



**ОАО Московский вертолетный  
завод им. М.Л. Миля**

**Интегрированная логистическая  
поддержка вертолетной техники  
Текущее состояние, полученный опыт и  
направления развития на  
МВЗ им.М.Л.Миля**

**IV Авиафорум «ИЛП новой АТ российского производства»  
19 апреля 2011г. г.Москва**

**Миронов Геннадий Олегович**

**Отдел Интегрированной Логистической Поддержки**



## ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

**Интегрированная логистическая поддержка** промышленных изделий – совокупность видов инженерной деятельности, реализуемых посредством управленческих, инженерных и информационных технологий, ориентированных на обеспечение высокого уровня готовности изделий (в том числе показателей, определяющих готовность – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.) при одновременном снижении затрат, связанных с их эксплуатацией и обслуживанием.

(ГОСТ Р 53393-2009 «ИЛП «Основные положения»)



**«Управление жизненным циклом изделия - это некоторая *«философия»*, или, набор решений, позволяющий объединять новые внедряемые системы с системами уже существующими и освоенными на предприятии».**

**Профессор Мартин Айгнер**



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

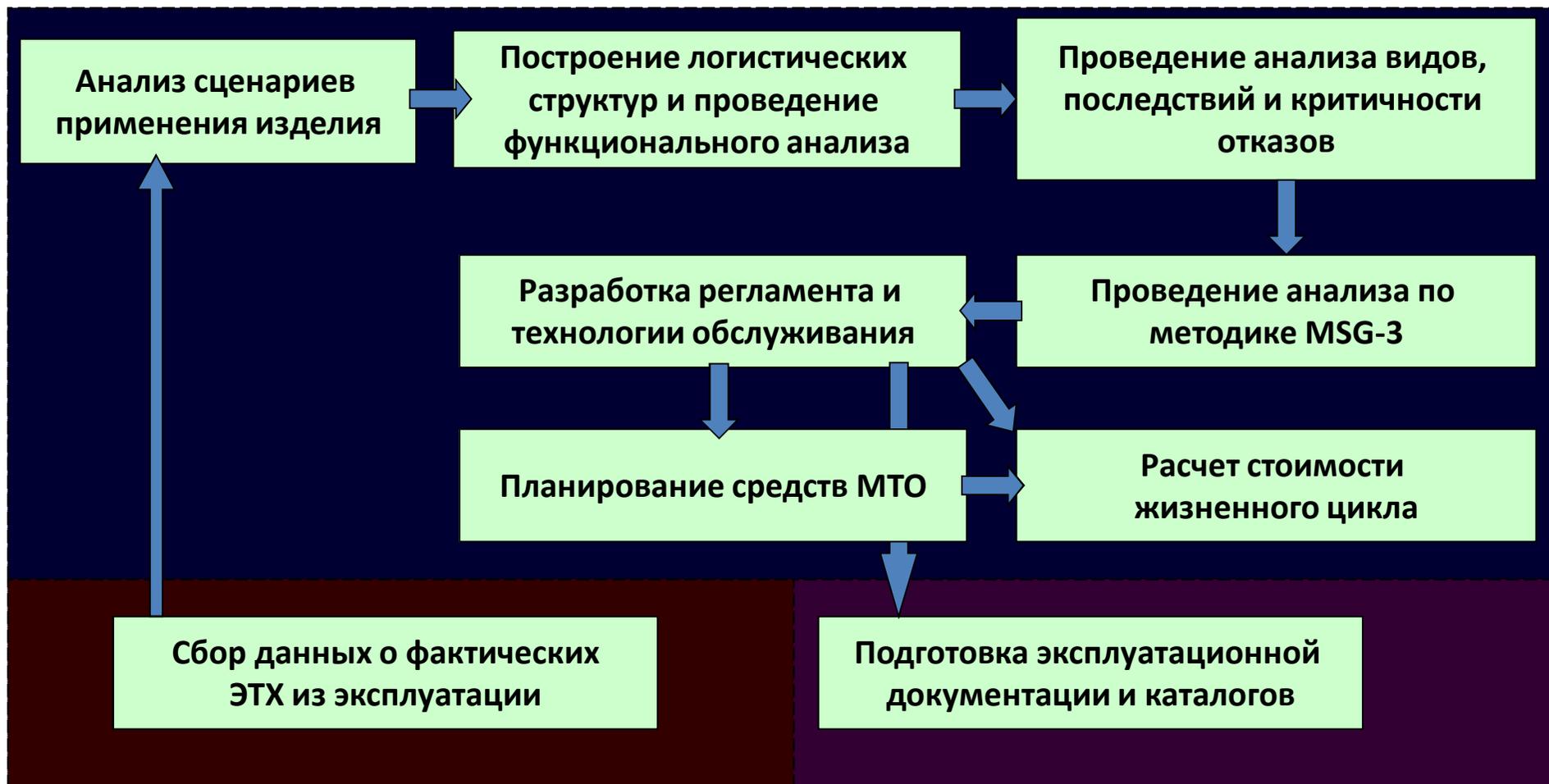
## Сегодня мы можем говорить о внедрении на МВЗ им. М.Л.Миля следующих элементов ИЛП

- **Технологии подготовки и сопровождения эксплуатационной документации по стандарту ASD S1000D:**
  - ❖ Разработаны базовые комплекты электронной эксплуатационной документации в соответствии с требованиями стандарта S1000D для вертолетов типов Ми-171, Ми-8МТВ-5 и перспективного вертолета Ми-38 (ОП-2).
  - ❖ Организованы рабочие места, развернуто специальное программное обеспечение, проведено обучение специалистов – технологии подготовки ЭД внедрены в повседневную практику работы МВЗ
  - ❖ Отработаны технологии взаимодействия с серийными заводами (КВЗ, УУАЗ) в процессах разработки, выпуска и сопровождения электронной ЭД
- **Технологии анализа логистической поддержки (АЛП)**
  - ❖ Впервые создана опытная базы данных анализа логистической поддержки вертолетов (БД АЛП) вертолетов типа Ми-8.
  - ❖ Разработана и утверждена методика расчета прямых эксплуатационных расходов на основе базы данных АЛП
  - ❖ На основе БД АЛП проведены расчеты прямых затрат на техническую эксплуатацию и стоимости «летного часа»
- **Технологии мониторинга технического состояния вертолетов в эксплуатации**
  - ❖ Разработана модель данных «электронного формуляра» изделия для сопровождения эксплуатации вертолетной техники.



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Последовательность решения задач ИЛП

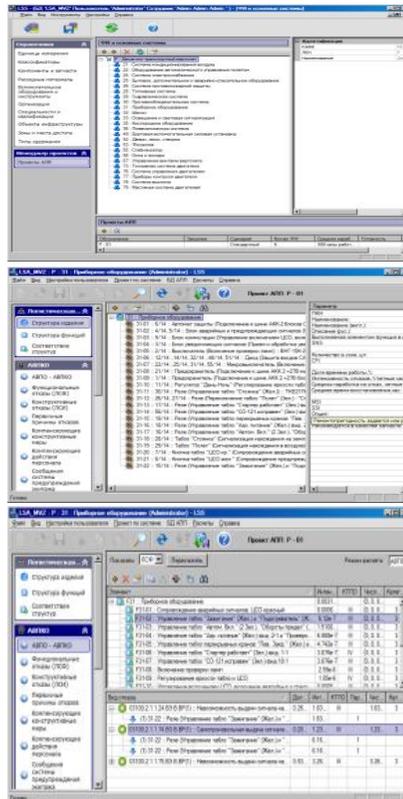




# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

Анализ логистической поддержки (АЛП) включает в себя следующие этапы:

- Формирование логистической структуры изделия
- Функциональный анализ изделия
- Анализ видов и последствий отказов
- Анализ по методике MSG-3
- Подготовка данных о структуре работ по техническому обслуживанию
- Расчет параметров МТО
- Подготовка отчетов о прямых эксплуатационных расходах

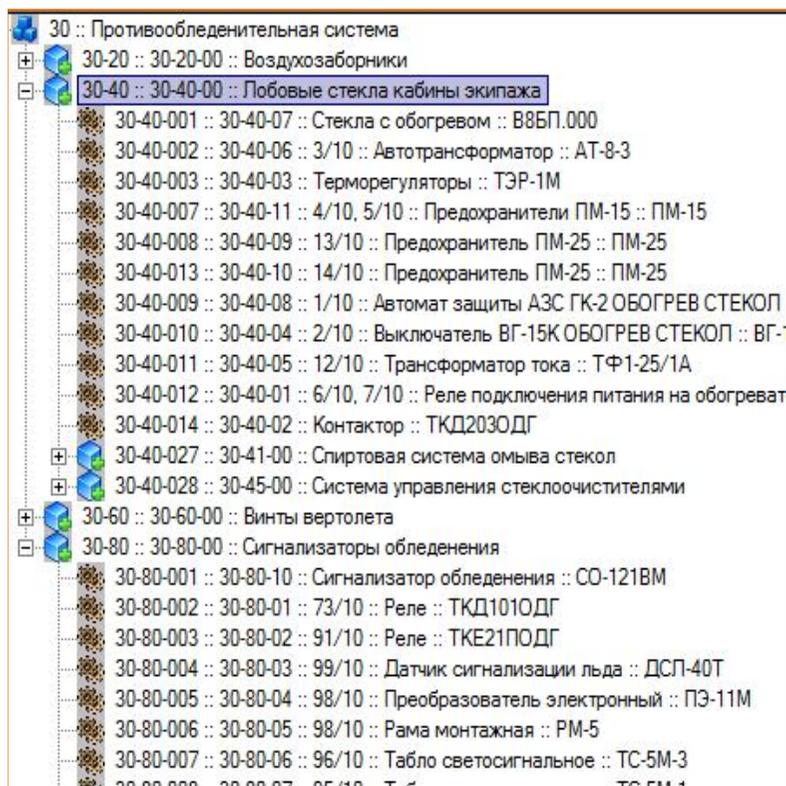




# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Подготовка логистической структуры вертолета

Логистическая структура вертолета строится на основе конструкторских спецификаций и включает в себя:



- структуру систем вертолета с точностью до заменяемого в эксплуатации блока
- данные о надежности комплектующих изделий
- данные о ресурсах комплектующих изделий
- данные о стоимости блоков
- параметры поставки комплектующих изделий
- функциональную структуру систем вертолета



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Анализ видов и последствий отказов

На этом этапе в базу данных АЛП включаются следующие сведения:

- возможные виды отказов для каждого элемента логистической структуры
- причинно-следственные связи между видами отказов
- категории тяжести последствий видов отказов их интенсивность

| Элемент                                  | Интенси...   |
|--|--------------|
| F29 :: Гидравлическая система            | 8.36964e-... |
| F2901 :: Работа основной гидросистемы    | 0            |
| F2902 :: Работа дублирующей гидросистемы | 0            |
| F2903 :: Работа приборов контроля        | 0            |
| 29 :: 29-00-00 :: Гидравлическая система | 0.0459667    |

| Вид отказа  | Дол...   | Инте...  |
|---|----------|----------|
| 02900.10.6.1.4.ВЭ.В.РР(1 из 7)и02900.10.6.3.105.ВЭ.В.РР(1 из 7)_ВЭ.В.ВР(0) :: Разгерметизация двух гидросистем - о... | 0.782... | 6.55e... |
| 02900.292.2.3.10.ВЭ.В.ВР(1)и02900.292.2.4.11.ВЭ.В.ВР(1)_ВЭ.В.ВР(0) :: Ухудшение качества рабочей жидкости в осно...   | 0.000... | 7.74e... |
| 02900.44.1.1.53.ВЭ.В.ВР(1)и02900.44.1.2.57.ВЭ.В.ВР(1)_ВЭ.В.ВР(0) :: Отсутствие давления на выходе насосов основн...   | 0.074... | 6.26e... |
| (1) 29-20-005 :: Обратный клапан :: 02900.10.1.2/1 :: Неоткрытие клапана  |          | 4.7e-6   |
| (1) 29-10-005 :: Обратный клапан :: 02900.10.1.1/1 :: Неоткрытие клапана  |          | 4.7e-6   |
| (1) 29-20-002 :: Насос шестеренчатый :: 02900.44.1.2/5 :: Разрушение  |          | 1.1e-8   |
| (1) 29-10-002 :: Насос шестеренчатый :: 02900.44.1.1/2 :: Повышение температуры                                       |          | 7.7e-6   |
| (1) 29-10-002 :: Насос шестеренчатый :: 02900.44.1.1/5 :: Разрушение  |          | 1.1e-8   |
| (1) 29-10-002 :: Насос шестеренчатый :: 02900.44.1.1/3 :: Заклинивание  |          | 3.2e-6   |

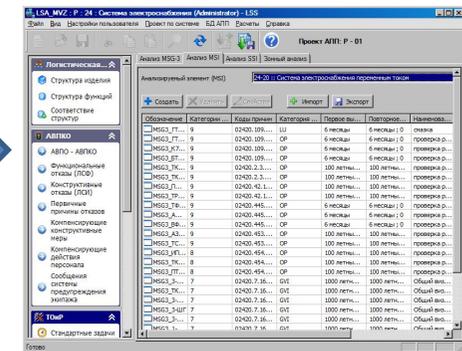
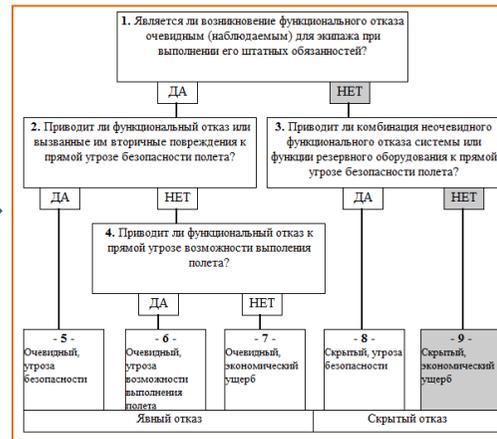
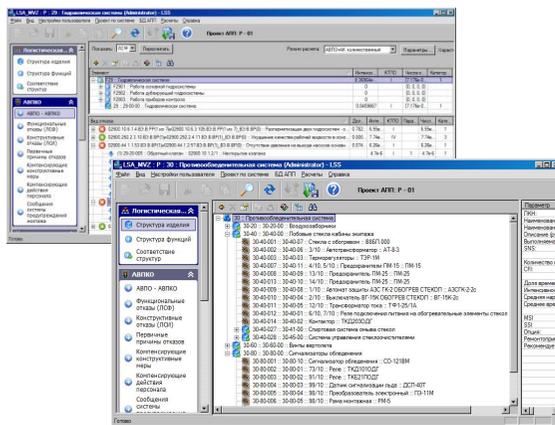


# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Выполнение MSG-3 анализа

Полученные на предыдущих этапах данные о логистической структуре вертолета и видах отказов являются исходными данными для проведения анализа по методике MSG-3.

В результате анализа формируется и сохраняется в базе данных АЛП перечень планово-профилактических работ по техническому обслуживанию вертолета.

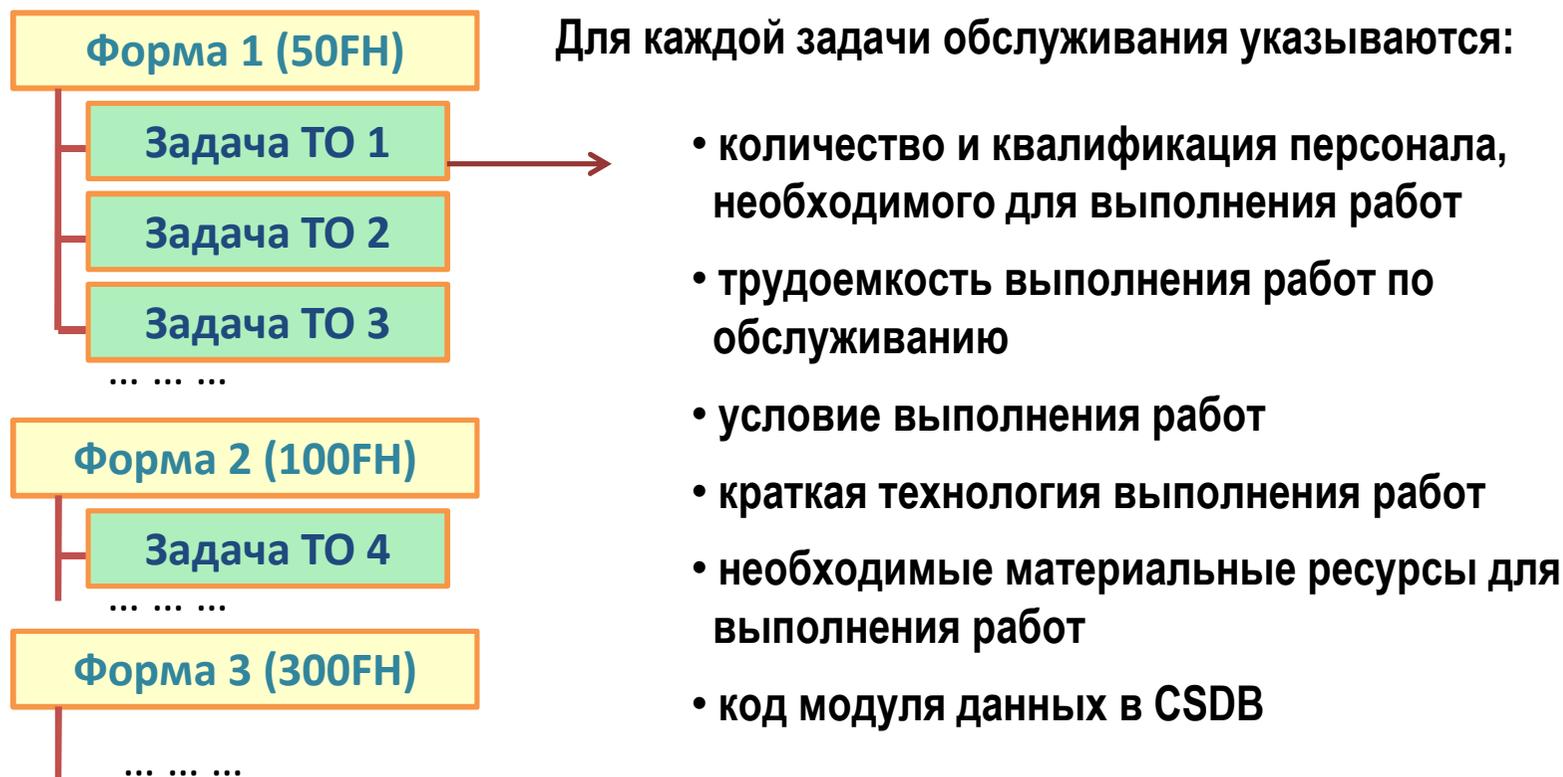




# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Ввод данных о структуре работ по техническому обслуживанию

Полученные в результате MSG-3 анализа перечни работ группируются в процедуры (формы) и задачи (технологические карты) обслуживания.





# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Расчет параметров МТО

Расчет объемов начального и текущего МТО производится на основе следующей информации, хранимой в базе данных АЛП:

- параметры надежности комплектующих изделий (MTBF, MTBUR)
- ресурсы и сроки службы комплектующих изделий
- использование материальных ресурсов в задачах планового ТО
- коды значимости комплектующих изделий (входимость в MMEL)
- заданные допустимые уровни риска отсутствия запасных частей на складе
- сроки поставки

| Элемент  | Метод эк...  | Средняя ... | Кategori... | Кол-во в ... | Доля вре... |
|--|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 30-60-002 :: 30-60-19 :: 78/10-2 :: Секция нагревательная :: P-0,2                     | ТЭО - вос... | 47950       | 2           | 4            | 100         |
| 30-60-003 :: 30-60-27 :: 77/10 :: Токосъемник несущего винта :: ТСВ36М313              | ТЭП - вос... | 39500       | 1           | 1            | 100         |
| 30-60-004 :: 30-60-29 :: 84/10 :: Токосъемник хвостового винта :: 8АТ.7420.100         | ТЭП - вос... | 39500       | 2           | 1            | 100         |
| 30-60-005 :: 30-60-28 :: 74/10 :: Программный механизм :: ПМК-21ТВ                     | ТЭО - вос... | 25190       | 1           | 1            | 100         |
| 30-60-006 :: 30-60-36 :: 80/10 :: Предохранитель ПМ-25 :: ПМ-25                        | ТЭО - вос... | 46080       | 2           | 1            | 100         |
| 30-60-007 :: 30-60-37 :: 81/10 :: Предохранитель ПМ-25 :: ПМ-25                        | ТЭО - вос... | 46080       | 2           | 1            | 100         |
| 30-60-008 :: 30-60-33 :: 70/10 :: Автомат защиты сети :: АЗСГК-5-2с                    | ТЭО - вос... | 46080       | 2           | 1            | 100         |
| 30-60-009 :: 30-60-13 :: 71/10 :: Выключатель :: ВГ-15К-2с                             | ТЭО - вос... | 19850       | 3           | 1            | 100         |
| 30-60-010 :: 30-60-02 :: 58/10, 59/10, 60/10, 61/10, 62/10, 63/10 :: Реле :: ТКЕ21ПОДГ | ТЭО - вос... | 25190       | 3           | 9            | 100         |

| Обozn...  | Наименование               | Изготовитель   | Кол-во... | Ремо... | Назн./м... | Рекомендуемый объем запаса на 10 л... | Рек.объем нач.запаса | Параметры поставки |
|-----------|----------------------------|----------------|-----------|---------|------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------|
| ТФ1-25/1А | Трансформатор тока         | ОРГ010 :: P... | 4         | нет     |            | 5                                     | 2                    | 01                 |
| ТСВ36М313 | Токосъемник несущего ви... | ОРГ009 :: O... | 1         | нет     | 7000       | 1                                     | 1                    | 01                 |
| ТС-5М-3   | Табло светосигнальное      | ОРГ022 :: O... | 12        | нет     |            | 17                                    | 1                    | 01                 |
| ТС-5М-2   | Табло светосигнальное      | ОРГ022 :: O... | 1         | нет     |            | 2                                     | 6                    | 01                 |
| ТКСЮ3ОДЛ  | Контактор                  |                | 1         | нет     |            | 1                                     | 1                    | 01                 |
| ТКС133ОДЛ | Контактор                  | ОРГ013 :: O... | 1         | нет     |            | 1                                     | 1                    | 01                 |
| ТКЕ22ПОДГ | Реле                       |                | 3         | нет     |            | 3                                     | 1                    | 01                 |
| ТКЕ22П1ГБ | Реле                       | ОРГ013 :: O... | 2         | нет     |            | 2                                     | 4                    | 01                 |
| ТКЕ21ПОДГ | Реле                       | ОРГ013 :: O... | 25        | нет     |            | 25                                    | 3                    | 01                 |
| ТКДБ11ДОД | Контактор                  |                | 1         | нет     |            | 1                                     | 1                    | 01                 |
| ТКД101ОДГ | Реле                       | ОРГ026 :: O... | 5         | нет     |            | 5                                     | 2                    | 01                 |
| В.Л.2     | Секция нагревательная      |                | 38        | нет     |            | 20                                    | 6                    | 01                 |

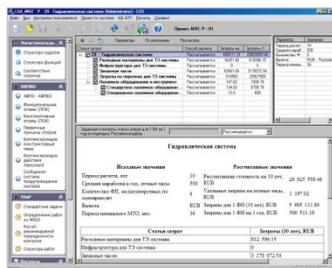


# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Расчет прямых эксплуатационных расходов

Исходными параметрами для расчета являются сведения о сценарии эксплуатации – количество вертолетов в парке, период расчета, интенсивность полетов, средняя продолжительность полета и т.п.

На основе накопленной в базе данных АЛП информации о структуре изделия, параметрах надежности и системе технической эксплуатации автоматизировано формируются следующие отчеты о прямых эксплуатационных расходах:



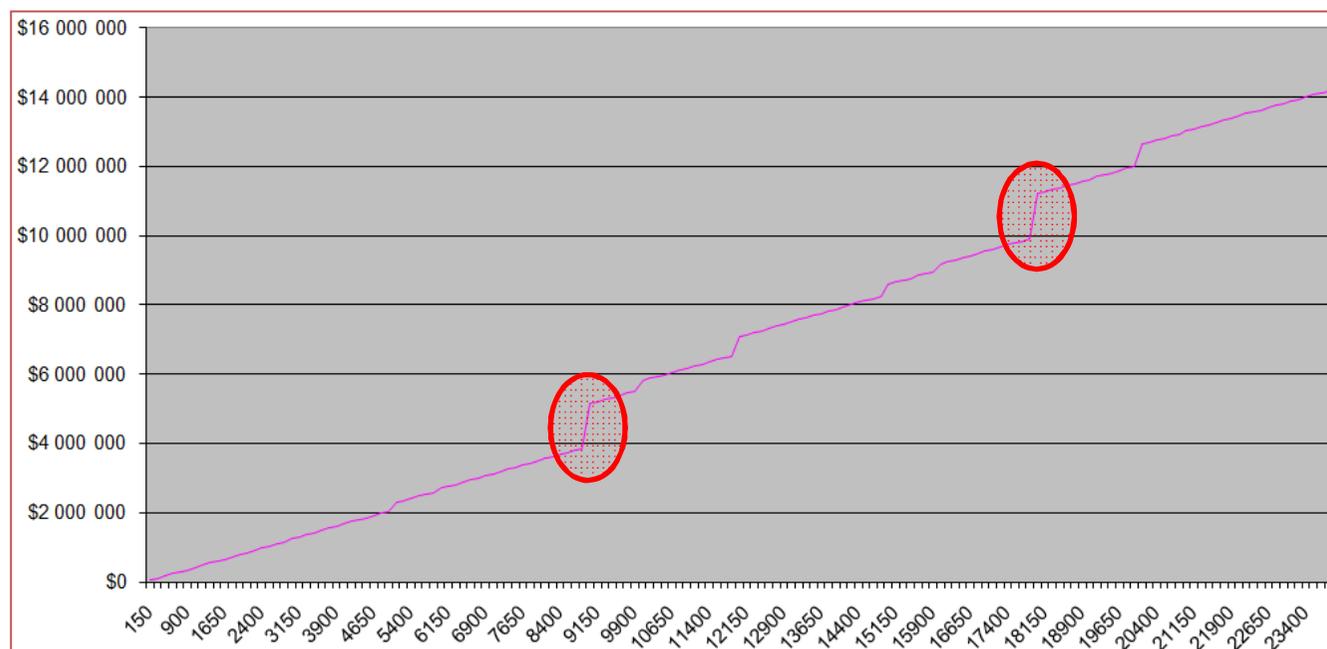
- затраты на запасные части для устранения случайных отказов
- затраты на запасные части для выполнения планового ТО
- трудозатраты на выполнение планового ТО
- трудозатраты на устранение случайных отказов
- затраты на расходуемые материалы
- удельные затраты приведенные к одному летному часу



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Отчеты о прямых эксплуатационных расходах(1)

Диаграммы роста суммарных расходов позволяют выявить периоды значительного роста затрат на техническую эксплуатацию (связанных, например, с одновременным окончанием срока службы комплектующих и выполнением трудоемкой формы обслуживания)

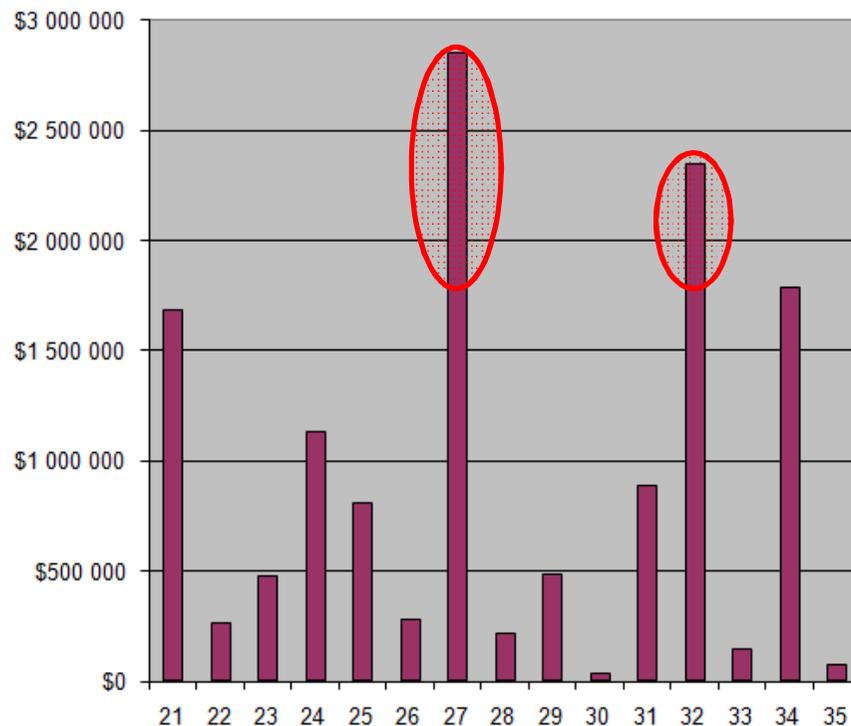




## ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

### Отчеты о прямых эксплуатационных расходах(2)

Отчет о распределении затрат по системам вертолета позволяет выявить, оборудование какой системы вносит наибольший вклад в стоимость планового или внепланового технического обслуживания

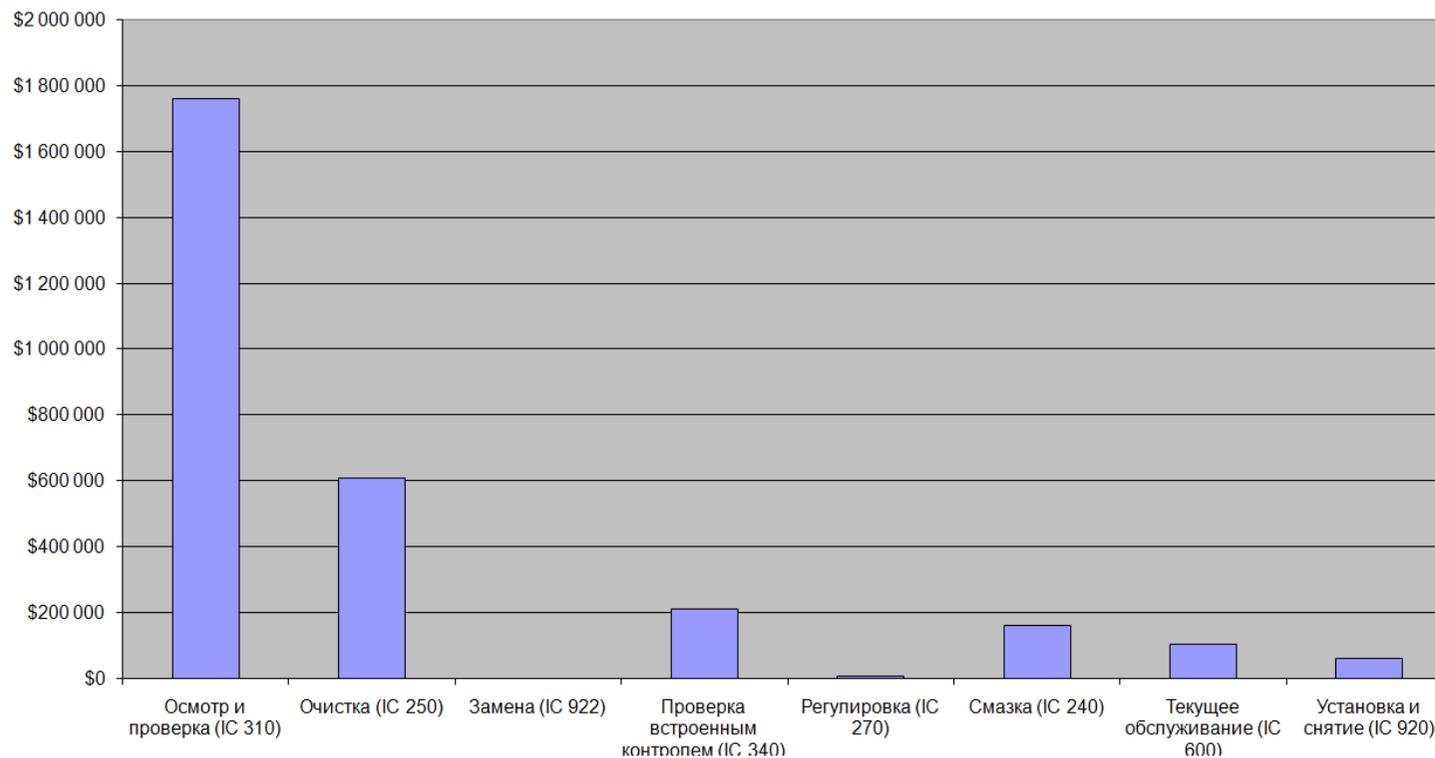




# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Отчеты о прямых эксплуатационных расходах(3)

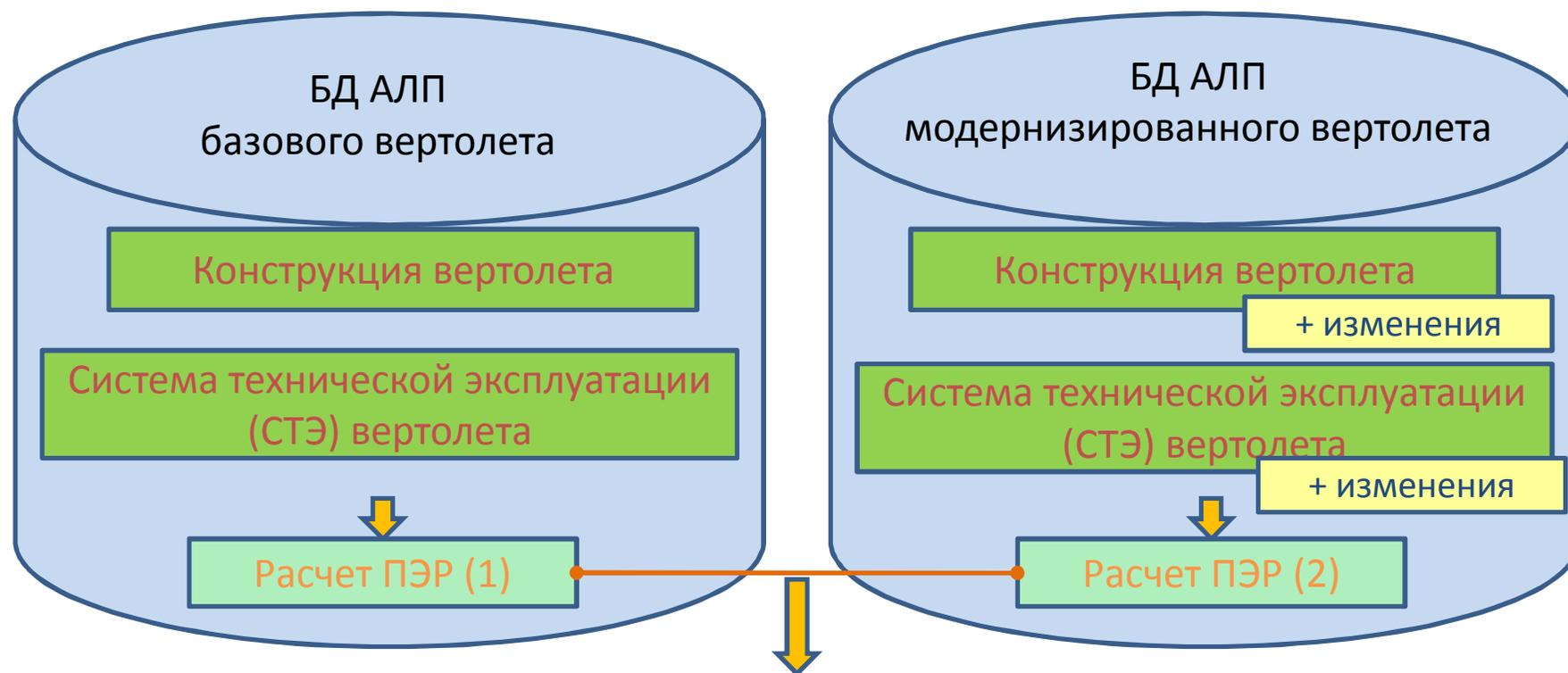
Отчет о распределении трудоемкости по видам работ (в соответствии с информационными кодами S1000D) позволяет выявить наиболее трудоемкие виды обслуживания и включить в состав СНО необходимое оборудование





# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

Одним из практических аспектов применения технологий АЛП является оценка экономической эффективности модернизации вертолета

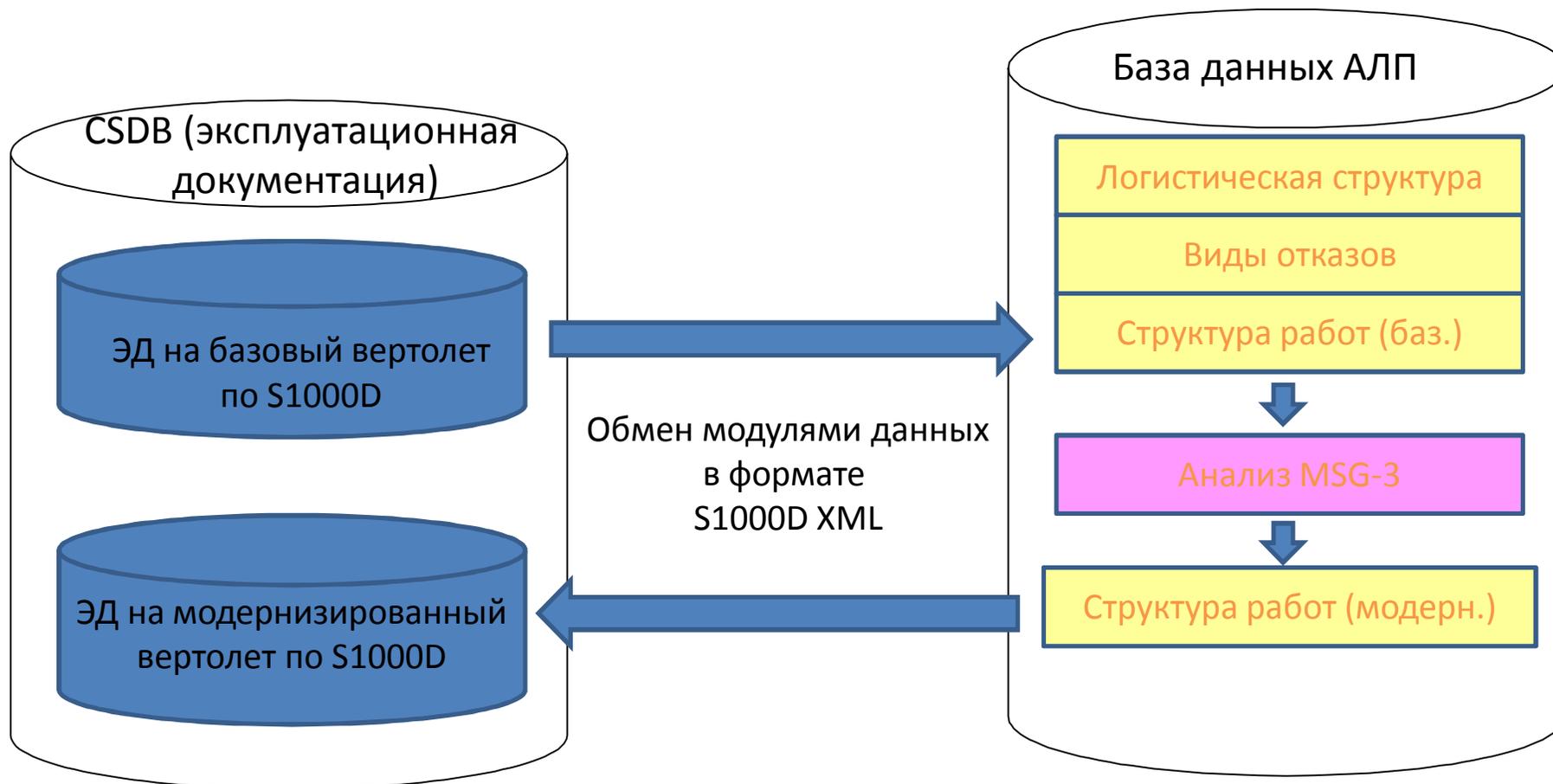


*Оценка экономической эффективности модернизации*



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

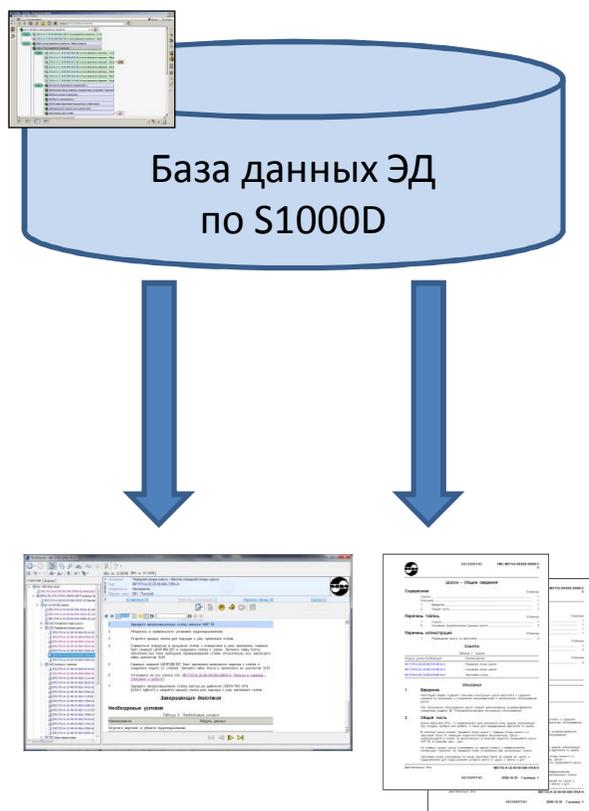
Другой важной задачей является формирование по результатам АЛП Регламента технического обслуживания на модернизированный вертолет





## ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

Результаты АЛП передаются в систему подготовки эксплуатационной документации. Процесс дальнейшей разработки технических публикаций состоит из следующих этапов:



- Подготовка необходимых исходных данных
- Разработка правил формирования структуры и содержания документации («адаптация» норм S1000D под условия конкретного проекта)
- Формирование плана-проспекта эксплуатационной документации (DMRL)
- Наполнение модулей данных текстовой и графической информацией
- Проверка ЭД и ее утверждение
- Публикация ЭД в бумажном и/или электронном виде
- Поставка и сопровождение документации



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Применяемые в МВЗ им. М.Л. Миля программные комплексы



База данных  
АЛП

Проведение анализа логистической поддержки, формирование БД АЛП, выполнение расчетов

Разработка и сопровождение эксплуатационной документации в соответствии с требованиями ASD S1000D



Technical Guide Builder

База данных  
ЭД



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля



Программный комплекс для решения задач анализа логистической поддержки наукоемкой продукции

Предназначен для решения следующих задач:



- разработка логистических структур изделия и их анализ
- формирование баз данных о функциональных и конструктивных отказах и описание их причинно-следственных связей
- формирование программы технического обслуживания (на основе методики ATA MSG-3)
- пошаговое описание работ по обслуживанию
- оценка потребностей в средствах материально-технического обеспечения (МТО) эксплуатации
- оценка затрат, связанных с технической эксплуатацией



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля



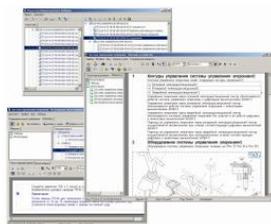
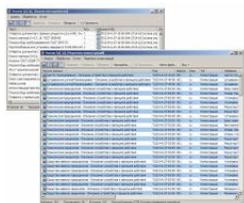
## Technical Guide Builder

**Комплекс программных средств для разработки, публикации и сопровождения эксплуатационной документации (ЭД)**

Предназначен для решения следующих задач:



- управление базой данных эксплуатационной документации на основе принципов спецификации S1000D
- управление конфигурациями, версиями и изменениями ЭД в общей базе данных
- управление работой проектной команды с использованием специальных средств планирования, распределения и контроля выполнения работ
- формирование, на основе хранящихся в БД модулей данных, электронных публикаций
- автоматизированный контроль целостности и корректности эксплуатационной документации
- сопровождение комплектов ЭД в эксплуатации





# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Выводы и результаты



- МВЗ им. М.Л.Миля последовательно внедряет на предприятии технологии ИЛП, разрабатываются соответствующие внутренние нормативные документы
- Внедрение технологий ИЛП позволяет:
  - избежать экономически нецелесообразных конструкторских решений на ранних этапах проектирования и модернизации
  - обоснованно формировать систему технической эксплуатации по результатам АЛП
  - сократить время на разработку и сопровождение эксплуатационной документации
  - проводить оценку эффективности конструкторских решений по данным из эксплуатации (в части системы технической эксплуатации и эксплуатационных расходов)



# ОАО Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля

## Направления дальнейшей работы



- Последовательное решение комплекса задач ИЛП для вновь разрабатываемых вертолетов (Ми-38, Ми-171А2, Ми-28М)
- Подключение к работам по анализу логистической поддержки всех основных конструкторских подразделений
- Организация совместной работы по формированию баз данных АЛП и ЭД с заводами-изготовителями и разработчиками комплектующих изделий
- Внедрение технологий сбора и анализа эксплуатационной статистики
- Дальнейшая интеграция программных решений в области ИЛП



ОАО Московский вертолетный  
завод им. М.Л. Миля

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ**