

УДК 004.3'2

*Колесников А.С.,*

*магистрант*

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)*

*ДГТУ*

*г. Шахты*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАЗУТА**

*Аннотация.* Статья посвящена разработке и исследованию системы управления оборудованием для переработки мазута. Исследования проводились с применением методов «Дерево целей», «Экспертных оценок», «Диаграмма Парето» и «ABC-метод». Рассмотрены способы достижения цели «Разработки системы управления оборудованием».

*Ключевые слова:* разработка, переработка, нефтепродукты, мазут, управление

## **DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR OIL REFINING EQUIPMENT**

*Annotation.* The article is devoted to the development and research of a control system for equipment for processing petroleum products. The research was conducted using the methods of "Goal Tree", "Expert assessments", "Pareto diagram" and "ABC method". The ways to achieve the goal of "Developing an equipment management system" are considered.

*Keywords: development, processing, petroleum products, fuel oil, control*

Для проведения анализа работ в области разработки системы управления оборудованием для переработки нефтепродуктов, удобно воспользоваться методом «Дерево целей»

Генеральной целью или целью первого уровня является «Разработка системы управления оборудованием для переработки нефтепродуктов».

Для достижения цели первого уровня, сформируем цели второго уровня:

- установка современного технического оборудования
- внедрение программного обеспечения
- повышения уровня промышленной безопасности
- обучение персонала
- минимизация воздействия на окружающую среду

Для определения более перспективных целей второго уровня дерева целей определим с помощью метода экспертных оценок ранги этих целей.

В исследовании приняли участие 5 экспертов. Каждому из них было предложено заполнить таблицу 1, указав для каждой цели значение рангов от 1 до 5(рис.1).

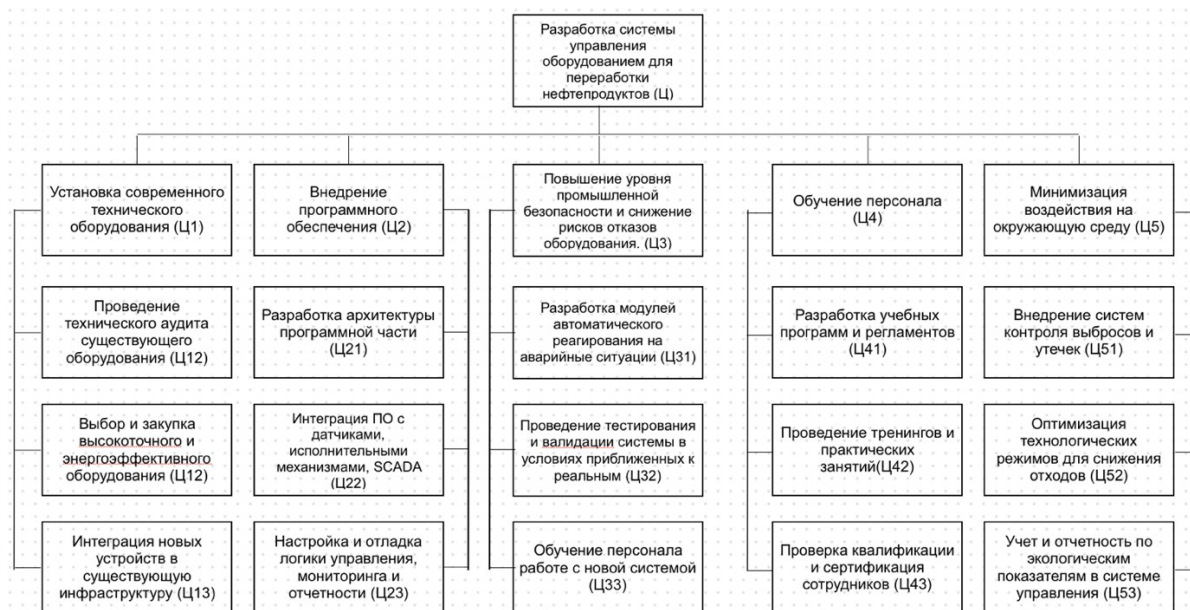


Рис. 1 – Дерево целей

Таблица 1 – Таблица рангов

Номер цели	Наименование цели	Ранг цели
Ц1	Установка современного технического оборудования	
Ц2	Внедрение программного обеспечения	
Ц3	Повышение уровня промышленной безопасности и снижение рисков отказов оборудования.	
Ц4	Обучение персонала	
Ц5	Минимизация воздействия на окружающую среду	

В результате опроса экспертов, была сформулирована таблица 2.

Таблица 2 – Таблица экспертных оценок

Номер эксперта	Объекты					Сумма рангов
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5	
1	3	4	1	5	2	15
2	5	2	3	1	4	15

3	4	2	1	3	5	15
4	5	1	3	2	4	15
5	4	1	2	3	5	15
Сумма рангов	21	10	10	14	20	75

Проведем оценку согласованности мнений экспертов посредством расчета коэффициента конкордации.

Таблица 3 – Последовательность оценки согласованности мнений экспертов

Последовательность оценки согласованности мнений экспертов	Значения				
Суммы рангов	** Expr essio n is fault y **	10	10	14	20
Среднее значение	15				
Алгебраические разности	6	-5	-5	-1	5
Квадраты алгебраических разностей	36	25	25	1	25

Сумма квадратов алгебраических разностей равно 112.

Определим максимальный суммарный квадрат алгебраических разностей.

$$K_m = 1/12 \cdot 5^2 \cdot (5^3 - 5) = 250$$

Далее рассчитаем коэффициент конкордации:

$$K_k = 112 / 250 = 0,448$$

Полученное значение коэффициента конкордации меньше 0,5 говорит о низкой схожести мнений экспертов.

Далее полученные результаты можно будет использовать для составления диаграммы Парето в таблице 4 и рисунке 2.

Таблица 4 – Диаграмма Парето

Обозначение целей	Сумма баллов полученных от экспертов	Накопленная сумма баллов	Процент экспертных баллов	Накопленный процент
Ц1	21	21	28	28
Ц5	20	41	27	55
Ц4	14	55	19	73
Ц2	10	65	13	87
Ц3	10	75	13	100
Итого	75		100	

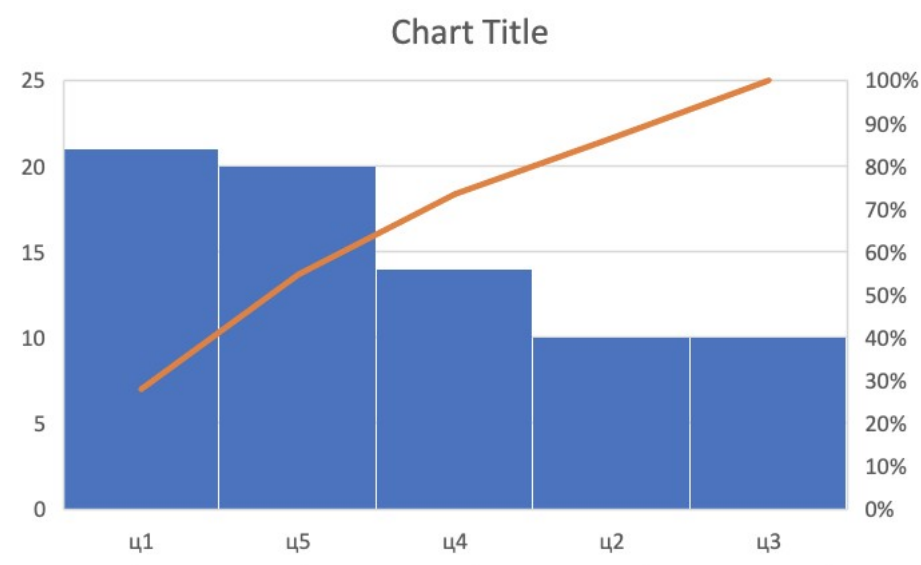


Рис. 2 – Диаграмма Парето

Исходя из данных диаграммы, можно сделать вывод, что цели Ц1 и Ц5 являются приоритетными по мнению экспертов. Цель Ц4 будет реализовываться после вышеперечисленных целей. А цель Ц2 будет реализовываться в последнюю очередь.

Для получения мазута используются следующие оборудования:

- атмосферная колонна;

- атмосферно-вакуумная колонна;
- насос для перекачивания мазута

Атмосферная колонна используется для первичной перегонки нефти или мазута под атмосферным давлением. Задача — разделить сырье на фракции с разной температурой кипения (например, бензин, керосин, дизель и т.д.).

Принцип работы состоит в том, что мазут предварительно подогревается в печи до температуры  $\sim 350\text{--}400^\circ\text{C}$ . Затем поступает в нижнюю часть колонны и внутри нее происходит контакт пара и жидкости. Легкие фракции (бензин, керосин) поднимаются вверх и отбираются в соответствующих точках. Тяжелые остатки (гудрон) собираются внизу и далее направляются на вакуумную перегонку.

Атмосферно-вакуумная колонна применяется для дальнейшей переработки остатков от атмосферной перегонки (в основном мазута или гудрона). Поскольку остатки кипят при высоких температурах, перегонку проводят при пониженном давлении, чтобы избежать термического крекинга.

Принцип работы состоит в том, что остатки из атмосферной колонны подаются в печь, где нагреваются до  $\sim 400\text{--}420^\circ\text{C}$ . Далее они поступают в вакуумную колонну, в которой давление снижено до 10–50 мм рт. ст. Благодаря вакууму, тяжелые фракции (вакуумный газойль, маслофракции) могут испаряться без разложения. Остатки отбираются снизу и могут направляться на дальнейшую переработку — коксование, гидрокрекинг и т.д.

Печи для получения мазута, также известные как печи для нагрева мазута, используются для подогрева мазута до необходимой температуры для различных промышленных процессов, таких как сжигание в котельных или в качестве сырья для дальнейшей переработки. Они

обеспечивают эффективный и безопасный нагрев, предотвращая коксообразование и повышая надежность работы оборудования.

Патент для атмосферной колонны - RU 2796004 C1 – «Установка атмосферной перегонки нефти». Стабилизацию газойлевых фракций, выводимых в качестве боковых погонов из атмосферной колонны, для получения товарных продуктов осуществляют в отпарных колоннах (стрппингах), либо за счет подачи в низ колонны отпаривающего агента, либо за счет обогрева колонны внешним теплоносителем или теплом технологических потоков атмосферной колонны.

Преимущества:

- повышение качества боковых продуктов
- гибкость подачи агента отпарки
- улучшение термодинамического режима колонны

Недостатки:

- капитальные затраты
- повышенное энергопотребление

Патент для печи - RU2760454C1 – способ гидрокрекинга мазута. Изобретение относится к гидрокрекингу мазута в присутствии метана и предназначено для получения дистиллятных продуктов.

Преимущества:

- эффективность. Катализаторы гидрокрекинга менее дорогие, чем катализаторы каталитического крекинга.

- экологичность. Сокращаются выбросы вредных веществ в атмосферу, особенно диоксида серы, при производстве и сгорании продуктов гидрокрекинга

Недостатки:

- сложность технологии сложен и требует точного соблюдения параметров.

- образование отложений могут приводить к образованию отложений на оборудовании

Анализ преимуществ и недостатков существующих решений показал, что современные установки обеспечивают более качественную переработку сырья и снижение вредных выбросов, однако требуют значительных капитальных вложений и контроля технологических параметров.

В ходе исследования была рассмотрена задача разработки системы управления оборудованием для переработки мазута. Анализ выполнен с использованием методов «дерева целей», экспертных оценок, диаграммы Парето и оценки согласованности мнений экспертов. Установлено, что наиболее приоритетными направлениями являются установка современного технического оборудования и минимизация воздействия на окружающую среду.

### **Использованные источники**

1. Способ гидрокрекинга мазута [Электронный ресурс]. - URL: [patenton.ru/patent/RU2760454C1](http://patenton.ru/patent/RU2760454C1) (дата обращения: 04.05.2026).
2. Установка атмосферной перегонки нефти [Электронный ресурс]. - URL: [patenton.ru/patent/RU2796004C1](http://patenton.ru/patent/RU2796004C1) (дата обращения: 04.05.2026).
3. Установка гидрокрекинга [Электронный ресурс]. - URL: [noltech.ru/ustanovka-gidrokrekinga](http://noltech.ru/ustanovka-gidrokrekinga) (дата обращения: 04.05.2026).