

ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Е. А. Барсуков, А. М. Огурцов, В. С. Протосевич, А. С. Семенович

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: rct.protosev@bsu.by

Созданная программная платформа сопровождения производственных процессов при проектировании и изготовлении электронных устройств является облачной платформой, обеспечивающей взаимосвязь и оперативный контроль всех задач и участников производственных процессов, от разработчиков и конструкторов до поставщиков компонентов и производителей печатных плат. Иными словами, она связывает этапы проектирования электронных устройств с этапами производства.

Ключевые слова: *облачная платформа, контроль производственными процессами, WEB-приложение, MYSQL, .NET*

На сегодняшний день основными этапами (процессами) разработки любого электронного устройства на производстве являются: начальное проектирование, детальная разработка, создание опытных образцов и их тестирование, подготовка производства, выпуск установочной партии, контроль качества, серийное производство, поддержка и сервис [1].

Разработанная облачная платформа обеспечивает сопровождение основных производственных процессов:

- распределенное (многопользовательское) проектирование электронных схем и печатных плат;
- контроль проектов и их публикация в облачные сервисы;
- облачное хранение технологической и производственной информации;
- единые библиотеки и складской учет компонентов;
- информация о ходе процесса закупок необходимых компонентов;
- протоколирование этапов сборки и производства изделий.

«Бесшовность» связей и унификация механизмов передачи необходимых цифровых данных между ECAD (системой автоматизированного проектирования) и необходимыми офисными (отдел закупок и учета электронных компонент) и технологическими (производственный цех и ОТК) программными пакетами для ведения документации предприятия могут существенно упростить работу и повысить надежность всех этапов производства и учета готовой продукции (рисунок 1). Одно из основных достоинств облачной платформы – поддержка многопользовательского режима с возможностью удаленного доступа. В платформе реализован режим глобальной публикации документов и проектов (Global Sharing).



Рис.1. Взаимосвязь пользователей с облачным сервисом

Благодаря этому у пользователя появляется возможность публиковать свои проекты в текущем состоянии за пределы рабочей группы, например, руководству, отделу закупок или потенциальному производителю для простой интерактивной совместной работы с любого устройства.

Разработка описанной выше облачной платформы была реализована с использованием таких передовых средств разработки WEB-приложений, как .NET, ASP.NET Core MVC, MySQL, Entity Framework Core (EF Core) [3,4]. Которые позволяют упростить и максимально ускорить процесс разработки и, что не менее важно, – дальнейшее сопровождение и внедрение конечного продукта в работу предприятий.

Модули созданной платформы развернуты на удаленном сервере с использованием методов контейнеризации. Связь облачной платформы с ECAD программами реализована с использованием программного интерфейса ODBC, обеспечивающего подключение к базе данных MySQL, в которой хранится вся основная проектная информация (рисунок 2).

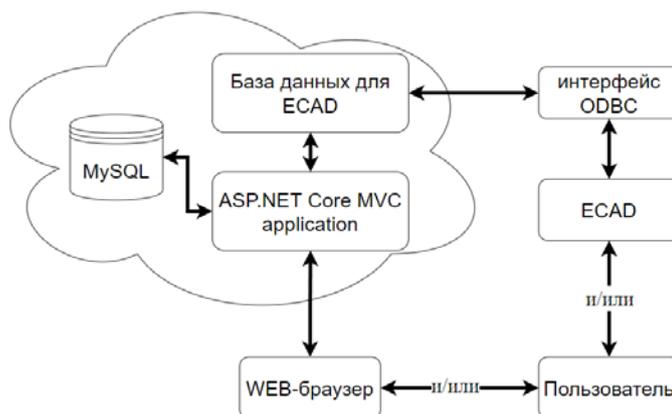


Рис.2. Структурная схема разработанной платформы

Для реализации WEB-приложения использовалась слоистая архитектура, которая представляет собой разделение приложения на уровни. Где есть один центральный уровень – ядро и зависимые от него уровни WEB

и API. В центральном слое сосредоточена вся бизнес-логика приложения, от доступа к данным до автоматических операций, выполняющихся при добавлении объектов в базу данных. Слой WEB служит для отображения данных, которые будут получены из центрального уровня [2]. Для максимальной гибкости модернизации платформы уровни связаны интерфейсами.

База данных представляет собой логическую структуру данных, содержащих набор таблиц, включающие информацию об электронных компонентах, проектах (электронных устройствах), элементах корпуса, информацию о пользователях и т. д. Следует отметить тот факт, что такая база данных содержит таблицы с информацией для EСAD и таблицы, которые содержат избыточную информацию для некоторых пользователей или программ [5]. Таким образом для связи таблиц, создаваемых из приложений, и таблицы с расширенной информацией о компонентах, которая является избыточной для пользователей EСAD, используются полиморфные связи (рисунок 3).

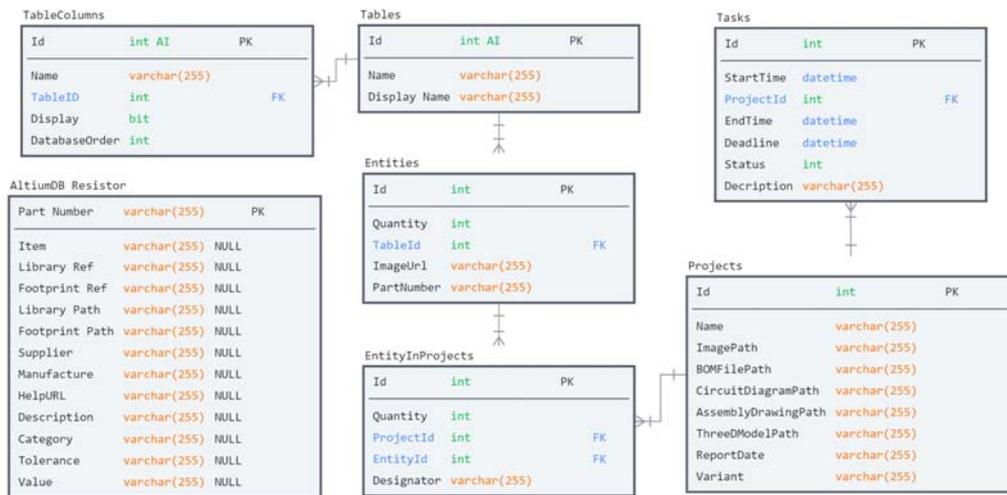


Рис.3. Схема базы данных (не конфиденциальные таблицы и поля)

Благодаря реализации в разработанной платформе такой базы данных каждая проектная сущность (электронное устройство, товар), которая доступна для хранения, управления и повторного использования, представляется в виде объекта определенного типа. Объект однозначно идентифицируется в базе данных, и он может содержать любое количество версий, где версия содержит данные этого объекта. При каждом изменении данных, которые содержатся в версии объекта (объекты большинства типов могут редактироваться в соответствующем временном WEB-редакторе с поддержкой 3D визуализации), эти данные фиксируются в новую версию этого объекта, что обеспечивает целостность данных, так как существующие ревизии невозможно перезаписать. Другим важным

аспектом версии объекта является состояние ее жизненного цикла. Это еще один идентификатор, который можно использовать для быстрой оценки того, на какой стадии своего жизненного цикла в данный момент находится версия объекта и что допустимо делать с этой версией (например, отправка в производственный цех).

Для создания описанного выше объекта реализован метод загрузки производственных файлов (BOM, Assembly Drawing, PCB layout, Schematic sheets и другие), которые генерируются в ECAD инженером-проектировщиком и в дальнейшем могут использоваться другими пользователями платформы. Для распределения прав доступа пользователей и определения доступного им функционала и данных в платформе была разработана система ролей: инженер-проектировщик, менеджер, конструктор механик, поставщик комплектации и администратор. Благодаря такому управлению правами доступа пользователей обеспечивается общая безопасность и целостность данных.

Вывод. Разработанная облачная платформа сопровождения производственных процессов при проектировании и изготовлении электронных устройств обладает рядом отличительных особенностей-по сравнению со своими аналогами (например, Orbox CRM + ERP, 1С:Предприятие и Microsoft Power Platform): относительно простая интеграция новых проектов, отсутствие необходимости установки дополнительного ПО для работы с ресурсами платформы, так как все необходимые компоненты находятся на удаленном сервере, доступ к которому можно получить через WEB-браузер или встроенные утилиты в ECAD, одновременная работа над одним проектом множества пользователей, полнофункциональное использование истории проекта, включающей в себя события фиксации в системе контроля версий.

Разработанная платформа в настоящее время находится в стадии опытного практического тестирования в производственных процессах УП «Унитехпром БГУ» по изготовлению электронных приборов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Ланин В. Л. и др. Проектирование и оптимизация технологических процессов производства электронной аппаратуры // Минск: БГУИР, 1998. 196 с.
2. Фаулер М. Шаблоны корпоративных приложений. // Россия: Вильямс. 2016. 544 с.
3. Фримен Адам. ASP.NET Core MVC 2 с примерами на C# для профессионалов. 7-е изд. : Пер. с англ. СПб.: ООО "Диалектика", 2019.
4. Документация по ASP.NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core>. – Дата доступа: 30.03.2022
5. В. В. Скакун. Защита информации в базах данных и экспертных система // Минск БГУ, 2015 140 с.