

# 1. ПРЕДМЕТ И ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Основные определения [2]

Понятие **системы** в рамках курса заключается в следующем:

- имеется некоторый объект управления (или наблюдения);
- присутствует система сбора и обработки данных наблюдений над объектом;
- организованы каналы связи и воздействия на объект;
- существует управляющий (задающий) орган.

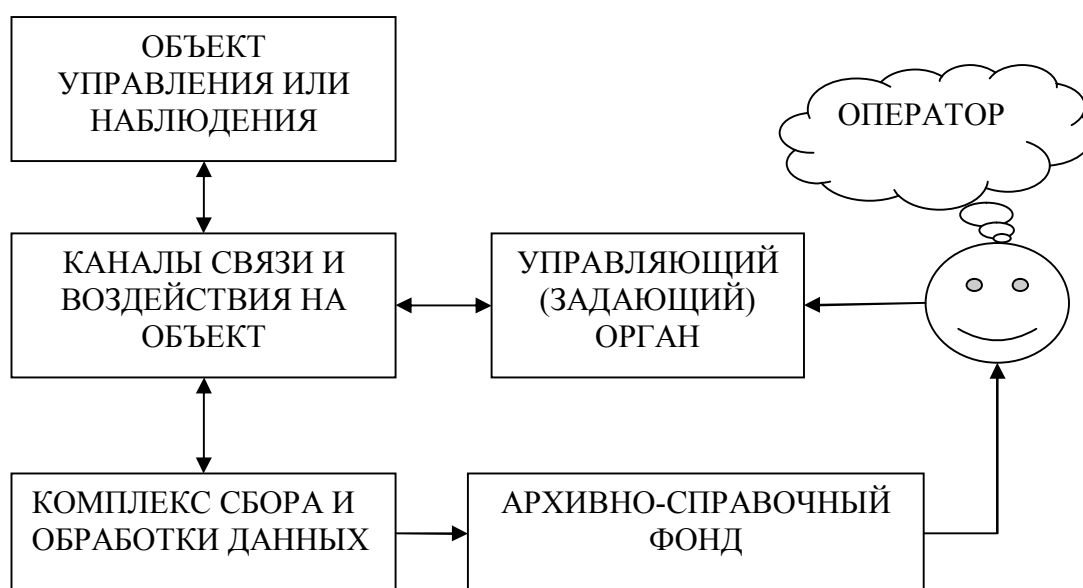


Рисунок 1.1 – Типовая схема автоматизированной системы

Как видно из набора компонентов, такая структура присуща, как правило, всем системам управления, в той или иной модификации [28]. Основное отличие систем, рассматриваемых в рамках курса в том, что они являются **автоматизированными**, а не **автоматическими**, т.е. в контур управления включен **оператор**.

Поэтому в общих чертах можно говорить об **организационно техническом управлении**, сочетающем в себе классические методы и способы обработки данных с необходимостью **принятия решений**, а сами системы получили название **автоматизированных систем управления**.

В данных системах оптимизации подвергаются:

- отдельные элементы систем;
- алгоритмы управления и обработки;
- структуры связей (соединения) между элементами.

*”Исследование операций представляет собой искусство давать плохие ответы на практические вопросы, на которые даются еще худшие ответы другими методами”.*

Т.Л. Саати.

## 1.2. Основная задача исследования операций

**Операция** – последовательность действий, направленных на достижение какой либо цели.

**Критерий эффективности** – показатель совпадения (соответствия) цели операции и состояния системы.

**Стратегия** – способ расстановки сил и средств при проведении операции.

**Математическая модель операции** – это формальные соотношения, устанавливающие связь **критерия** и **стратегии**.

**Решение** – множество параметров стратегии, полученных на основании математической модели.

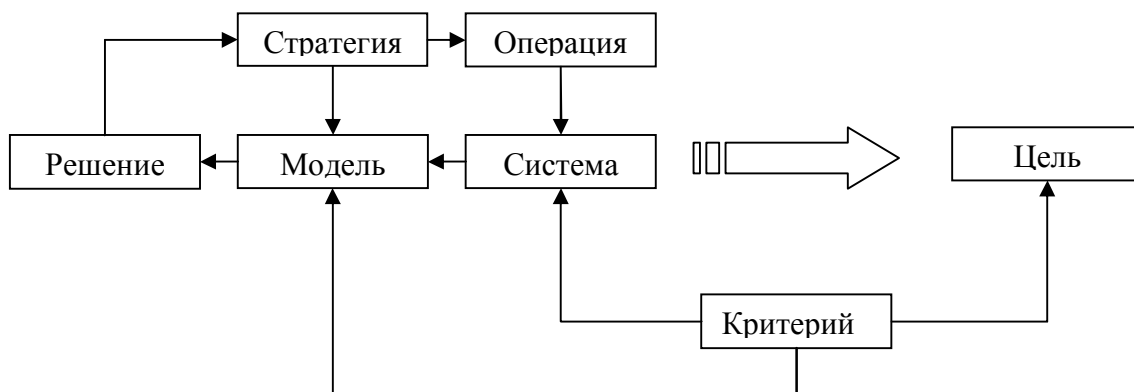


Рисунок 1.2 – Основные определения

**Основная задача исследования операций:** нахождение для выбранной **математической модели** решения, при котором критерий эффективности достигает экстремума (**min** или **max**).

Основные черты операционного подхода заключаются в следующем.

Чтобы подход можно было квалифицировать как операционный, он должен включать:

1. Ориентацию на принятие решения. (Расчеты должны иметь непосредственное и определенное отношение к выбору способа действия) (стратегии).

2. Оценку на основе критериев эффективности – сравнение на количественных оценках, позволяющих однозначно определить полезность ожидаемого подхода.

3. Доверие к математической модели. (Однозначность трактовки математической модели; опираясь на одни и те же данные, специалисты должны получать одинаковые результаты).

4\*. Необходимость использования ЭВМ. (Это не благое пожелание, а обуславливается сложностью используемых математических моделей либо громоздкостью процедур, обеспечивающих те или иные системы наблюдения, управления или контроля).

### 1.3. Математические модели в исследовании операций [70]

1. **Детерминированные модели** операций. Их основные черты:

- полная определенность в настоящем, прошлом и будущем;
- повторяемость результатов при одинаковых исходных данных.

2. **Вероятностные модели** (статистические, стохастические):

- введены случайные факторы воздействия;
- возможны случайные реакции системы на детерминированные воздействия (Как в фантастическом рассказе, где некий правитель использовал следующий механизм наложения резолюций – “Утвердить”, “Отвергнуть”, “Вернуть на доработку”, данные резолюции налагались случайным порядком).

3. **Игровые модели**:

- наличие конфликтной ситуации;
- моделирование условий конфликта;
- получение на основании модели оптимального способа поведения в конфликтной ситуации.

4. **Неполные модели**. Строятся на основании ограниченного набора экспериментальных данных и экспертных оценок. Пополняются и корректируются по мере накопления данных

5. **Эвристические модели**. В их основании лежат опыт или наблюдения, как правило, не поддающиеся математическому описанию. Как говорил К. Прутков [58]: “Щёлкни лошадь в нос, она махнет хвостом”.

6. **Имитационные модели**. Это, обычно, программные, технические или технико-программные модули, ориентированные на проведение экспериментальных исследований.

## 1.4. Типовые задачи исследования операций [70]

### 1.4.1 Задачи поиска (поисковые задачи)

#### ***Постановка задачи.***

В распоряжение пользователя предоставляется комплекс технических и программных средств при ограничениях на время или стоимость эксплуатационного оборудования.

#### ***Цель оптимизации.***

Распределение ограниченных ресурсов таким образом, чтобы максимизировать вероятность нахождения объекта.

Таким образом, оптимизации подвергаются

- структуры хранения,
- алгоритма поиска,
- технические средства поиска как аргумент функции эффективности.

Классификация поисковых задач приводится на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Схема классификации задач поиска

### 1.4.2 Задачи распределения или распределительные задачи [69, 70]

#### ***Постановка задачи.***

- У пользователя в наличии ограниченный объём или число ресурсов, которые отведены на осуществление комплекса операций для достижения поставленной цели.
- Предоставляется возможность выполнять операции можно выполнять различными (по эффективности) способами.
- Однако, не все операции можно выполнить с максимальной эффективностью вследствие ограниченности ресурсов, из-за чего и возникает данный тип оптимизационных задач.

#### ***Цель оптимизации.***

Необходимо выбрать такое распределение ресурсов по операциям, при котором будет достигнута наибольшая суммарная эффективность.

Классификационная схема задач распределения приводится на рисунке 1.4. Частные задачи: выбор оптимального типажа, задача о раскрое, задача о рюкзаке.

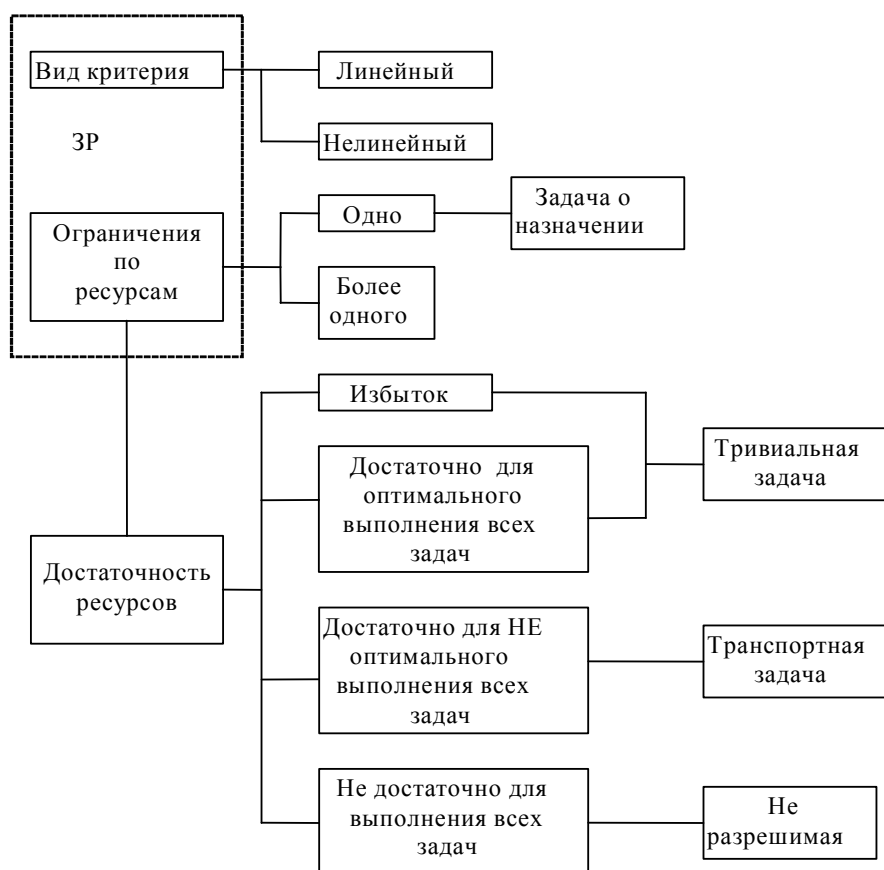


Рисунок 1.4 – Классификация задач распределения

### 1.4.3 Задача управления запасами (ресурсами) [33, 57, 69]

#### ***Постановка задачи.***

- Имеются некоторые запасы, содержание которых является функцией их величины.
- Расход запасов производится тем или иным образом (согласно заданной дисциплине)
- Отсутствие запаса штрафуются (или не допускается).

#### ***Цель оптимизации.***

Определить размер запаса, оптимальный в смысле минимизации общих затрат.

Характеристики задач управления запасами показаны на рисунке 1.5.

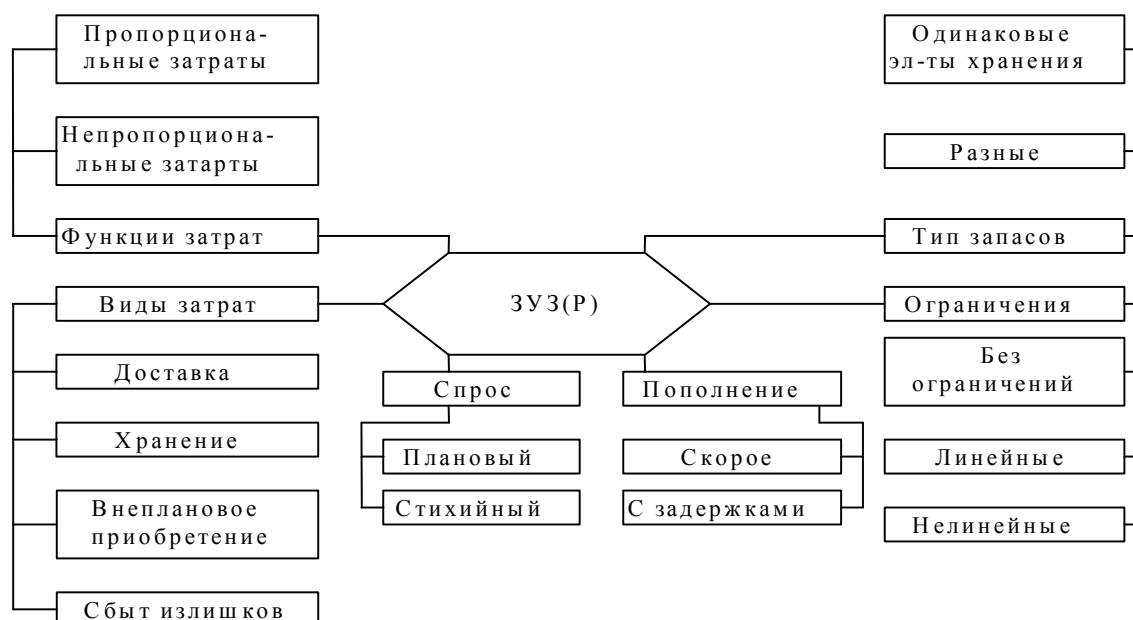


Рисунок 1.5 – Классификация задач управления запасами

#### 1.4.4. Задачи теории систем массового обслуживания [4, 21, 29]

##### ***Постановка задачи.***

Пусть на входе некоторого устройства имеется очередь из заявок, запросов или требований на использование (применение) этого устройства в определённом режиме.

Априори или гипотетически известны статистические характеристики указанных запросов: например, их среднее число в единицу времени, средняя продолжительность использования ими устройства.

##### ***Цель оптимизации.***

Необходимо обеспечить обслуживание всех запросов или заданной производительности работы оборудования.

Для пояснения классификации используется схема, приведённая на рисунке 1.6.

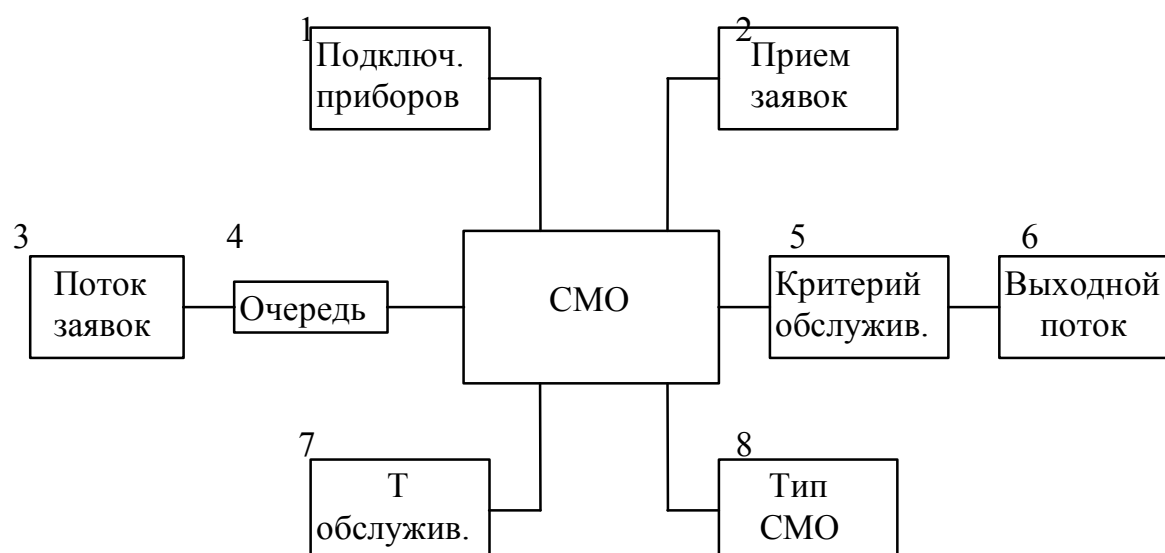


Рисунок 1.6 – Задачи теории массового обслуживания

##### 1. Подключение приборов:

- в порядке номеров;
- по мере освобождения;
- случайным порядком.

##### 2. Дисциплина приёма заявок [42, 43, 53]:

- по мере поступления (FIFO);
- случайным порядком;
- по установленным приоритетам;
- в порядке, обратном поступлению (LIFO);

- приём по определенным каналам.
3. Характеристики потока заявок:
- стационарный или не стационарный;
  - с последствием и без оного;
  - ординарный и не ординарный.
4. Характеристики очереди:
- с отказами и без отказов;
  - с ограниченным временем ожидания и не ограниченным временем ожидания;
  - с ограниченной длиной и не ограниченной длиной.
5. Критерии обслуживания заявок [60, 61]:
- вероятность пропуска (задержки) заявки;
  - математическое ожидание числа задержанных заявок;
  - математическое ожидание числа занятых каналов;
  - математическое ожидание длины очереди.
6. Вид выходного потока заявок:
- установившийся процесс;
  - не установившийся процесс.
7. Распределение времени обслуживания:
- случайное (экспоненциальный закон, закон Эрланга, прочие законы);
  - неслучайное (квантованное).
8. Характеристики системы:
- однородная (неоднородная);
  - однофазная;
  - многофазная;
  - одноканальная;
  - многоканальная.



### 1.4.5 Теория игр [1, 11, 14 -16]

**Теория игр** – математическая теория конфликтных ситуаций, в которых сталкиваются интересы двух или более сторон преследующих различные цели (описываемых разными целевыми функциями).

**Цель оптимизации.**

Отыскание разумной стратегии поведения игроков в конфликтной ситуации.

Игры классифицируются, как это показано на рисунке 1.7, следующим образом.

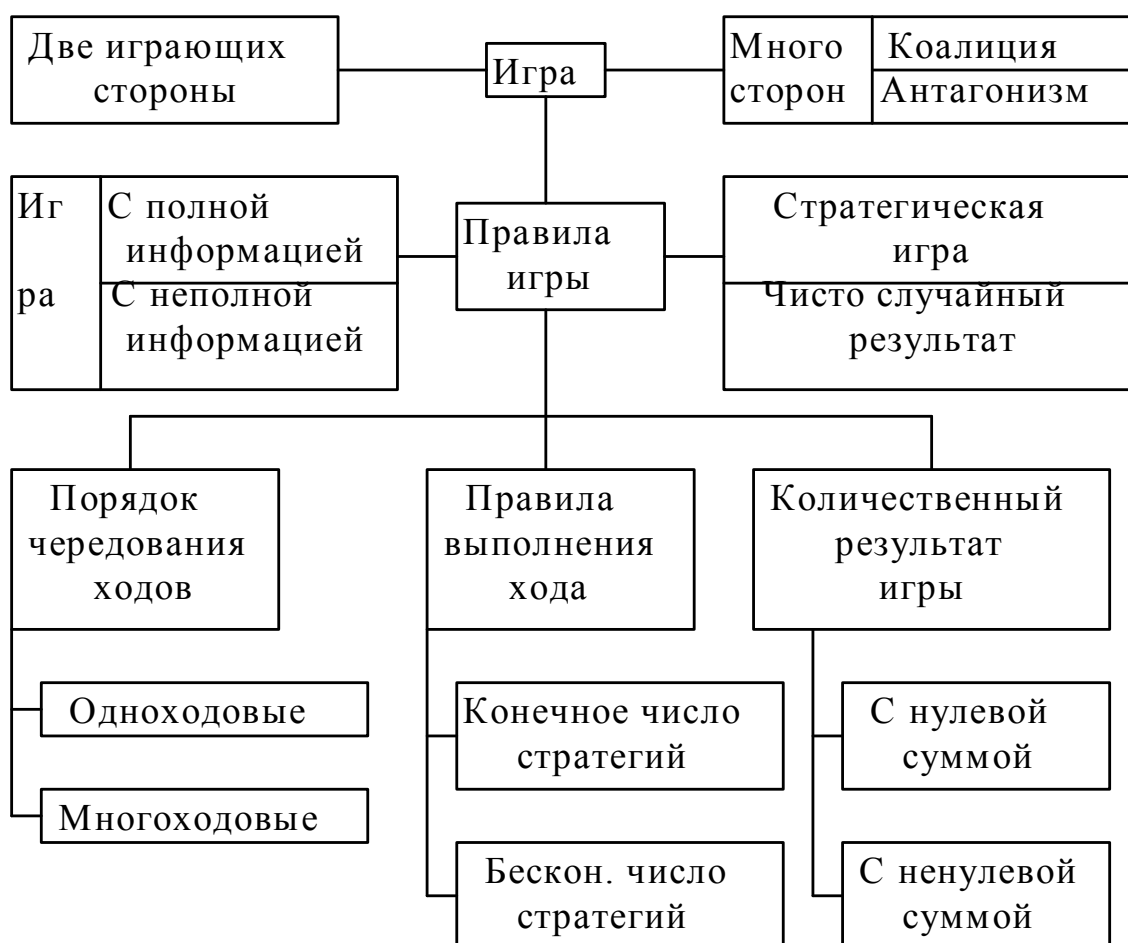


Рисунок 1.7 – Схема классификации задач теории игр

#### 1.4.6 Задача замены оборудования [54]

##### **Постановка задачи.**

Имеется техническое устройство (или комплекс устройств), функциональные блоки которого подвержены отказам вследствие износа или перестают отвечать различным требованиям по причине материального старения и т.п.

##### **Цель оптимизации.**

Отыскание оптимальных сроков замены тех или иных технических устройств (их узлов, блоков) и определение потребностей в комплектующих для поддержания их в рабочем состоянии.

Пояснения дадим с использованием рисунка 1.8, по номерам блоков.

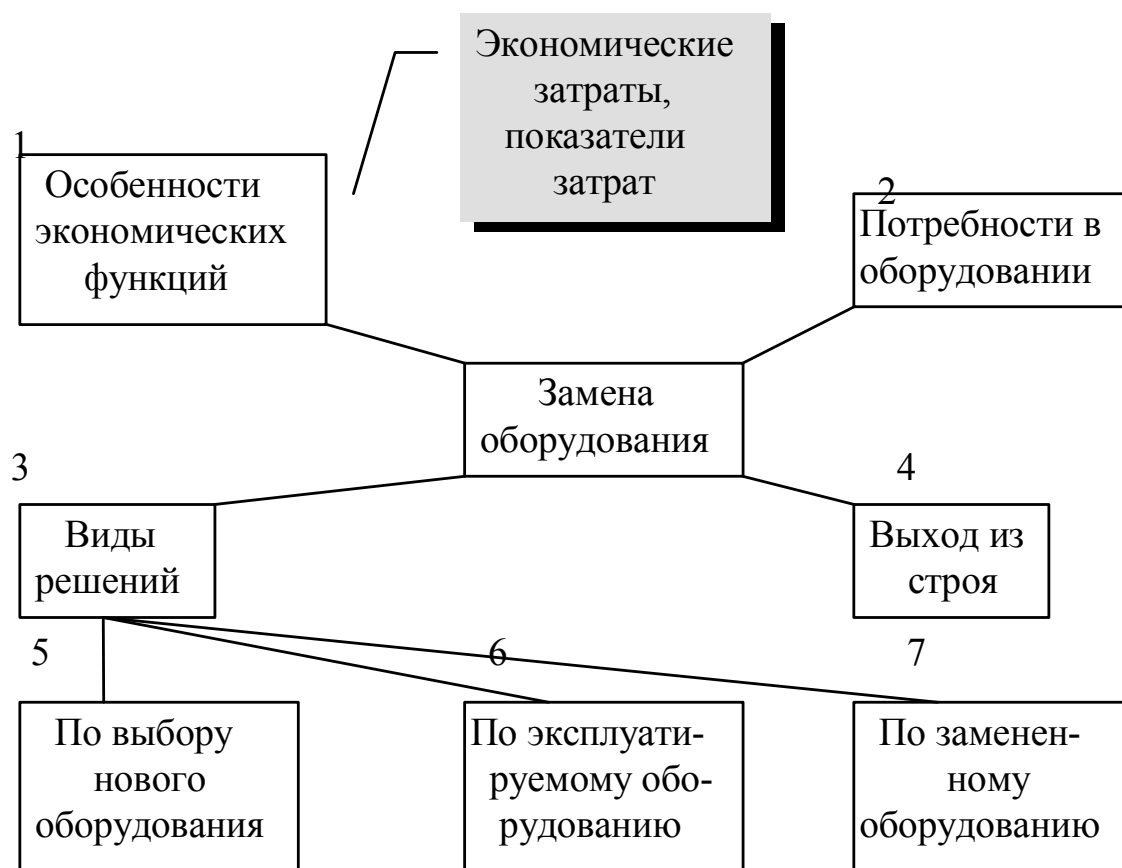


Рисунок 1.8 – Классификация задач о замене оборудования

1. Особенности экономических функций (экономические показатели):

- учет амортизации;
- учет роста эксплуатационных расходов;

- учет технического прогресса;
- учет эффективности капиталовложений;
- учет потерь от ремонта.

## 2. Потребности в оборудовании:

- переменные (спорадические);
- постоянные.

## 4. Выход из строя:

- через заданный срок.
- случайные сроки;
- смешанный процесс;
- не выходит из строя.

## 5. Выбор нового оборудования:

- старого типа;
- нового оборудования заданного типа;
- нового выбираемого типа;
- специально разрабатываемого типа.

## 6. Эксплуатация оборудования:

- производство осмотров разной сложности;
- производство регламентных работ;
- замена оборудования: а) плановым порядком, б) по выходу из строя, в) смешанным порядком.

## 7. Использование замененного оборудования:

- не реализуется (списывается);
- продается;
- используется в менее ответственных местах: а) одноэтапный перевод; б) многоэтапный перевод.

#### 1.4.7 Задачи упорядочения (Задачи теории расписаний) [24, 38, 75]

##### ***Постановка задачи.***

Имеется некоторый объем работ, подчиненный решению какой либо комплексной задачи. Причем отдельные работы могут быть связаны сроками выполнения, другие могут выполняться независимо.

##### ***Цель оптимизации.***

Требуется выбрать оптимальный порядок действий и темпы выполнения отдельных работ для минимизации непроизводительных затрат.

Общая характеристика задач [76, 90]:

- все задачи связаны с необходимостью выбора оптимального порядка действий;
- оптимальность понимается в смысле минимума какого-либо критерия при заданных ограничениях;
- аналитические методы созданы лишь для простейших случаев;
- выбор оптимального маршрута не имеет общего решения (задача коммивояжера);
- применяются сетевые методы планирования и методы оптимизации на графах.

Сетевые методы планирования оперируют понятиями:

- работа;
- сеть;
- критический путь;
- события.

На их основании строится графическое изображение последовательности работ – сетевой график.

Сетевой график

- подвергается оптимизации после нахождения критического пути;
- используется не только при планировании, но и в ходе выполнения последовательности работ для контроля.

При этом обязательно существуют:

- минимальное время, уменьшить которое нельзя, как бы велики ни были затраты на выполнение работы;
- минимальная стоимость выполнения работы, уменьшить которую путем увеличения времени невозможно.