

УДК 005.92+930.25

Совершенствование методов учёта бумажной конструкторской документации с использованием принципов упорядочения

Борк В.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Аэрокосмический факультет, кафедра «Компьютерные системы и сети»*

Никитин А.В., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Аэрокосмический факультет, кафедра «Компьютерные системы и сети»*

Хохлов А.В., инженер

*Россия, 143966, Московская обл., г. Реутов,
ОАО «ВПК «НПО машиностроения»*

*Научный руководитель: Климов М. Г., заместитель начальника комплекса,
Россия, 143966, Московская обл., г. Реутов,
ОАО «ВПК «НПО машиностроения»*

bauman@bmstu.ru

Для формирования предложений по совершенствованию методов учёта бумажной конструкторской документации (КД) необходимо провести анализ системы учёта КД, существующей на головном предприятии ОАО «ВПК «НПО машиностроения» (Московская обл., г. Реутов).

В настоящее время в картотеке бумажного архива (БА) отдела технической документации (ОТД) ОАО «ВПК «НПО машиностроения» хранится около 500 000 бумажных карточек учёта действующих конструкторских документов в соответствии с [1]. За рабочий день в ОТД поступает от 50 до 500 бумажных конструкторских документов, причём из года в год поток разрабатываемой и сдаваемой документации возрастает. Работа сотрудников картотеки БА заключается в создании бумажной карточки учёта на каждый поступающий бумажный документ, размещении этой карточки в картотеке и последующих обращениях к бумажным карточкам учёта для внесения изменений в сведения о документе (например, при поступлении извещения об изменении или при дополнительной рассылке копий документа). При работе с бумажными карточками учёта регулярно возникают проблемы двух видов:

1. карточка по ошибке была помещена не в свой ящик;

2. карточка по ошибке была помещена не на своё место в ящике (т. е. был нарушен алфавитно-цифровой порядок выкладки карточек в ящике).

Измерения показывают, что даже для изделий простой структуры до 1 % от общего количества карточек учёта с данным обозначением изделия может находиться не на своём месте, что увеличивает время поиска карточек в ящиках. Например, для внимательного просмотра одного картотечного ящика ёмкостью 1 500 – 2 200 карточек и упорядочения хранящихся в нём карточек требуется в среднем 40 минут. За один рабочий день сотрудник картотеки БА, как правило, обрабатывает несколько карточек учёта КД из разных ящиков и может тратить на это от нескольких часов практически до полного рабочего дня. Такие потери времени на поиск и упорядочение карточек следует считать неприемлемыми.

Рассмотрим возможные способы устранения потерь времени на поиск и упорядочение бумажных карточек учёта КД при автоматизированном учёте и при неавтоматизированном учёте.

При создании автоматизированной системы учёта КД мы сталкиваемся с необходимостью разработки сложного программно-аппаратного комплекса. Такая разработка требует значительных временных затрат. Исходя из существующих методов и средств проектирования, создания и внедрения программного обеспечения (ПО), трудоёмкость подготовки технического задания, разработки и внедрения комплекса составляет от нескольких человеко-месяцев до одного человеко-года [2], а трудоёмкость перевода информации, содержащейся в существующих бумажных карточках учёта КД, в электронный вид может составить несколько человеко-лет. При этом в процессе разработки и внедрения системы автоматизированного учёта КД, деятельность архива долговременного хранения (ДХ) не прекращается, а это значит, что каждый день в ОТД будет поступать новая документация и регламентированные изменения ранее сданной КД. Таким образом, в сложившейся ситуации, существующие неавтоматизированные методы учёта бумажных карточек КД без модернизации приведут к тому, что количество ошибок, допущенных в картотеке ОТД, превысит допустимые значения.

Автоматизированная система учёта КД полностью устраняет две описанные выше проблемы, поскольку электронные карточки учёта КД физически не перемещаются (может изменяться только их состояние и права доступа к ним). В настоящее время в План технического развития предприятия внесён переезд ОТД в другой корпус в 2016 году, поэтому мы предлагаем рассмотреть возможность организации автоматизированного учёта КД в новом помещении. Поскольку архив БА является архивом ДХ (КД на

предприятия, как правило, хранится бессрочно), то после переезда отдела в новое помещение срок начала разработки и внедрения автоматизированной системы учёта КД не будет являться критическим.

Поскольку исторически бóльшая часть КД создавалась в бумажной форме представления, то в настоящее время в ОТД ведётся неавтоматизированный учёт КД.

Для упрощения поиска и упорядочения бумажных карточек учёта КД предлагается применить маркировку карточек и ящиков.

Существуют три основных способа маркировки:

- 1) маркировка наклеиваемыми цветными элементами;
- 2) удаление частей маркируемого объекта;
- 3) маркировка окрашиванием.

При выборе способа маркировки необходимо учитывать, что время, затрачиваемое сотрудниками картотеки БА на маркировку одной существующей карточки учёта КД, не должно превышать времени создания новой бумажной карточки учёта КД. При этом маркировка должна быть надёжной и достаточно долговечной (т. е. должна выдерживать многократные извлечения карточки из ящика), а также дешёвой (будем считать стоимость маркировки бумажных карточек учёта КД приемлемой, если ежемесячный расход маркировочных средств не превышает размера фонда оплаты труда (ФОТ) одного сотрудника картотеки БА).

Маркировка наклеиваемыми цветными элементами позволяет маркировать как изношенные, так и новые карточки. Надёжность крепления наклеиваемого цветного элемента зависит от свойств связующего материала (клея) и площади склеиваемых поверхностей.

Маркировка удалением частей маркируемого объекта является самой простой с точки зрения физического исполнения, но, в то же время, самой сложной с точки зрения определения места маркировки, поскольку на полях карточек учёта КД могут быть нанесены служебные отметки. Стоимость данного способа маркировки практически нулевая, поскольку не требует никаких специальных материалов.

Маркировка окрашиванием является очень простой и дешёвой, так как для этого способа не нужны специальные навыки. Представим сравнение трёх способов маркировки в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение способов маркировки бумажных карточек учёта КД

Метод	Сложность маркировки*	Надёжность	Экономическая составляющая
Маркировка наклеиваемыми цветными элементами	Сложно, сопоставимо с удалением элементов	Менее надёжно, чем маркировка окрашиванием	Сильно зависит от используемых материалов
Удаление частей маркируемого объекта	Сложно	Очень надёжно	Очень дешево
Маркировка окрашиванием	Просто	Надёжность зависит от свойств краски и характеристик поверхности	Слабо зависит от используемых материалов
* с точки зрения подготовительных операций			

Проанализировав методы маркировки бумажных карточек учёта КД, мы предлагаем объединить методы маркировки наклеиваемыми цветными элементами и окрашиванием в единую систему маркировки. Так, для старых карточек будем использовать маркировку наклеиваемыми цветными элементами, а для новых карточек маркировку окрашиванием. Такой подход позволит объединить положительные свойства обоих способов и сгладить их недостатки, поскольку это приведёт к нулевой трудоёмкости маркировки новых карточек учёта КД в картотеке БА (карточки с заданной маркировкой будут заказываться в типографии предприятия) и исключит сложности, возникающие при маркировке изношенных бумажных карточек учёта КД (например, ветхие края старых бумажных карточек учёта КД затруднительно окрашивать).

Для количественной оценки достигаемого положительного эффекта был проведён следующий эксперимент:

- 1) был выбран один ящик с карточками, относящимися к одной часто используемой группе обозначений изделий, проверено наличие всех карточек с такими обозначениями и проведено их стандартное упорядочение;
- 2) проведена маркировка выбранных карточек с помощью двух инструментов:
 - а) принадлежность карточки к данному ящику обозначается цветной клейкой закладкой или этикеткой выбранного цвета, размещённой в левой, средней или правой части верхнего края карточки (см. рисунок 1);



Рис.1. Пояснение принципов маркировки бумажных карточек учёта конструкторских документов:

а) применение цветных клейких закладок; б) применение цветных клейких этикеток

б) после упорядочения и маркировки всех карточек выбранного ящика последовательность размещения карточек фиксируется с помощью широкой цветной полосы, проводимой по линейке перманентным маркером по верхней кромке карточек, из угла в угол;

3) новые карточки с данным обозначением маркируются сотрудниками картотеки БА аналогичным образом (в случае добавления нескольких подряд идущих карточек в промаркированный ящик в появившемся незакрашенном «прямоугольном разрыве» проводится полоса вдвое меньшей ширины от одного угла прямоугольника до противоположного, как показано на рисунке 2);

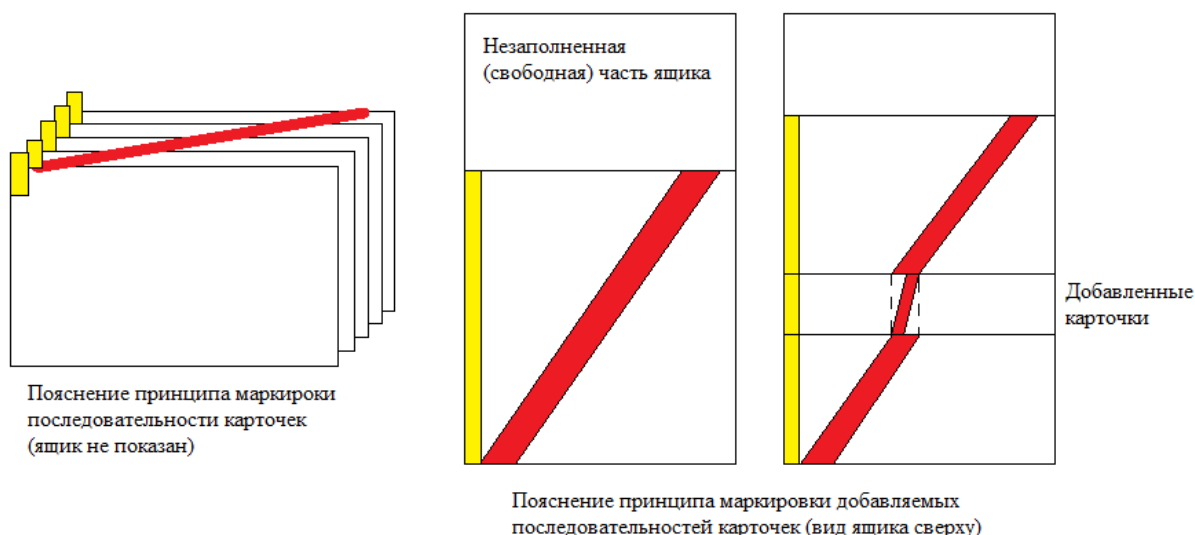


Рис. 2. Пояснение принципов маркировки бумажных карточек учёта конструкторских документов: применение широких цветных полос

- 4) в дальнейшем, если карточка с выбранным обозначением изделия будет случайно помещена в другой ящик, цвет и местоположение цветного клейкого элемента позволят легко исправить эту ошибку; если карточка будет случайно помещена не на своё место в своём ящике, местоположение широкой цветной полосы позволит быстро переместить карточку на её место.

В ходе эксперимента предстояло выяснить, какой из наклеиваемых цветных элементов (клеякие закладки или этикетки) в методе маркировки наклеиваемыми цветными элементами является предпочтительным.

Трудоёмкость наклеивания одной цветной клейкой закладки или этикетки получается примерно одна и та же. Поскольку этикетки наклеиваются на обе стороны карточки, а не на одну, как в случае с использованием цветных клейких закладок, вероятность отклеивания этикетки гораздо меньше, чем у цветной клейкой закладки, а надёжность приклеивания этикеток гораздо выше.

Результат эксперимента показал, что объединение методов маркировки окрашиванием и маркировки наклеиваемыми цветными элементами в единую систему маркировки является наиболее эффективным по всем показателям. Учитывая, что надёжность фиксации цветных клейких элементов и экономическая составляющая являются определяющими, этикетки оказались предпочтительнее закладок.

Существенным недостатком метода маркировки наклеиваемыми цветными элементами является увеличение объёма, занимаемого бумажными карточками, поскольку при наклеивании этикеток увеличивается толщина карточек (в картотечном ящике требуется примерно на 30% больше места).

При продолжении работы в картотеке БА по существующему порядку к потерям относятся потери рабочего времени на периодическое дополнительное упорядочение наиболее часто запрашиваемых бумажных карточек учёта. Эти потери полностью исключаются при применении предлагаемого метода маркировки.

При применении предлагаемого метода маркировки необходимо оценить экономический эффект от его внедрения. Розничные цены на основные расходные материалы для маркировки представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение розничной цены цветных клейких закладок и этикеток

Тип клейких элементов	Цветные клейкие закладки	Цветные клейкие этикетки
Количество в упаковке, шт.	200	10 000
Розничная цена упаковки, руб.	170	320
Цена 1 шт., руб.	~0,82 руб.	~0,03 руб.

Основные этапы жизненного цикла (ЖЦ) карточки учёта КД при сохранении текущего принципа работы картотеки БА и при введении предлагаемого метода представлены в таблице 3.

Таблица 3

Основные этапы ЖЦ карточки учёта КД

Этапы ЖЦ	Текущий принцип работы	Предлагаемый метод маркировки	Количественная оценка, мин
1. Создание новой карточки	+	+	1,5
2. Поиск старой карточки	+	+	2*
3. Редактирование старой карточки	+	+	1
4. Создание новой карточки для извещения	+	+	1
5. Дополнительное упорядочивание карточек	+	-	Будет дана ниже
6. Маркировка новых карточек	-	+	0,25
7. Маркировка новых карточек для извещений	-	+	0,25
* при условии, картотека БА полностью упорядочена			

Количественные оценки этапов 1 – 4 ЖЦ карточки учёта КД были получены от сотрудников картотеки БА, этапов 6, 7 ЖЦ в ходе эксперимента.

Для оценки этапа 5 (дополнительное упорядочивание карточек учёта КД) будем использовать формулу:

$$t_{\text{упор.}} = \frac{N_{\text{р.о.и.}} \cdot K_{\text{обозн.}}^{\text{ср.}} \cdot t_{\text{упор.}}^1}{t_{\text{р.с.м.}}} \quad (1).$$

Здесь $t_{\text{упор.}}$ – количество рабочих смен (человеко-дней), необходимых для упорядочивания картотеки БА; $N_{\text{р.о.и.}}$ – количество распространённых обозначений

изделий (считаем, что данное значение постоянное и равно 30 обозначений); $K_{обозн.}^{cp.}$ – среднее количество используемых ящиков под каждое из распространённых обозначений изделий (считаем это значение равным 3 ящикам); $t_{упор.}^1$ – среднее время на упорядочение карточек в одном ящике (в ходе эксперимента было получено значение $t_{упор.}^1 = 40$ мин); $t_{p.см.}$ – средняя продолжительной рабочей смены, ч (считаем, что с учётом регламентированных перерывов продолжительность рабочей смены составляет 6 ч).

Подставив численные значения в формулу (1), получим количество рабочих смен, затрачиваемых на упорядочение наиболее часто запрашиваемых карточек в картотеке БА:

$$t_{упор.} = \frac{30 \cdot 3}{6} \cdot \frac{2}{3} = 10 \text{ р. см.} \quad (2).$$

В денежном эквиваленте упорядочение картотеки БА оценивается по формуле:

$$S_{упор.} = t_{упор.}^{доп.} \cdot \frac{\Phi OT_1}{t_{p.см.}^{cp.}} \quad (3).$$

Примем фонд оплаты труда одного сотрудника $\Phi OT_1 = 16000$ руб., среднее количество рабочих смен в месяц $t_{p.см.}^{cp.} = 21,5$ р. см. и выполним расчёт по формуле (3)

$$S_{упор.} = 10 \cdot \frac{16000}{21,5} = 7500 \text{ руб.} \quad (4).$$

Для того чтобы определить, с какой частотой должно проводиться дополнительное упорядочение картотеки БА, следует определить, сколько карточек на сегодняшний день находится не на своём месте. Поскольку данные расчёты выполняются для 30 распространённых групп обозначений изделий, то карточки учёта такой КД занимают примерно 90 ящиков и составляют примерно 180 000 карточек, из них около 1 800 карточек в настоящее время лежат не на своём месте. Приемлемым значением будем считать 0,05 % от общего числа карточек, т. е. 90 карточек, лежащих не на своём месте. Тогда отношение предельного количества карточек, лежащих не на своём месте к количеству карточек, оказывающихся не на своём месте за одну рабочую смену, будет периодичностью проведения дополнительного упорядочения карточек в картотеке БА.

В таблице 4 приведено сравнение ежемесячных затрат при сохранении текущего принципа работы и использовании предлагаемого метода маркировки.

Таблица 4

Ежемесячные затраты

Одинаковые ежемесячные затраты					
Действие			Формула		Стоимость, руб./мес.
Создание новой карточки			$\frac{\frac{1}{40} + \frac{1}{60}}{2} \cdot \frac{125 \cdot \Phi OT_1}{6}$		13 890
Поиск, редактирование и возврат карточки на место			$(\frac{1}{30} + \frac{1}{60} + \frac{1}{120}) \cdot 125 \cdot \frac{\Phi OT_1}{6}$		19 450
Различающиеся ежемесячные затраты					
Сохранение текущего принципа работы			Использование предлагаемого метода		
Добавление в картотеку новой карточки	$\frac{1}{120} \cdot 125 \cdot \frac{\Phi OT_1}{6}$	2 780	Маркировка и добавление в картотеку новой карточки	$(\frac{1}{240} + \frac{1}{120}) \cdot \frac{125 \cdot \Phi OT_1}{6}$	4 200
Доп.. упорядоч.	$7500 \cdot \frac{21,5}{36}$	4 500	Расходные материалы (закладки)	$250 \cdot 0,03$	200

Для оценки единовременных затрат, предположим, что ввод исторических данных (т. е. упорядочение и маркировка старых карточек) будут производить не сотрудники картотеки БА, а другие (специально приглашённые для этого) люди. Трудоёмкость этой работы оценивается в 8 человеко-дней. При продолжении работы по существующему порядку необходимо дополнительное упорядочение карточек учёта КД с периодичностью 1 раз за 36 рабочих смен. Кроме того, для продолжения работ по старой схеме необходим приём на работу в картотеку БА одного – двух дополнительных сотрудников (с их последующим обучением), поскольку расчёты показали, что средняя перегрузка каждого из двух имеющихся сотрудников картотеки БА превышает предельно допустимые 15 % [3].

Единовременные затраты

Текущий принцип работы	
Действие	Стоимость, руб.
Исходное упорядочение картотеки БА	7 500 руб.
Предлагаемый метод маркировки	
Исходное упорядочение картотеки БА	7 500 руб.
Маркировка 180 000 карточек	$\frac{180000 \cdot \frac{1}{240} \cdot \Phi OT_1}{6 \cdot 21,5} = 93000 \text{ руб.}$
Стоимость расходных материалов	$180000 \cdot 0,03 = 5400 \text{ руб.}$

Ожидаемый срок полной окупаемости проекта (при расчёте по среднему денежному эквиваленту потерь и преимуществ и при условии выполнения работ двумя сотрудниками) составит 36 месяцев. Уменьшение времени, необходимого для поиска запрошенной бумажной карточки учёта КД, становится заметным уже после упорядочения и полной маркировки одного картотечного ящика.

Итогом работы стал надёжный, эффективный и нетрудоёмкий метод решения проблемы маркировки и упорядочения бумажных карточек учёта КД на время до переезда бумажного архива ДХ КД.

Список литературы

1. ГОСТ 2.501-2013. ЕСКД. Правила учета и хранения. Введ. 01.03.2014. М.: Изд-во стандартов, 2013. 33 с.
2. Иванова Г. С. Технология программирования: учебник для вузов. 2-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 320 с.
3. Брукс Ф. Мифический человеко-месяц, или Как создаются программные системы. М.: Изд-во Символ-Плюс, 2010. 304 с.