

FIREBIRD 🐦 CONF 2025

Артем Смирнов

История и развитие отказоустойчивости
в Ред Базе Данных

0 реализации репликации в РБД 2.6

1 Встроенная

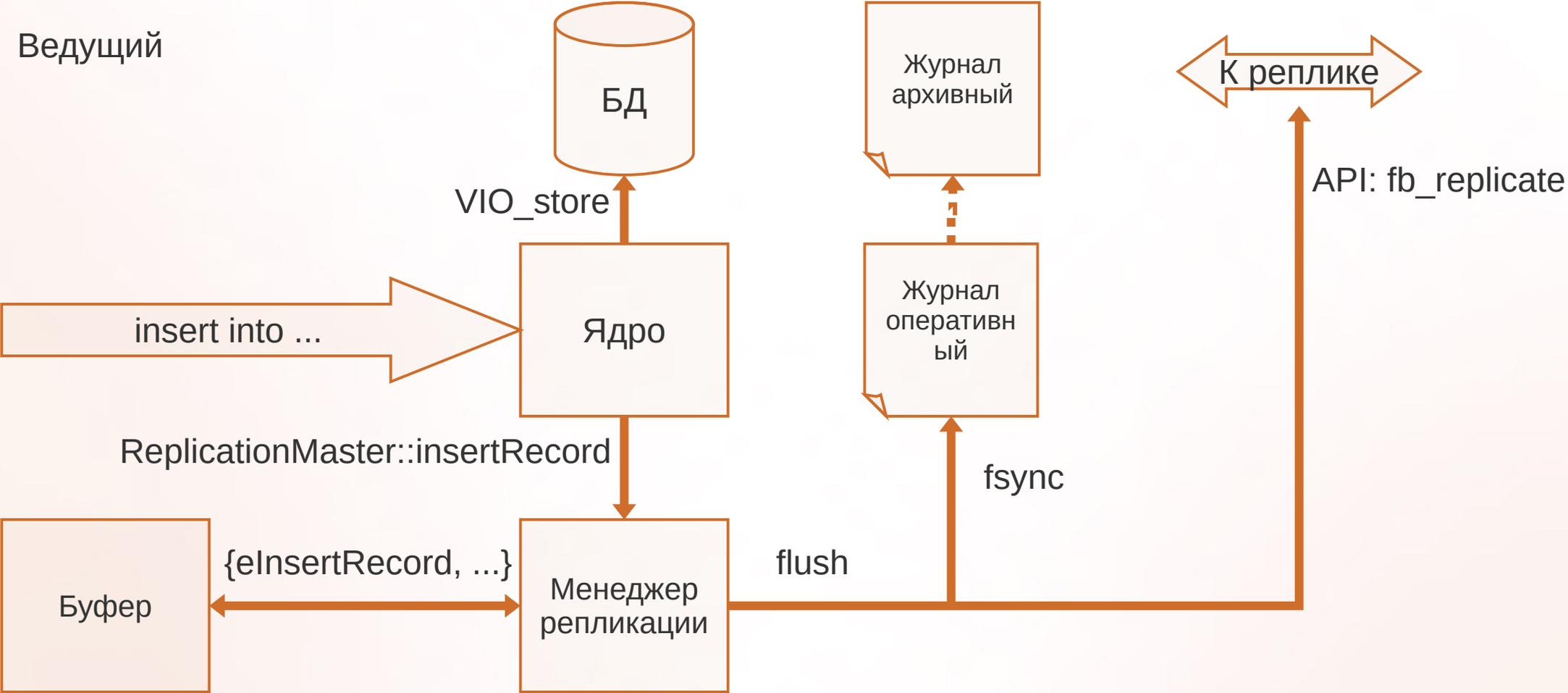
2 Монолитная

3 Логическая

4 Синхронная

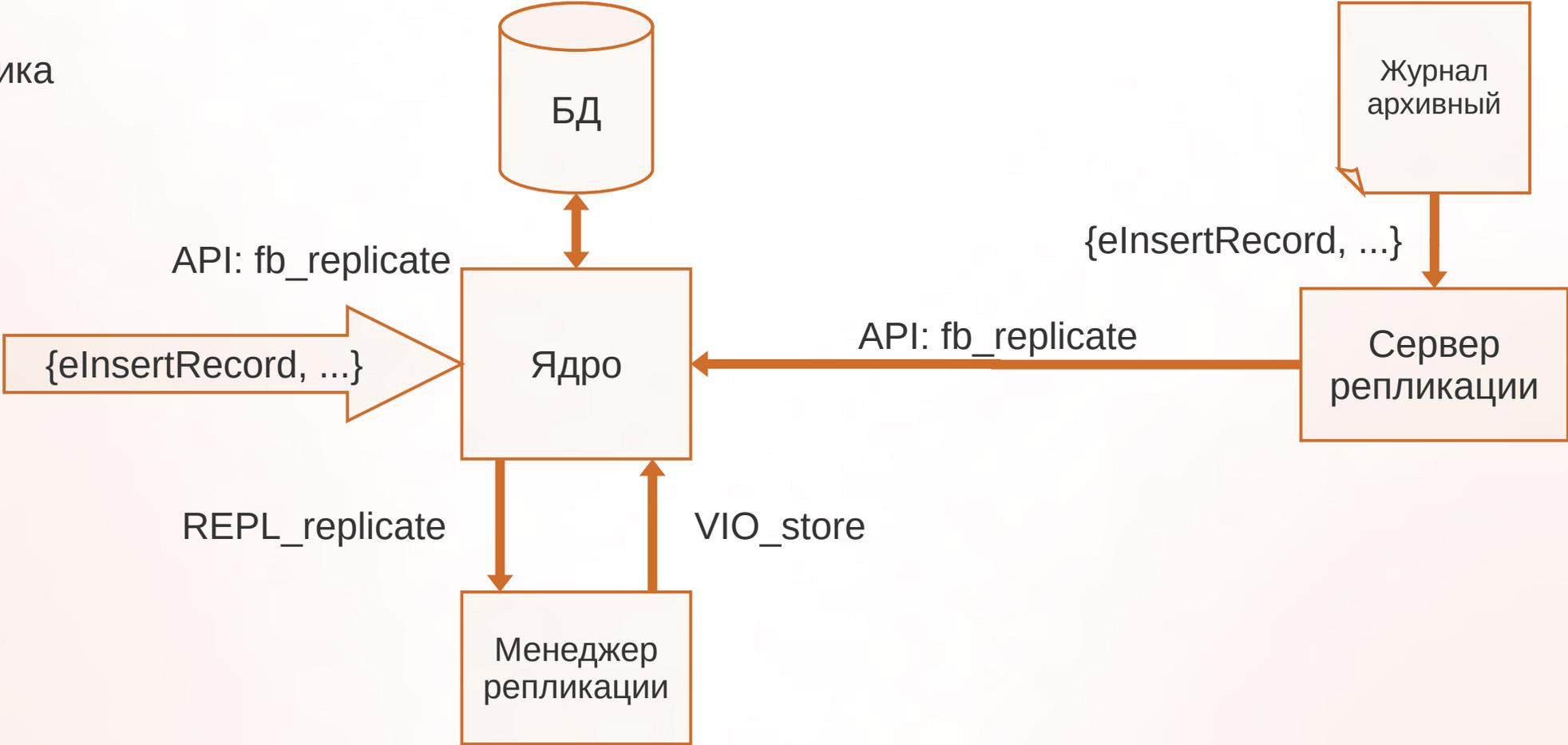
5 Асинхронная

О реализации репликации в РБД 2.6



О реализации репликации в РБД 2.6

Реплика



О реализации репликации в РБД 2.6

Блок протокола репликации

Оператор	Транзакция	Имя таблицы		Данные	
eInsertRecord	200	8	EMPLOYEE	52	Буфер

Журнал асинхронной репликации

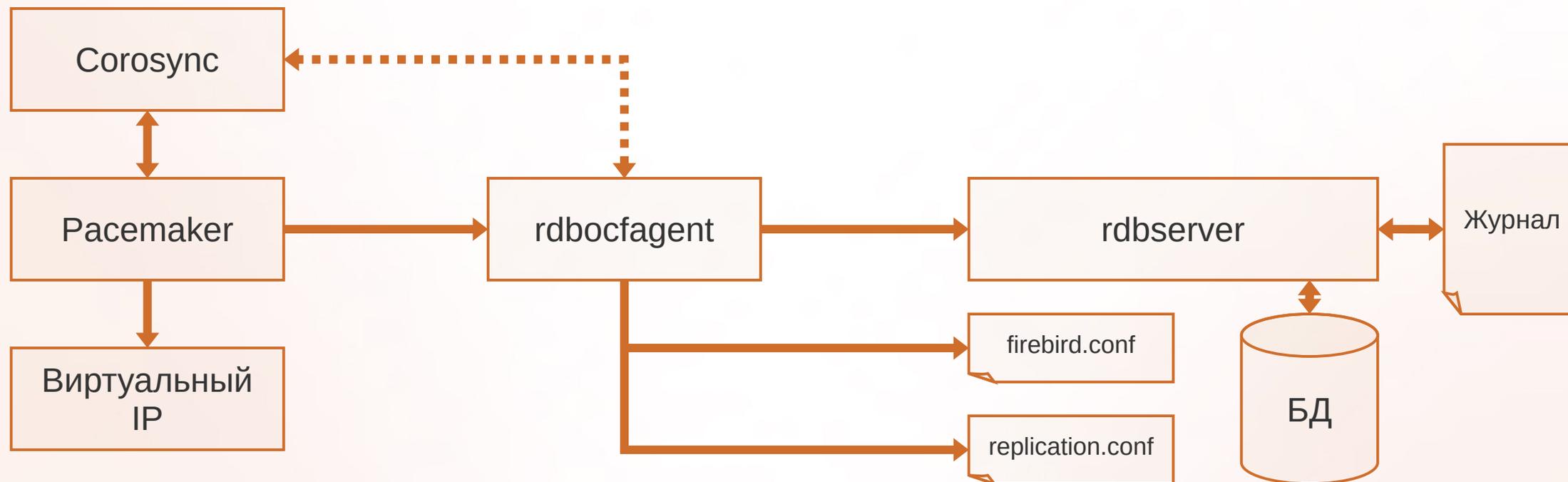
Сигнатура	Версия	Состояние	GUID	Номер	Протокол	Длина	Блоки
FBREPLLOG	1	1 (USED)	0a578590-15b4-47ef-af8d-6cfd0bf97d34	1	1	256	буфер

Corosync + Pacemaker, Open Cluster Framework

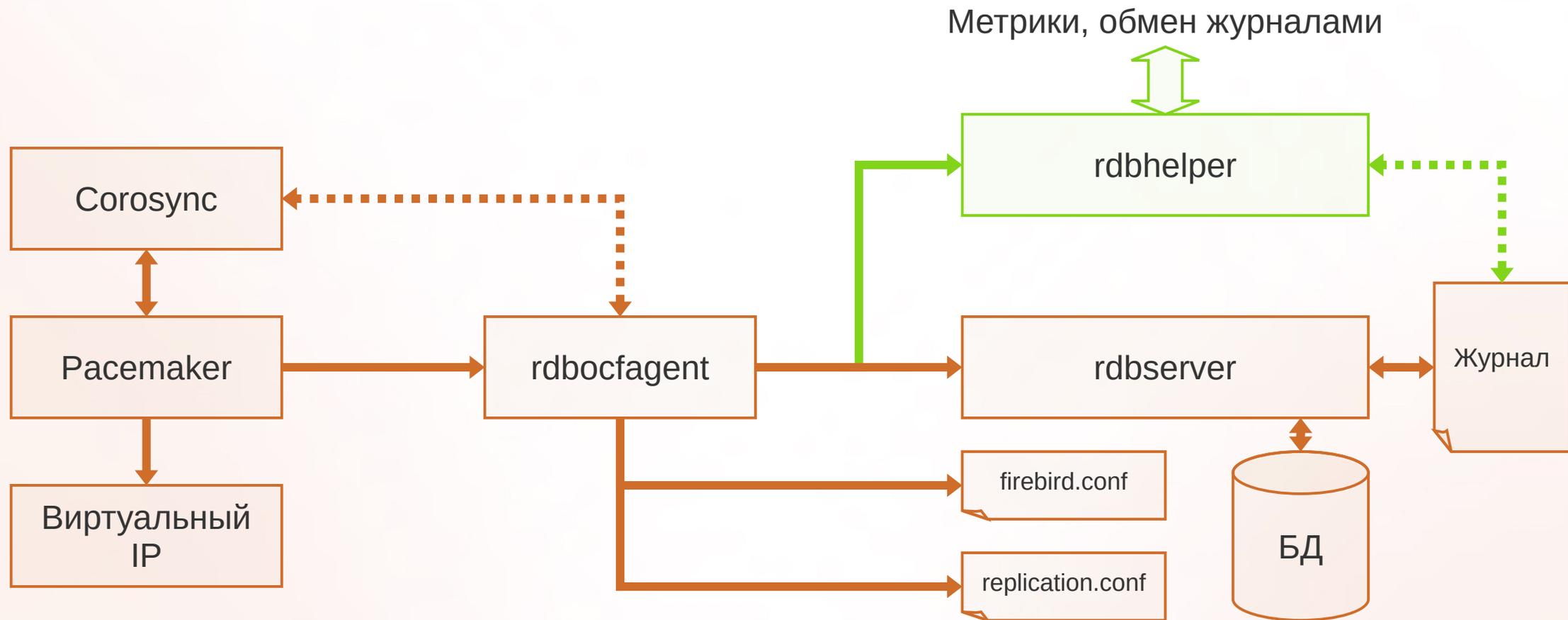


- Corosync – связь между узлами кластера, поддержка полноты кластера, хранение конфигурации кластера
- Pacemaker – доступность ресурсов, их запуск, остановка и перенос, реакция на сигналы от corosync
- Ресурсы – скрипты, для управления сервисами в системе

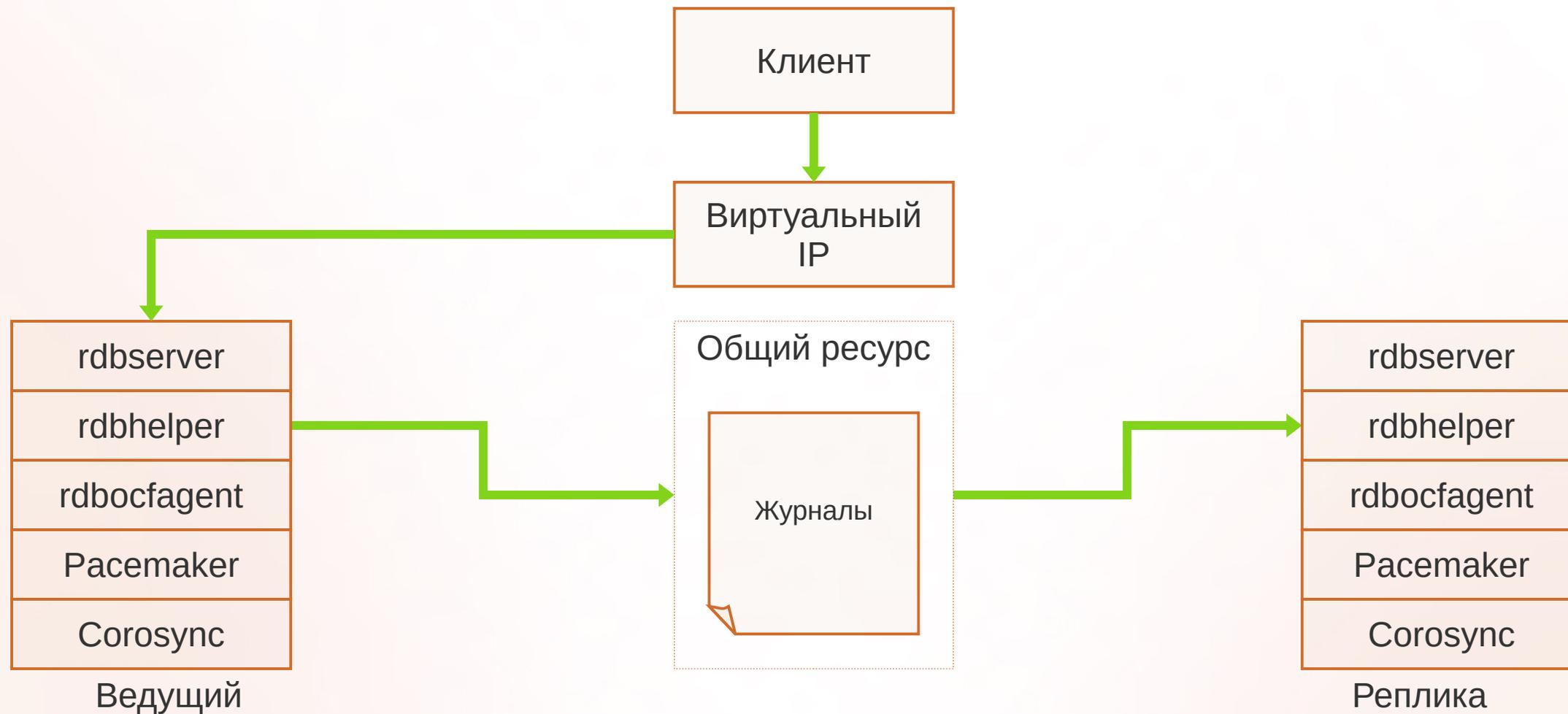
Агент Расетакер для РБД 2.6



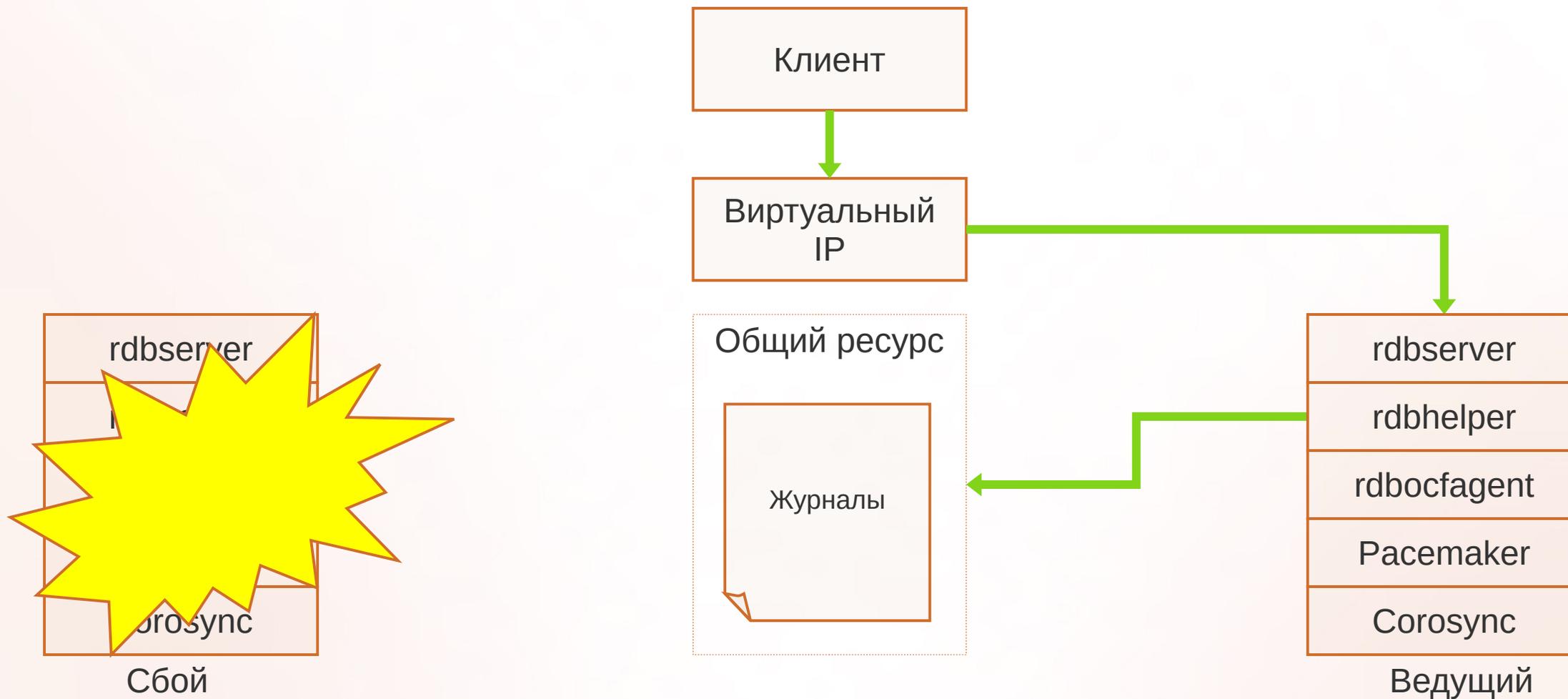
Агент Расетакер для РБД 2.6



Агент Расетакер для РБД 2.6



Агент Расетакер для РБД 2.6



0 реализации репликации в РБД Э

1 Встроенная

2 Монолитная,
есть внешний
модуль

3 Логическая

4 Синхронная

5 Асинхронная

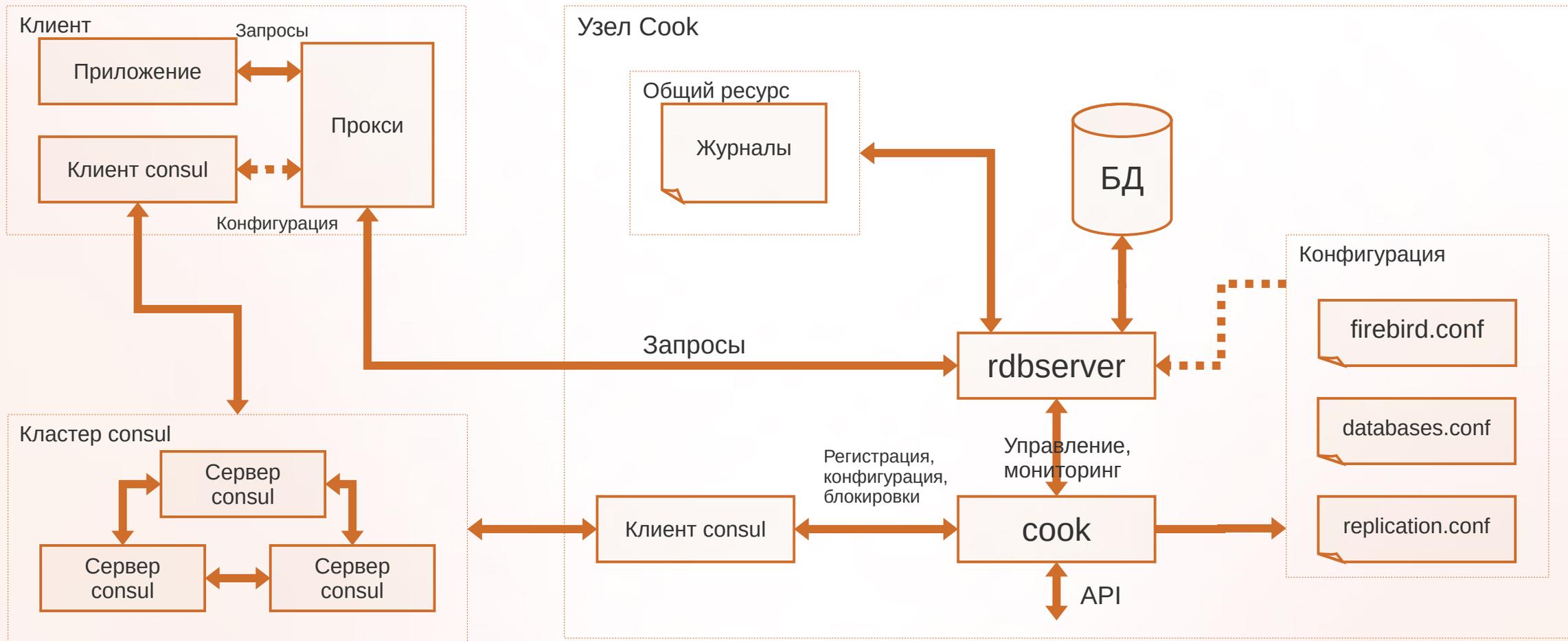
О реализации репликации в РБД Э



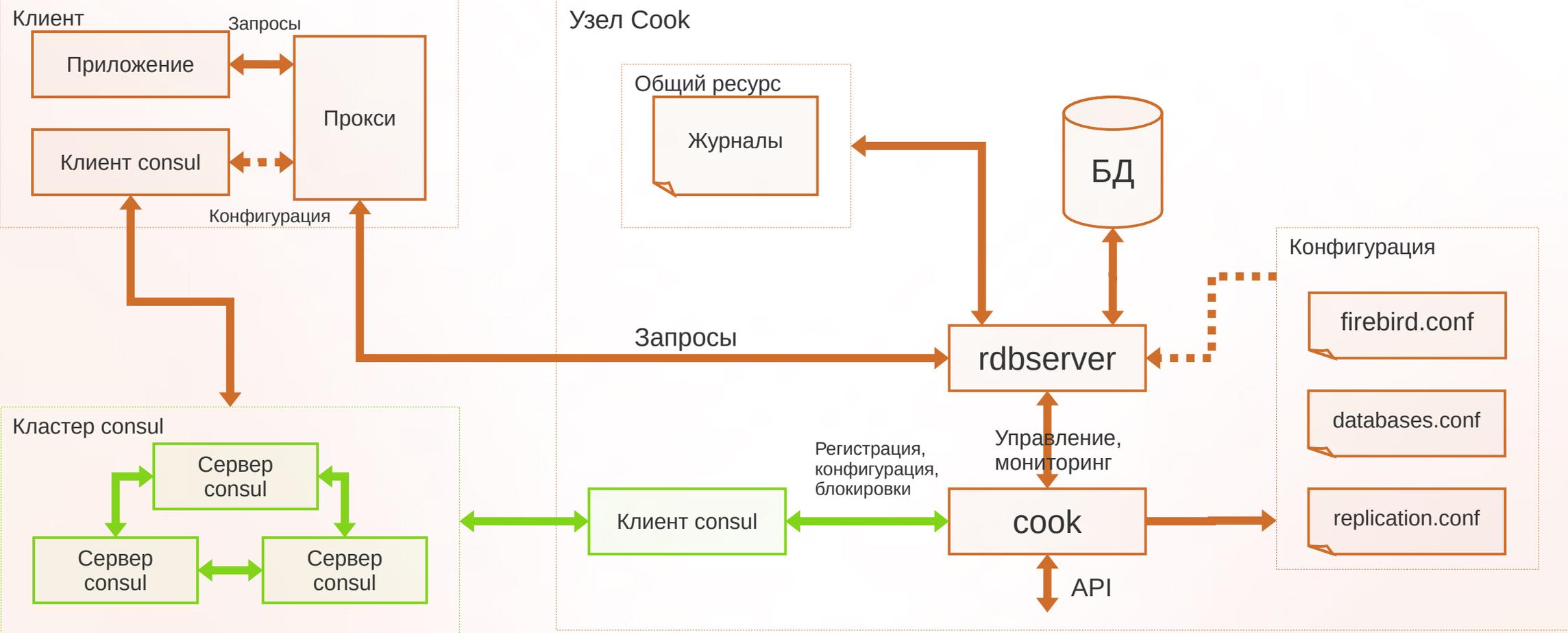
Отказоустойчивый кластер в РБД Э

- Кроссплатформенный
- Конфигурация кластера в K/V-хранилище (consul)
- Узлы независимы
- Управление rdbserver
- Асинхронная репликация, управление ей
- Обмен журналами через внешнее хранилище
- API для управления
- Метрики

Отказоустойчивый кластер в РБД 3



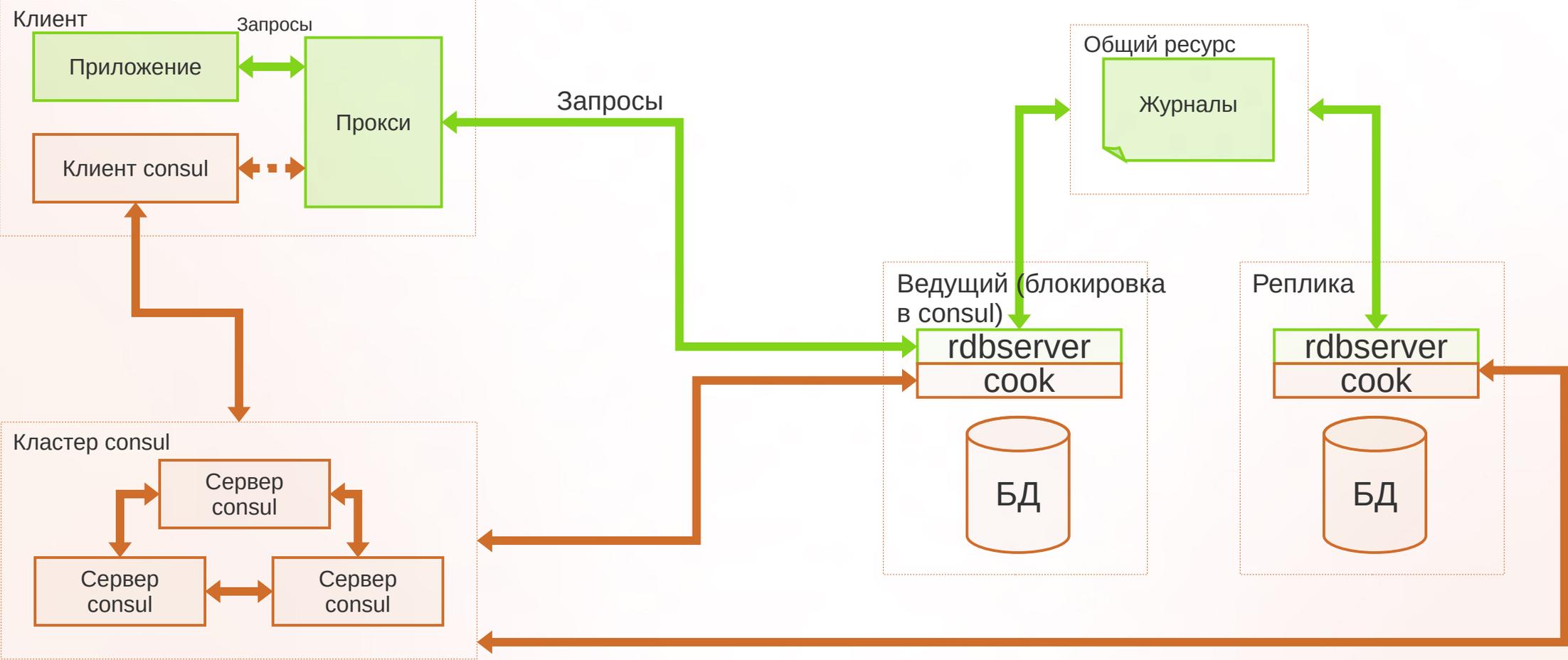
Отказоустойчивый кластер в РБД 3



Отказоустойчивый кластер в РБД 3

- Локально на каждом узле – файлы БД, конфигурация cook (пути, хосты, пароли)
- В consul – список БД, алиасы, конфигурация репликации и РБД, статусы, блокировки
- Локально генерируются – файлы конфигурации для РБД
- Общий ресурс – журналы репликации

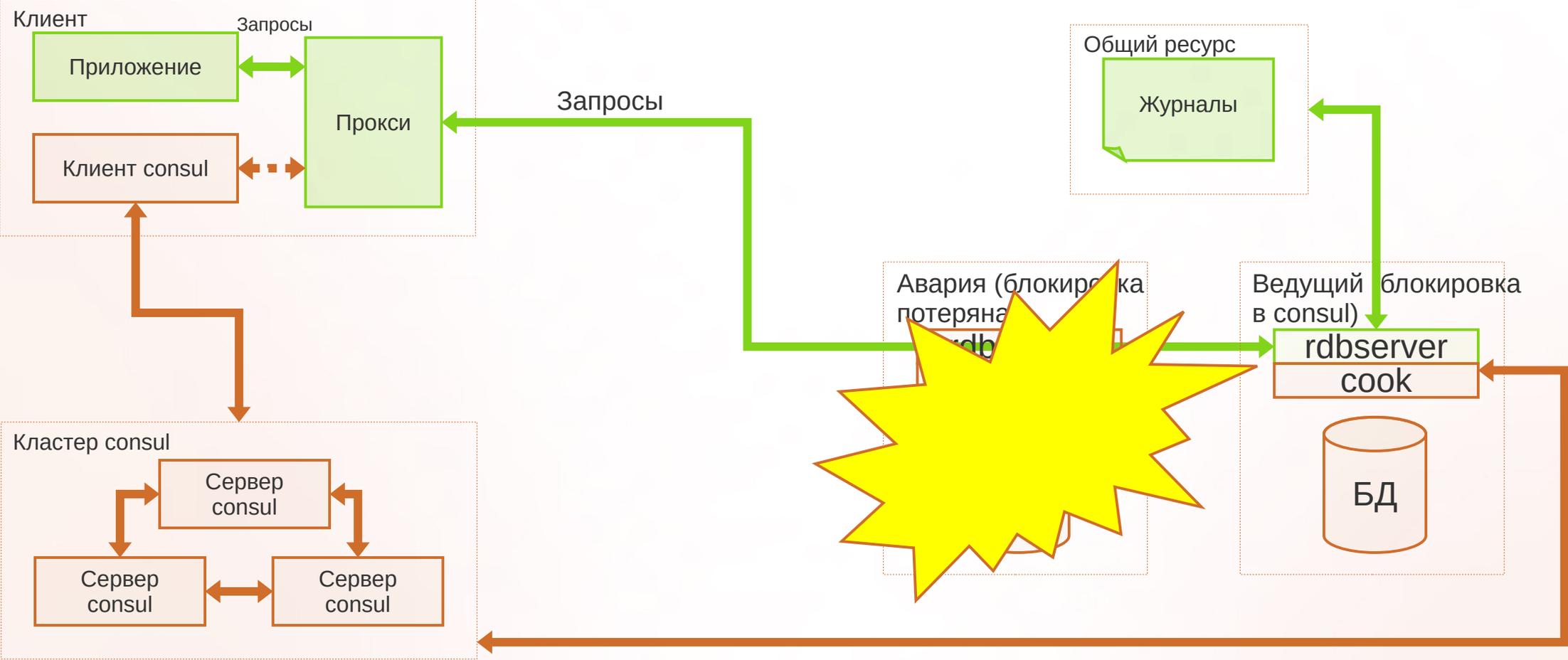
Отказоустойчивый кластер в РБД 3



Отказоустойчивый кластер в РБД Э

- MON\$REPLICATION
- RDB\$GET_CONTEXT
- Файл состояния реплики
- Блокировка в Consul
- Опционально логи firebird.log и replication.log

Отказоустойчивый кластер в РБД 3



0 реализации репликации в РБД 5

1 Встроенная

2 Модульная,
системный
модуль

3 Логическая

4 Синхронная

5 Асинхронная

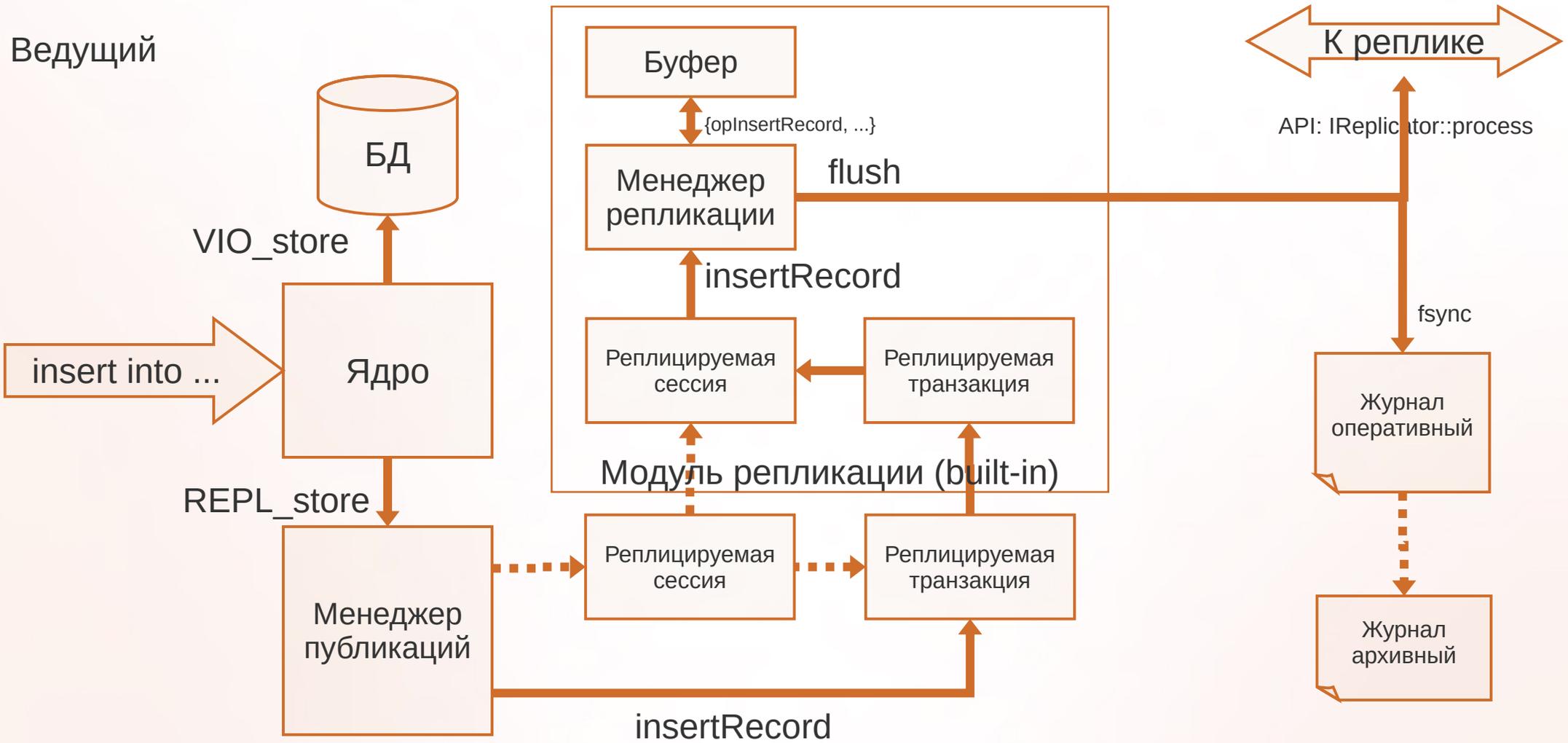
6 Синхронно-
асинхронная

7 Синхронизация
отставшей
реплики

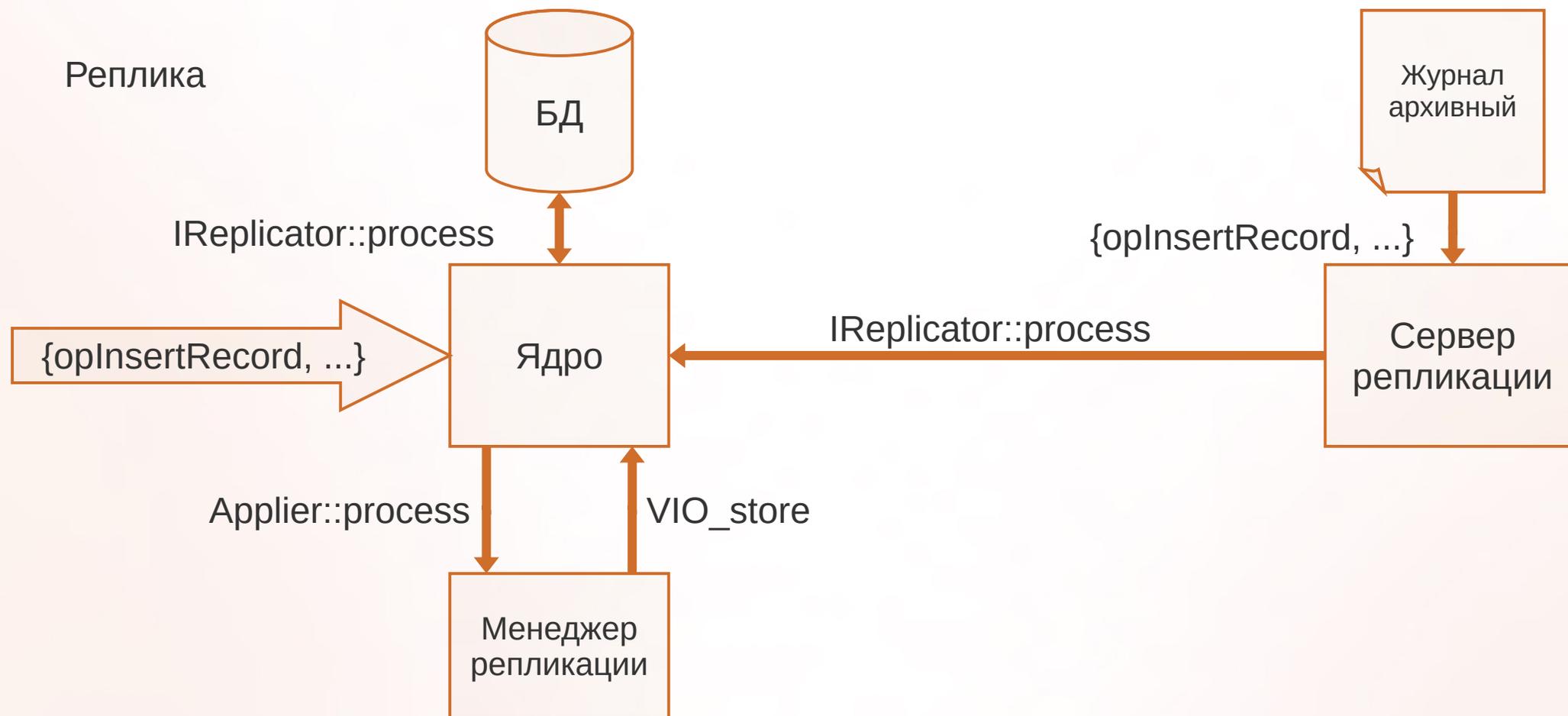
8 Воссоздание
асинхронных
журналов на
синхронной реплике

9 Восстановление
транзакций по
журналам
репликации

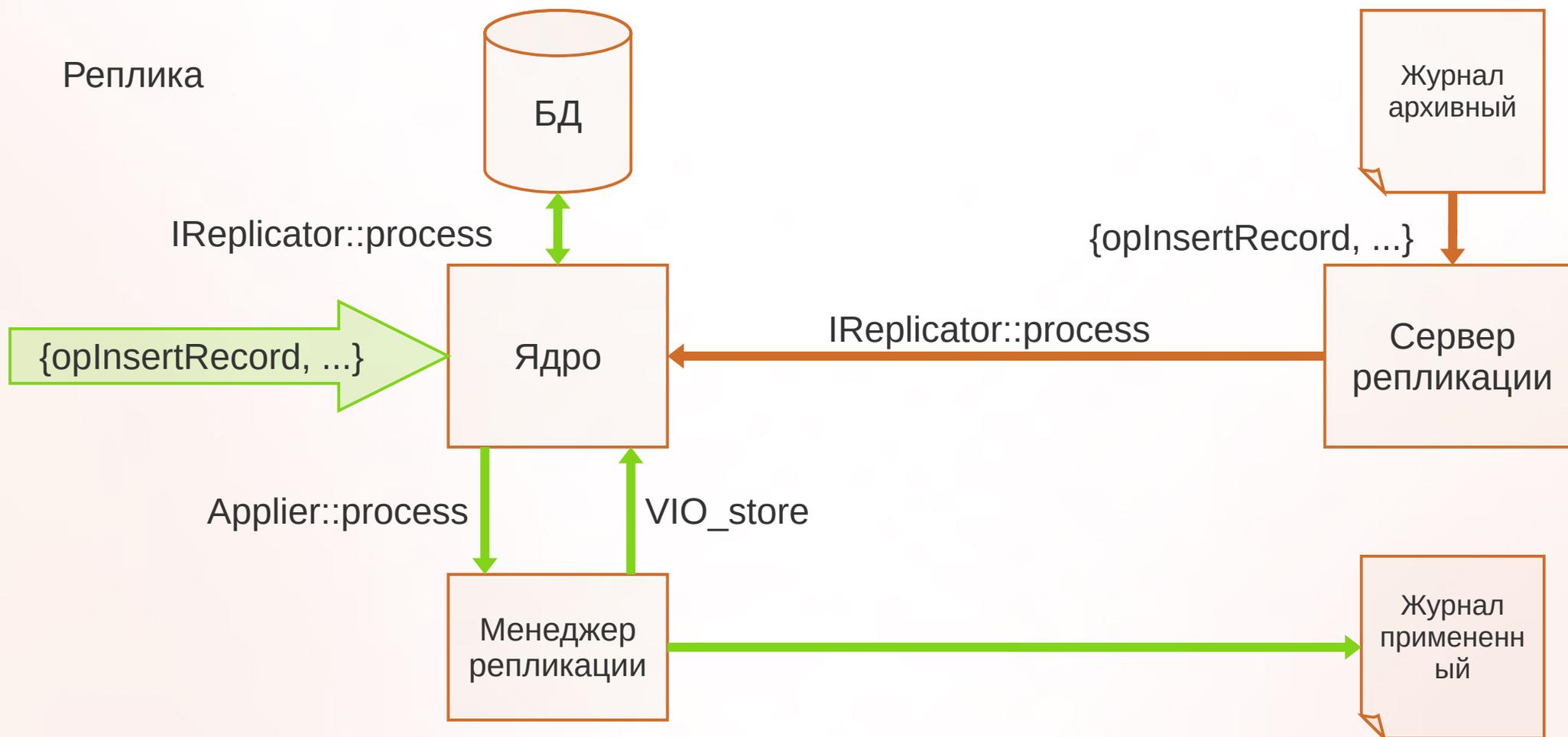
О реализации репликации в РБД 5



О реализации репликации в РБД 5



О реализации репликации в РБД 5



Синхронно-асинхронная репликация

Блок протокола репликации

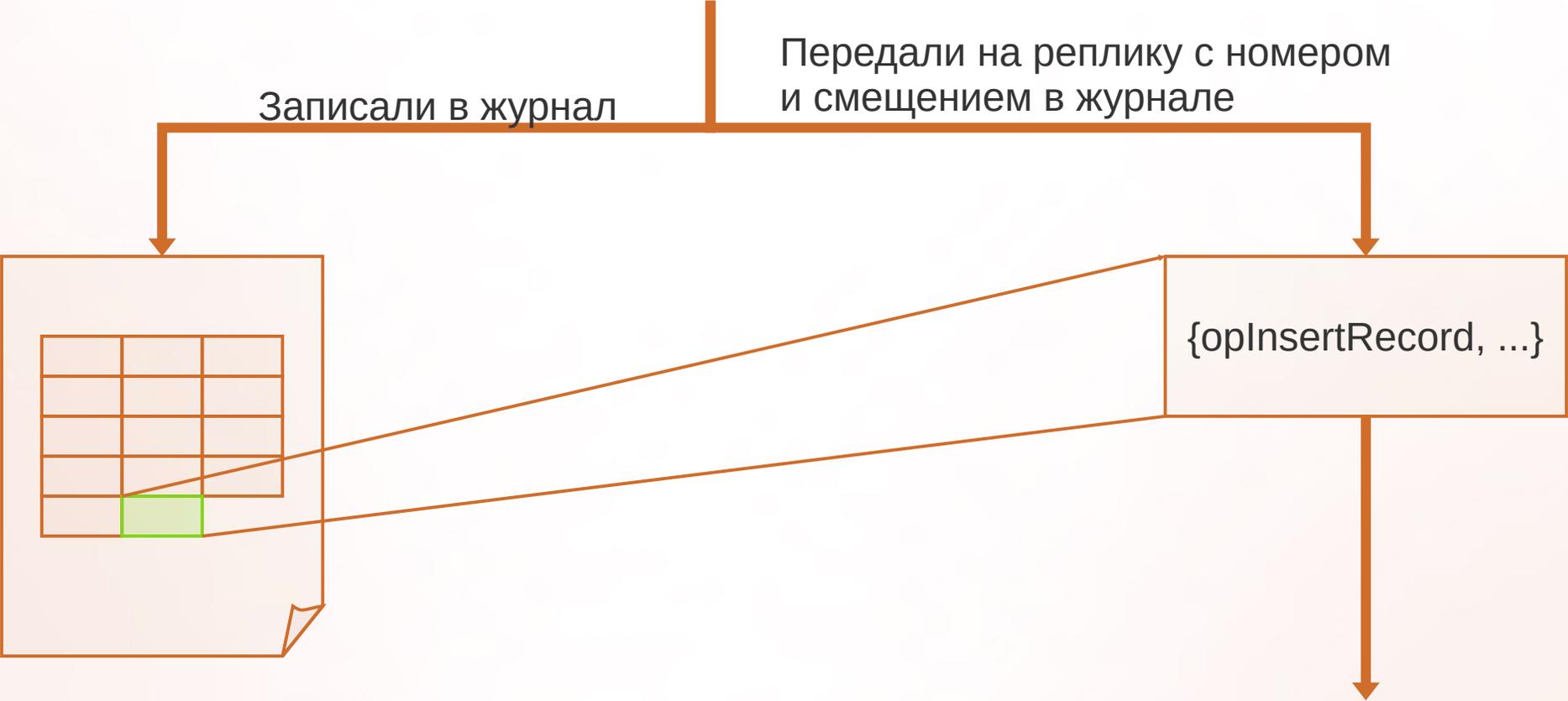
Транзакция	Протокол	Флаги	Длина	Операторы
200	2	0	256	Буфер

Блок протокола синхронно-асинхронной репликации (позиционированный блок)

Транзакция	Протокол	Флаги	Длина	Позиция	Смещение	Операторы
200	2	0	256	1	52	Буфер

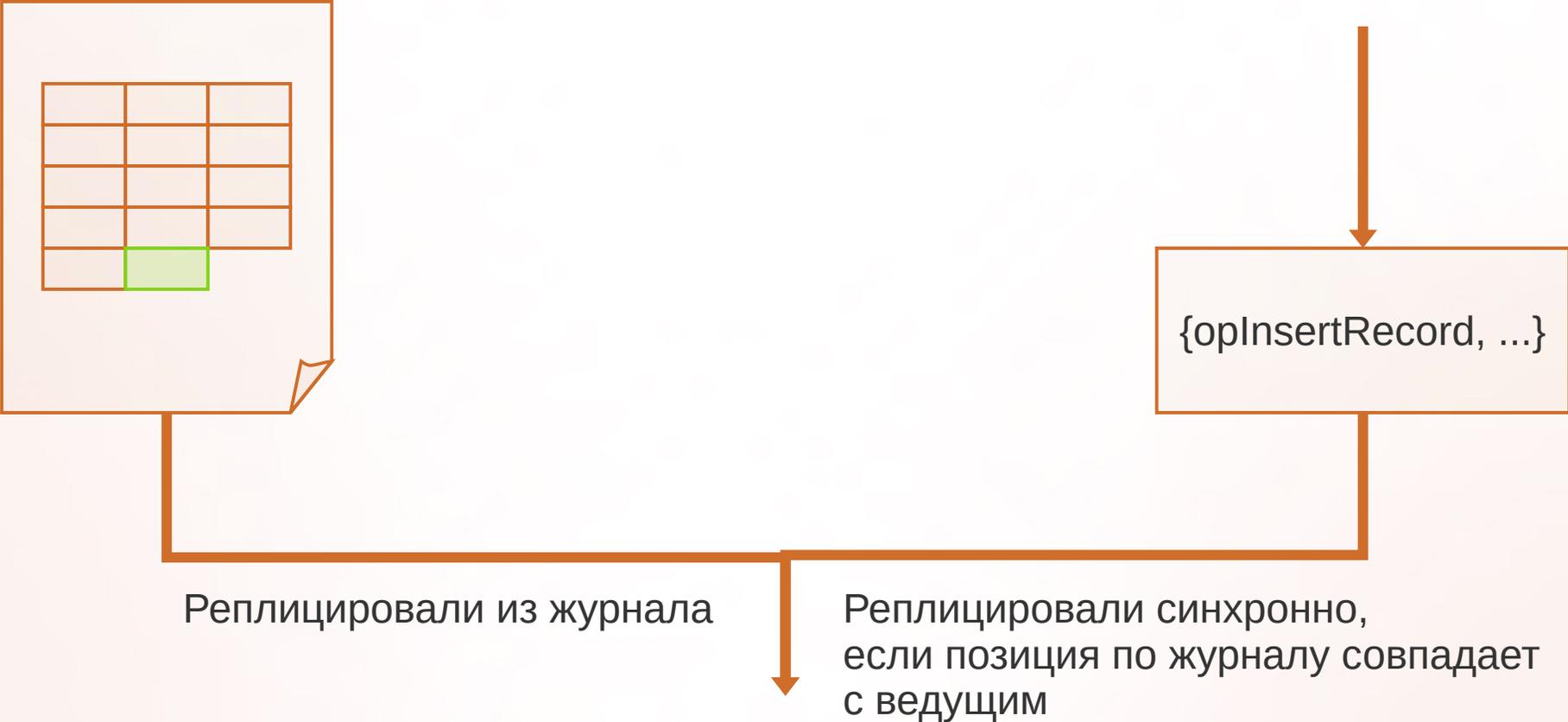
Синхронно-асинхронная репликация

Ведущий

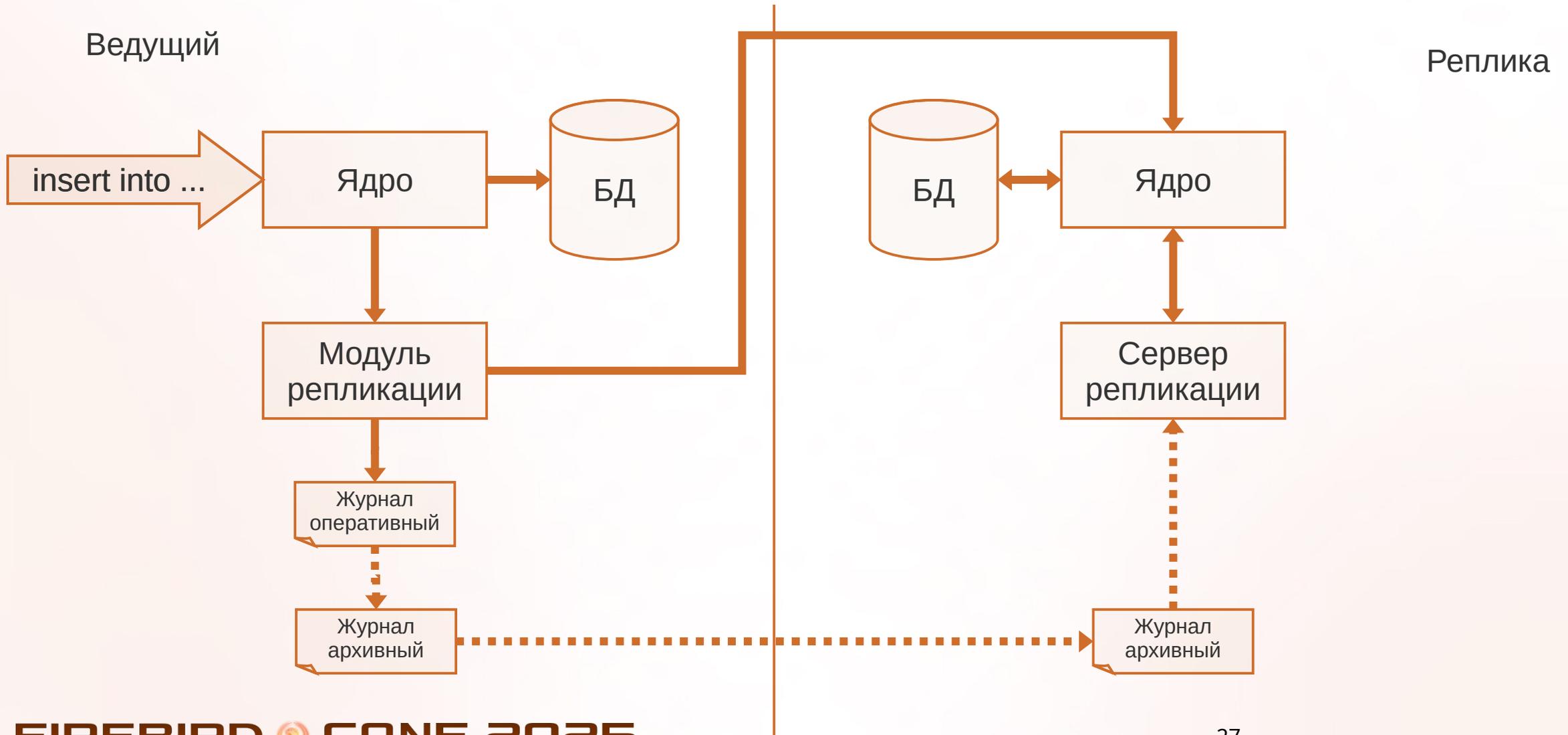


Синхронно-асинхронная репликация

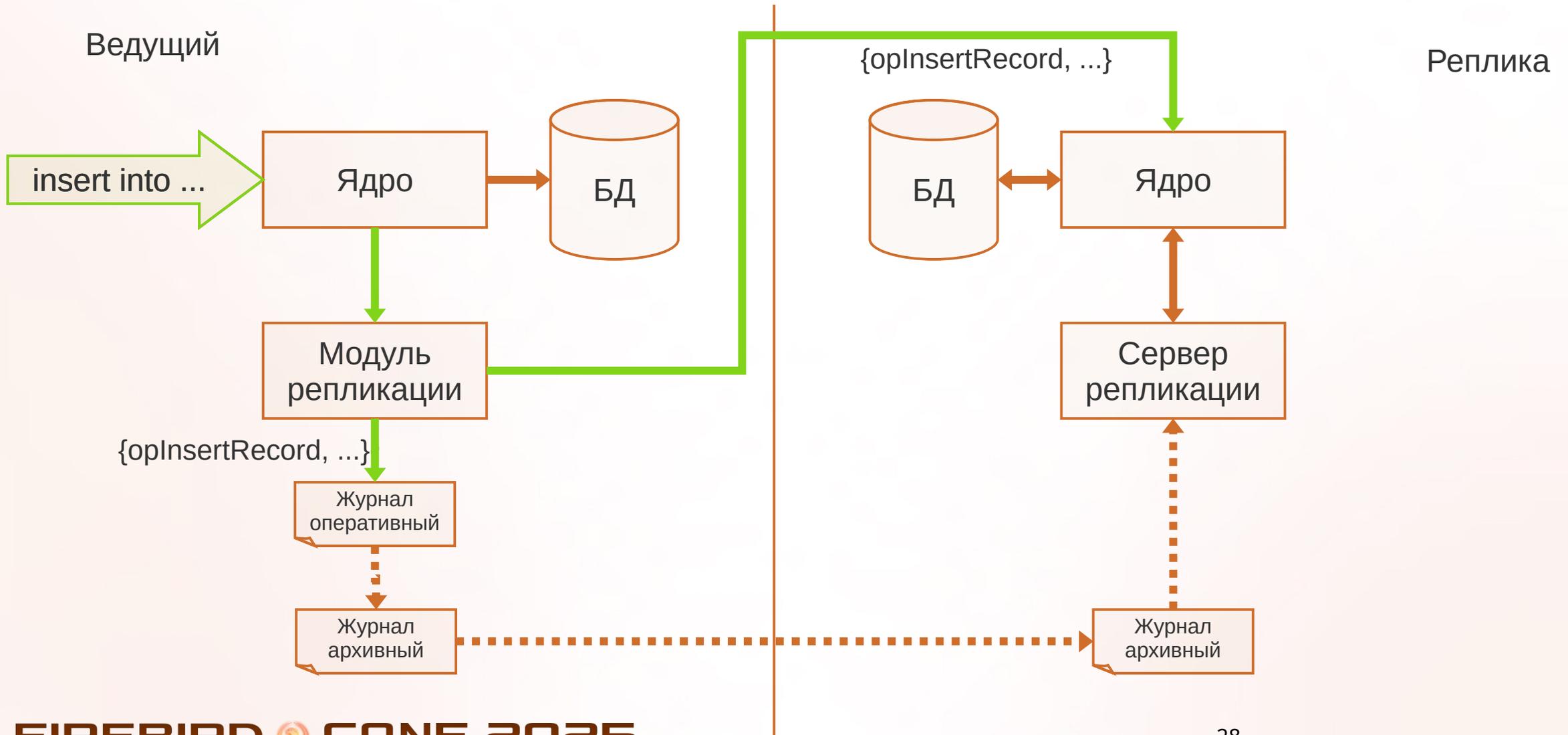
Релика



Синхронизация отставшей реплики



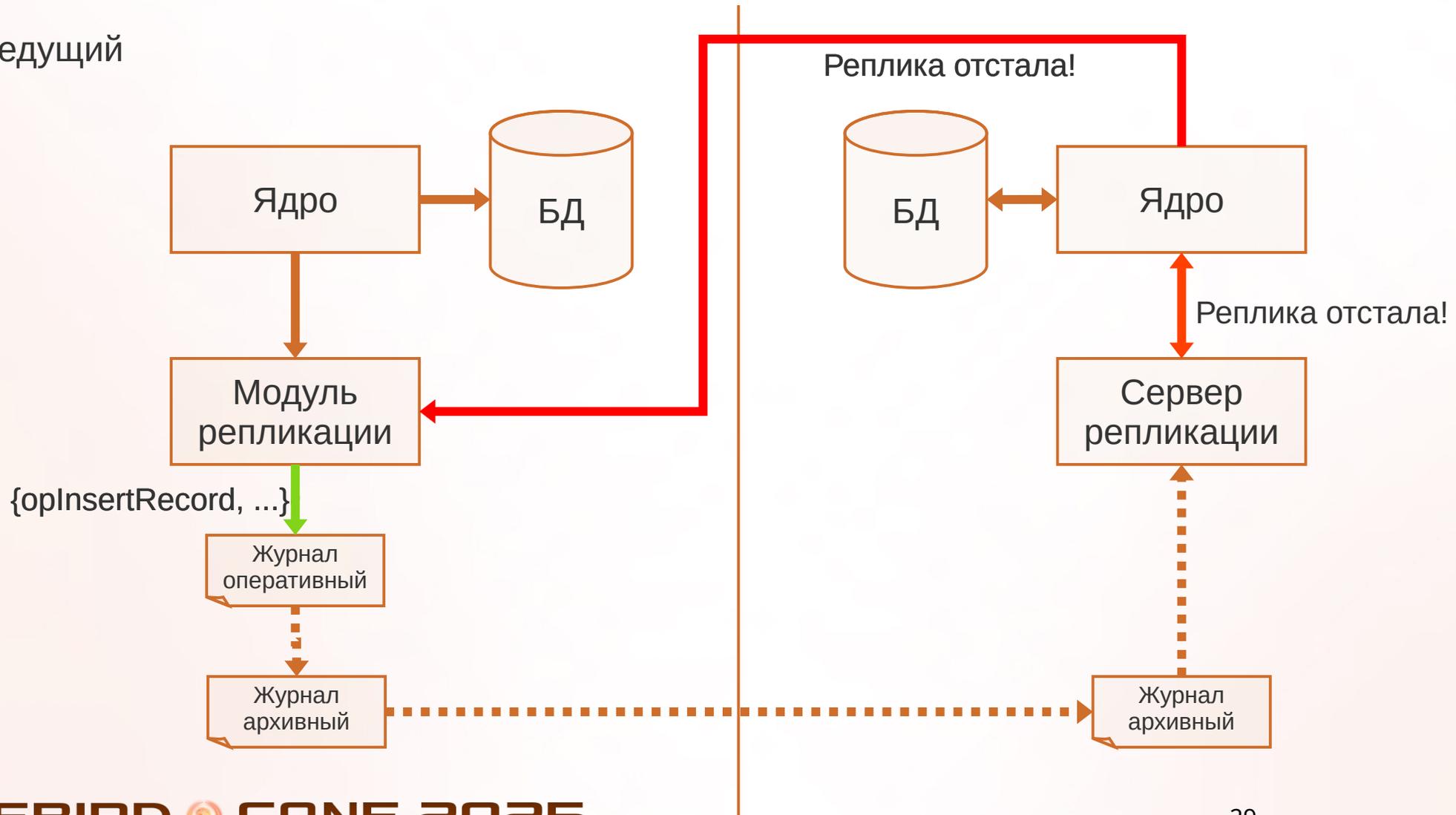
Синхронизация отставшей реплики



Синхронизация отставшей реплики

Ведущий

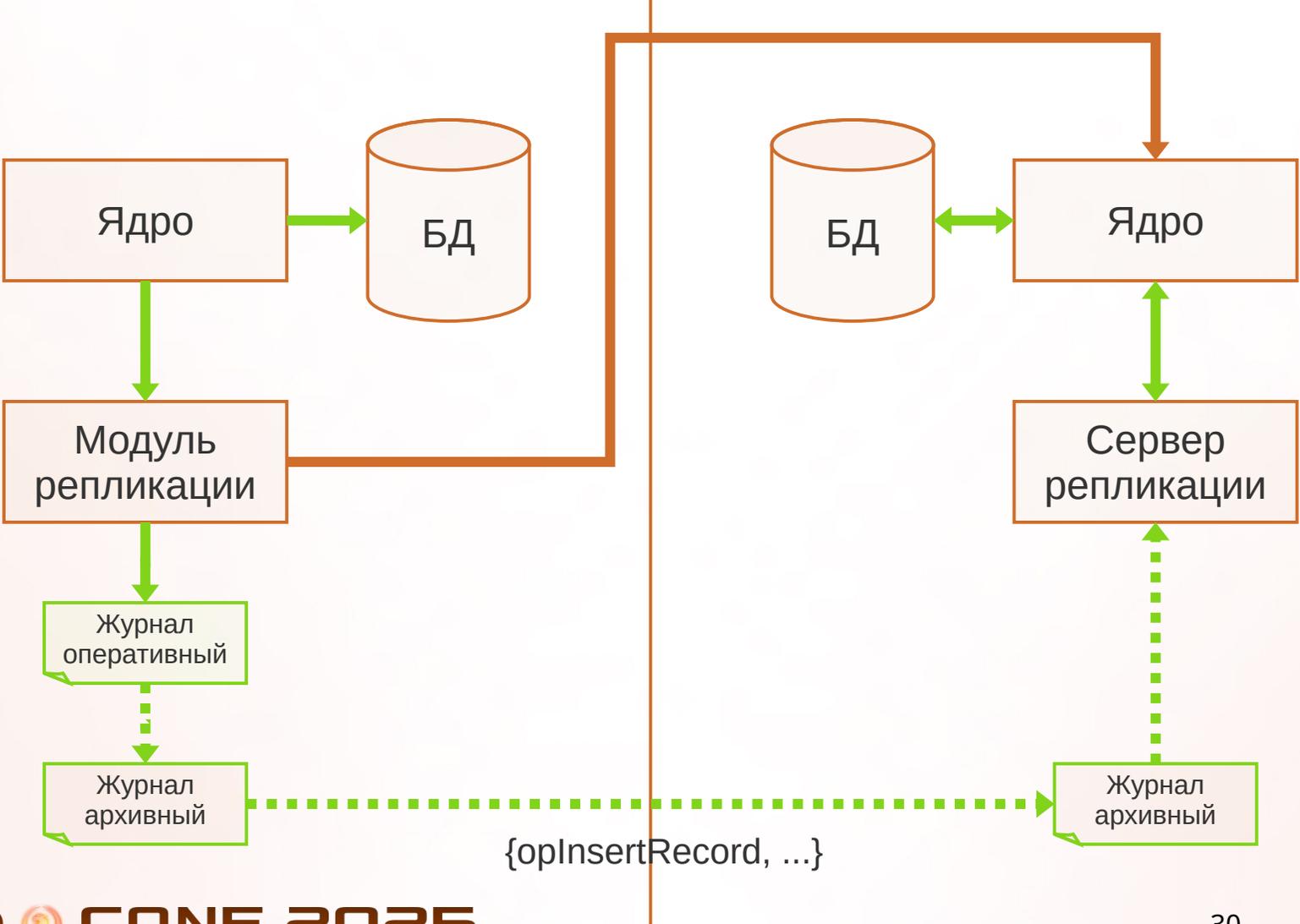
Реплика



Синхронизация отставшей реплики

Ведущий

Реплика

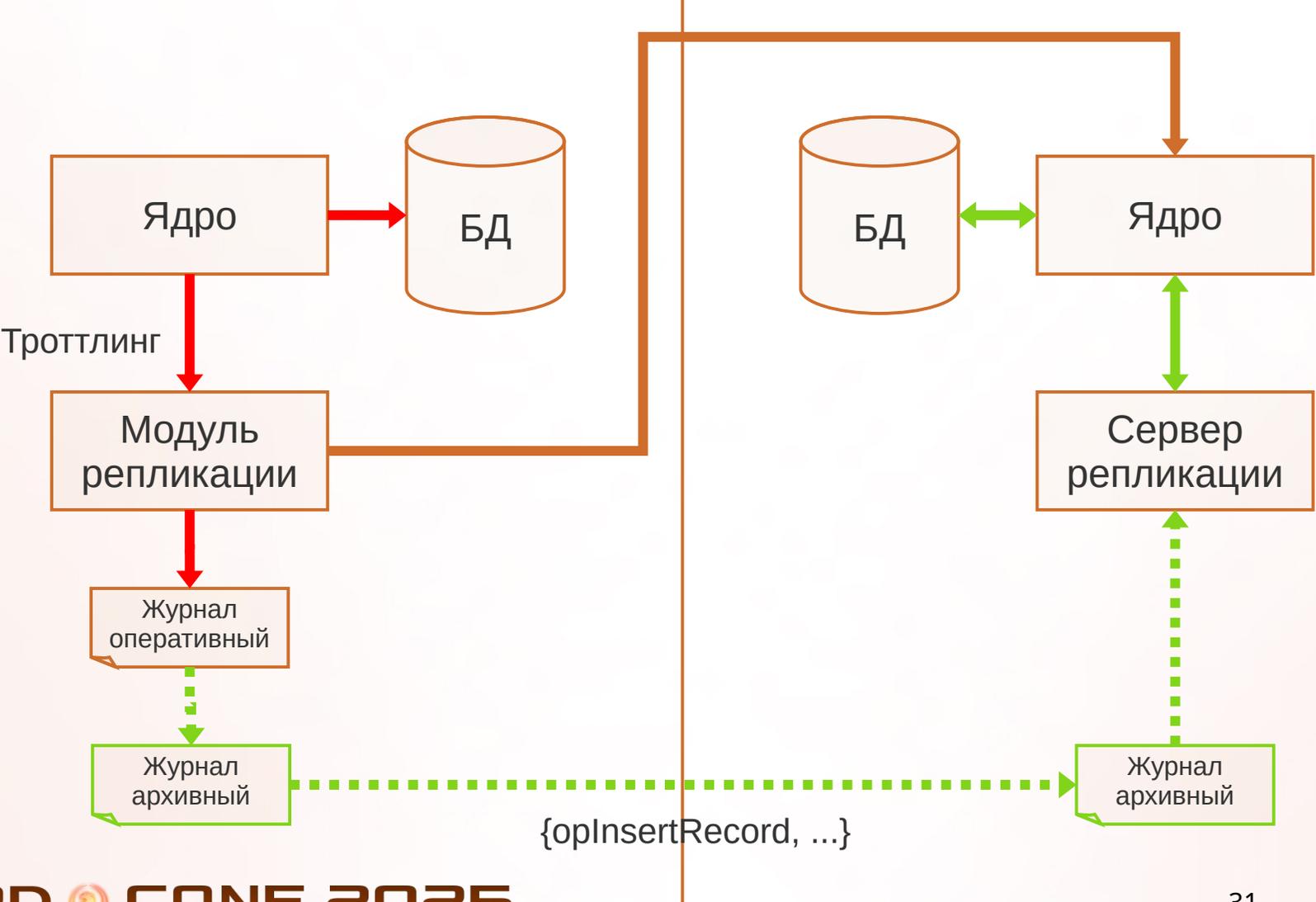


{opInsertRecord, ...}

Синхронизация отставшей реплики

Ведущий

Реплика

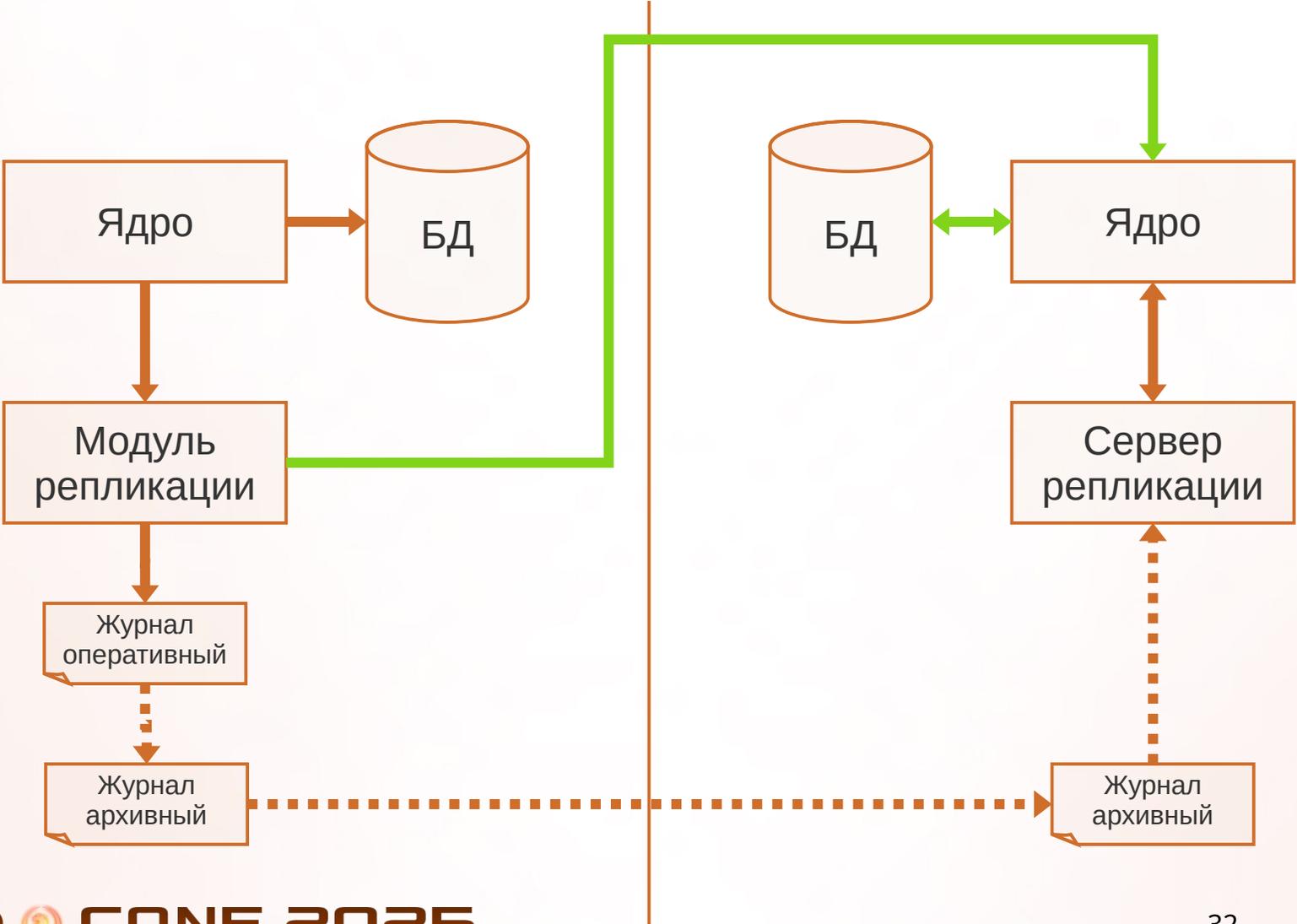


`{opInsertRecord, ...}`

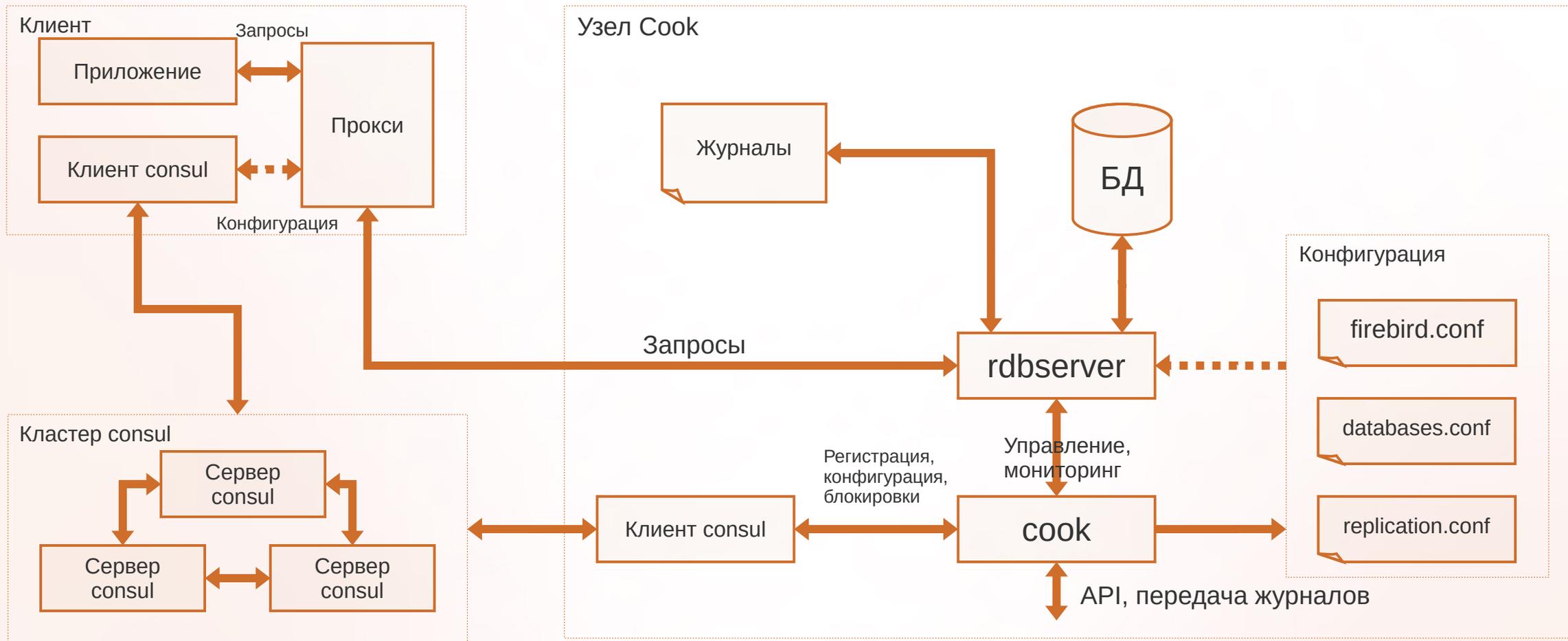
Синхронизация отставшей реплики

Ведущий

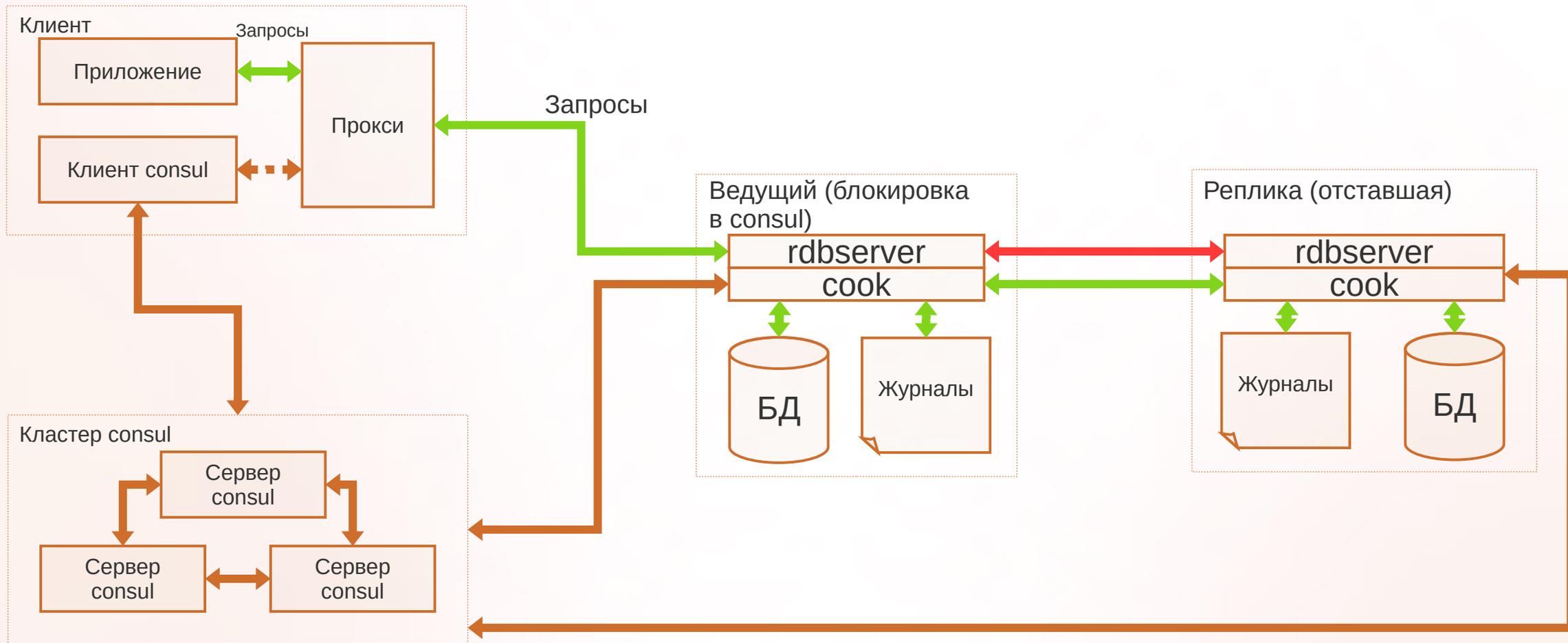
Реплика



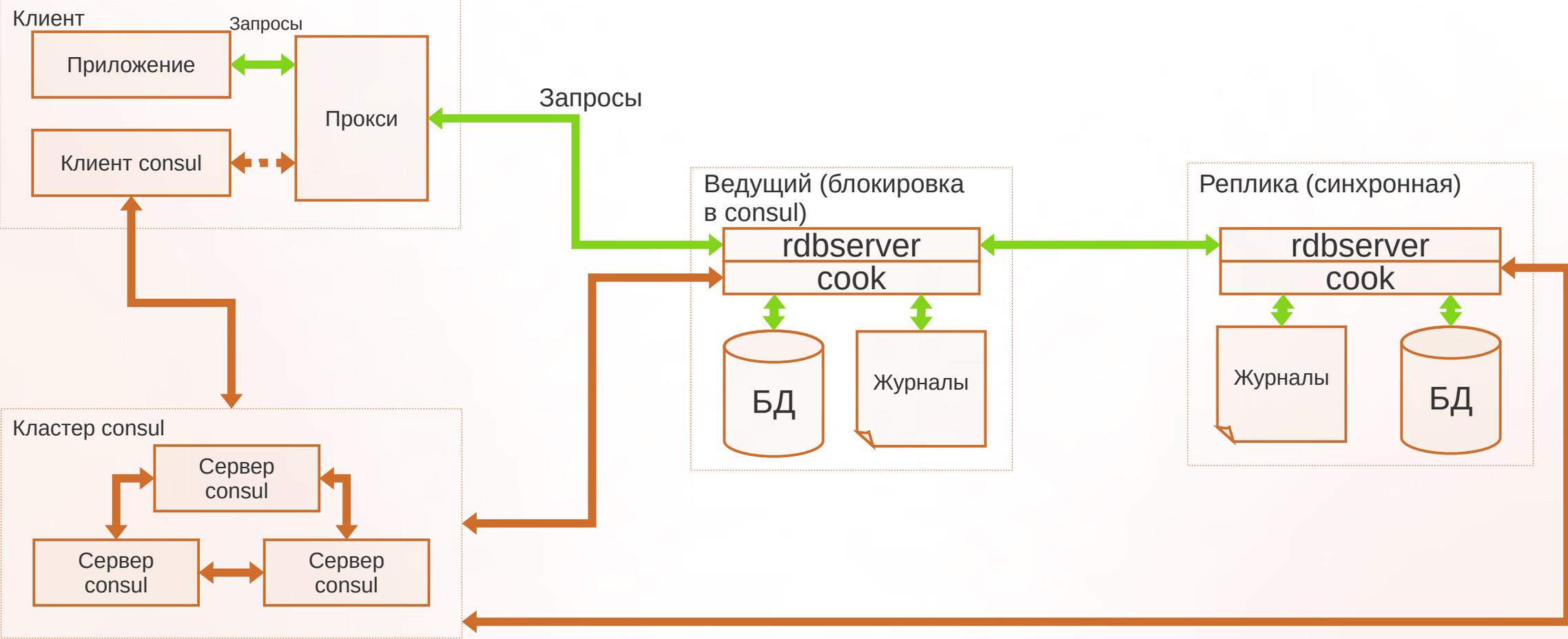
Отказоустойчивый кластер в РБД 5



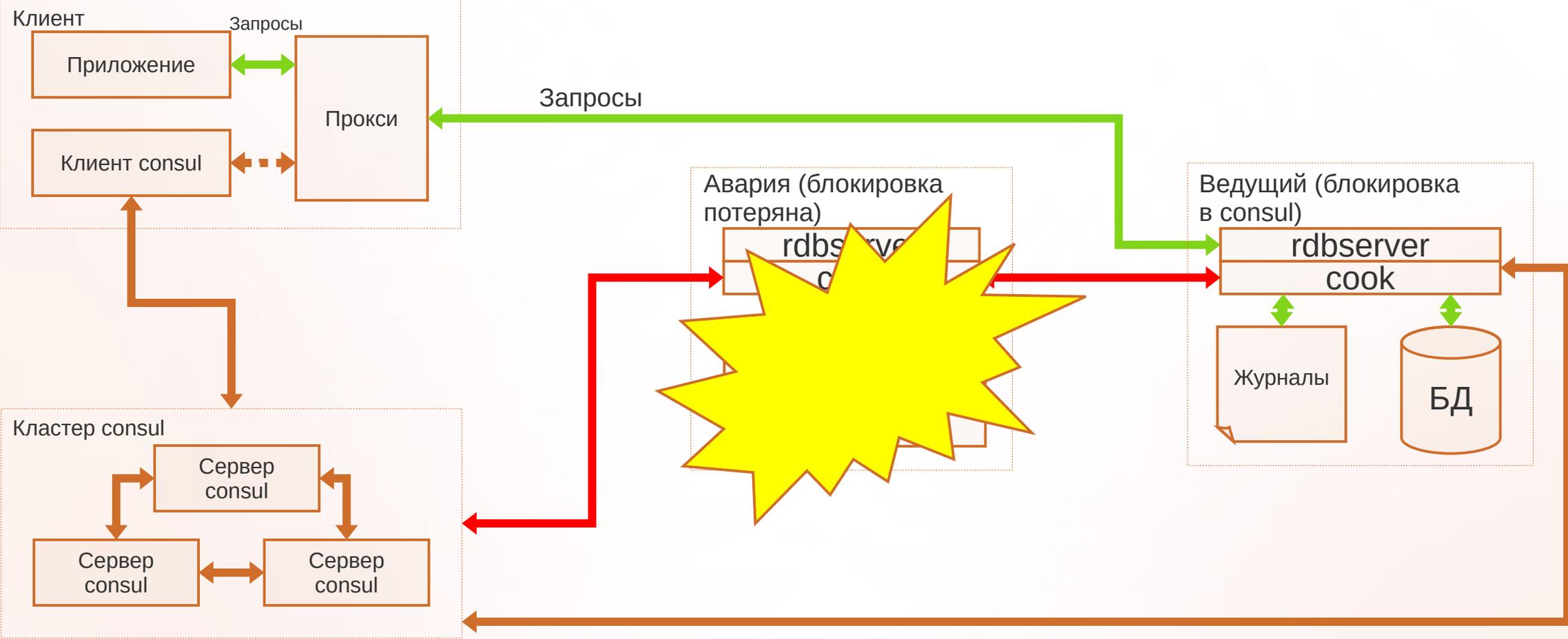
Отказоустойчивый кластер в РБД 5



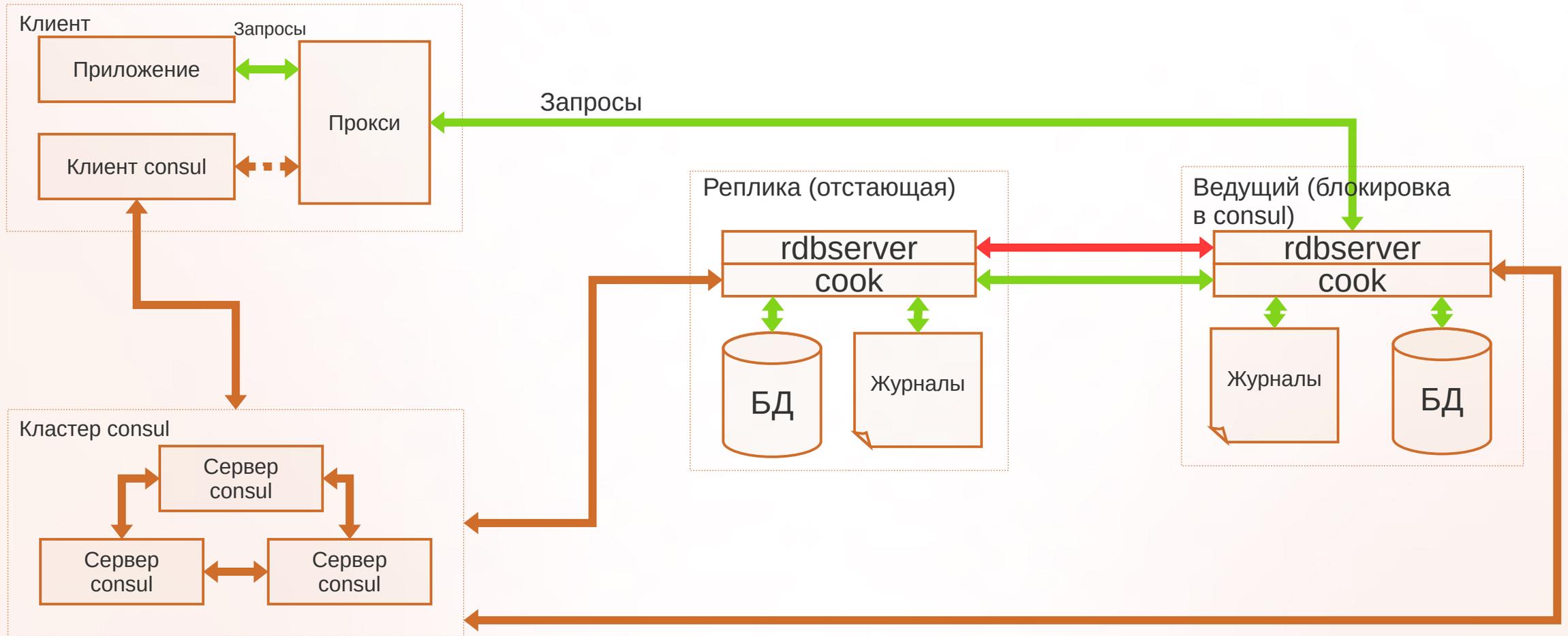
Отказоустойчивый кластер в РБД 5



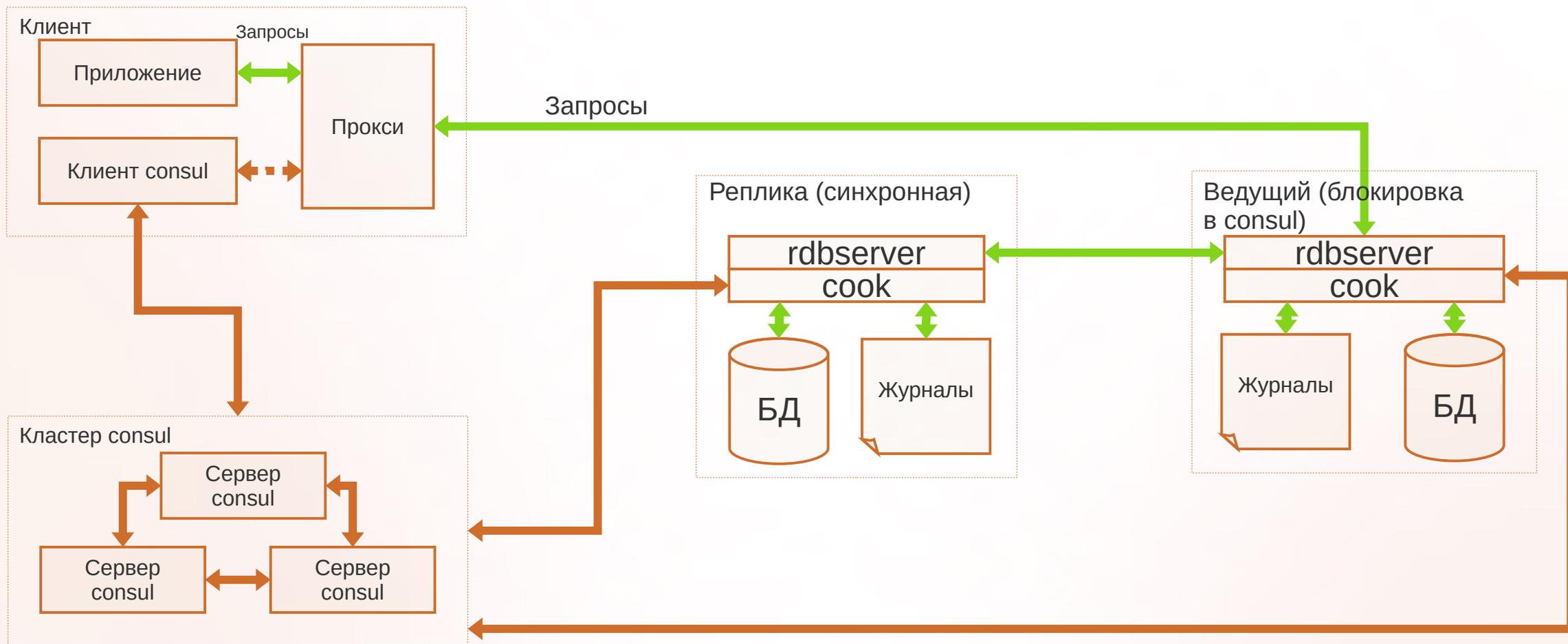
Отказоустойчивый кластер в РБД 5



Отказоустойчивый кластер в РБД 5



Отказоустойчивый кластер в РБД 5

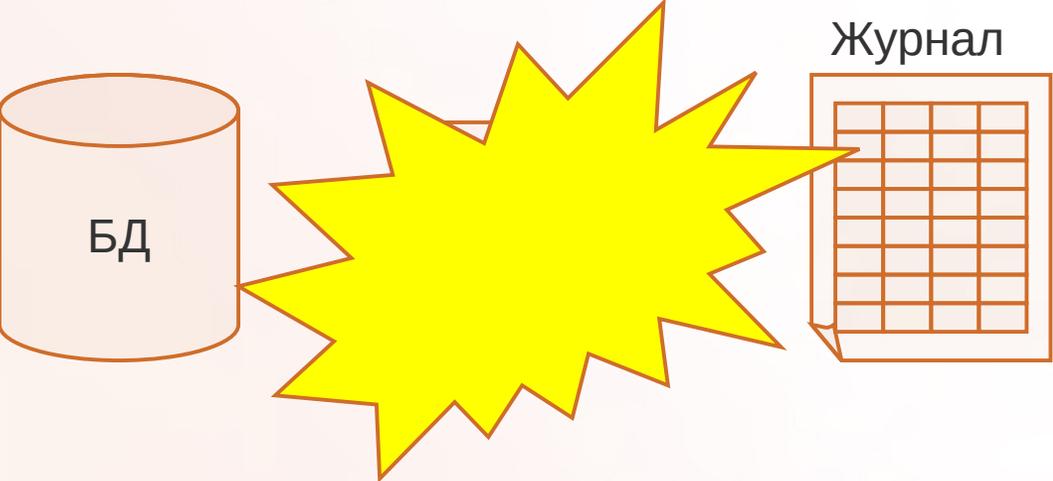


Восстановление транзакций на ведущем

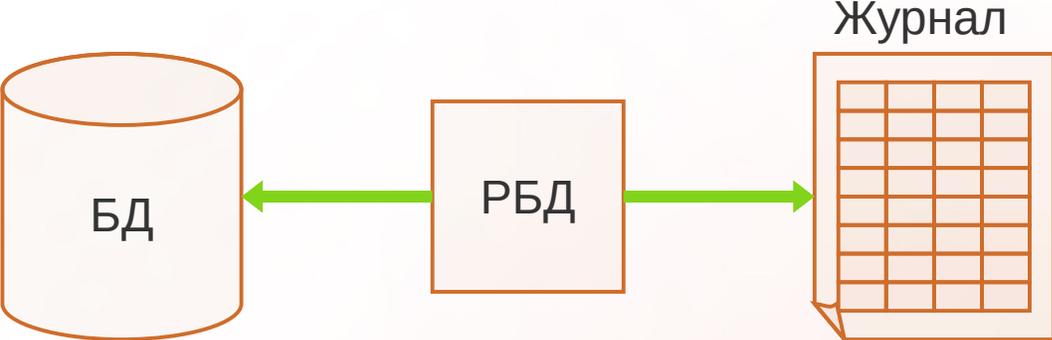


Восстановление транзакций на ведущем

Авария

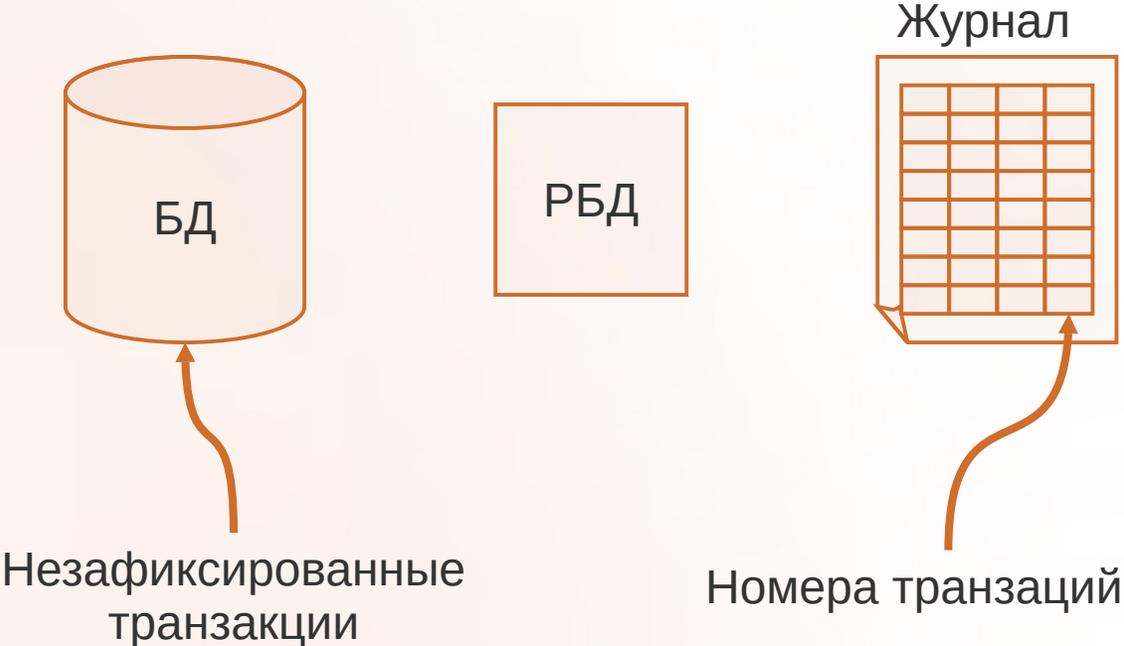


Реплика

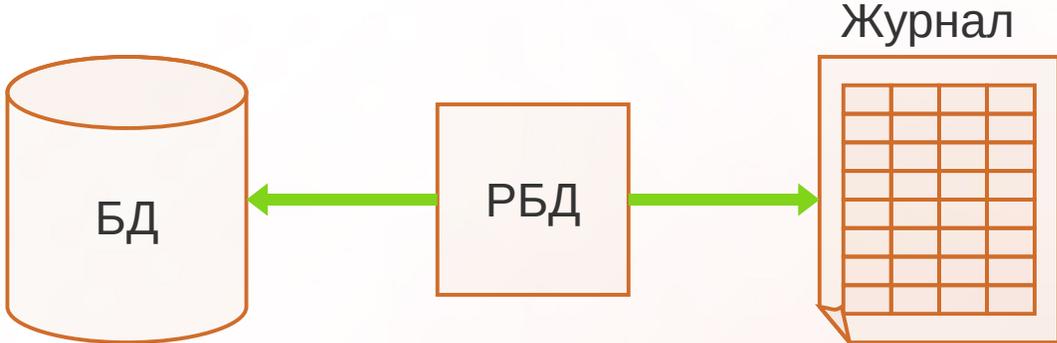


Восстановление транзакций на ведущем

Восстановление (есть незафиксированные транзакции)

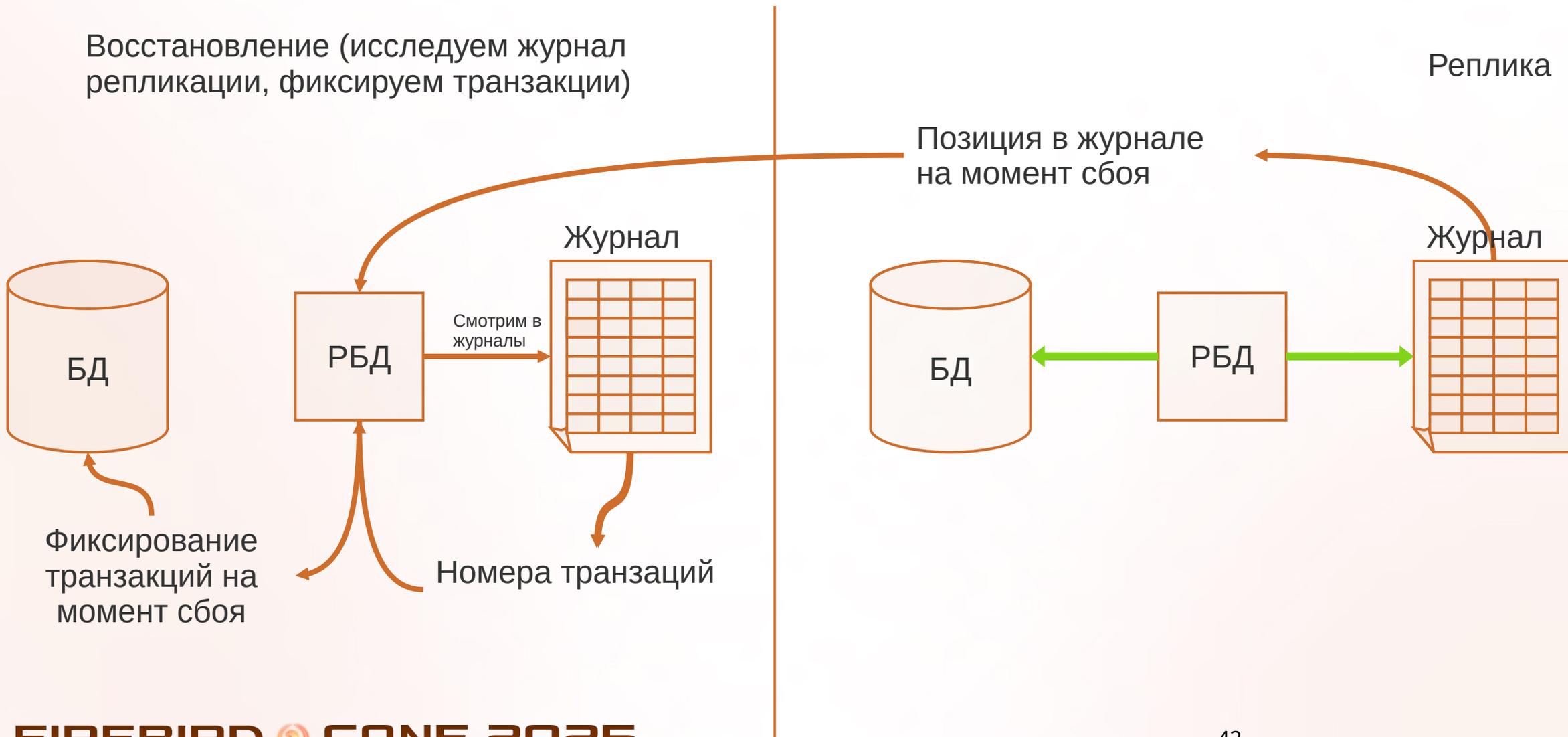


Реплика



Восстановление транзакций на ведущем

Восстановление (исследуем журнал репликации, фиксируем транзакции)



Все! Вопросы?

29 МАЯ | МОСКВА

FIREBIRD  CONF

2025