ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

Адаптивное фазовое распределение периодических фоновых задач для устранения синхронных пиков нагрузки в распределённом исполнительном контуре

≥ 60 %	0	≤ 1,2×	1 неделя
снижение пика одновременных задач	выходов за окно сдвига	пик после 30 мин простоя	срок выполнения

Описание проблемы

Фоновый контур нашей облачной B2B-платформы исполняет несколько сотен типов периодических задач с периодами от минут до суток, и каждый тип задачи выполняется отдельно для каждого клиентского аккаунта.

Расписания задаются независимо друг от друга, и их фазы со временем синхронизируются. Задачи с кратными периодами стартуют на одних и тех же границах (начало минуты, часа, суток). После перезапуска или простоя исполнителей все отложенные запуски сходятся в одну точку.

В результате профиль нагрузки становится пилообразным. В моменты совпадения фаз насыщается пул соединений с реляционной СУБД, растут очереди ожидания и время отклика пользовательских запросов, а в промежутках между пиками ресурсы простаивают. Масштабирование под пик экономически неэффективно: средняя утилизация остаётся низкой.

Существующие механизмы решают проблему локально:

- случайный джиттер не учитывает фактическую стоимость задач;
- ручной сдвиг cron-выражений не переживает добавления новых типов задач и рост числа аккаунтов.

Требования к решению

1. **Модель стоимости.** Оценка ресурсоёмкости каждого типа задачи (длительность, занятые соединения СУБД, процессорное время) по историческим данным исполнения, с непрерывным обновлением.
2. **Планировщик фаз.** Распределение моментов запуска внутри периода, минимизирующее пик суммарной нагрузки при соблюдении допустимого окна сдвига каждой задачи. Расписание детерминировано: одинаковые входные данные дают одинаковый результат. Добавление нового типа задачи или аккаунта не перестраивает фазы уже запланированных задач.

3. **Восстановление после простоя.** Пропущенные запуски не стартуют одновременно: они догоняются с ограничением скорости и с приоритетом по степени устаревания.
4. **Совместимость.** Надстройка над постановкой задач поверх существующего брокера очередей; без изменения кода обработчиков.
5. **Наблюдаемость.** Экспорт метрик в формате OpenMetrics: прогнозный и фактический профиль нагрузки, отклонение от плановой фазы, задержка старта относительно планового момента.
6. **Результат.** Библиотека или сервис (предпочтительно с открытым исходным кодом), дискретно-событийный симулятор нагрузки и отчёт о сравнении с исходным расписанием.

Критерии приёмки

- На симуляторе с профилем 300 типов задач × 1 000 аккаунтов пиковое число одновременно исполняемых задач снижается не менее чем на 60 % относительно исходного расписания.
- Ни одна задача не выходит за своё допустимое окно сдвига.
- После имитации 30-минутного простоя исполнителей пик догоняющей нагрузки не превышает штатный пик более чем в 1,2 раза.
- Добавление 10 % новых аккаунтов меняет фазы не более чем у 5 % существующих задач.

Формат взаимодействия

- Заявка подаётся письменно через портал: описание подхода, релевантный опыт, оценка сроков.
- Авторам отобранных заявок передаётся синтетический профиль нагрузки. Доступ к производственной среде и данным клиентов не предоставляется.
- Детали архитектуры раскрываются после подписания соглашения о неразглашении.
- Срок выполнения задачи — одна неделя, коммуникация асинхронная, одна синхронная встреча по итогам. После неё обсуждаем коммерческое сотрудничество.