

## **Концепция системы управления полным жизненным циклом продукции**

*И.Д. Плакитин, Н.Г. Кварацхелия*

Московский физико-технический институт (государственный университет)

### **Введение**

В современном мире важным фактором обеспечения конкурентоспособности производимого изделия является скорость реакции предприятия-изготовителя на изменения в научном прогрессе, скорость устранения неисправностей, а также способность организовать ее качественное обслуживание. Для этого требуется детальная информация об особенностях изделия, условиях эксплуатации, данных о техническом осмотре и ремонте и пр. Эту информацию невозможно получить на стадии разработки изделия, для того чтобы располагать наиболее полной информацией об изделии, необходимо рассматривать его полный жизненный цикл, от разработки изделия до его утилизации.

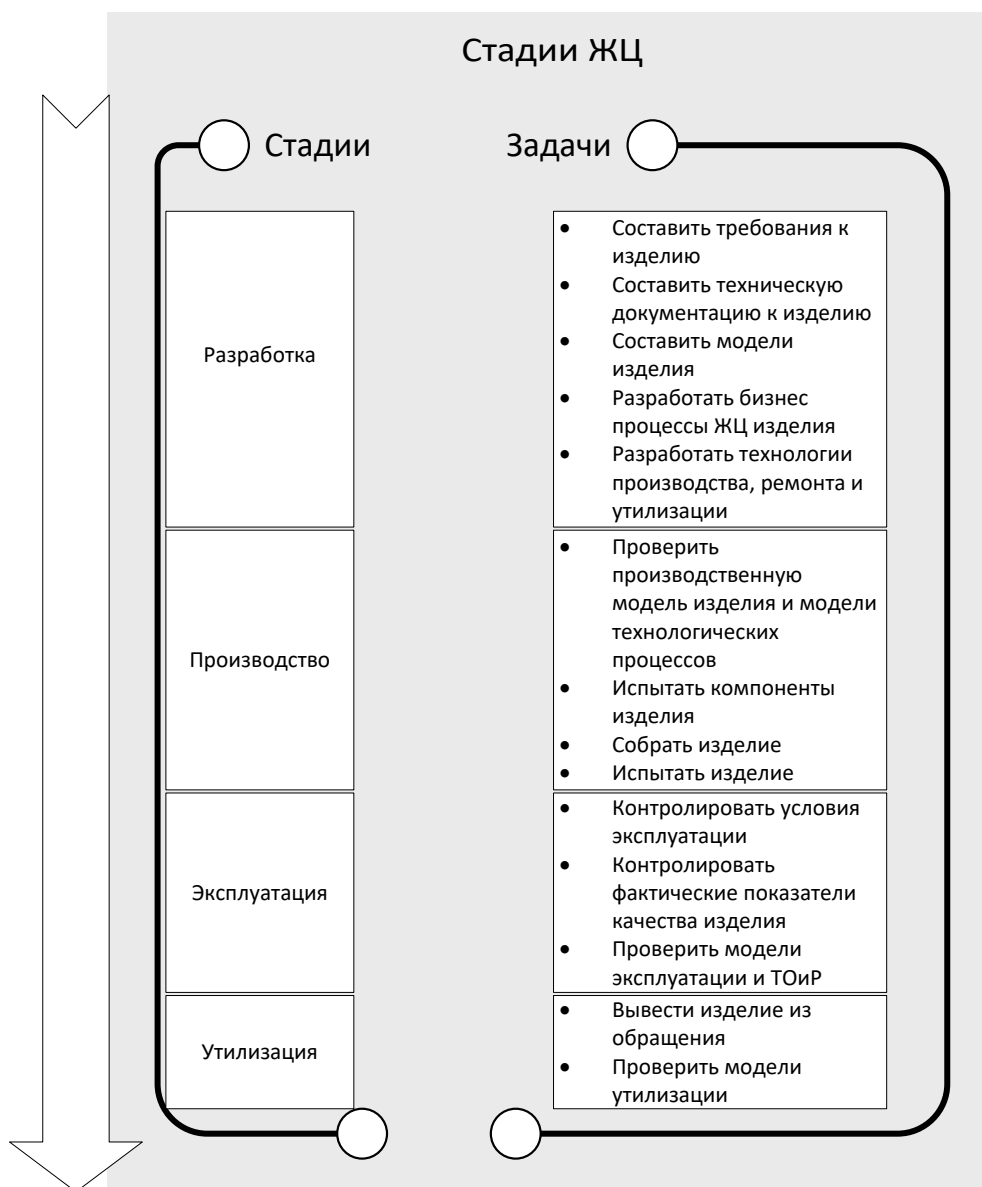
Разделение жизненного цикла на стадии необходимо для того, чтобы эффективно отслеживать, управлять жизненным циклом и осуществлять послепродажный сервис. Во времена Советского Союза послепродажного сервиса не существовало: предприятие-изготовитель давало гарантию на свое изделие, и после истечения гарантийного срока, а также в негарантийных случаях, эксплуатант изделия обслуживал его самостоятельно доступными ему методами, что могло привести к снижению надежности, эксплуатационной готовности, а также увеличению стоимости владения изделием. Современная Россия стала наследницей этой системы. Вследствие этого, страны-потребители продукции военного назначения, при прочих равных, предпочитают закупать продукцию иностранного производителя, у которой уровень послепродажного обслуживания, как правило, выше, чем у отечественной. Управление жизненным циклом продукции поможет предприятию-изготовителю отслеживать и контролировать показатели качества продукции на протяжении всего её жизненного цикла, тем самым увеличить уровень послепродажного обслуживания.

Для того, чтобы эффективно управлять жизненным циклом необходимы управленческие и информационные технологии, способные отслеживать и анализировать информацию об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Каждое предприятие, для того чтобы не терять конкурентные преимущества, создает свои технологии для этих целей, и очевидно, что эти технологии закрыты и каждое предприятие, желающее отслеживать жизненный цикл и управлять им, вынуждено создавать собственную систему управления жизненным циклом. Ввиду описанных выше фактов становится очевидным, что в настоящее время существует спрос на технологии, осуществляющие управление полным жизненным циклом продукции. Использование промышленной функциональности вместо «доморощенных» систем – это снижение расходов на содержание информационной платформы и надежная перспектива ее развития в дальнейшем.

Цель данной работы состоит в том, и предложить концепцию информационного обеспечения системы управления полным жизненным циклом продукции.

### **1 Система управления полным жизненным циклом продукции**

На каждой стадии ЖЦ есть задачи, которые должны выполняться «рис. 1.1». На этапе разработки создаются бизнес-процессы жизненного цикла и разрабатываются технологии производства и утилизации. Разработанные процессы и технологии реализовываются и проверяются на последующих стадиях ЖЦ. Так, например, на стадии производства проверяются производственная модель изделия и модели технологических процессов, а на стадиях эксплуатации и утилизации проверяются модели ТОиР и утилизации соответственно. Помимо проверки моделей на стадиях производства, эксплуатации и утилизации контролируются текущие показатели качества изделия.



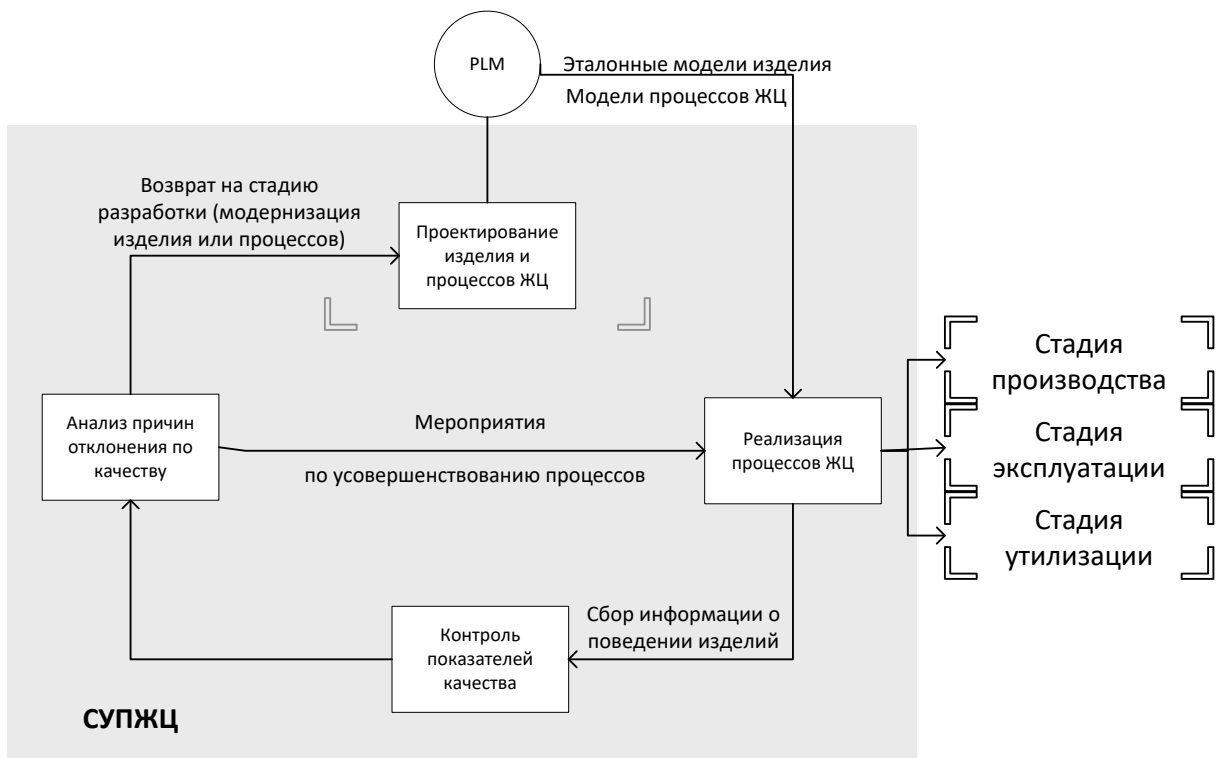
**Рисунок 1.1 - Задачи, решаемые на различных стадиях ЖЦ**

Так как центром описываемого ЖЦ является изделие, по его реальному поведению судят о состоятельности и качестве бизнес-процессов, которые его окружают. По всем изделиям происходит контроль показателей качества, и, в случае отклонения показателей, проводят анализ причин, по которым отклонение было допущено.

В случае, если отклонения по качеству произошли из-за неверного исполнения процессов, проводят мероприятия по их усовершенствованию. Если ошибка допущена в эталонной модели бизнес-процесса, происходит возврат на стадию разработки, где проводят модернизацию изделия или связанных с ним процессов.

Описанную систему называют системой управления полным жизненным циклом продукции «рис. 1.2».

## Стадия разработки



**Рисунок 1.2 - Модель системы управления полным жизненным циклом продукции**

Конечная цель СУПЖЦ - повышение конкурентоспособности продукции. Для эксплуатанта - это увеличение качества и количества информации о изделии и его эксплуатации и интеграция его в одном информационном пространстве. Для разработчика изделия эта система сможет предоставить информацию о и реальном поведении изделия в условиях эксплуатации и на стадиях проектирования. Для изготовителя изделия — это снижение затрат на изготовление и послепродажное обслуживания изделия.

Для описанных выше целей система должна отслеживать конкретные потребительские качества изделия, показатели надежности, показатели обслуживания, технической готовности, стоимость обслуживания, а также управлять этими параметрами, строить прогнозы и предсказывать выход из строя изделия или снижение потребительских качеств.

## 2 Описание предполагаемой модели СУПЖЦ.

В процессе построения модели был проведен анализ потребителей информации, с выявлением состава данных собираемых и обрабатываемых системой, после чего потребители информации и информация были соотнесены с одной из стадий жизненного цикла. Далее было составлено функциональное описание системы СУПЖЦ с разделением ее на функциональные блоки. На основе получившихся данных была составлена общая модель в виде диаграммы потоков данных в свободной нотации.

### 2.1 Потребители и их потребности

В качестве потребителей информации были выделены:

1. Организации, которым необходимо располагать информацией о реальном поведении изделия (или партии изделий) на различных стадиях ЖЦ; к таким организация относятся организации проектировщика и производителя.
2. Организация эксплуатанта изделия. Эксплуатанту изделия необходимо знать текущее состояние изделия, прогноз технической готовности, фактический состав изделия и иметь инструкции по его эксплуатации.
3. Организации, выполняющие технический осмотр и ремонт. Таким организациям необходимо иметь прогнозы выхода из строя изделия, фактический состав, а также модели и указания к ТОиР.

4. Организации, осуществляющие процесс утилизации. Для этих организаций необходима модель процессов утилизации, фактический состав изделия.

Для идентификации изделия в системе оно должно иметь уникальный номер и записи о соответствии эталонной модели и модификации. В записи об изделии должен быть блок, в котором содержится вся необходимая информация для правильной эксплуатации, технического осмотра и ремонта изделия. В этот блок необходимо включить эксплуатационную документацию, модели ТОиР, интерактивные демонстрации процессов эксплуатации и ТОиР. Далее должен быть блок, описывающий историю обслуживания и состояние изделия. В этот блок включается технологический паспорт изделия (перечень выполненных производственных операций, фактические технологические режимы, исполнители, фактическое время выполнения операций), проведенные работы (перечень проведенных работ с указанием их типа, сроков, замененных компонент и ответственных лиц), информация о текущем состоянии изделия (функциональное состояние, информация о текущей наработке), реальные условия эксплуатации (в какой среде эксплуатируется изделие, назначенные ресурсы при текущих условиях эксплуатации с учетом назначенных сроков компонентов) и информация об испытаниях изделия (журнал испытаний, проведенные испытания изделия).

В СУПЖЦ изделие обязательно должно быть декомпозировано до значимых компонент и должна вестись история их обслуживания и работы, если появится необходимость сопоставить состояние компонент с поведением изделия и провести дальнейший анализ. Для этого информация о компоненте должна включать:

- Наименование компоненты;
- Индекс компоненты;
- Перечень подкомпонент (любых подкомпонент как-либо связанных с компонентой);
- Предприятие изготовителя;
- Результаты испытаний;
- Текущее состояние (установлена, списана, готова к установке);
- Функциональное состояние;
- Историю состояний.

## Запись об изделии

- Идентификационный номер
  - Модель изделия
  - Модификация

### Информация для эксплуатации

- Эксплуатационная документация
- Модели ТОиР
- Динамические демонстрации

### Документация

- Информация о ИЛП и гарантиях
- Информация о владельце
- Другая документация

### История обслуживания и состояний

- Технологический паспорт изделия
- Проведенные работы
- Информация о текущем состоянии изделия
- Реальные условия эксплуатации
- Назначенные ресурсы
- Информация об испытаниях изделия

### Декомпозиция изделия на компоненты

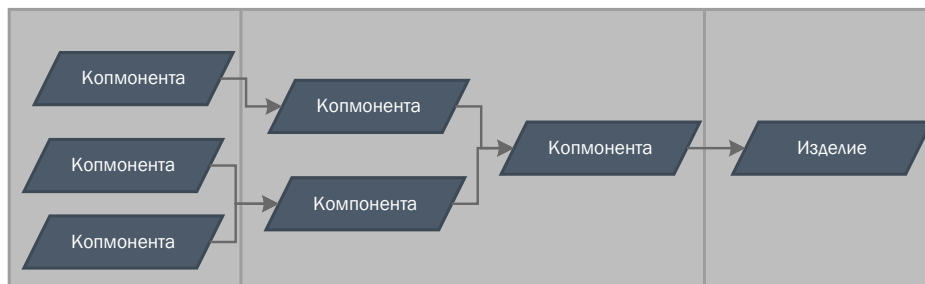
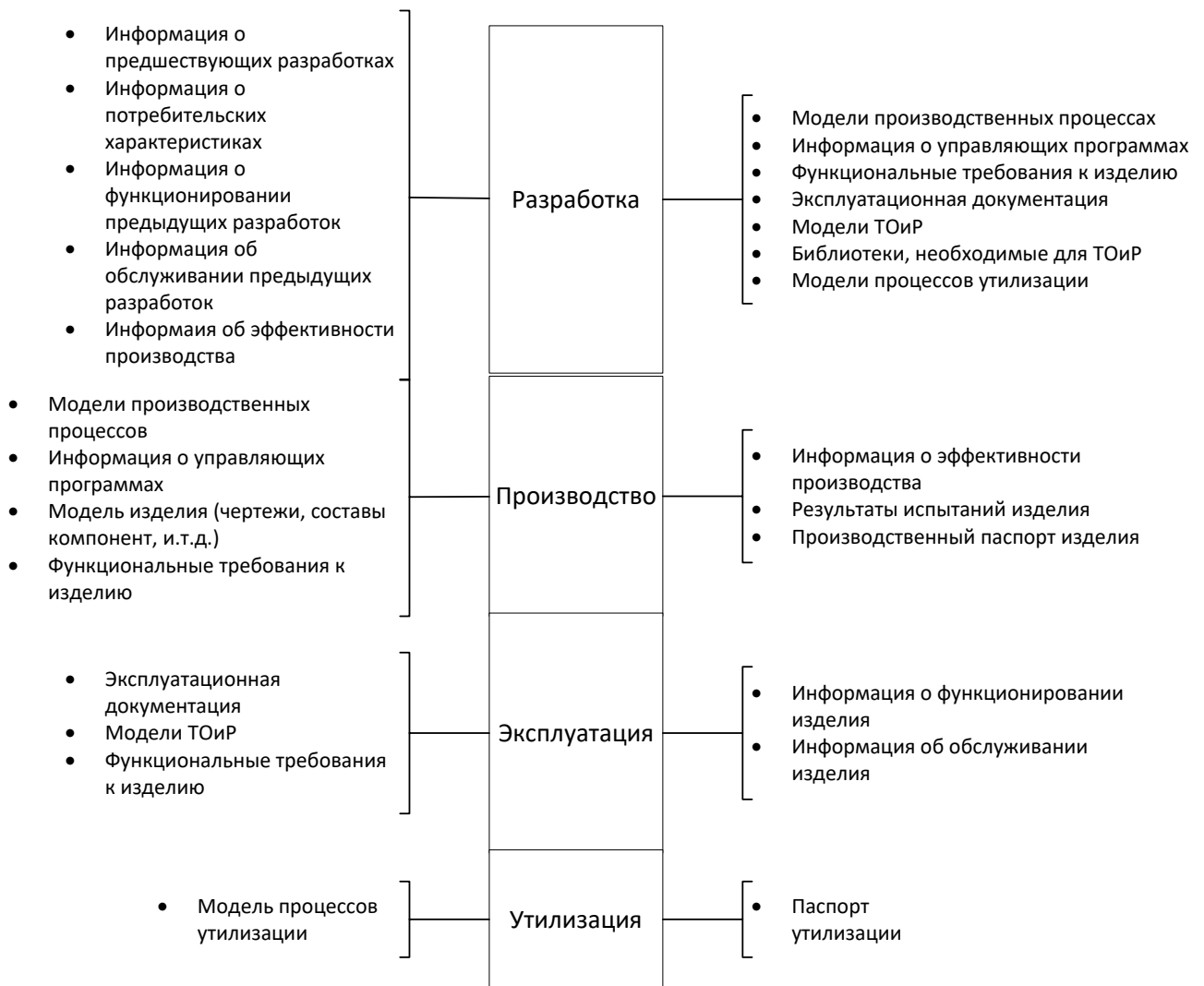


Рисунок 2.1 - Состав информации об изделии в СУПЖЦ

## 2.2 Информация по стадиям ЖЦ

Так как одной из основных функций СУПЖЦ является обмен определенной информацией между стадиями ЖЦ продукции, необходимо установить на каких стадиях эта информация может быть получена и каким стадиям ЖЦ эта информация необходима. «рис. 2.2».



**Рисунок 2.2 - Информация, потребляемая и предоставляемая стадиями ЖЦ. Слева представлена потребляемая информация, справа – информация, которую стадия может предоставить**

### 2.3 Состав системы СУПЖЦ

Систему предполагается разделить на 4 составляющие:

- Блок эталонных моделей;
- Блок сбора информации;
- Аналитический блок;
- Блок интегрированной логистической поддержки (ИЛП).



**Рисунок 2.3 - Состав СУПЖЦ и задачи блоков СУПЖЦ**

### 2.3.1 Блок эталонных моделей

Каждому изделию в системе необходимо сопоставить эталонную модель, в которой содержится информация о производственных процессах, информация об управляющих программах, функциональные требования к изделию, а также библиотеки и интерактивные модели, необходимые для эксплуатации и ТОиР изделия. ццблоке эталонных моделей. В случае необходимости эту информацию можно обновить, но задача накопления данных в течение эксплуатации изделия этим блоком не выполняется.

### 2.3.2 Блок сбора информации

Блок сбора информации, в отличие от блока эталонных моделей, выполняет задачу накопления информации о реальном поведении изделия на стадиях производства, эксплуатации и утилизации. В задачи этого блока входит:

- Мониторинг процессов производства, эксплуатации, ТОиР и утилизации;
- Сбор документации, получаемой на стадиях производства, эксплуатации и утилизации;
- Сбор информации о реальном функционировании изделия и условиях эксплуатации.

### 2.3.3 Аналитический блок

В аналитическом блоке информация, получаемая из блоков эталонных моделей и сбора информации, сопоставляется и приводится в состояние, в котором ее видят потребители. Аналитический модуль, в отличии от модулей эталонных моделей и сбора информации, имеет шлюз обмена с внешней средой, через этот модуль проводится интеграция системы УПЖЦ с другими системами изготовителя или потребителя.

### 2.3.4 Блок интегрированной логистической поддержки

В блоке ИЛП заложены все алгоритмы логистической поддержки и контракта жизненного цикла. В его задачи входит:

- Анализ логистической поддержки;
- Планирование производства;
- Планирование и управление техническим обслуживанием и ремонтом изделия;
- Планирование и организация процессов утилизации изделия.

Этот блок строится на основе систем поддержки принятия решений: одна из основных его задач, основываясь на текущем состоянии изделия, давать рекомендации о ресурсах, необходимых для поддержания эксплуатационной готовности изделия.

### **3 Диаграмма потоков данных**

В системах класса СУПЖЦ не планируются эталонные модели бизнес-процессов ЖЦ и не ведется управление ими на стадиях разработки, за это отвечают системы класса PLM, в системах УПЖЦ выполняется мониторинг и управление этими бизнес-процессами на стадиях производства, эксплуатации и утилизации. И так как в СУПЖЦ не составляются эталонные модели изделия и связанных с ним процессов, они полностью берутся из системы PLM.

После того, как эталонные модели процессов и изделия были созданы, изделие переходит на стадию производства. На стадии производства создается запись о новом изделии в системе MES и происходит сопоставление изделия с его эталонной моделью. В процессе производства заполняется технологический паспорт и перечень установленных в него компонент с результатами их проверки. В завершении стадии производства изделие испытывают и, если испытание прошло успешно, отправляют к потребителю. В предложенной модели часть функций системы MES, отвечающих за хранение информации, используемой на стадиях разработки, эксплуатации и утилизации, должна быть передана СУПЖЦ, для создания единого информационного пространства в системе УПЖЦ.

На стадии эксплуатации изделие выполняет те задачи, для которых оно создавалось. Организации, которые эксплуатируют изделие и выполняют его ТОиР нуждаются в эксплуатационных документациях, указаниях к ТОиР, информации о составе изделия, о его эксплуатационной готовности, а также интерактивных демонстрациях, которые наглядно демонстрирует процессы эксплуатации и ТОиР.

С стадии эксплуатации поступает информация о текущем функциональном состоянии изделия, его наработке, условиях эксплуатации, заполняется журнал ТОиР. На основе этих данных система УПЖЦ делает прогнозы функционального состояния изделия и дает рекомендации по его обслуживанию.

Разработчики изделия благодаря системе УПЖЦ могут сопоставить информацию о реальном поведении изделия с его эталонной моделью, что позволит в будущем избавиться от недостатков старых.

С помощью системы УПЖЦ все участники процессов ЖЦ изделия смогут отслеживать такие показатели качества, как надежность, эксплуатационная готовность, стоимость, функциональные характеристики.



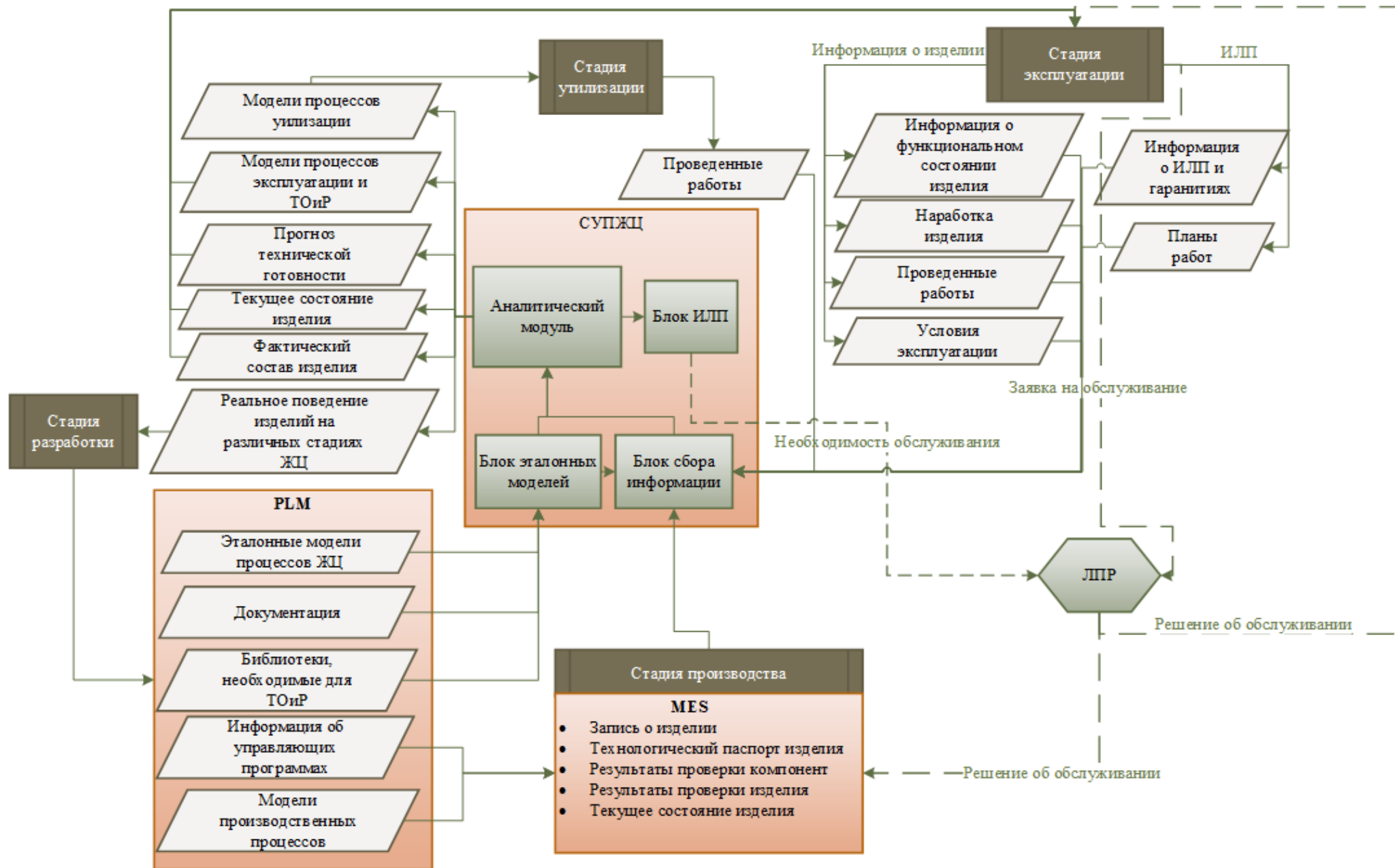


Рисунок 3 - Диаграмма потоков данных для системы управления полным жизненным циклом продукции

## Литература

- 1 *Косяков А. [и др.]*. Системная инженерия. Принципы и практика. / пер. с англ. под ред. В.К. Батоврина. 2-е изд., — М.: ДМК Пресс, 2014. 624 с.
- 2 *Лайкер Д.* Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. / пер. с англ. под ред. Т. Гутман. — М.: Альпина Паблишер, 2015. 400 с.
- 3 *Суханов А.А., Рязанцев О.Н., Артизов С.А., Бриндигов А.Н., Незаленов Н.И., Карташев А.В., Елизаров П.М., Судов Е.В.* Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт. — М.: НИЦ СALS «Прикладная логистика», 2013.
- 4 *Буренок В.М.* Проблемы создания системы управления полным жизненным циклом вооружения военной и специальной техники // Вооружение и экономика. 2014. № 2.
- 5 *Дубова Н.* PLM на пороге зрелости // Открытые системы. 2011. № 5.
- 6 *Смирнов Н.* Тонкости PLM проектов // Директор информационной службы. 2013. № 6.