

## МОДЕЛЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ В САПР АСУ

**Круглов Борис Владимирович**, соискатель кафедры «Вычислительная техника» Ульяновского государственного университета. Окончил механико-математический факультет Ульяновского государственного университета. Ведущий программист ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Имеет публикации в области автоматизации проектирования АСУ. [e-mail: boris\_kruglov@mail.ru].

### Аннотация

В статье рассматриваются система электронного документооборота (ЭДО), созданная в качестве базовой информационной технологии (БИТ) ИАСУ, и возможность использования ее в проектировании САПР АСУ. Предлагается улучшить управление регламентированным документооборотом (РДО), пользуясь моделью последовательной разработки документа для нахождения оптимального расписания выполнения частей документа.

Ключевые слова: проектирование АСУ, электронный документооборот, теория расписаний.

### Abstract

The article deals with a system of electronic-document management, created as a base information technology of integrated C2 system, and possibility of using CAD during design. It offers the improvement of the control of regulated document management using a model of step-by-step development of documents for selection of an optimal schedule for the execution of document parts.

Key words: design of C2 system, electronic-document management, scheduling theory.

Система поддержки документооборота может использоваться для автоматизации разработки технической документации при проектировании АСУ в целях сокращения сроков и повышения качества создаваемых изделий. При этом решаются следующие задачи:

- Документирование:
  - подготовка, оформление документов;
  - согласование, утверждение документов;
  - выпуск документов;
- Обеспечение документооборота:
  - прием документов;
  - регистрация документов;
  - организация прохождения документов и их проектов;
    - отправка документов;
    - передача документов на архивное хранение;
- Обеспечение работы с документами в процессе осуществления управления:
  - контроль исполнения;
  - учет, оперативное хранение, организация систем классификации, индексирования, поиска и обработки документов;
    - защита от несанкционированного доступа;
    - совместное использование документов сотрудниками при соблюдении необходимого уровня контроля доступа;
    - обеспечение процесса принятия решений и отчетности по документам;

- информационное обслуживание пользователей;

• Автоматизация процедур архивирования, архивного хранения, уничтожения документов, жизненный цикл которых завершен:

- выполнение правил хранения, обеспечение поиска и использования;
- осуществление передачи на государственное хранение или уничтожение архивных документов.

Система электронного документооборота, разработанная в ФНПЦ ОАО «НПО «Марс» в качестве базовой информационной технологии ИАСУ, может использоваться и в качестве элемента САПР.

Весь комплекс электронного документооборота можно разделить на две составляющие — модуль электронного документооборота и модуль поддержки регламентированного документооборота. На рисунке 1 показана схема функционирования комплекса.

Функциональные возможности модуля ЭДО:

- ввод в электронный документооборот документов, разработанных с помощью пакета офисных средств, поступивших из каналов связи, в буферном виде и отсканированных;
- обработка документа — согласование, утверждение, исполнение резолюций, сохранение результатов обработки в базе данных;

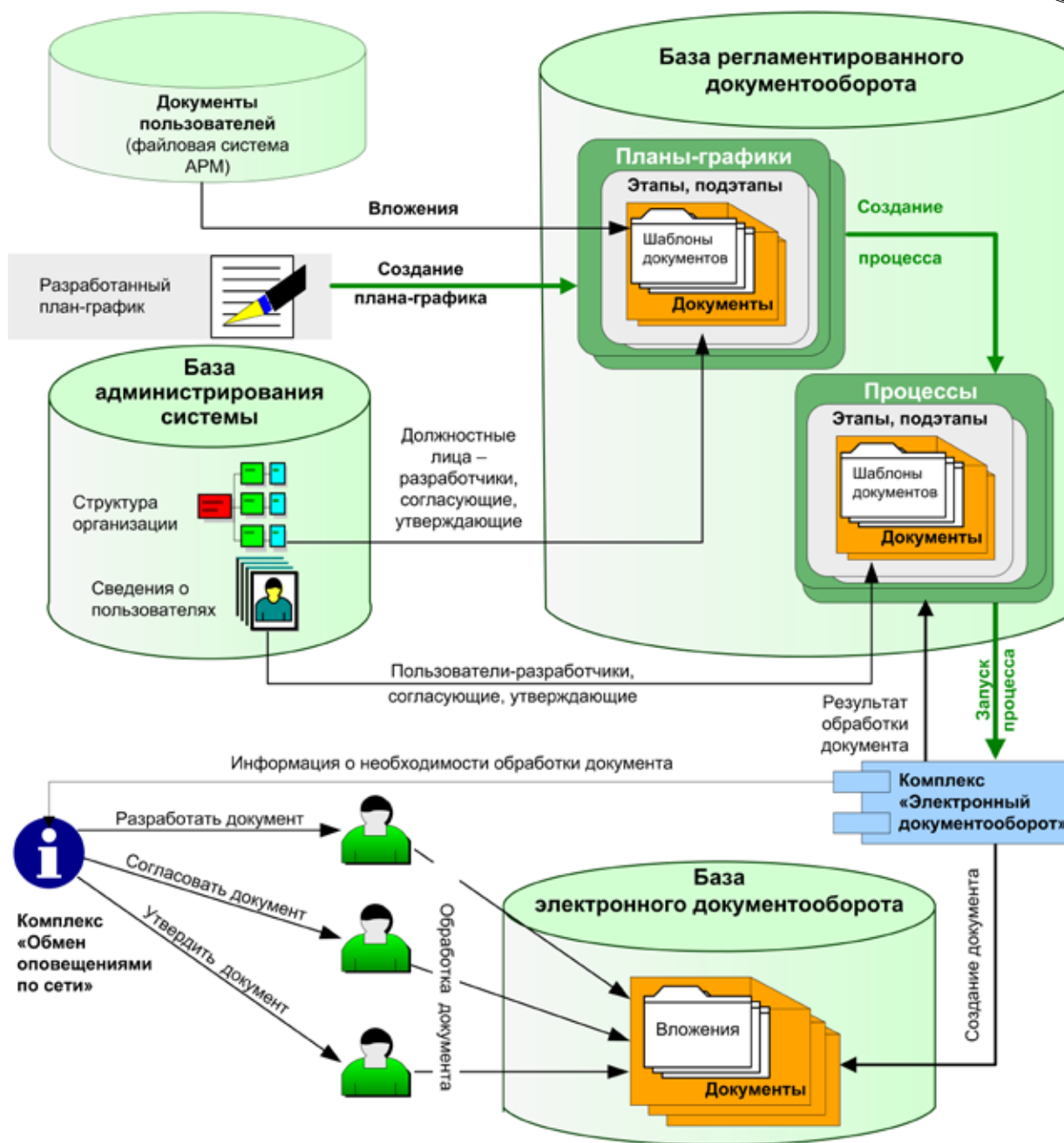


Рис. 1. Схема деления электронного документа на подсистемы (ЭДО и РДО)

- оповещение пользователя обо всех событиях в системе документооборота;
- регистрация входящей, исходящей и внутренней документации;
- направление документов исполнителям вместе с поручениями по ним и контроль за ходом исполнения поручений;
- автоматический контроль сроков исполнения резолюций руководства и оповещение пользователей о документах с критическими сроками исполнения;
- поиск документов в базе данных документооборота, возможность сохранения наиболее часто используемых условий отбора;
- подготовка документов для передачи по каналам связи;

- публикация документа на специальном сайте регламентированного содержания;
- передача отработанного документа в электронный архив;
- формирование отчетов установленной формы.

Функциональные возможности модуля РДО:

- Формирование типовых регламентов обработки документов (планов-графиков);
- Создание на основе типового регламента конкретного процесса исполнения;
- Контроль и управление процессом исполнения;
- Планирование регламентированного процесса разработки документов и создание унифицированных планов-графиков;

- определение этапов и подэтапов разработки документов;

- определение порядка следования каждого этапа (подэтапа) и доли времени, отводимой на его выполнение, от общего времени;

- определение перечня документов, разрабатываемых на каждом этапе (подэтапе), и состава их исполнителей на уровне должностей;

- определение регламента согласования и утверждения каждого документа на уровне должностей;

- Уточнение унифицированного плана-графика согласно конкретным условиям разработки:

- выбор одного из разработанных ранее планов-графиков или ранее выполненных процессов, его просмотр и уточнение, при необходимости;

- установка времени, отводимого на весь процесс разработки;

- формирование повременного плана-графика исполнения каждого этапа и подэтапа;

- выбор для каждого документа конкретных исполнителей из состава

указанных в плане-графике подразделений;

- Контроль и управление процессом разработки документов:

- ввод документа в ЭДО при наступлении условий для его разработки;

- автоматическая передача каждого документа на следующий этап его обработки (согласование, утверждение) после окончания предыдущего;

- завершение разработки всех документов предыдущего этапа до начала разработки документов следующего этапа;

- контроль исполнения сроков разработки этапов и подэтапов (с выделением просроченных этапов), возможность изменения сроков этапов и подэтапов в случае, если разработка их не закончена в заданное время;

- отображение состояния разработки документов;

- Оповещение пользователя о поступивших ему на обработку документах;

- Регистрация и размещение процесса в базе данных документооборота;

- Выбор шаблона, используемого при разработке документа;

- Разграничение доступа к графикам и процессам разработки документов.

Создание планов-графиков (рис. 2, 3) недостаточно формализовано, поэтому не обеспечивает оптимальную организацию работ над документами, позволяющую сократить время разработки.

Для поиска оптимальной организации необходимо создать математическую модель разработки документов и программные средства ее анализа.

В общем случае для каждой совокупности разрабатываемых при проектировании документов создается своя модель, характеризующая последовательность составных частей в подразделениях.

Построим модель оптимизации разработки протоколов сопряжения АСУ с другими систе-

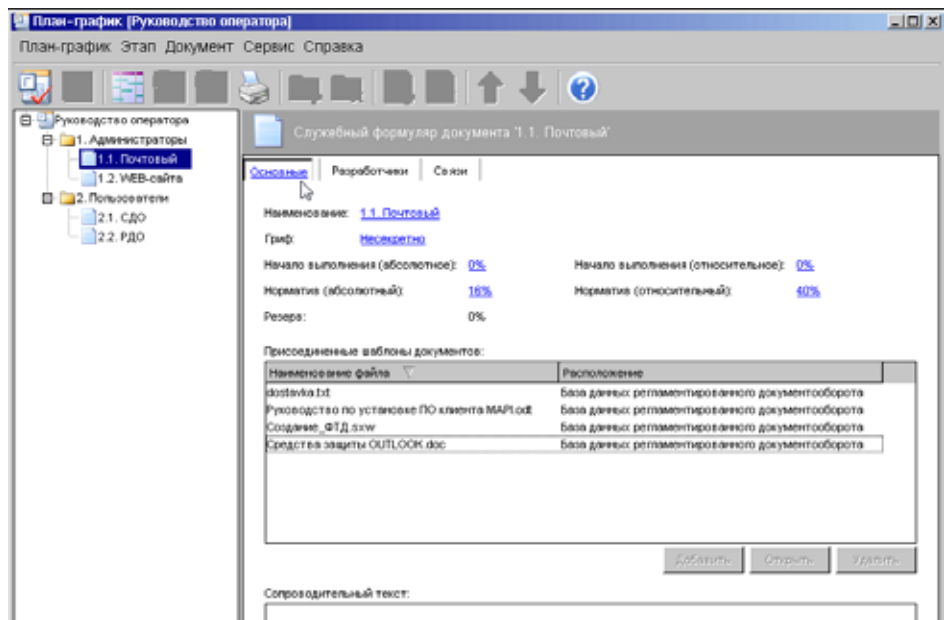


Рис. 2. Окно редактирования свойств плана-графика

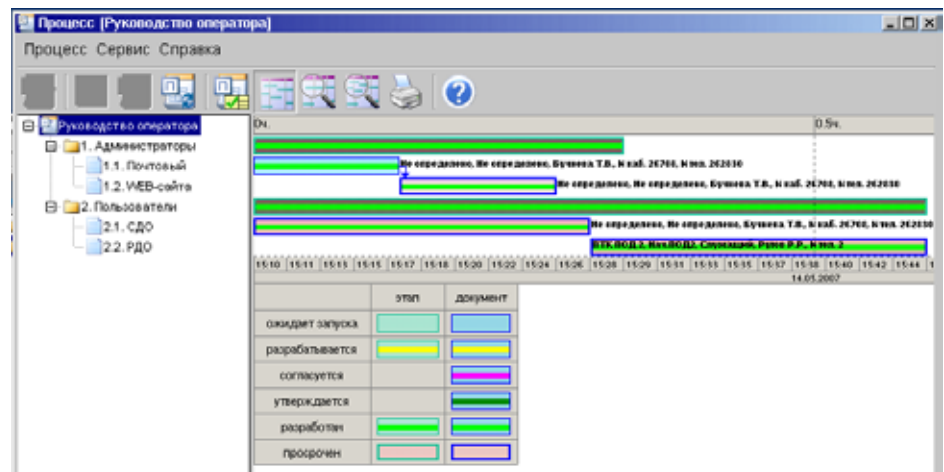


Рис. 3. Окно свойств запущенного процесса

мами. В иерархических АСУ необходимо разрабатывать 50–70 протоколов сопряжения, каждый из которых представляет собой документ объемом до 200 листов, содержащий основные решения по взаимодействию. Приблизительно можно считать, что разделы документов разрабатываются последовательно различными группами исполнителей.

В таблице 1 приведен состав разделов, их объем и исполнители.

Так как протоколы различаются по содержанию, то время подготовки разделов в группах различное. На время разработки всех протоколов влияет порядок их поступления. Математическая модель позволяет автоматизировать поиск оптимального решения.

Построим модель процесса разработки протоколов в предположении, что документ разрабатывается **последовательно** [1]. В общем случае документ разрабатывается  $n$  группами сотрудников и состоит из  $n$  разделов (рис. 4).

При последовательной реализации документации в  $n$  группах разработка выходных документов производится в  $n$  этапов. На  $j$ -м этапе в  $j$ -й группе исходными данными являются выходные результаты  $(j-1)$ -й группы. Выходные результаты  $j$ -й группы являются исходными данными  $(j+1)$ -й группы. Результаты  $n$ -го этапа в  $n$ -й группе образуют выходной документ [2].

Предположим, что в каждой группе этапы разработки выполняются одним ресурсом.

Время выполнения  $j$ -го этапа разработки  $i$ -го документа:

$$t_{ij} = \alpha_{ij} \cdot V_{ij} / R_j; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n},$$

где  $m$  – количество документов,

$V_{ij}$  – объем  $j$ -го этапа разработки  $i$ -го документа;

$R_j$  – ресурс  $j$ -й группы, используемый при выполнении  $j$ -го этапа разработки всех документов;

$\alpha_{ij}$  – коэффициенты связи трудоемкости выполнения  $j$ -го этапа разработки  $i$ -го документа.

Время выполнения  $j$ -го этапа всех документов:

$$T_j = \sum_{(i=1)}^m \alpha_{ij} \cdot V_{ij} / R_j.$$

Время полной разработки  $i$ -го документа:

$$t_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \cdot V_{ij} / R_j.$$

Время полной разработки всех документов с учетом того, что очередной этап выполнения отдельного документа начинается после выполнения предыдущего этапа разработки данного документа:

$$T = \sum_{i=1}^m t_{i1} + \sum_{j=2}^n t_{mj} + \begin{cases} t'_{m-1j} - t''_{mj-1}, & \text{если } t'_{m-1j} > t''_{mj-1}; \\ 0, & \text{если } t'_{m-1j} \leq t''_{mj-1}. \end{cases}$$

$$t'_{m-1j} = t_{m-1j} + \begin{cases} t'_{m-2j} - t''_{m-1j-1}, & \text{если } t'_{m-2j} > t''_{m-1j-1}; \\ 0, & \text{если } t'_{m-2j} \leq t''_{m-1j-1}. \end{cases}$$

$$t''_{mj-1} = \begin{cases} t''_{mj-2} + (t_{mj-1} - t'_{m-1j-1}), \\ \text{если } t''_{mj-2} + (t_{mj-1} - t'_{m-1j-1}) > t_{mj-1}; \\ t_{mj-1}, & \text{если } t''_{mj-2} + (t_{mj-1} - t'_{m-1j-1}) \leq t_{mj-1}. \end{cases}$$

Таблица 1

Структура протоколов и исполнители

Протокол информационно-технической совместимости				
№	Наименование раздела	Краткое содержание	Исполнитель	Трудоемкость (кол-во страниц)
1	Исходные данные		Группа 1	50
2	Назначение и область применения	Объекты взаимодействия, для которых разработаны протокол, цели взаимодействия, а также область применения (в мирное время, военное время, при сборе информации, при формировании или функционировании временных ударных (огневых) контуров и т. п.).	Группа 2	10
3	Организационная совместимость	Перечень объектов взаимодействующих систем и порядок взаимодействия.	Группа 3	10
4	Техническая совместимость	Описание способов и технических средств, обеспечивающих создание трактов взаимообмена информацией между объектами взаимодействующих систем и комплексов.	Группа 4	20
5	Программная совместимость	Состав используемых программных средств, реализующих требования по взаимодействию.	Группа 5	20
6	Информационная совместимость	Перечень и форматы информации (документов) взаимообмена. Перечень и структура используемых классификаторов и словарей. Правила кодирования объектов учета.	Группа 6	40
7	Защита информации	Состав используемых технических и программных средств защиты информации. Логика и состав информации взаимодействия систем в части защиты информации.	Группа 7	20

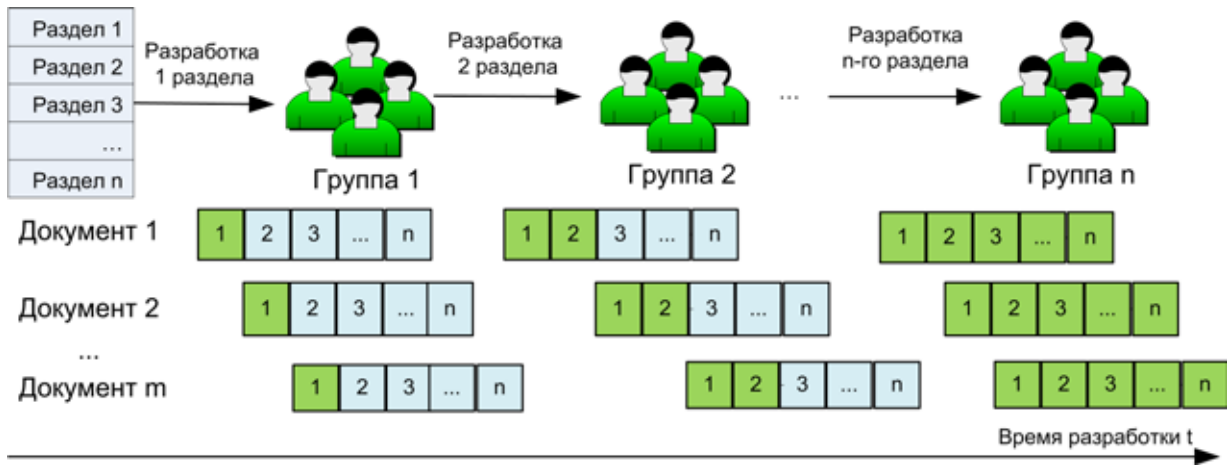


Рис. 4. Схема последовательной разработки документа

Минимизация времени разработки всех документов при заданном общем ресурсе достигается распределением ресурса по этапам и установлением оптимального расписания выполнения работ:

$$T = \sum_{i=1}^m t_{i1} + \sum_{j=2}^n t_{mj} + \begin{cases} t'_{m-1j} - t''_{mj-1}, & \text{если } t'_{m-1j} > t''_{mj-1} \\ 0, & \text{если } t'_{m-1j} \leq t''_{mj-1} \end{cases} \rightarrow \min_{t_{ij} \Omega}$$

$$R = \sum_{j=1}^n R_j, \quad \Omega = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_M)$$

где  $\Omega = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_M)$  – множество расписаний, последовательностей разработки документов на этапах.

Минимизация общего ресурса при заданном времени реализации функциональной системы достигается установлением времени выполнения отдельных этапов каждого документа и расписанием работ:

$$\sum_{j=1}^n R_j(t_{ij}, \Omega) \rightarrow \min;$$

$$\Omega = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_M);$$

$$T = \sum_{i=1}^m t_{i1} + \sum_{j=2}^n t_{mj} + \begin{cases} t'_{m-1j} - t''_{mj-1}, & \text{если } t'_{m-1j} > t''_{mj-1} \\ 0, & \text{если } t'_{m-1j} \leq t''_{mj-1} \end{cases} = T_0.$$

Минимизация времени разработки отдельного документа при заданном общем ресурсе, времени разработки всех документов или отдельных документов достигается распределе-

нием ресурса по этапам и установлением оптимального расписания:

$$T = \sum_{i=1}^z t_{i1} + \sum_{j=2}^n t_{zj} + \begin{cases} t'_{z-1j} - t''_{zj-1}, & \text{если } t'_{z-1j} > t''_{zj-1} \\ 0, & \text{если } t'_{z-1j} \leq t''_{zj-1} \end{cases} \rightarrow \min_{t_{ij} \Omega}$$

$$T = \sum_{i=1}^m t_{i1} + \sum_{j=2}^n t_{zj} + \begin{cases} t'_{m-1j} - t''_{mj-1}, & \text{если } t'_{m-1j} > t''_{mj-1} \\ 0, & \text{если } t'_{m-1j} \leq t''_{mj-1} \end{cases} = T_0;$$

$$\sum_{j=1}^n R_j = R \quad \Omega = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_M),$$

где  $z$  – номер документа с минимальным временем разработки в установленной оптимальной последовательности.

Программная реализация рассмотренной модели может эффективно дополнить функции регламентированного документооборота, сократив сроки разработки проектной документации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. К. Автоматизация документооборота и задачи оптимальной организации делопроизводства / А. К. Иванов, Б. В. Круглов // Сб. науч. тр. всерос. конф. «Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации». – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – С. 123–131.

2. Иванов А. К. Математическое моделирование в технологии проектирования АСУ / А. К. Иванов – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 290 с.