



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»  
РТУ МИРЭА  
Институт информационных технологий  
Кафедра корпоративных информационных систем

Выпускная квалификационная работа на тему:  
**«Методика автоматизации согласования конструкторской документации»**

Студент группы ИКМО-03-20: **Дивакова Я.А.**

Руководитель: **Степанов Д.Ю.**

Консультант: **Шалыгин В.А.**

Источник:

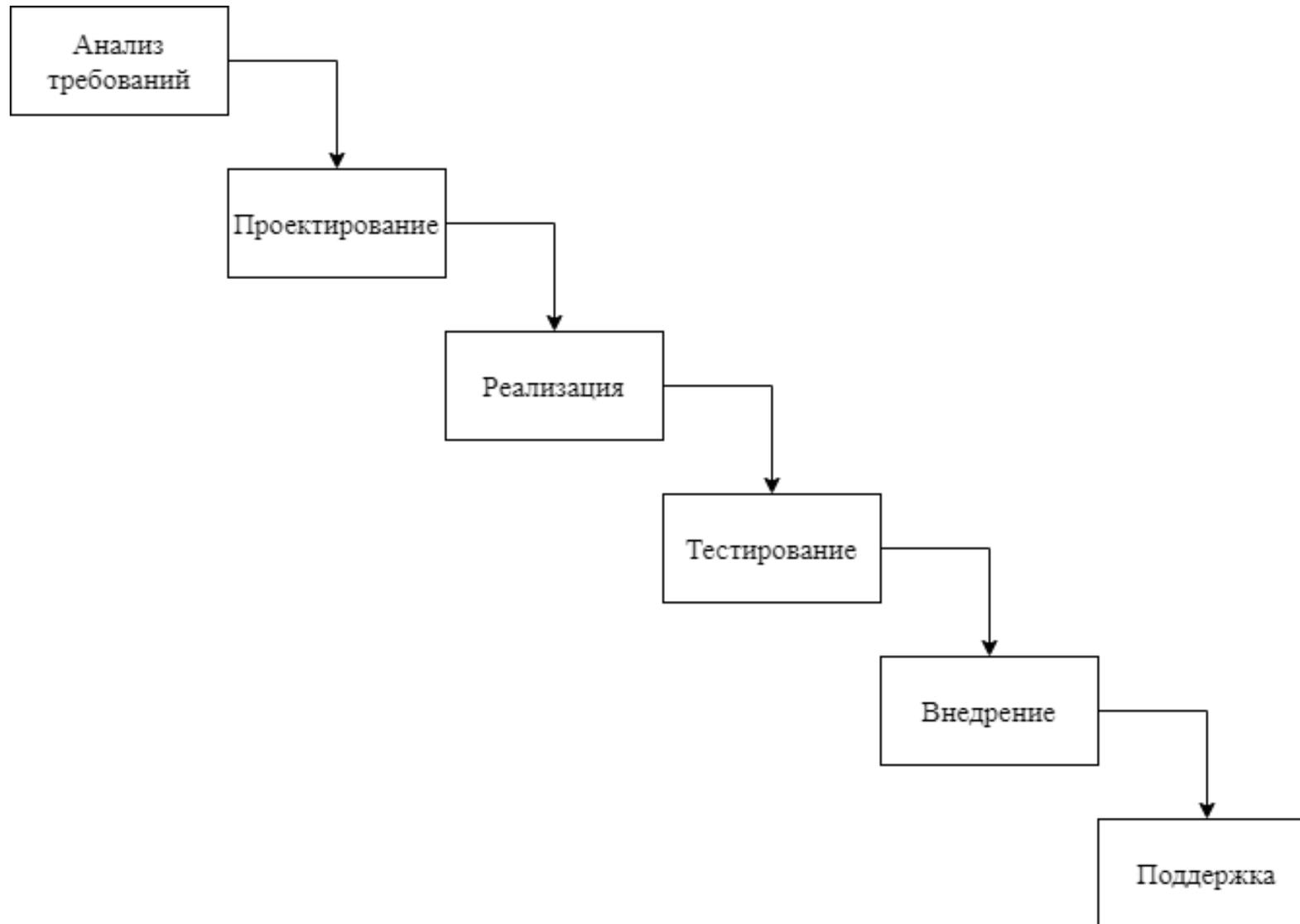
# Цель и задачи выпускной квалификационной работы

Цель: Реализация модуля согласования конструкторской документации на основе каскадной модели внедрения корпоративных информационных систем с использованием языка программирования C Sharp.

Задачи:

- 1) исследовать предметную область, выявить проблемы и предложить решение;
- 2) спроектировать процессы, данные и структуру модуля;
- 3) реализовать модуль, провести тестирование и оценить результаты внедрения.

# Каскадная модель для внедрения модуля



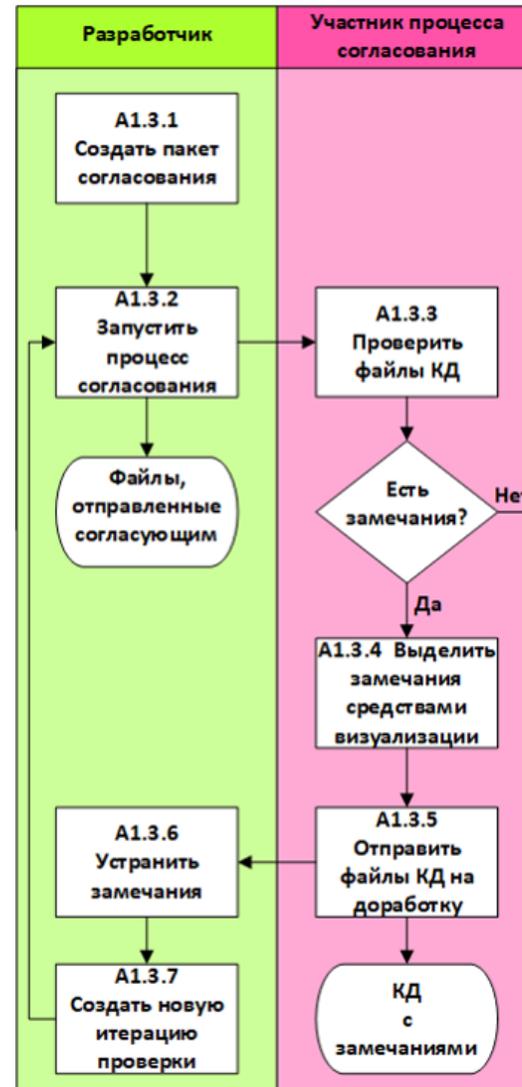
# Требования к модулю согласования

№	Приоритет требования	Пользовательское требование	Программный компонент
1	Высокий	Наличие данных о пакете согласования конструкторской документации	Хранилище объектов «Пакет согласования конструкторской документации»
2	Высокий	Наличие данных о каждом документе в пакете согласования	Хранилище объектов «Документ в пакете согласования»
3	Высокий	Наличие данных о маршруте согласования по каждому документу в пакете	Хранилище объектов «Маршрут согласования документа»
4	Высокий	Наличие данных о каждой итерации проверки документа	Хранилище объектов «Итерация проверки документа»
5	Высокий	Наличие данных о сотрудниках	Хранилище объектов «Сотрудники»
6	Низкий	Поиск пакетов согласования	Экранная форма «Автоматизированное рабочее место»
7	Средний	Создание и редактирование пакетов согласования	Экранная форма «Создание и редактирование пакета согласования»
8	Средний	Загрузка файлов документов	
9	Средний	Указание реквизитной информации по конструкторской документации	
10	Средний	Выбор этапов согласования	Экранная форма «Сопровождение процесса согласования пакета конструкторской документации»
11	Средний	Изменение статуса согласования конструкторской документации	
12	Средний	Просмотр файлов документов	
13	Средний	Визуальное представление замечания по документу	
14	Средний	Просмотр истории согласования конструкторской документации	Программная платформа «PLM»
15	Средний	Хранение данных в программной платформе «PLM»	
16	Средний	Разграничение ролей участников процесса согласования	
17	Средний	Установка модуля на любой компьютер предприятия	Программная платформа «PLM»

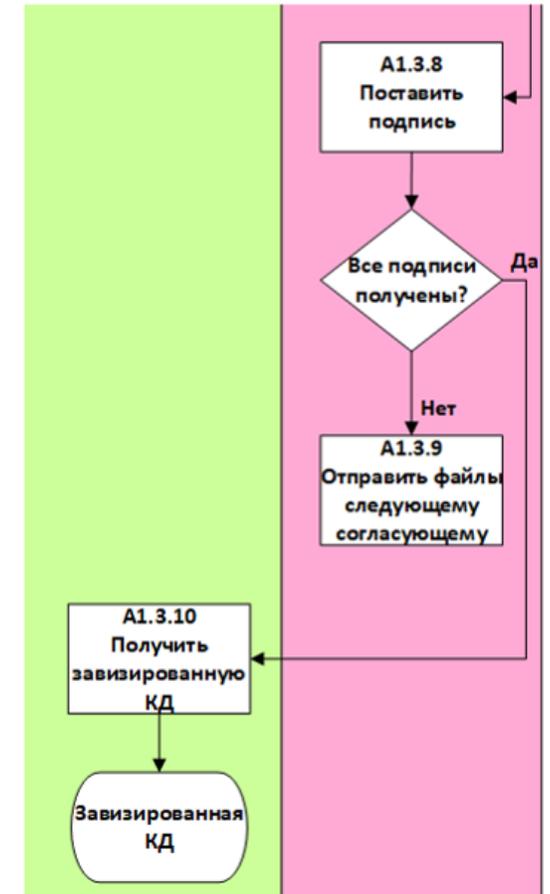
# Проектирование процесса «Завизировать КД»



«AS-IS»

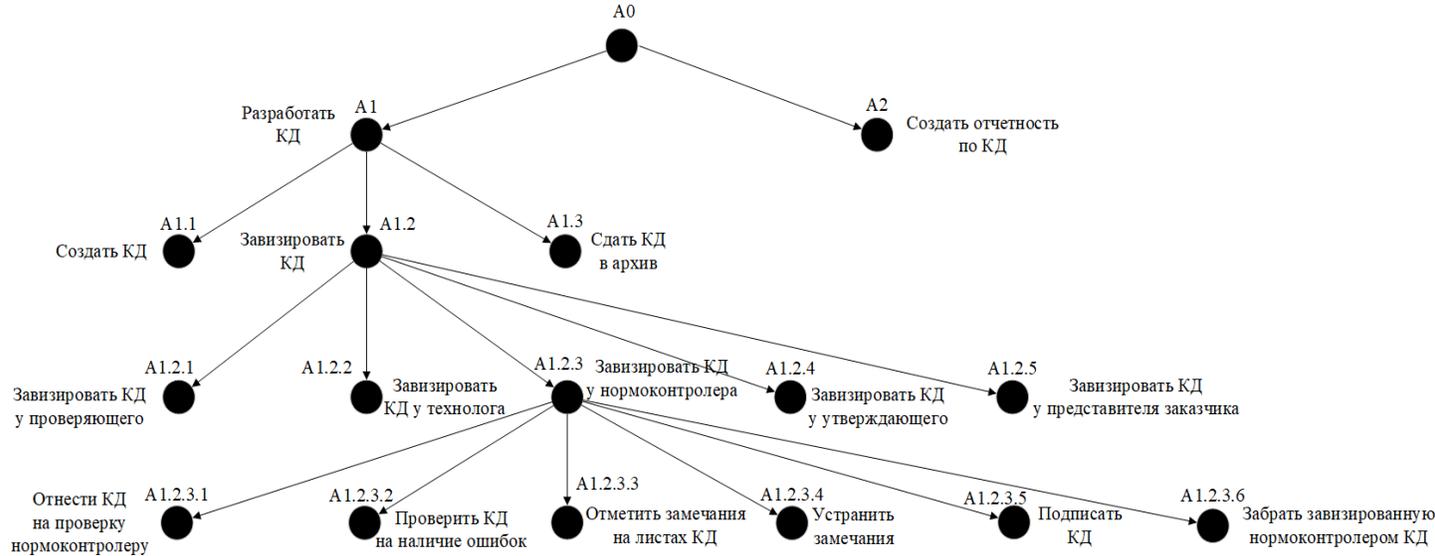


«TO-BE»



# Карта бизнес-процессов моделей «AS-IS» и «TO-BE»

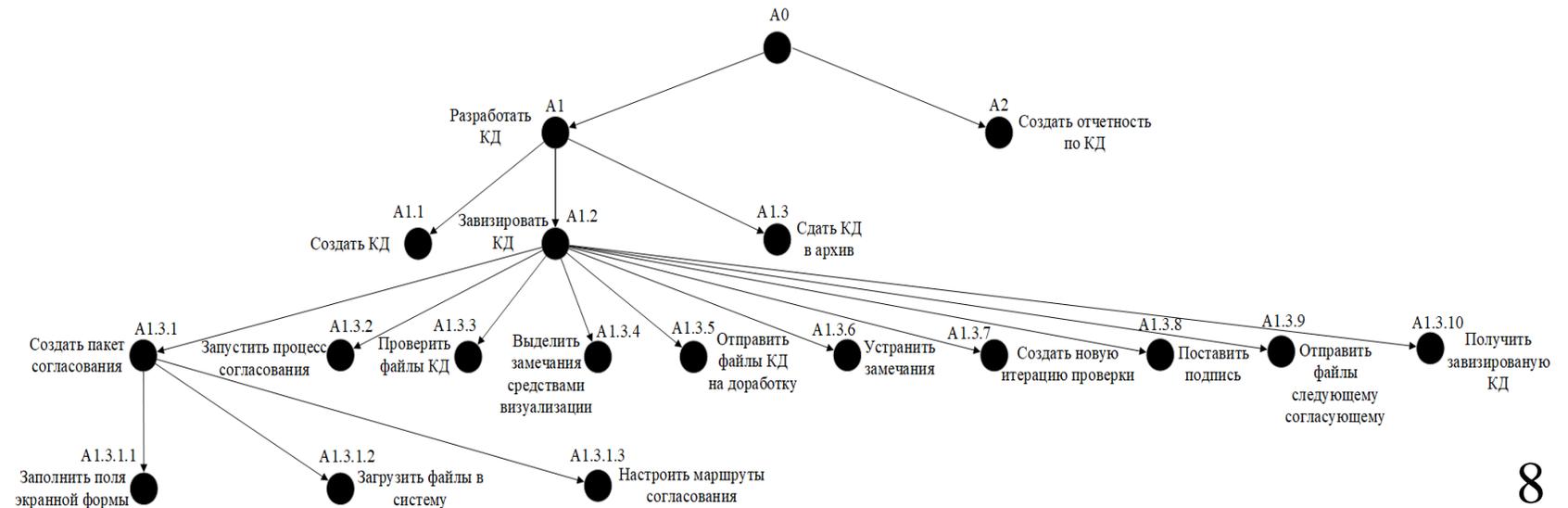
## Согласование конструкторской документации



«AS-IS»

«TO-BE»

## Согласование конструкторской документации



# Архитектура данных модуля в нотации UML Class Diagram



# Схема модуля (часть 1)

Автоматизированное рабочее место

Согласование документации - АРМ

Фильтры

Наименование пакета  Автор пакета

Состояние ЖЦ  Изделие

Найти Создать новый пакет

Пакет документов	Изделие	Статус ЖЦ	Автор пакета

Новый пакет согласования

Изделие

- 1. Файлы и маршруты
  - Папка Изделие
    - Файл
- 2. Дополнительные материалы

Наименование

Автор пакета

Подразделение

Изделие

OK Закрыть

Изделие

Изделие

- 1. Файлы и маршруты
  - Папка Изделие
    - Файл
- 2. Дополнительные материалы

Имя папки

Выбрать папку  Выбрать файлы

Удалить выбранные файлы  Переместить выбранные файлы в папку

«1»

Обозначение	Наименование	Вид документа	Маршрут согласования
1			

OK Закрыть

Изделие

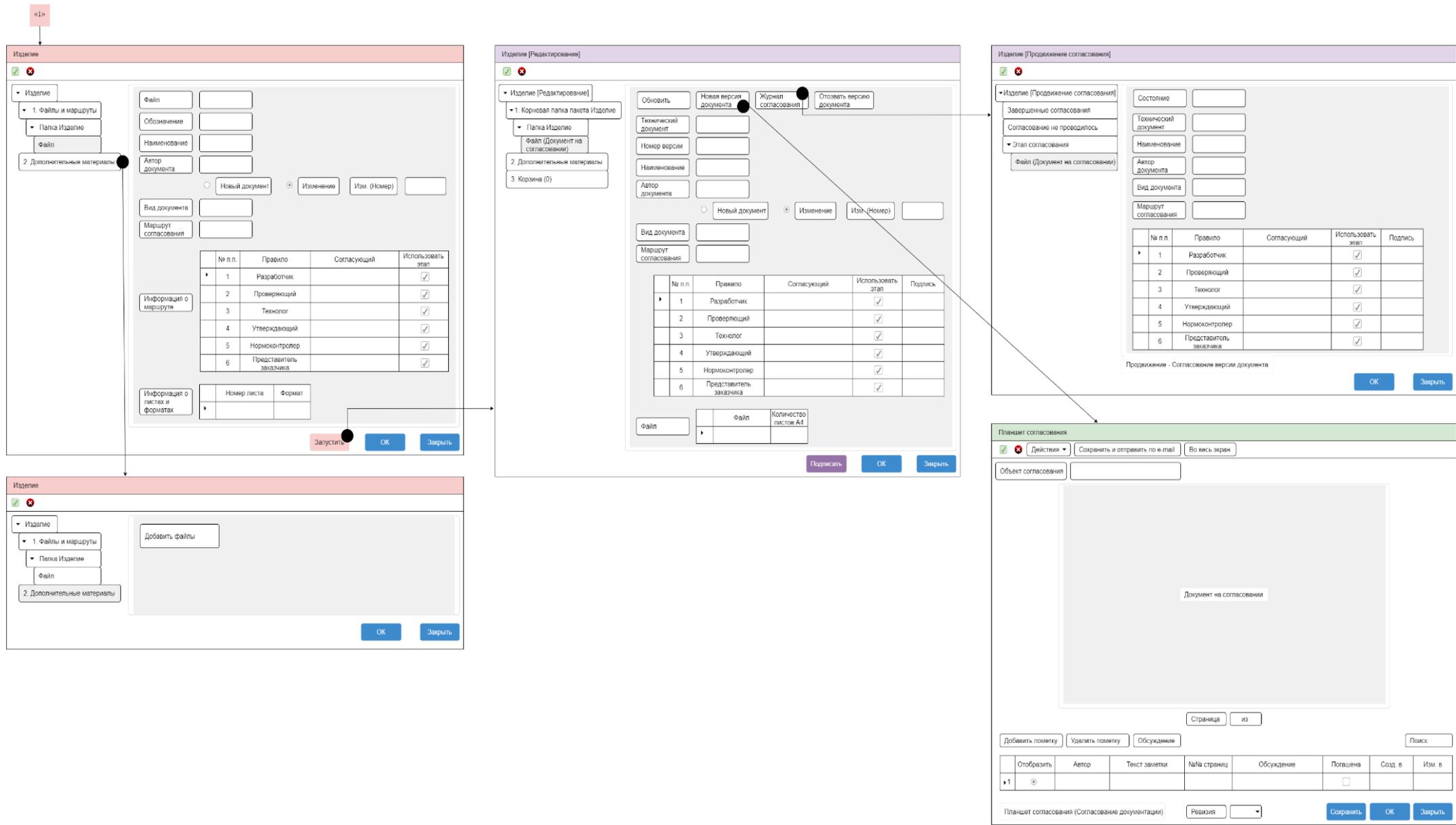
Изделие

- 1. Файлы и маршруты
  - Папка Изделие
    - Файл
- 2. Дополнительные материалы

Выбрать папку  Выбрать файлы  Выбрать из папки подразделения в PLM

OK Закрыть

# Схема модуля (часть 2)



# Реализация модуля

## Разработка экранной формы «Автоматизированное рабочее место»

The screenshot displays a software development environment with the following components:

- Menu:** Файл, Правка, Вид, Операции, Сервис, Конфигурирование, Справка.
- Toolbar:** Назад, Поиск, Отправить, Ответить, Переслать, Новый процесс, Найти процесс, Завершить/перейти к.
- Navigation:** Стартовый экран, Все хранилище: 1, Автоматизированное рабочее место, Конфигурирование: 1, 2, 3, **Конфигурирование: 4**.
- Table: Согласование документации - APM**

Команда UI	Ключ	Применим...	Тип данны...	Атрибут	Сортировка	Горячая кл...	Шаблон	Конфигурация	Заметки
одиночный объект									
Найти	Search	одиночны...			00-0010		Согласование ...	Согласование докуме...	
Создать новый пакет	CreateNewApprov...	одиночны...			05-0010		Согласование ...	Согласование докуме...	
атрибут объекта									
Filter_PackageName_Clear	Filter_PackageNam...	атрибут об...	текст	Наименование...			Согласование ...	Согласование докуме...	
Прервать поиск	BreakSearch	атрибут об...	текст	Поисковые оп...			Согласование ...	Согласование докуме...	

**Code Editor: Согласование документации - APM**

```
205  
206  
207 public override Object Invoke( String methodName, InfoObject obj, Object inputParams )  
208 {  
209     if(methodName == "GetObjectsByFilter")  
210     {  
211         var defaultMaxResultsCount = Service.GetCommonRegistryValue<int>(   
212             @"CommonSettings\plmsoyuzconfig\Configurations\ALMAZ_ENGINEERING_DocApproving\ExtSettings\MaxResultsCount",  
213             50);  
214         int maxResultsCount = (inputParams == null) ? defaultMaxResultsCount : (int)inputParams;  
215         var searchArgs = new NamedArgs();  
216  
217         //наименование пакета  
218         if(!obj.GetAttribute("Filter_PackageName").IsEmpty)  
219             searchArgs["Filter_PackageName"] = obj.GetString("Filter_PackageName");  
220  
221         //автор пакета  
222         if(!obj.GetAttribute("Filter_PackageAuthor").IsEmpty)  
223             searchArgs["Filter_PackageAuthor"] = obj.GetInfoObject("Filter_PackageAuthor");  
224  
225         //изделие  
226         if(!obj.GetAttribute("Filter_ProductObject").IsEmpty)
```

# Экранная форма «Автоматизированное рабочее место»

Автоматизированное рабочее место

Согласование документации - АРМ

Фильтры

Наименование пакета:  ✕ Автор пакета:  ✕ Изделие:  ✕

Состояние ЖЦ:   Пакеты только которые согласовываю сейчас  Пакеты только в которых участвую

Найти

Пакет документов	Изделие	Статус ЖЦ	Автор пакета			
▶ <b>1</b> Блок 1	<Выбрать...>	▶ Открытый	Дивакова Яна Андреевна			

# Экранная форма «Создание и редактирование пакета согласования»

The screenshot shows a software window titled "Новый пакет согласования" (New agreement package). The window contains a form for creating and editing a package. On the left side, there is a tree view with the following structure:

- Блок 1
  - 1. Файлы и маршруты
  - 2. Дополнительные материалы

The main form area contains the following fields:

- Наименование:** \* Блок 1
- Автор пакета:** Дивакова Яна Андреевна
- Подразделение:** конструкторско-технологический комплекс №40 СКБ-1 отдел 12
- Изделие:** <Выбрать...>

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "Основная\*" and two buttons: "OK" and "Закрыть".

# Экранная форма для ввода информации по документу

Блок 1

Блок 1

- 1. Файлы и маршруты
  - АБВГ.000001.001
    - АБВГ.000001.001СБ
  - 2. Дополнительные материалы

Файл: АБВГ.000001.001СБ.pdf  
Документ Adobe Acrobat, 230 КБ

Обозначение: \* АБВГ.000001.001СБ

Наименование: \* Изделие 1

Автор документа: Дивакова Яна Андреевна

Новый документ Изменение

Вид документа: Сборочный чертёж

Маршрут согласования: Сборочный чертёж (Изделия)

	№ п.л.	Правило	* Согласующий	Использовать этап
▶	1	Разработчик (подпись в основной надписи - Разраб.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	Проверяющий (подпись в основной надписи - Пров.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>
	3	Технолог (подпись в основной надписи - Т.Контр.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>
	4	Начальник отдела, разработавшего документ (подпись...	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>
	5	Нормоконтролер (подпись в основной надписи - Н.Ко...	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>

Заменить информацию о номерах. Заменить информацию о форматах. Удалить строки

	Номер листа	* Формат
▶	1	A3

Основная

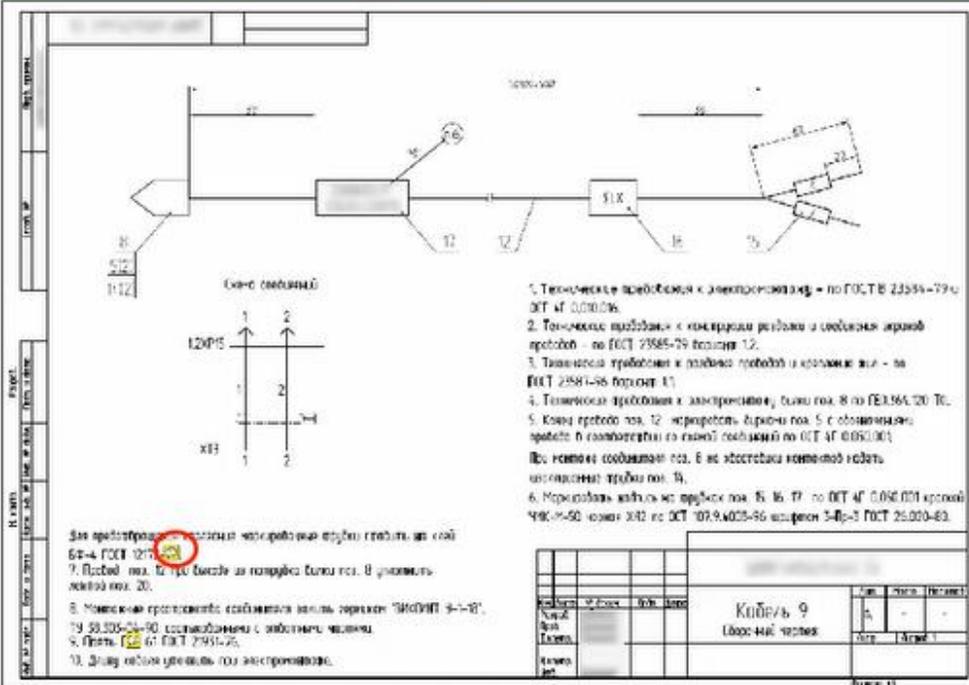
OK Закреть

# Экранная форма «Планшет согласования»

АБВГ.000001.001СБ.pdf

Действия Сохранить и отправить по e-mail Во весь экран

Объект согласования: [Согласование АБВГ.000001.001СБ \(Изделие 1\):1 по маршруту Сборочный чертеж \(Изделия\)](#)



1. Технические требования к электроизмерителю - по ГОСТ В 23355-79 и ОИТ 4Г 0100.006.  
2. Технические требования к измерению резьбы и свободной конусной резьбы - по ГОСТ 23585-79 позиция 1.2.  
3. Технические требования к резьбе профилей и коническим резьбам - по ГОСТ 23584-86 позиция 4.1.  
4. Технические требования к электроизмерителю, выки по 8 по ГОСТ 1564.20 ТБ.  
5. Конус резьбы по 12 измерять выки по 5 с обозначением резьбы в соответствии со схемой резьбы по ОИТ 4Г 0100.006.  
Во всех случаях свободная резьба в соответствии с конусом резьбы по 9.  
6. Мероприятия контроля выки по 16, 17 по ОИТ 4Г 0100.001 конусной ЧРК по 50 конус Х12 по ОИТ 107.9.005-86 конусом 3-Фр-3 ГОСТ 25.000-83.

Код	Имя	Полное
Клибель 9	Лобос-нап чертеж	

Для предотвращения возникновения несоответствия резьбы резьбы, см. код 62-4 ГОСТ 12717-77.  
7. Резьба по 12, 13, 14 должна быть проверена выки по 8, измеритель выки по 20.  
8. Максимальное отклонение свободной конусной резьбы "ИСОДПТ 9-1-81".  
9. Резьба по 12, 13, 14 должна быть проверена выки по 8, измеритель выки по 20.  
10. Для резьбы выки по 16, 17 измерять выки по 5.

Страница: 1 из 1 След. пометка

Добавить пометку Удалить пометку Обсуждение Только мои Только непогащенные

№	Ото	Дата	Автор	Текст заметки	№№ страниц	Обсуждение	Погашена	Созд. в	Изм. в
1	✓	1 июня 2022 г. ...	Диева Я. А.	Комментарий/замечание	1	Записей нет	<input type="checkbox"/>	рев.1	рев.1

Планшет согласования (Согласование документации) Ревизия: 1

Сохранить OK Закрыть

# Экранная форма «Продвижение согласования»

Блок 1 [Продвижение согласования]

✓ ✗

Блок 1 [Продвижение согласования]

- Завершенные согласования
- Согласование не проводилось
- Этап Проверяющий (подпись в основной надписи)
  - АБВГ.000001.001СБ [Изделие 1]

Состояние: Согласование идет. На согласовании у текущего согласующего

Технический документ: АБВГ.000001.001СБ [Изделие 1]

Наименование: Изделие 1

Автор документа: Дивакова Яна Андреевна

Вид документа: Сборочный чертеж

Маршрут согласования: Сборочный чертеж (Изделия)

	№ п.п.	Правило	* Согласующий	Использовать этап	Подпись
▶	1	Разработчик (подпись в основной надписи - Разраб.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>	Дивакова Яна
	2	Проверяющий (подпись в основной надписи - Пров.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>	Не подписано
	3	Технолог (подпись в основной надписи - Т.Контр.)	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>	Не подписано
	4	Начальник отдела, разработавшего документ (подпись...	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>	Не подписано
	5	Нормоконтролер (подпись в основной надписи - Н.Ко...	Выбирать не нужно	<input checked="" type="checkbox"/>	Не подписано

Основная | Основная служебная

Продвижение - Согласование версии документа

OK | Закреть

# Нагрузочное тестирование

$$t_{\text{ср. ариф.}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - t_{\text{ср. ариф.}})^2} \quad (2)$$

$$\Delta t = \sqrt{\left(\frac{\sigma \cdot P}{\sqrt{n}}\right)^2 + \Delta t_p^2} \quad (3)$$

$$t_{\text{откл}} = t_{\text{ср. ариф.}} \pm \Delta t \quad (4)$$

где  $t_{\text{ср. ариф.}}$  – среднее ариф. время отклика,

$t_i$  – время отклика  $i$ -го измерения,

$n$  – количество измерений,

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение,

$\Delta t$  – погрешность измерений,

$P$  – доверительная вероятность,  $P = 0,95$ ,

$\Delta t_p$  – абсолютная погрешность электронного секундомера,  $\Delta t_p = 0,005$  с;

$t_{\text{откл}}$  – итоговое время отклика.

Кол-во пакетов	Действие	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$	$t_3, \text{ с}$	$t_4, \text{ с}$	$t_5, \text{ с}$	$t_{\text{ср. ариф.}}, \text{ с}$	$\sigma, \text{ с}$	$\Delta t, \text{ с}$	$t_{\text{откл}}, \text{ с}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	Создание	1,03	1,02	1,0	1,03	1,03	1,022	0,012	0,0070	$1,022 \pm 0,007$
	Поиск	0,76	0,78	0,76	0,77	0,75	0,764	0,010	0,0066	$0,764 \pm 0,007$
50	Создание	1,04	1,04	1,06	1,05	1,06	1,050	0,009	0,0063	$1,050 \pm 0,006$
	Поиск	0,80	0,81	0,82	0,81	0,83	0,814	0,010	0,0066	$0,814 \pm 0,007$
250	Создание	1,04	1,05	1,04	1,07	1,07	1,054	0,014	0,0080	$1,054 \pm 0,008$
	Поиск	0,91	0,95	0,94	0,96	0,98	0,948	0,023	0,0110	$0,948 \pm 0,011$

# Результаты внедрения модуля

Показатель	Бумажный процесс согласования	Электронный процесс согласования
Среднее время передачи КД между этапами проверки	20 минут	0 минут
Среднее время ожидания проверки КД	1 неделя	3 рабочих дня
Процент завизированной КД после первой проверки	10%	10%
Среднее время проверки КД формата А4	30 минут	15 минут
Число ошибочных файлов при сдаче КД в архив ОТД в месяц	2	0
Среднее время сдачи КД в архив ОТД	30 минут	5 минут
Автоматизированный учет КД в процессах	Нет	Да
Контроль согласующими на предыдущих этапах за последующими изменениями в процессе проверки КД	Нет	Да

# Заключение

В результате выпускной квалификационной работы разработана методика автоматизации согласования конструкторской документации на предприятии посредством внедрения автоматизированного модуля PLM-системы, который может быть рекомендован в качестве типовой структуры модуля согласования на любое промышленное предприятие.

Изучена каскадная модель внедрения корпоративных информационных систем и пройдены все её этапы. Таким образом, в результате внедрения модуля согласование конструкторской документации стало полностью автоматизированным. Цель выпускной квалификационной работы достигнута, все поставленные задачи выполнены.

Благодарю за внимание!