

## Основные компоненты решения:

### 1. Двухуровневая стратегия расчетов:

- **Синхронный режим (Fixed/Interactive):** Расчет выполняется синхронно в рамках HTTP-запроса, результаты кэшируются в Redis с TTL 1 час. Используется для фиксированных расчетов и интерактивного режима (slider), когда пользователь подбирает параметры. Не создает записей в БД, что исключает накопление "мусорных" расчетов.
- **Асинхронный режим (Monte Carlo):** Полноценные асинхронные расчеты через Laravel Queue с сохранением в БД. Используется для вероятностных расчетов с большим количеством итераций (1000+), требующих длительного времени выполнения. Поддерживает отслеживание прогресса через WebSocket.

### 2. Единый калькулятор (EconomicsCalculator):

- Монолитный расчет всех этапов (Engineer → Production → Sales → CAPEX → OPEX → Taxes → Final Metrics)
- Поддержка прогресса выполнения через callback-функции
- Единый код для фиксированных и вероятностных расчетов (разница только в количестве итераций)

### 3. Система кэширования промежуточных результатов:

- Redis cache для результатов инженерных расчетов (EngineerCase)
- Кэширование промежуточных этапов (Production, Sales, CAPEX) с ключами на основе хеша входных данных
- Автоматическая инвалидация кэша при изменении исходных данных

### 4. Улучшенная привязка расчетов к кейсам:

- При сохранении кейса - автоматический поиск существующего расчета с такими же параметрами
- Привязка расчета к кейсу через case.last\_job\_id и проверка актуальности через сравнение хешей
- Отвязка устаревших расчетов вместо удаления (grace period 7 дней)

### 5. Мониторинг и очистка:

- Laravel Horizon для визуализации очереди задач и мониторинга
- Автоматическая очистка устаревших расчетов (TTL-based)
- Логирование всех операций для диагностики

#### 6. Стабилизация хеширования:

- Канонизация данных перед хешированием (нормализация float, сортировка ключей, обработка null)
- Unit-тесты для проверки стабильности хешей
- Миграция существующих расчетов на новую систему хеширования
- 

#### Технический стек:

- Backend: PHP 8.3+, Laravel
- Queue: Laravel Queue + Redis
- Cache: Redis
- Monitoring: Laravel Horizon
- Database: MySQL/MariaDB