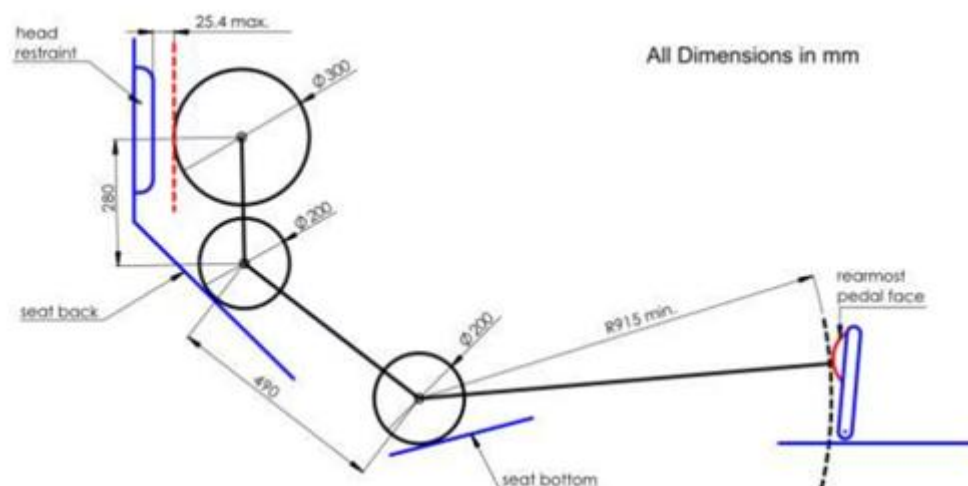


Рисунок 2.2. Расположение пилота

Проанализировав полученную информацию о гоночных соревнованиях, о структуре машины от участников ФС, регламента соревнований и источников сети интернет, сформирована общая схема взаимодействия отделов ФС, сборок, деталей и требований, после чего вся информация переносится в ТС.

Началом и ключевым объектом схемы является сущность рабочей части по проектированию гоночного болида. К данной сущности предусмотрены требования, которые являются общими для всей машины:

- ✓ Масса машины меньше 200 кг.
- ✓ Ширина и высота конструкции 1220 мм и 1260 мм соответственно.
- ✓ Расстояние между колесами и корпусом 75 мм.
- ✓ Часть кузова перед передними колесами должна иметь радиус около 38 мм.
- ✓ Часть кузова перед передними колесами должна иметь расширение примерно 45 мм к горизонтали.

Данные требования находят выражение в общей компоновке и определяют базовую контрольную структуру.

Следующим этапом схемы является разделение на отделы.

В каждом отделе формулы работает определенное количество человек, согласно распределению на схеме. У каждого сотрудника есть своя область для проектирования объекта - личная контрольная структура, и требования к конструкции. Личная контрольная структура включает входящую информацию, рабочие данные и выходную информацию. Под входящими данными подразумевается задание на проектирование, требования. Рабочие данные включают все этапы и процессы создания объекта. Выходная информация является результатом проектирования конструкции.

К каждой рабочей части также назначаются требования, на основе которых можно проверить, выполняются ли все условия для достижения цели проектирования гоночного болида. По усмотрению исполнителя, общую рабочую часть можно разделить на отдельные компоненты, детали, в которых проектировать, уточнять, собирать более мелкие элементы выданного на разработку объекта. Если изначально также были предусмотрены требования на данные детали, то менеджер проекта их накладывает и выдает в рамках задачи компонента в работу исполнителю.

Стоит отметить, что в ФС все отделы между собой взаимосвязаны, данные связи отражены на схеме (Приложение). Требования к двигателю (отдел силовой установки), порождают собой требования к отделу аэродинамики к рабочей части рамы. С помощью уже рассчитанного и спроектированного двигателя можно определить, как сконструировать раму болида так, чтобы центр масс располагался в нужном месте.

Выходная информация отдела силовой установки является частью требований к отделу шасси и помогает правильно распределить нагрузку на колесную базу.

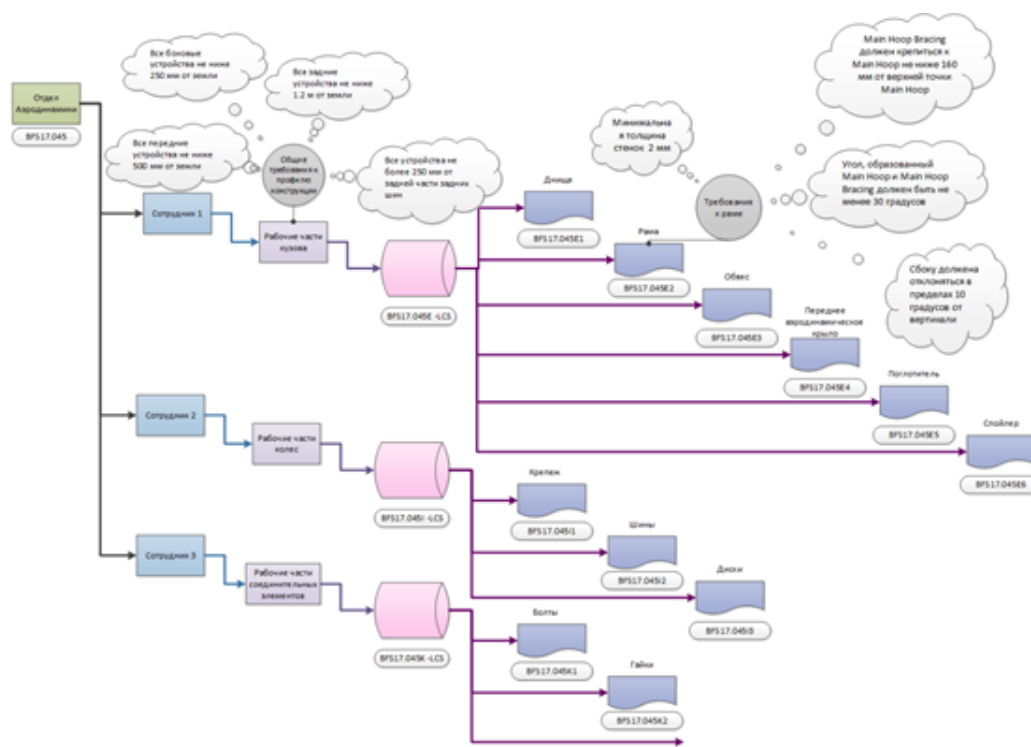
Расположение центра масс и правильный расчет нагрузки на конструкцию являются одними из основных характеристик машины, благодаря

правильному расчету гоночный болид быстро и легко входит в повороты на трассах соревнований, что существенно экономит время и силы пилота.

Аналогичным образом сведения из отдела шасси влияют на безопасное расположение пилота в болиде относительно рамы, который проектируется в отделе эргономики.

На диаграмме учтена нумерация деталей согласно ГОСТ, основные требования к гоночной машине, структура объектов и участников проекта проектирования.

На рисунке 2.3. представлена часть схемы, отдел аэродинамики. В данном отделе согласно сведениям, полученным от команды ФС работают 3 сотрудника, которые на схеме отражены в виде синих прямоугольников. Каждому исполнителю назначаются части общей сборки, которые необходимо спроектировать, на схеме в виде цилиндров. Все требования на схеме представлены в виде облака. Например, из требования прохождения поворотов на определенной скорости участники рассчитывают дополнительную прижимную силу обвеса, которая позволяет не уйти на повороте в занос на легкой машине. Таким образом, подразумевается взаимодействие не только среди отделов, но и внутри каждого отдела.



### Рисунок 2.3. Схема требований отдела аэродинамики

Процесс работы сотрудников представлен следующим образом: менеджер проекта создает требования в системе, например, радиус поворота. Следующим этапом менеджер формирует техническое задание на разработку, на ход рейки. После получения задачи сотрудник по рулевому управлению определяет количество зубьев, длину тяг, положение шаровой опоры и его расчеты приобретают форму нового технического задания для следующего исполнителя. В итоге, наличие исходных требований позволяет проконтролировать результат процесса проектирования в сборке: по положению рулевого механизма при максимальном положении рулевого колеса (по результатам проектирования с помощью проверки в NX) определяется радиус поворота (исходное требование).

Требования по другим отделам проектирования в форме схемы представлены в Приложении.

### **2.3. Создание требований в Teamcenter**

Документация проектирования предполагает перенос требований в Teamcenter и формирование связей с реальными конструкциями.

Управление требованиями в ТС имеет определенную структуру. Стоит отметить, что все требования создаются на этапе аванпроекта, а их уточнение и детализация происходит на более поздних этапах.

Аванпроект – предварительный план создания изделия, представляющий в общем виде варианты итоговой модели. В процессе аванпроекта (этапа) разрабатываются: пояснительная записка, необходимые чертежи, схемы, расчеты, а также проект технического задания на разработку продукции.

Создание требований в ТС предполагает выполнение нескольких действий в менеджере системного проектирования и рабочей области.

Менеджер системного проектирования представляет собой две области, которые предусмотрены для расположения иерархии созданных требований и трассировки соответственно. Область требований содержит две

функциональные кнопки для создания спецификаций и требований. А также панель навигации со всем необходимым набором управляющих кнопок: вырезать, удалить, информация и т.д.

Для начала формирования требований необходимо создать спецификацию. Спецификация обеспечивает создание иерархичной структуры для удобной работы с требованиями (Рисунок 2.4).

При создании спецификации необходимо указать:

- Идентификатор. В системе предусмотрено также автоматическое назначение данного параметра.
- Номер ревизии.
- Имя спецификации.
- Описание. Необязательное поле.

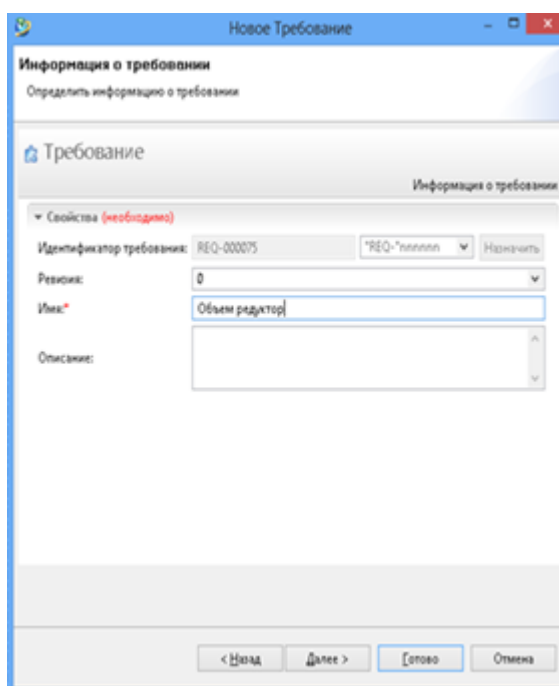


Рисунок 2.4. Создание требования

После добавления спецификации в окно менеджера «Системное проектирование» следует создать подспецификацию, которая уже будет родителем для конкретных деталей. Например, подспецификация – габариты редуктора. Соответственно к данной категории относятся требования, связанные с объемом, массой, высотой, шириной, длиной машины.

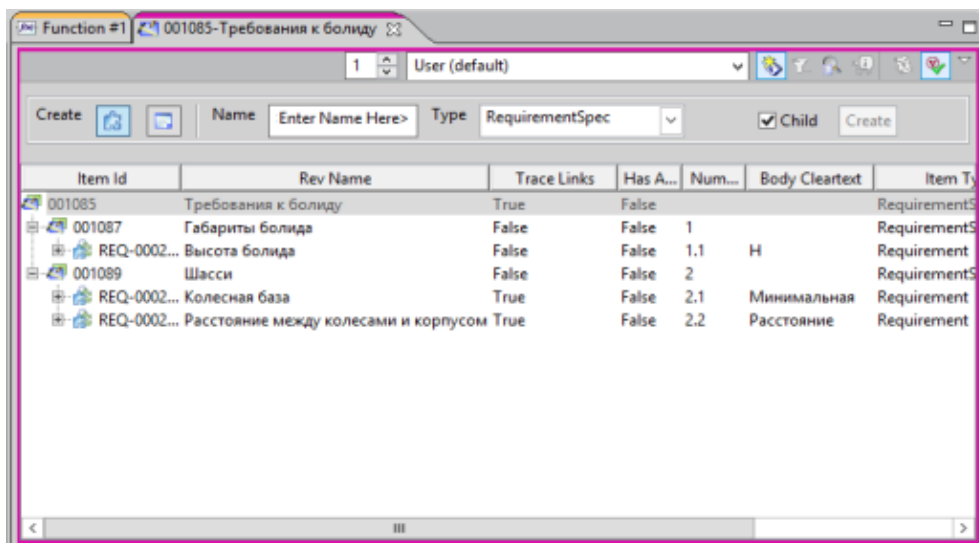


Отличия при создании подспецификации от спецификации в том, что в первом необходимо добавить в поле «Описание» формулу для расчета габаритов изделия.

После выполнения всех вышеперечисленных действий, создается само требование. При его создании необходимо заполнить следующие поля:

- Идентификатор требования. Предусмотрена возможность назначить автоматически.
- Номер ревизии.
- Имя требования.
- Описание. В описании указывается формула требования, на основе которой на следующих шагах реализовывается проверка соответствия данному условию.

После создания спецификации, подспецификации, требования к изделию, в окне менеджера можно увидеть созданную структуру (Рисунок 2.5).



Item Id	Rev Name	Trace Links	Has A...	Num...	Body Cleartext	Item T...
001085	Требования к болиду	True	False			RequirementS
001087	Габариты болида	False	False	1		RequirementS
REQ-0002...	Высота болида	False	False	1.1	H	Requirement
001089	Шасси	False	False	2		RequirementS
REQ-0002...	Колесная база	True	False	2.1	Минимальная	Requirement
REQ-0002...	Расстояние между колесами и корпусом	True	False	2.2	Расстояние	Requirement

Рисунок 2.5. Иерархия требований в Teamcenter

## 2.4. Создание трассировки

Трассировка – механизм, обеспечивающий связь между спецификацией, требованием, проверкой и деталью, сборкой [5].

Трассировка является одной из частей менеджера системного проектирования. Окно для работы с трассировками содержит весь необходимый функционал. Присутствует четыре вкладки:

1. Общая информация. Содержит все необходимые сведения для выделенного объекта.
2. Пользовательские заметки. Предполагает наличие комментариев в процессе работы над моделью.
3. Трассируемость. Представляет собой два рабочих окна. В одном из которых описан определяемый объект для создания трассировки, а в другом подчиненный.
4. Обзор отношений. В данной вкладке формируется в процессе создания трассировок схема взаимосвязей объектов. Причем, на схеме присутствуют не только компоненты, созданные в менеджере системного проектирования, но и компоненты из рабочей области менеджера «Мой Teamcenter», имеющие отношение к используемой модели в данном менеджере. Пример схемы представлен на рисунке 2.6.

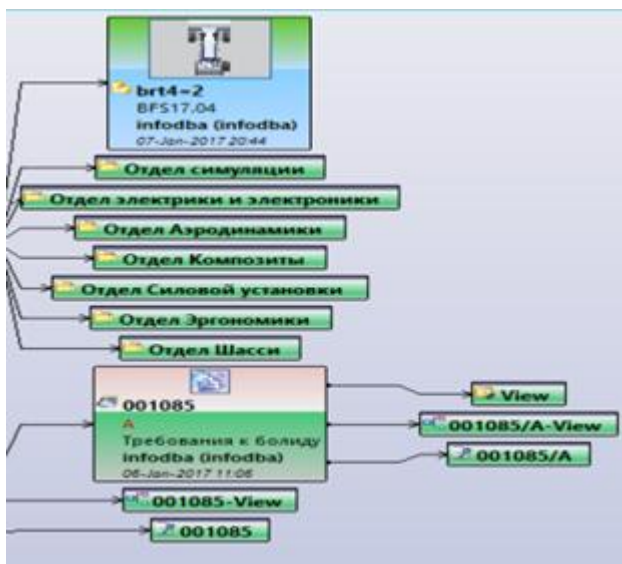


Рисунок 2.6. Обзор отношений

Для того, чтобы связать требование с нужной 3D моделью необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать требование, которое нужно связать с изделием.

2. Использовать определенные функциональные кнопки для начала создания трассировки.
3. Выбрать в окне Рабочая область модель, на которое будет накладываться данное требование.
4. Использовать определенные функциональные кнопки для завершения создания трассировки.

После выполнения всех вышеперечисленных пунктов в окне менеджера системного проектирования можно увидеть созданную иерархию, которая отражает связь требования и проектируемой модели (Рисунок 2.7).

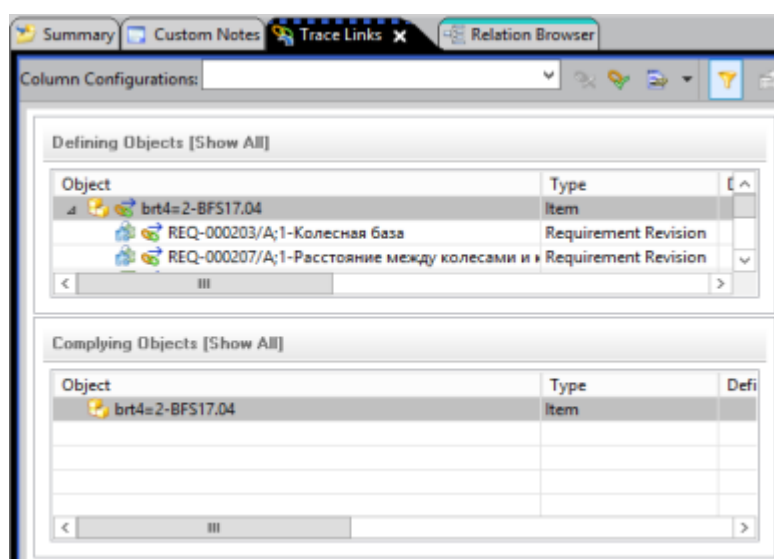


Рисунок 2.7. Иерархия трассировок в Teamcenter

## 2.5. Процедура проверки соответствия требованиям

Проверка соответствия требованиям является заключительным этапом в процессе работы с управлением требованиями.

Данный механизм осуществляется в системе автоматизированного проектирования.

С помощью трассировок, проверки, которые находятся в выбранной спецификации автоматически загружаются в Siemens NX. Именно в этой задаче четко видна связь системы ТС и системы NX.

В программном комплексе NX-Teamcenter существует несколько способов провести проверку над моделью изделия.

Первый способ заключается в связывании необходимого требования с одним из параметров. В конкретном случае в качестве параметра могут выступать:

- Размеры, отмеченные в эскизе или 3D модели.
- Результаты прочностного, термического, гидродинамического анализов, кинематических исследований, моделирования литья под давлением и другие.
- Объем.
- Масса.

Второй способ предназначен для проверки информации, которую можно получить с помощью измерения тел. Для данного варианта в программном комплексе NX-TC предусмотрено автоматическое создание проверки, если такая возможность необходима. Для автоматической проверки задается ассоциативность параметра с требованием.

## **2.6. Выводы**

В данной главе детально рассмотрен процесс управление требованиями. Для формирования гоночного болида в Teamcenter была сформирована входная информация - иерархия требований, которые уточняются на этапах проектирования и переводятся в технические задания (ТЗ) для конкретных исполнителей. Предложены варианты создания проверок согласно требованиям.

Описание всех процессов рассматривалось в программном комплексе NX-Teamcenter.

Все исходные требования и структура организации рассматривались в рамках проекта «Формулы Студент» по проектированию гоночного болида.

### **3. МЕНЕДЖЕР РАСПИСАНИЯ**

#### **3.1. Необходимость применения менеджера расписания**

Менеджер расписания – специальное приложение, реализованное в системе Teamcenter, позволяющее разрабатывать календарное расписание для проектирования моделей, составлять и назначать задачи исполнителям, а затем проводить проверку выполненных заданий.

Данный функционал направлен на контроль работы исполнителей согласно отведенному на задачу времени. Позволяет реализовать систему назначения задач сотрудникам, распределить права на папки, сборки и детали. Предусмотрена возможность доступа к общей информации по проекту, такой как список требований, техническое задание, календарь и многое другое. Данный механизм является неотъемлемой частью всего процесса проектирования, так как вся информация находится в единой системе хранения. Любой сотрудник имеет доступ только для разрешенных ему сведений, но предусмотрена возможность просмотра работы другого исполнителя в контексте общей сборки, не мешая ему работать со своей частью модели. Тем самым, вся команда может одновременно работать над проектом, не мешая друг другу в процессе разработки.

Таким образом, приложение позволяет автономно работать над задачей, но видеть процесс проектирования коллег. Руководитель имеет возможность контролировать процесс и видеть все проблемы и недостатки проектирования и производства.

Назначение исполнителей на задачи является важной частью любого процесса проектирования. С помощью системы менеджера расписания можно легко контролировать данный процесс и не только первично назначать сотрудников на задачу, но и переопределять исполнителей в случае необходимости.

### 3.2. Процедура назначения заданий исполнителям

Для назначения участников проекта следует придерживаться определенной последовательности.

1. Создать расписание на проект.
2. Выделить рабочую группу на проект.
3. В рамках расписания добавить этапы и задачи. Для этого необходимо создать весь пул задач, после чего сгруппировать их по определенному признаку. Например, по отделам разработки отдельных частей болида «Формулы Студент» или по совокупности задач для определенного исполнителя.
4. После окончания создания расписания, менеджеру проекта необходимо добавить изделия в рабочей области, которые в итоге послужат результатом выполнения задачи.
5. Назначить права владения исполнителям, которым предстоит работать с конкретными изделиями, для просмотра и возможности редактирования.
6. В менеджере расписания связать задачи, созданные в п.2, и объекты, для решения определенного задания.
7. В итоге, каждому исполнителю придет оповещение во вкладке «Мои задачи», и он сможет приступить к работе над определенным ему объектом.

Рассмотрим процедуру назначения задач исполнителю более детально.

Созданием расписания, выбором рабочей группы, добавлением задач занимается менеджер проекта на начальном этапе в приложении «Менеджер расписания». После выполнения перечисленных этапов, наступает один из главных шагов в процессе проектирования – составление базовой контрольной структуры изделия.

Базовая контрольная структура – это параметры изделия, которые являются основными и созданными в виде трехмерной модели.

На данном этапе менеджер проекта схематично, в виде кубиков, плоскостей, линий создает модель болида. Формирует области для отдельных деталей. Нумерует все элементы болида согласно ГОСТ.

Следующим шагом является назначение объектов исполнителям из рабочей группы проекта. Для чего требуется выбрать часть изделия из рабочей области в приложении «Мой Teamcenter» и присвоить права владения созданной части изделия сотруднику из рабочей группы. В данном случае права на чтение и внесение изменений получил User 08 (Рисунок 3.1).

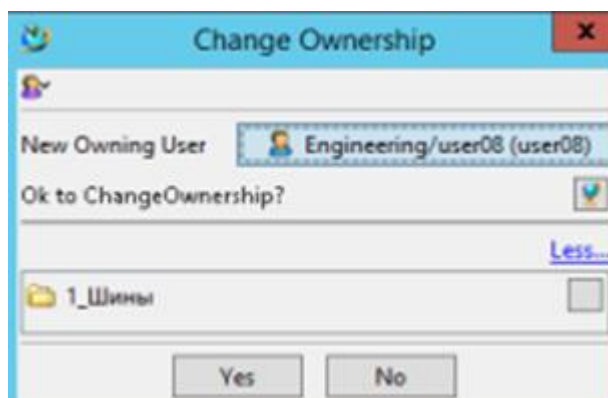


Рисунок 3.1. Права доступа

Для связывания задач и изделий необходимо в менеджере расписания добавить поля во вкладку «Планируемые результаты». Вкладка содержит ряд колонок:

- Имя планируемого результата.
- Тип изделия. Под типом изделия понимается деталь, объект, сборка и другое.
- Результат. В качестве результата выбирается объект, который в итоге послужит результатом выполнения задачи (Рисунок 3.2).

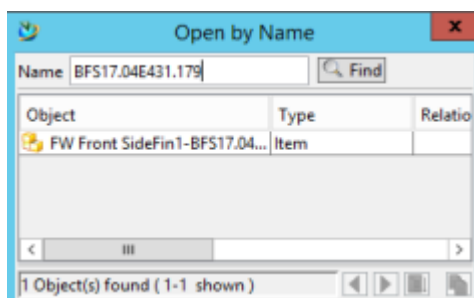


Рисунок 3.2. Выбор объекта

В данном случае планируемыми результатами являются объекты отдела аэродинамики (Рисунок 3.3).

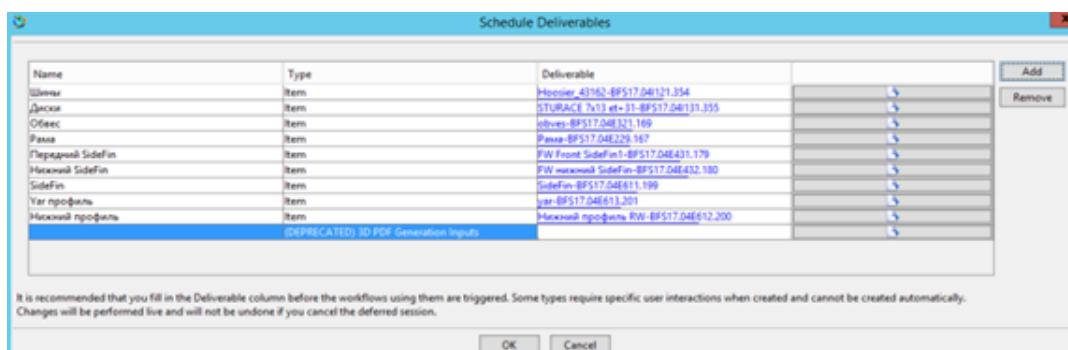


Рисунок 3.3. Структура планируемых результатов

Для того, чтобы назначить результат к конкретной задаче необходимо в приложении менеджера расписаний перейти во вкладку «Результаты». Данная вкладка содержит ряд колонок:

- Имя планируемого результата задачи.
- Тип представления. В данном поле стоит выбрать в качестве результата цель.
- Результат. Данное поле содержит ссылку на изделие болида.

Стоит отметить, что результатом может назначаться только созданный ранее объект модели гоночного болида. Приведем пример назначения результатов к задачам для отдела аэродинамики (Рисунок 3.4).

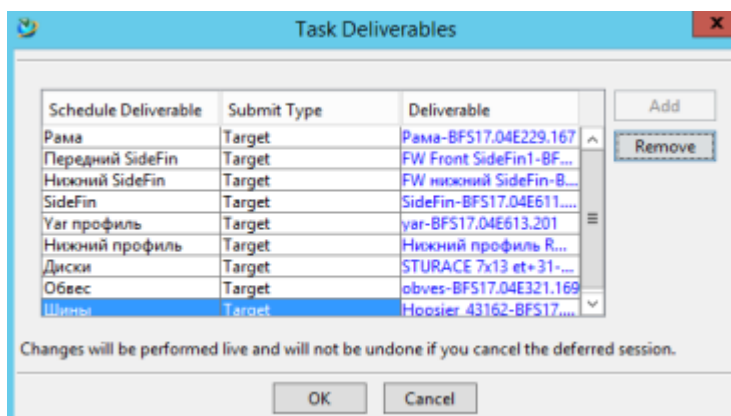


Рисунок 3.4. Результаты задачи

После формирования всех вышеперечисленных пунктов, каждому определенному исполнителю задачи приходит оповещение в его рабочей области во вкладке «Мои задачи». Участник проекта может просмотреть



выданное ему на проектирование задание как в общем виде, так и детализированную информацию по изделию:

- Даты начала и завершения.
- Продолжительность выполнения задания.
- Статус работы над задачей (не начата, в процессе, завершена, требует внимания).
- Завершение работы в процентах.
- Ограничение.
- Приоритет.
- И другие.

Если участник проекта имеет достаточные права доступа, то он может просмотреть полностью весь план-график, созданный в менеджере расписания. Но изменять и редактировать план имеет право только менеджер или руководитель проекта.

В системе Teamcenter предусмотрено отслеживание статуса изготавливаемого изделия. Для того, чтобы статус задачи начал функционировать, исполнителю необходимо начать работать с изделием, а статус автоматически изменит свое состояние «В процессе». После выполненных действий статус объекта поменяет и свой индикатор цвета. Статус в процессе – цвет зеленый, статус завершена – синий. Используя данную технологию, менеджеру проекта и руководителю будет наглядно продемонстрирована работа сотрудника, стадия выполнения задания, его прогресс, а также проблемы и недостатки при проектировании.

В примере на рисунке 3.5. пользователю назначена задача на проектирование профиля. Продемонстрирована начальная стадия задания, исполнитель не приступил к выполнению поставленной задачи.

Schedule: BFS17.04  
Name: Yar профиль  
Description:  
Status: Not Started  
Status Indicator:   
Work Complete Percent: 0,000  
Work Complete: 0h  
Remaining Work:  
Actual Start Date: No date set  
Actual Finish Date: No date set  
Save Clear

Рисунок 3.5. Задача на проектирование

### 3.3. Выводы

В данной главе был детально рассмотрен процесс назначения задач исполнителю с помощью менеджера расписания. Продемонстрированы примеры формирования задач, создания объектов для итогового выполнения заданий, связей между деталью и участником проекта, а также рассмотрен функционал для работы сотрудника над заданием.

Описание всех процессов рассматривалось в программе Teamcenter.

Все исходные объекты, модели и структура организации рассматривались в рамках проекта «Формулы Студент» по проектированию гоночного болида.

## 4. МАСТЕР ОТЧЕТОВ

### 4.1. Необходимость применения мастера отчетов

Управление проектом – это процесс обработки и осмысления большого количества объема различных данных. Результатом такой работы становится принятие решения о дальнейших действиях. Поскольку зачастую у руководителя нет необходимости в полной детализации процесса, то формирование отчетов – это неотъемлемая часть рабочего процесса.

Аналитический подход необходим для успешного развития любого проекта. Чтобы понять, куда движемся сейчас, насколько близки к цели проектирования и к чему придем в будущем, нужно собрать информацию, разложить ее по полочкам и сделать выводы.

По мере роста команды проектировщиков и разрабатываемых объектов болида увеличивается и количество данных, которые подлежат обработке, и в один прекрасный день руководитель понимает, что с таким количеством сведений в одиночку ему не справиться. Вот тогда и появляется необходимость в формировании отчетов.

Функциональные цели отчетов:

- Получить картину «крупными мазками», не отвлекаясь на мелкие детали. Это очень удобно для оценки ситуации и ее прогнозирования, и кроме того, существенно экономит рабочее время руководителя.
- Выбрать угол зрения. Данная специфика позволяет проанализировать динамику выполнения поставленных задач, структуру расходов, проверить соответствию поставленной цели и много другое.

Существует только один способ собрать всю необходимую информацию за короткий срок и сохранить предоставленные данные для анализа на следующий проект команды - это информационное пространство. Информационное пространство дает возможность получать отчеты из любых данных, и, соответственно, оценивать их полноту и достоверность. В программе PLM – Teamcenter предусмотрен отдельный модуль для формирования отчетности – «Мастер отчетов».

Данный функционал решает ряд проблем, связанных с формированием отчетов:

1. Возможность в короткие сроки обрабатывать большое количество информации, связанной с деятельностью отделов «Формулы Студент».
2. Возможность генерации любого вида отчета по заданным критериям.
3. Возможность долгосрочного хранения информации и быстрого доступа к ней.

#### **4.2. Варианты формирования отчетов в системе**

В системе Teamcenter предусмотрена возможность формирования отчетов любого содержания на основе запросов к хранящимся данным. Отчет создается в виде html файла и PLM/XML. Просмотр отчета возможен в любом интернет-браузере. При необходимости можно сохранить отчет в Teamcenter качестве набора данных. Создание итоговых результатов возможно при наличии модуля «Отчеты и Аналитика» в ТС.

Типы отчетов:

- Стандартные отчеты. Создаются из сохраненных запросов. Предусмотрены поля для ввода значений. Есть возможность заполнения их по умолчанию или вручную. Стоит отметить, что формирование запросов и шаблонов доступно пользователю только с правами администратора.
- Пользовательские отчеты. Применяются в исключительных случаях, когда данные поступают из внешних источников или при расчетах для исполнения пользовательского кода.
- Отчеты по элементу. Применяются как для одного, так и для нескольких объектов. Объектом может выступать ревизия элементов.

Варианты генерации отчетов отличаются для толстого и тонкого клиентов. Весь перечень отчетов менеджера доступен толстому клиенту. Для тонкого предусмотрены стандартные суммарные и пользовательские отчеты.

### 4.3. Этапы создания отчетов в Teamcenter

Работа приложения заключается в формировании отчетов, а также в выборе шаблона отчета и заполнения критериев для запроса.

При формировании отчета в Teamcenter необходимо выполнить ряд действий. Последовательность действий для создания стандартного отчета:

1. Запустить «Мастер создания отчета».
2. Выбрать шаблон, по форме которого и будет строиться вся собранная информация.
3. Заполнить критерии запроса. Согласно критериям, система будет искать все подходящие под них данные. Если в запросе присутствуют поля с возможностью выбора из выпадающего списка, то выбрать подходящее значение, либо ввести в поле вручную.
4. Выбрать формат, в котором будет формироваться отчет.

После выполнения всех действий в браузере отобразится отчет, согласно шаблону и выбранным критериям.

Сотрудникам с правами администратора доступно создание шаблонов и запросов отчетов. Для этого необходимо:

1. В мастере «Редактор запросов» заполнить форму для создания запросов: ввести имя, описание, выбрать тип и атрибут.
2. В мастере «Создания отчетов» выбрать тип отчета: суммарный (стандартный), пользовательский, отчет об элементе.
3. Определить базовую информацию для нового отчета: ввести идентификатор, имя, описание; выбрать запрос, правило закрытия, набор свойств и формат отчета.
4. Выбрать локальную среду отображения. Под данным понятием подразумевается язык представления отчета.
5. Выбрать стили.
6. Шаблон создан и может быть выбран при создании отчета.

Рассмотрим пример формирования отчета о составе группы.

В рабочей области во вкладке «Сервис» выбрать пункт «Отчеты/ Отчеты мастера отчетов». В окне «Мастера создания отчетов» появится список шаблонов в зависимости от выбранного типа. Необходимо выбрать шаблон «Членство в группе/роли» как показано на рисунке 4.1.

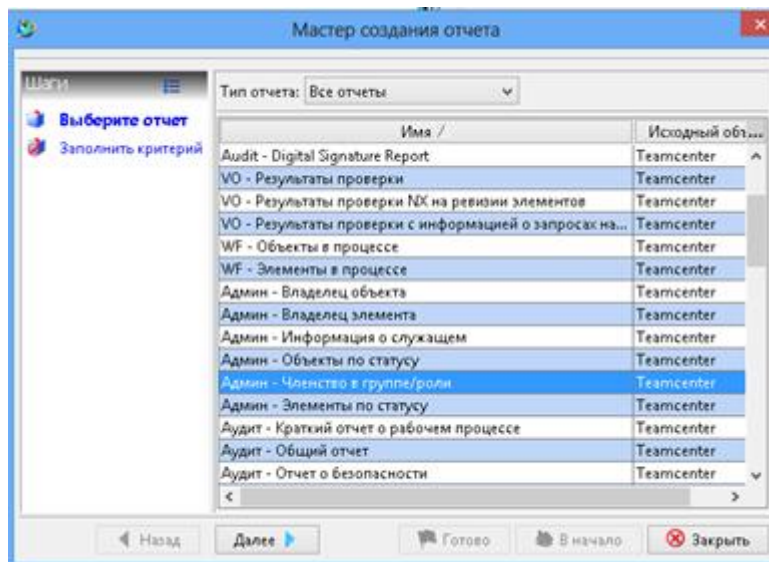


Рисунок 4.1. Выбор шаблона отчета

После выполнения действия появится окно для заполнения параметров запроса. Для данного отчета необходимо указать группу и роль. В организации «Формула Студент» существует несколько групп пользователей и ролей. Для проекта гоночного болида выбрать группу «Проектирование». Для примера выбрать роль «Конструктор». Заполняем поля локальная среда отображения и стиль отчета согласно рисунку 4.2.

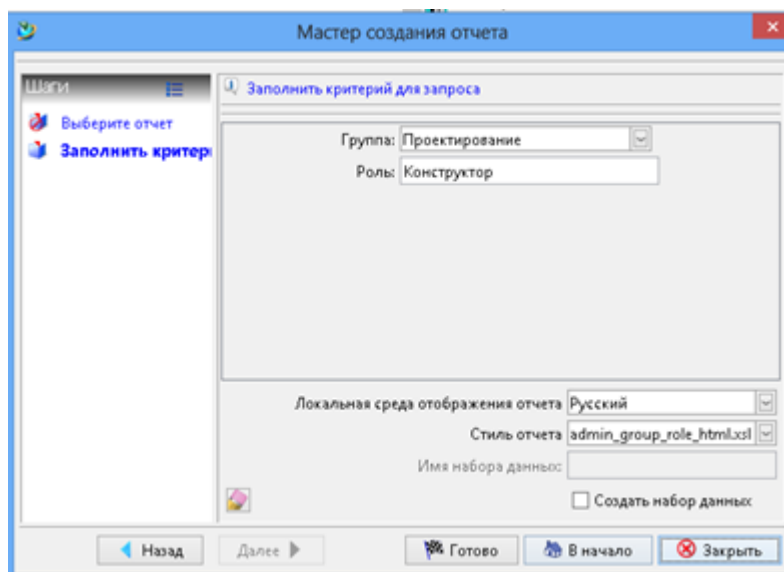


Рисунок 4.2. Выбор критериев запроса

После внесения в поля запроса всей необходимой информации и нажатия кнопки готово в окне браузера будет представлен сформированный отчет (Рисунок 4.3.), который содержит следующие поля:

- Идентификатор пользователей, состоящих в группе проектирования и выполняющих роль конструктора.
- Имя пользователя.
- Группа в команде. В данном случае в полях этой колонки будет выводиться «Проектирование», согласно введенному полю в запросе.
- Роль участника проекта. В конкретном случае отображается роль конструктора, согласно введенному полю в запросе.

*Siemens PLM Software*

**Admin - Group-Role Membership**

User Id	User Name	Group name	Role name
dogloblin	dogloblin	Engineering	Designer
asatafeyva	asatafeyva	Engineering	Designer
user01	user01	Engineering	Designer
user07	user07	Engineering	Designer
user09	user09	Engineering	Designer
user01	user01	Engineering	Designer
imolotkov	imolotkov	Engineering	Designer
aromanov	aromanov	Engineering	Designer
user08	user08	Engineering	Designer
vbocharov	vbocharov	Engineering	Designer
ashvchenko	ashvchenko	Engineering	Designer
user10	user10	Engineering	Designer
vbanderuy	vbanderuy	Engineering	Designer
trubanova	trubanova	Engineering	Designer
lanat	lanat	Engineering	Designer
user02	user02	Engineering	Designer
user05	user05	Engineering	Designer
user11	user11	Engineering	Designer
user12	user12	Engineering	Designer
user04	user04	Engineering	Designer
user06	user06	Engineering	Designer
evadikina	evadikina	Engineering	Designer

Рисунок 4.3. Отчет о составе группы

Все шаблоны отчета строятся по одному и тому же принципу. Формировать отчеты может сотрудник с определенными правами доступа. Создавать шаблоны и запросы сотрудник с ролью администратора.

#### 4.4. Выводы

В данной главе рассмотрена технология создания отчетов в Teamcenter с помощью мастера отчетов. Описаны правила добавления в программу шаблонов и параметров запросов. Рассмотрен пример формирования отчета по созданному шаблону и запросу. Все иллюстрации продемонстрированы в рамках «Формулы Студент» и созданы на тонком клиенте системы Teamcenter.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проделанной работы были решены задачи и достигнута поставленная цель. В ходе работы разработана методика по управлению требованиями, создания расписания и отчетов в PDM - системе Teamcenter.

Рассмотрен текущий процесс создания новой машины в «Формуле Студент» и задокументирован процесс проектирования, сформированы и созданы требования для гоночного болида, произведено распределение деталей изделия на исполнителей определенных задач и создан ряд промежуточных и итоговых отчетов в программном комплексе NX-Teamcenter.

Данной работе был посвящен доклад на XIX молодежной международной научно-технической конференции «Научное и инновационное развитие технологий и интеллектуальные системы 2017».



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осиюк В.А. «NX для конструктора-машиностроителя» - М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Глава 3 Моделирование [Электронный ресурс] // SIEMENS URL: [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/chapter-3.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/chapter-3.pdf) (Дата обращения 29.04.2017).
3. Ельцов, М.Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. Учебное пособие / М.Ю. Ельцов, А.А. Козлов, А.В. Седойкин, Л.Ю. Широкова. – М.: ДМК Пресс. - 2013. – 752 с.
4. Бушмина А.В., Кишкурно Е.Э., Молотков И.Ю. Проектирование болида формулы студент в программном комплексе NX-Teamcenter [Текст] / 19-ая Молодежная международная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2017". - г. Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 19 апреля 2017 г. – С. 39-42.
5. Комплексные PLM-решения ЛАНИТ // Электронный ресурс. URL: [http://www.plmlanit.ru/misc/LANIT\\_PLM\\_2013.pdf](http://www.plmlanit.ru/misc/LANIT_PLM_2013.pdf). (Дата обращения 20.01.2017).
6. Колчин А.С., Сумароков С.В., Жабоев Т.А. Как сделать успешным внедрение PLM // САПР и графика. 2016. №5. С. 125-128.
7. Яблочников Е.И., Молочник В.И., Фомина Ю.Н. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства / Учебное пособие – СПб: СПбГУИТМО. - 2008. – 152 с.
8. Тороп Д.Н., Терликов В.В. «Teamcenter. Начало работы» - М.: ДМК Пресс, 2011.
9. Курносенко А.Е., Соловьев В.А., Арабов Д.И. Программные модули для организации совместного проектирования электронной и механической составляющих изделия в САПР SOLID EDGE/NX //

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2014.  
№ 3 (155). С. 85-89.

10. Студенческий «АДРЕНАЛИН» // Моделист - конструктор.  
Электронный ресурс. URL: [http://modelist-konstruktor.com/razrabotki/studencheskij\\_adrenalin](http://modelist-konstruktor.com/razrabotki/studencheskij_adrenalin) (Дата обращения 23.03.2017).
11. Гущин М.В., Кузнецова Л.А., Олейник А.С. Элементы единого информационного пространства автоматизированного производства // Умное производство. 2015. №29.
12. Внедрение концепции PLM на производственных предприятиях – модная тенденция или необходимость? [Электронный ресурс] // Управление производством URL: [http://www.up-pro.ru/library/information\\_systems/project/plm-koncepciya.html](http://www.up-pro.ru/library/information_systems/project/plm-koncepciya.html) (Дата обращения: 07.05.2017).

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## **Приложение А**

### **1.1. Графические листы**

Описание графических листов:

- 1.Цели и задачи.
- 2.Схема общих требований к конструкции.
- 3.Структура знаний о проекте.
- 4.Структура требований.
- 5.Создание требований в Teamcenter.

## Приложение Б

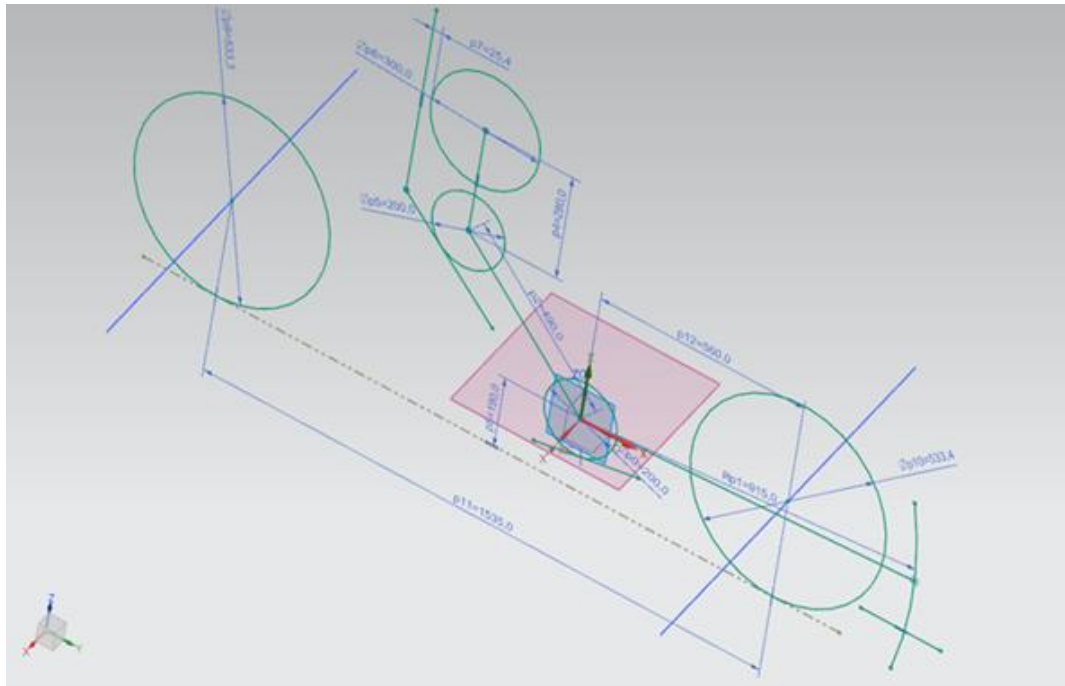


Рисунок Б.1. Базовая контрольная структура гоночного болида