|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ *Робототехники и комплексной автоматизации*

КАФЕДРА *Системы автоматизированного проектирования (РК-6)*

Домашнее задание по курсу

«Разработка PLM»

Студент: **Абидоков Р. Ш.**

Группа **РК6-11(м)**

Преподаватель: **Жук Д. М.**

Москва, 2020

Оглавление

[1. Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) 2](#_Toc61812654)

[1.1. Конструкторская подготовка производства (КПП) 2](#_Toc61812655)

[2. Управление требованиями 3](#_Toc61812656)

[3. Классификация требований 4](#_Toc61812657)

[4. Характеристики требований 5](#_Toc61812658)

[5. Создание требований 6](#_Toc61812659)

[5.1. Формирование структуры требований 7](#_Toc61812660)

[5.2. Построение функциональной структуры изделия 7](#_Toc61812661)

[5.3. Конструкторская структура изделия 8](#_Toc61812662)

[5.4. Логическая схема взаимодействия 8](#_Toc61812663)

[5.5. Трассировка требований 8](#_Toc61812664)

[5.6. Валидация требований. 10](#_Toc61812665)

[5.7. Анализ процесса проектирования КСИ на основе требований 10](#_Toc61812666)

1. Жизненный цикл изделия (ЖЦИ)

Жизненный цикл изделия – весь путь изделия от возникновения идеи производства до утилизации изделия. Основные этапы жизненного цикла можно разделить на:

* Маркетинговые исследования
* Научно-исследовательская работа
* Конструкторская подготовка производства
* Технологическая подготовка производства
* Логистическая подготовка производства
* Производство
* Контроль
* Сбыт
* Эксплуатация
* Утилизация
  1. Конструкторская подготовка производства (КПП)

На основании ГОСТ 2.103-68, проектирование наукоёмкой продукции состоит из 4 этапов: Аванпроект, Эскизный проект, Технический проект и Рабочий проект.

* *Этап «Аванпроекта»* – имеются требования заказчика, производится первичная компоновка изделия, формируется дерево требований
* *Этап «Эскизного проектирования»* – формируется календарный план работ, выполняются необходимые инженерные расчеты для выбранной компоновки изделия
* *Этап «Технического проектирования»* – разрабатывается детализированный электронный макет, выполняется инженерный анализ – оценивается технологичность, формируются списки использованных стандартных изделий и др., осуществляется валидация требований
* *Этап «Рабочего проектирования»* – разрабатывается конструкторское решение, техническая информация (допуска, шероховатости и т.д.), получаем аннотированную трехмерную модель

Требования появляются на втором этапе и связаны с изделием на всех этапах.

1. Управление требованиями

Управление требованиями помогает решить такие проблемы, как недостаток планирования и неоправданные ожидания, в наиболее критичной части проектирования, стадии принятия решения, когда планы и ожидания консолидируются в виде требований. Требования описывают изделие. Они связывают запросы заказчика с различными направлениями разработки изделия.

Процесс разработки нового или модификации существующего изделия, инициируется различными требованиями (требования стандартов, заказчиков, рынка). Например, это требования по шумности продукта, требования по эргономике, требования по ресурсу и т.п. Выполнение требований стандартов к выпускаемой продукции (как отечественных, так и зарубежных) - гарантия сертификации продукции. Чтобы быть уверенными, что готовое изделие удовлетворит всем этим требованиям, разработчики работают с ними на протяжении всего процесса разработки. Как только изделие отвечает всем требованиям, оно готово к поставке и, что более важно, оно имеет функции и качество, отвечающие требованиям заказчика. Проект, не полностью отвечающий требованиям, обречен на выход за бюджетные и временные ограничения, на доработки в последний момент, выполняемые посредством титанических усилий коллектива. Кроме того, серьезное расхождение результирующих функциональных качеств с требуемыми может быть причиной сокращения объема, снижения стоимости и даже отмены заказа.

Для предупреждения подобных трудностей существуют два подхода:

* Требования, их разработка и определение должны быть отправной точкой проекта, благодаря этому многие узкие места могут быть определены еще до начала проектирования.
* Требования должны быть однозначно связаны с элементами конструкции, к которым они предъявлены. Эти связи должны поддерживаться на всех этапах жизненного цикла изделия.

Понятие требования очень широкое, используем определение, которое чаще применяется, в соответствии с ГОСТ 2.114-95, в машиностроении.

*Определения требования*:

* Утверждение, которое идентифицирует эксплуатационные, функциональные параметры, характеристики или ограничения проектирования продукта или процесса, которое однозначно, проверяемо и измеримо
* Документально изложенный критерий, который должен быть выполнен, если требуется соответствие документу, и по которому не разрешены отклонения

1. Классификация требований

Требования систематизируются несколькими способами. Ниже представлены общие классификации требований, которые касаются технического управления.

* *Требования клиентов* – клиенты, это те, кто выполняет основные функции системного проектирования, со специальным акцентом на пользователе системы как ключевом клиенте
* *Функциональные требования* – объясняют, что должно быть сделано. Они идентифицируют задачи или действия, которые должны быть выполнены
* *Нефункциональные требования* – требования, которые определяют критерии работы системы в целом, а не отдельные сценарии поведения. Нефункциональные требования определяют системные свойства такие как производительность, надежность и др.
* *Производные требования* – требования, которые подразумеваются или преобразованы из высокоуровневого требования

1. Характеристики требований

Для успешного достижения цели, все требования и их формулировки должны обладать определенными характеристиками. В соответствии с теорией S.M.A.R.T. все требования к изделию должны быть:

* *S - Specific (Конкретный)* – при постановке цели должен быть точно определен желаемый результат. Правило: одна цель — один результат. Если при постановке цели выяснилось, что в результате требуется достичь нескольких результатов, то цель должна быть разделена на несколько целей
* *M- Measurable (Измеримый)* – на этапе постановки цели необходимо установить конкретные критерии для измерения процесса выполнения цели, т.е. определить, в чем будет измеряться результат. Если показатель количественный, то необходимо выявить единицы измерения, если качественный, то необходимо выявить эталон отношения.
* *Attainable, Achievable (Достижимый)* – должно быть объяснено за счёт чего планируется достигнуть цели. И возможно ли её достигнуть вообще
* *R- Relevant (Актуальный)* – важно понимать, какой вклад решение конкретной задачи внесет в достижение глобальных стратегических задач
* *T- Time-bound (Ограниченный во времени)* – должен быть определен финальный срок, превышение которого говорит о невыполнении цели. Установление временных рамок для выполнения цели позволяет сделать процесс управления контролируемым

Актуальность задачи информационной поддержки управления требованиями заключается в том, что от качества процессов управления требованиями при проектировании технически сложной продукции в конечном счёте зависят трудоёмкость и эффективность реализации эскизного и технического проекта, техническая сложность и потенциал развития самого проекта. Для конструкторского бюро формирование дерева требований и связь его с конструкторским составом разрабатываемого изделия является первоочередной задачей после уточнения ТЗ.

1. Создание требований

Управление требованиями происходит на всем протяжении жизненного цикла изделия, включая эскизный, а затем и технический проект.

Процесс создания требований состоит из следующих этапов:

* Формирование структуры требований
* Построение Функциональной структуры изделия
* Логическая схема взаимодействия
* Трассировка требования
* Связка требований с геометрическими параметрами
* Валидация требований

Для реализации требований необходимо составить наглядную аналитическую модель связи объектов структур. Чтобы связать требования к изделию и конструкторский состав изделия, необходимо ввести функциональную структуру изделия, позволяющую объединять в группы и связывать между собой требования и структурные части изделия.

На примере ***трехфазного генератора***, использовались 3 структуры:

* Требования к генератору
* Функциональная структура генератора
* Конструкторский состав генератора
  1. Формирование структуры требований

Для создания структуры (дерева) требований на входе получаем ТЗ заказчика, справочники, стандарты, методики, с помощью которых отдел главного конструктора формирует требования на конструкторском уровне и вариантные правила. Для создания дерева, все требования должно отвечать характеристикам S.M.A.R.T.

Требования к генератору создавались при помощи ГОСТ Р 53471-2009 "*Генераторы трехфазные синхронные мощностью свыше 100 кВт. Общие технические условия*". Среди основных требований к генератору были выделены следующие:

* Номинальная мощность
* Возможные перегрузки
* Несимметричность нагрузки фаз
* Направление вращения вала
* Прочность вала
* Частота вращения вала
* Срок службы
* Температура
* Шумность
* Общие требования безопасности
  1. Построение функциональной структуры изделия

Функциональная структура изделия (ФСИ) – Структура, состоящая из элементов, описывающих функции (поведение, действия, процессы) изделия и связей между ними, но не содержащая технических подробностей их реализации

Для связи требований с конструкторским составом генератора были созданы следующие функции:

* Вращение вала
* Взаимодействие ротора и статора
* Смазывание
* Охлаждение
* Защита от внешних воздействий

Все функции связаны основной функцией генератора – генерацией электрического тока.

* 1. Конструкторская структура изделия

Конструкторская структуру изделия (КСИ) – комбинированная структура, содержащая как функциональные (система – подсистема – агрегат), так и конструктивные элементы (сборочные единицы, детали)

Конструкторская структура генератора:

* Вал
* Обмотки
* Подшипниковые узлы
* Охлаждающе-смазочная система
* Корпус
  1. Логическая схема взаимодействия

Следующим этапом является проектирование динамической модели функционирования взаимодействий, которая описывает поведение функциональной модели изделия. Понятие динамической модели функционирования или схемы взаимодействия подразумевает представление логических интерфейсов и соединений в системе или продукте. Эта модель получается из структуры требований, функциональной модели и конструкторской структуры изделия.

* 1. Трассировка требований

После того, как все 3 структуры были созданы, где динамическая модель функционирования является частью ФСИ, поэтому не является отдельной структурой, нужно связать их с помощью трассировки, чтобы в последствии провести валидацию требований уже на готовой 3D-модели всего изделия или на отдельных компонентах.

Под трассировкой понимается связи объектов различных структур. Они позволяют прослеживать связь от требований к изделию до конструкторского состава изделия, а также группировать объекты различных структур. Трассировка показывает переход информации от одного объекта к другому.

В общем случае, трассировка заверяет, что характеристики, установленные требованиям качества, будут выполнены.

* Список характеристик:
* Действительность
* Однозначность
* Проверяемость
* Изменяемость
* Соответствие
* Полнота
* Отслеживаемость

До реализации трассировки в Teamcenter, необходимо аналитически составить модель трассировок требований с функциональной структурой изделия, а также с конструкторским составом изделия. На примере генератора можно создать следующую иерархическую модель связи структур с помощью трассировок.

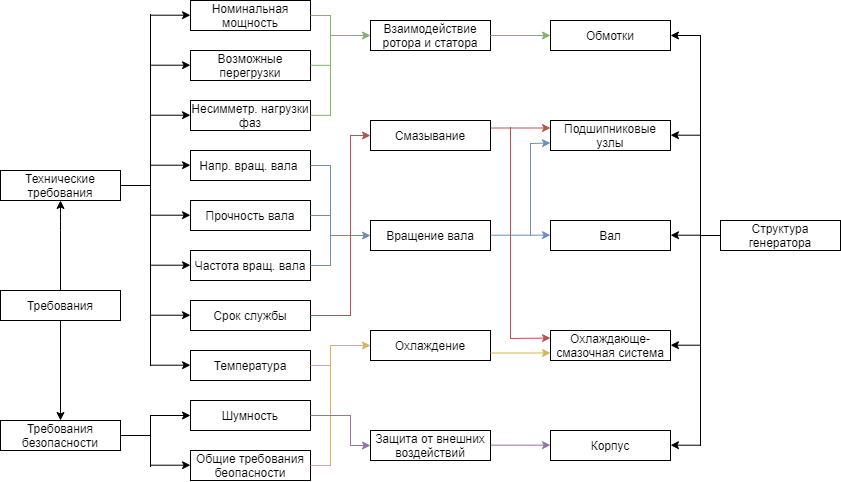


Рис. 1. Схема трассировок требований генератора

* 1. Валидация требований.

После связи всех 3 структур идет последний этап: валидация требований. Валидация требований – это процесс проверки выполнения каждого требования. Валидация, как и любая другая часть процесса развития требований, не является независимой от других видов деятельностей и должна осуществляться итеративно. Материалами для валидации могут быть и одно небольшое требование, и большой полный набор требований, описанных в спецификациях. После валидации спецификации могут привести к исправлениям или закрытию пробелов имеющихся в выявлении, отслеживании и анализе.

Валидация требований и их исправление в начале проекта поможет сократить затраты и время, отведенное для исправления их на более позднем этапе жизненного цикла.

* 1. Анализ процесса проектирования КСИ на основе требований

Следующим этапом является понятие принципа проектирования КСИ под управлением требований.

Сначала из ТЗ заказчика узнается, какое изделие в конечном итоге должно получится. Потом уже формируется основа дерева требований, который описывает основные характеристики изделия. Требования могут быть вариативными, то есть ТЗ заказчика можно описать не одним деревом требований, а несколькими, что позволяет найти оптимальный вариант для решения задач. Позже составляется основа функциональной структуры, которая описывает главные функции и показывает, каким параметрам должны они соответствовать. На основе этих базовых структур формируется базовая КСИ, где будут все основные элементы, которые реализуют данные функции. В последствии, когда структура требований и ФСИ детализируются, расширяется КСИ до уровня деталей. Последним этапом являются детали/подсборки, связанные уже с конкретными проверками требований на соответствие их выполнения.