

## ОТЧЕТ О НАГРУЗОЧНОМ ТЕСТИРОВАНИИ

### «Платформы ***FXL***»

в составе «***Core System FXL***» (Свидетельство №2015617316 от 07.07.2015 г.) и Автоматизированной банковской системы «***Ва-Банк FXL***» (Свидетельство № 2012610898 от 20.01.2012г.)

Москва, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	6
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	7
<i>Объект тестирования</i> .....	7
<i>Цели тестирования</i> .....	7
<i>Задачи</i> .....	7
ВЫВОДЫ.....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОРПОРАЦИИ ORACLE .....	11
РЕКОМЕНДАЦИИ.....	15
МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ .....	16
<i>Описание элементов Системы</i> .....	16
<i>Состав и описание процедур ЗОД</i> .....	17
<i>Тестовый стенд</i> .....	27
Конфигурация тестового стенда.....	27
Спецификация процессора Oracle SPARC M7 Processor .....	27
Спецификация дискового массива Oracle FS1-2 Flash Storage System .....	28
<i>Моделирование нагрузки</i> .....	29
Моделирование нагрузки внешних ИС.....	29
Подготовка тестовых данных .....	29
<i>Критерии успешности проведенного тестирования</i> .....	31
<i>Профили нагрузки</i> .....	32
Профиль нагрузки НТ.....	32
Количественные показатели бизнес значимых объектов, обрабатываемых в ЗОД (Профиль 1 НТ и Профиль 2 НТ) .....	32
Профиль нагрузки внешних ИС .....	33
<i>Этапы тестирования</i> .....	34
ОГРАНИЧЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ .....	36
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВ.....	37
<i>Время выполнения процедур ЗОД</i> .....	37

---

<i>Нагрузка внешних ИС.....</i>	<i>40</i>
<i>Профиль 1 НТ, результаты тестирования.....</i>	<i>42</i>
Утилизация ресурсов .....	42
Графики системной нагрузки.....	44
Основные показатели Oracle DB .....	47
<i>Профиль 2 НТ (две процедуры оптимизированы для In-Memory), результаты тестирования.....</i>	<i>48</i>
Комментарий к результатам тестирования Профиля 2 НТ.....	48
Утилизация ресурсов .....	49
Графики системной нагрузки.....	51
<i>Анализ тестов с использованием Oracle Database In-Memory и DAX.....</i>	<i>54</i>
Тестирование процедуры «Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования» .....	54
Тестирование процедуры «Ежедневный расчет и начисление процентов».....	58
Описание технологии Oracle Database In-Memory.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64

## СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

ТЕРМИН	ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ
Исполнитель	ЗАО «ФлексСофт»
Oracle	Корпорация Oracle
АБС	Автоматизированная банковская система
БД	База данных
НТ	Нагрузочное тестирование
ПО	Программное обеспечение
Профиль нагрузочного тестирования, Профиль НТ	Перечень операций, создающих нагрузку на Систему, включая нагрузку внешних информационных систем, а также интенсивность их выполнения
Система	«Платформа <b><i>FXL</i></b> » в составе « <b><i>Core System FXL</i></b> » (Свидетельство № 2015617316 от 07.07.2015 г.) и Автоматизированной банковской системы « <b><i>Ва-Банк FXL</i></b> » (Свидетельство № 2012610898 от 20.01.2012г.)
In-Memory	Технология Oracle Database In-Memory
СУБД	Система Управления Базами Данных
DAX	Data Analytics Accelerator – аппаратный сопроцессор базы данных
ДБО	Система дистанционного банковского обслуживания

Нагрузочное тестирование	Выполнение групповых процедур закрытия дня в соответствии с каждым профилем НТ с последующей фиксацией результата в финальном отчете
Внешняя ИС	Внешняя информационная система, взаимодействующая с АБС. В роли внешней ИС может выступать ДБО, CRM, процессинговая система итд
Процедура ЗОД	Набор групповых процедур, осуществляющих закрытие операционного дня
ОД	Операционный день

---

## ВВЕДЕНИЕ

Данный документ представляет собой отчет о проведенном нагрузочном тестировании автоматизированной системы «Платформы **FXL**» в составе «*Core System FXL*» (Свидетельство № 2015617316 от 07.07.2015 г.) и Автоматизированной банковской системы «*Ва-Банк FXL*» (Свидетельство № 2012610898 от 20.01.2012г.) специалистами компании ЗАО «ФлексСофт» совместно с корпорацией Oracle. Тестирование производилось в период с 18 июля 2016 года по 6 сентября 2016 года.

Документ содержит краткую методику тестирования, выводы и результаты нагрузочного тестирования.

---

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Объект тестирования

Объектом тестирования является автоматизированная система «Платформа **FXL**» в составе «**Core System FXL**» (Свидетельство № 2015617316 от 07.07.2015 г.) и Автоматизированной банковской системы «**Ва-Банк FXL**» (Свидетельство № 2012610898 от 20.01.2012г.), далее – Система. Система разработана на платформе СУБД Oracle и предназначена для комплексной автоматизации бизнес-процессов банка, таких как бухгалтерский учет, кредитно-депозитная деятельность, работа и обслуживание банковских карт, формирование обязательной отчетности и др.

### Цели тестирования

В рамках данного проект нагрузочного тестирования были поставлены следующие цели:

1. Зафиксировать показатели производительности Системы без использования Oracle Database In-Memory при следующих условиях:
  - проведение ЗОД в Системе для 30 млн кредитных договоров и 6 млн депозитных договоров (количественные показатели бизнес значимых объектов, обрабатываемых в ЗОД, приведены в профиле НТ);
  - эмуляция нагрузки на интерфейсы со стороны фронтальных систем банка: одновременное формирования транзакционных и информационных операций в Системе в соответствии с профилем НТ;
2. Оценить архитектурные возможности Системы для дальнейшего масштабирования;
3. Зафиксировать прирост производительности при использовании технологии Oracle Database In-Memory на основе имеющегося профиля НТ.

### Задачи

Для достижения указанных целей были выполнены следующие задачи:

1. Разработана методика нагрузочного тестирования;

- 
2. Определены и зафиксированы количественные показатели бизнес значимых объектов, требуемых для проведения ЗОД, определена методика клонирования реальных обезличенных данных, полученных от одного из клиентов ЗАО «ФлексСофт», до целевых количественных показателей;
  3. Разработаны сценарии нагрузочного тестирования и проведено их конфигурирование на основе JMeter для обеспечения эмуляции фронтальной нагрузки;
  4. Определен и зафиксирован профиль НТ для эмуляции интерфейсной нагрузки со стороны фронтальных систем;
  5. Проведено тестирование и зафиксированы полученные результаты тестирования без Oracle Database In-Memory и с использованием Oracle Database In-Memory;
  6. По результатам проведённых работ подготовлен отчёт.

## ВЫВОДЫ

1. Система хорошо масштабируется и имеет большой запас по производительности, что подтверждено специалистами компании Oracle;
2. Система обеспечивает время выполнения всех процедур завершения операционного дня (полный максимально тяжелый цикл обработки ЗОД при одновременной эмуляции нагрузки на интерфейсы со стороны фронт-офисных систем) за **3 часа 29 минут** на объемах данных в **36 млн активных договоров** без использования технологии Oracle Database In-Memory;
3. Закрывание операционного дня на 100% написано на PL/SQL, профиль ЗОД примерно на 95% времени состоит из чтения/изменения данных, для максимальной производительности выполняется максимально близко к данным. Исходя из профиля ЗОД, максимальная нагрузка приходится на подсистему ввода вывода, а не на CPU;
4. Средняя загрузка процессоров в период тестирования без использования In-Memory составляла 6-8%, иглы с максимальной загрузкой процессора составляли – 16,34%. Средняя утилизация полосы ввода/вывода на чтение/запись составляла 600-800 Мб/сек, иглы с максимальной полосой ввода/вывода составляли - 2 Гб/сек. Среднее waitIO составляло 5 миллисекунд. Это позволяет делать вывод о том, что Система имеет значительный запас по производительности;
5. Технология Oracle Database In-Memory дает существенный прирост производительности для процедур ЗОД для тех систем, архитектура которых спроектирована с использованием пачковой обработки договоров, использует разделение данных на партиции для их независимой обработки и уменьшения объема выборки. Прирост производительности от использования Oracle Database In-Memory возникает только при выставлении больших размеров пачек для кэшей в процедурах ЗОД. На больших размерах пачек Oracle Database In-Memory начинает существенно опережать по скорости индексный доступ на предзаполнении данных в кэши (коллекции) для последующей пачковой обработки договоров.

Архитектура процедур ЗОД «Платформа **FXL**» написана с использованием пакетной обработки договоров. На примере групповой процедуры «3 – Ежедневный расчет и начисление процентов» Исполнителем были сконфигурированы размеры пакетов в 50 тыс договоров, что привело к **уменьшению времени работы данной процедуры в 5 раз** по сравнению с аналогичным тестированием без использования In-Memory. В результате увеличения размера пакетов групповой процедуры «11.1 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования» **время ее выполнения сократилось в 2 раза;**

6. Использование технологии Oracle Database In-Memory позволило уменьшить требования к оперативной памяти в 7-8 раз за счет пятикратного сжатия данных в памяти и существенного уменьшения количества индексов;
7. Проведенное нагрузочное тестирование показало, что архитектура Системы эффективно может использовать преимущества, предоставляемые Oracle Database In-Memory.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОРПОРАЦИИ ORACLE

Компания FlexSoft совместно со специалистами компании Oracle провела нагрузочное тестирование программного обеспечения «Платформы **FXL**» в составе «**Core System FXL**» (Свидетельство № 2015617316) и Автоматизированной банковской системы «**Ва-Банк FXL**» (Свидетельство № 2012610898) на сервере Oracle SPARC M7-16 Server. Тестирование производилось на объемах данных в 36 млн активных договоров. В ходе тестирования проверялась масштабируемость приложения и целесообразность использования опции Oracle Database In-memory для работы данного приложения.

Как видно на рисунке 1, в ходе выполнения тестов на стороне БД не было выявлено большого количества паразитных событий ожидания, замедляющих работу системы. Основное время экземпляр базы данных проводил в полезной работе, потребляя процессор (событие «CPU»). Короткий период времени наблюдался заметный объем операций ввод-вывода, видимо связанный с «разогревом» буферного кэша БД (чтением данных в буферный кэш) и записью конечных результатов на диск в начале и в конце теста соответственно.

Точек сериализации (объектов БД за которые конкурируют сессии), длительное время препятствующих масштабированию БД, в ходе теста не возникало.

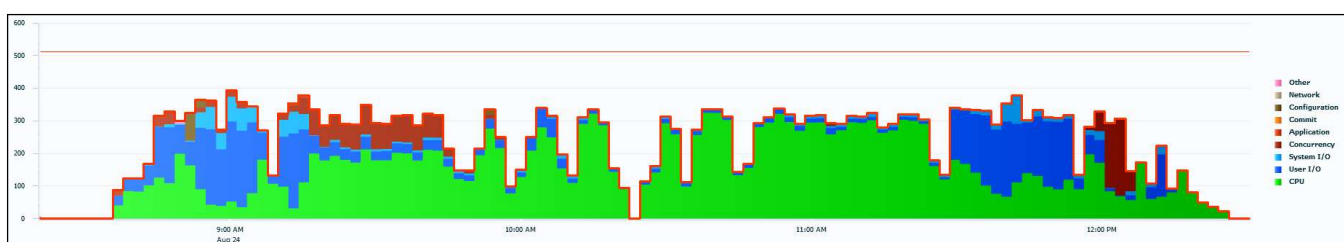


Рис 1. График ASH при тестировании без технологии Database In-Memory

(Active Session History – компонента СУБД Oracle Database, которая сохраняет в БД историю работы активных сеансов. Раз в секунду с каждой сессии снимается информация о том, чем именно занимается в этот момент сессия: проводит полезную работу или наоборот – ожидает освобождения какого-либо ресурса БД. График ASH показывает агрегированную информацию по всем активным сессиям за весь период теста. По оси ординат указывается количество сессий. По оси абсцисс – время).

Зеленый цвет говорит о том, что сессии занимались полезной работой – проводили время на CPU. Синий цвет указывает, что сессия ожидала завершения операции ввода-вывода – происходил обмен данных с системой хранения, что является штатным поведением БД.

Итоговый график ASH показывает, что почти весь период тестирования активные сессии занимались полезной работой – проводили время на процессоре, не конкурируя за общий ресурс и не ожидая его освобождения. Таким образом можно сделать вывод о том, что тестируемое приложение хорошо масштабируется и имеет большой запас по производительности на данном оборудовании.

Целью тестирования опции Oracle Database In-Memory и новых DAX сопроцессоров процессора M7 проверка пригодности приложения для использования In-Memory технологий Oracle и определение уровня увеличения производительности приложения при использовании Database In-Memory технологий и сопроцессоров Oracle. Тестирование проводилось на одних и тех же данных сначала без использования технологии Database In-Memory Oracle, а затем с использованием этой технологии.

В ходе выполнения тестов с использованием технологии Oracle Database In-Memory на стороне БД также не было выявлено большого количества событий ожидания, замедляющих работу системы. Основное время экземпляра БД проводил в полезной работе, потребляя процессорные ресурсы (событие «CPU»). Стоит отметить, что по сравнению с тестами без использования технологии In-Memory объем операций ввода-вывода значительно упал, за счет того, что использование алгоритмов сжатия данных в области памяти колоночного хранения позволило закешировать больший объем данных.

Согласно графику *Active Session History* (рис 2) точек сериализации, длительное время ограничивающих производительность БД, в ходе теста с использованием технологии Database In-Memory, также не возникало.



Рис 2. График ASH при тестировании с использованием технологии Database In-Memory

Использование технологии Database In-Memory вместе с аппаратным сопроцессором DAX позволяет в несколько раз повысить производительность приложения “Платформа FXL”. В частности, одна из процедур закрытия операционного дня “Ежедневный расчет и начисление процентов” стала выполняться более чем в 5 раз быстрее (время выполнения сократилось с 24 мин до 4 мин 41 сек). При больших объемах данных ускорение будет еще больше.

Максимальная загрузка процессоров в период выполнения тестов не превышала 16.34%. Это позволяет делать вывод о том, система имеет еще очень большой запас по производительности.

Metric Value History	
View ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Show last known values
Time	Host CPU Utilization (%)
Aug 24, 2016 11:29:37 AM	16.34
Aug 24, 2016 2:19:37 PM	10.22
Aug 23, 2016 6:37:52 PM	10.08
Aug 24, 2016 6:17:52 AM	10.08
Aug 23, 2016 9:27:52 PM	10.08
Aug 24, 2016 12:27:52 AM	10.08
Aug 24, 2016 3:17:53 AM	10.08
Aug 24, 2016 11:09:37 AM	9.14
Aug 24, 2016 11:19:37 AM	8.84
Aug 24, 2016 10:59:37 AM	8.21
Aug 24, 2016 10:49:37 AM	6.94
Aug 24, 2016 10:29:37 AM	6.55
Aug 24, 2016 9:39:37 AM	6.47
Aug 24, 2016 10:19:37 AM	6.45
Aug 24, 2016 9:29:37 AM	6.41

---

Таким образом тестирование показало, что автоматизированная система «Платформа ***FXL***» в составе «***Core System FXL***» и Автоматизированной банковской системы «***Ва-Банк FXL***» хорошо масштабируется и имеет очень большой запас по производительности, а также хорошо подходит для использования технологии Oracle Database In-Memory. Использование опции Oracle Database In-Memory в сочетании с аппаратным сопроцессором баз данных DAX позволяет значительно ускорить работу автоматизированной системы «Платформа ***FXL***» в составе «***Core System FXL***» и Автоматизированной банковской системы «***Ва-Банк FXL***», более эффективно использовать аппаратные ресурсы и обеспечивать масштабируемость.

---

## РЕКОМЕНДАЦИИ

Для дальнейшего горизонтального масштабирования Системы достаточно линейного добавления требуемых ресурсов (дисковые мощности, CPU, ОЗУ), изменения степени параллельности процедур ЗОД. Ограничений, препятствующих масштабированию Системы, не обнаружено.

Для максимально эффективной утилизации преимуществ Oracle Database In-Memory для процедур ЗОД необходимо производить настройку больших размеров пачек для кэшей (коллекций), в которые происходит начитывание данных при пачковой обработки договоров.

Также Oracle Database In-Memory можно рекомендовать для ускорения больших отчетов с аналитическим профилем, а также для существенного ускорения отклика User Interface и снятие нагрузки (full scan) при поиске пользователями каких-либо данных в системе по произвольным атрибутам, которые не индексируются в базе данных.

Например, поиск клиентов с интересующей датой выдачи паспорта, по телефону, что не попадает под обычную индексацию.

В целом использование Oracle Database In-Memory позволяет кардинально сократить количество используемых индексов, а также сжимать данные в памяти, что кардинально влияет на снижение требований к оперативной памяти на больших объемах обрабатываемых данных.

Использование Oracle Database In-Memory за счет применения сжатия позволит закрепить в памяти не только hot, но и warm-зону.

---

## МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ

В данном разделе представлена методика нагрузочного тестирования, разработанная специалистами Исполнителя.

Для проведения нагрузочного тестирования был выбран наиболее тяжелый профиль нагрузки, который включает в себя все массовые операции, необходимые для регламентного закрытия дня по кредитам и депозитам, а также эмулирована нагрузка от внешних систем.

### Описание элементов Системы

Система разработана на платформе СУБД Oracle и предназначена для комплексной автоматизации бизнес-процессов банка, таких как бухгалтерский учет, кредитно-депозитная деятельность, работа и обслуживание банковских карт, формирование обязательной отчетности и др.

Описание компонентов Системы:

- БД Oracle – основной компонент, на котором реализован функционал ЗОД Системы;
- Сервер приложений – реализован с использованием технологий Oracle WebLogic Server и Oracle ADF, обеспечивает работу пользовательского интерфейса и обработку валидационной логики;
- Тонкий клиент – браузер Internet Explorer, Google Chrome либо Mozilla Firefox.

В рамках проведения нагрузочного тестирования выполнены следующие функции Системы:

- Процедура ЗОД (набор групповых процедур, предназначенных для закрытия дня);
- Эмуляция нагрузки от фронтальных систем и прочих внешних ИС.

## Состав и описание процедур ЗОД

Группа	Процедура	Описание процедуры
1 – Обработка собственных операций	Обработка собственных операций	Процедура предназначена для обработки подтвержденных, но необработанных собственных операций в пакетном режиме. Под обработкой подразумевается формирование проводок в соответствии с настроенной бухгалтерской моделью, а также, при необходимости, изменение аналитических регистров.
2.1 – Депозиты	Авторизация договоров	Процедура в пакетном режиме выполняет авторизацию депозитных договоров, на которые от Клиента поступили денежные средства в размере, заявленном при создании депозитного договора.  После авторизации депозитный договор считается активным, по нему могут производиться регламентные операции (начисление процентов, капитализация процентов итд).
2.2 – Депозиты	Удаление неавторизированных документов	Процедура в пакетном режиме отбирает неподтвержденные документы с операциями пополнения депозитных договоров, по которым не был осуществлен взнос денежных средств от Клиента.  Отобранные документы удаляются.

2.3 – Депозиты	Привязка платежей к договорам	<p>Процедура в пакетном режиме осуществляет привязку операций пополнения депозитных договоров, пришедших извне (например, через РКЦ).</p> <p>По каждому депозитному договору, к которому привязывается платеж, формируется операция пополнения.</p>
2.4 – Депозиты	Удаление неавторизированных договоров	<p>Процедура в пакетном режиме осуществляет отбор депозитных договоров, которые были созданы, но не были пополнены Клиентом в течение операционного дня.</p> <p>Отобранные депозитные договора перемещаются в архив и в дальнейшем считаются неактивными – никаких операций над ними больше не производится.</p>
3 – Ежедневный расчет и начисление процентов	Ежедневный расчет и начисление процентов	<p>Процедура предназначена для расчета и начисления процентов по активным кредитным и депозитным договорам в пакетном режиме. Запускается на ежедневной основе.</p> <p>Начисление процентов по кредитным договорам производится в дату выставления обязательного платежа и в конце месяца.</p>

		<p>Начисление процентов по депозитам (отражение на балансе, капитализация) производится в соответствии с настройками продукта.</p> <p>Возможна установка признака принудительного начисления процентов в произвольный день.</p>
4.1 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Обработка собственных операций	См. групповую процедуру «1 – Обработка собственных операций»
4.2 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Погашение задолженности	Процедура предназначена для распределения собственных средств активных договоров по выставленным требованиям в соответствии с настроенным порядком погашения задолженностей в пакетном режиме.
4.3 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Проверка статуса просрочки	<p>Процедура предназначена для проверки активных договоров, имеющих просроченную задолженность, и работает в пакетном режиме.</p> <p>Процедура отбирает договора, имеющим непогашенную просроченную задолженность на начало операционного дня, и анализирует остатки по аналитическим регистрам просроченной задолженности. Если остатки всех аналитических регистров</p>

		просроченной задолженности равны нулю (в результате работы процедуры погашения задолженности), у договора снимается признак наличия просроченной задолженности и он считается вышедшим с просрочки.
4.4 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Окончание периода ожидания оплаты просрочки	<p>Процедура в пакетном режиме выполняет обработку активных договоров, которые допустили выход на просрочку N дней назад от даты текущего операционного дня.</p> <p>Настройка количества дней N называется «период ожидания оплаты просроченной задолженности» и производится в разрезе продукта договора.</p> <p>Если по договору полностью погашена просроченная задолженность в течение настроенного периода ожидания ее оплаты, создается операция прощения штрафа.</p> <p>Если просроченная задолженность по договору не погашена, а настроенный период ожидания оплаты просроченной задолженности истек, по договору создается операция выставления штрафа с проводками.</p>

		Если на продукте договора не настроен период ожидания оплаты просроченной задолженности, договоры с таким продуктом для обработки не отбираются.
5.1 – Окончание платежного периода	Окончание платежного периода	<p>Процедура предназначена для пакетной обработки активных договоров, у которых дата оплаты выставленных требований совпадает с датой текущего операционного дня.</p> <p>Процедура анализирует баланс аналитических регистров с требованиями.</p> <p>Если баланс регистров больше нуля, формируются операции переноса непогашенных требований на просроченную задолженность, а по самому договору формируется событие изменения статуса на «Просрочен».</p> <p>Если баланс регистров равен 0, устанавливается признак своевременного погашения выставлений требований.</p>
5.2 – Окончание платежного периода	Обработка событий по договорам	Процедура предназначена для пакетной обработки событий изменения договоров, сформированных в результате работы предыдущих процедур.

		<p>К событиям относятся в том числе изменение статуса договора, изменение категории качества договора, изменение кредитного лимита договора итд.</p> <p>При обработке ряда событий формируются операции. К примеру, в случае изменении категории качества договора, могут быть сформированы операции переноса просроченной задолженности с баланса на внебаланс и наоборот.</p>
5.3 – Окончание платежного периода	Взимание отложенных комиссий	<p>Процедура выполняет пакетное взимание отложенных операционных комиссий по активным договорам.</p> <p>К примеру, комиссия за снятие наличных в банкомате чужого банка, если к кредитному договору выдается пластиковая карта и настроена такая комиссия.</p>
6 – Депозиты	Пролонгация/предзакрытие договоров	<p>Процедура выполняет пакетную обработку активных депозитных договоров, у которых дата окончания действия договора совпадает с датой текущего операционного дня.</p> <p>В соответствии с настройками продукта, каждый отобранный договор либо пролонгируется, либо предзакрывается (окончательное закрытие договора выполняется отдельной процедурой).</p>

7.1 – Окончание периода выборки	Окончание периода выборки	<p>Процедура выполняет пакетную обработку активных договоров, у которых дата окончания периода выборки совпадает с датой текущего операционного дня.</p> <p>Период выборки – это период, в течение которого Клиент может распоряжаться предоставленными банком средствами. По окончании периода выборки определяется сумма полной задолженности Клиента и производится расчет дат и сумм выставления требований к оплате в соответствии с параметрами кредитного продукта.</p> <p>По отобранным договорам создается событие по установке нулевого кредитного лимита.</p> <p>Период выборки настраивается в рамках продукта договора.</p> <p>Если на продукте договора период выборки не настроен, то договоры с таким продуктом в выборку не попадают.</p>
7.2 – Окончание периода выборки	Обработка событий по договорам	См групповую процедуру «5.2 – Окончание платежного периода»
7.3 – Окончание периода выборки	Обнуление остатка по окончании периода выборки	<p>Процедура выполняет пакетную обработку активных договоров, у которых дата окончания периода выборки совпадает с датой текущего операционного дня.</p>

		В результате выполнения процедуры по отобранным договорам формируется операция уменьшения неиспользованного кредитного лимита до 0 с проводками.
7.4 – Окончание периода выборки	Закрытие договоров	<p>Процедура производит закрытие активных договоров, которым ранее был проставлен признак «Предзакрыт» в результате работы предыдущих процедур, и работает в пакетном режиме.</p> <p>В процессе закрытия отобранных договоров анализируется баланс аналитических регистров требований, обязательных для погашения, а также баланс текущего счета.</p> <p>Для успешного закрытия договора балансы аналитических регистров и баланс текущего счет должны быть равны 0.</p> <p>Если это условие не соблюдено, договор не закрывается, в логах АБС размещается сообщение об ошибке закрытия договора.</p>
8 – Расчет услуги "Уменьшаю платеж"	Подключение услуги "Уменьшаю платеж"	Процедура выполняет пакетную обработку активных договоров, у которых дата подключения услуги «Уменьшаю платеж» совпадает с датой текущего операционного дня и выставлен признак необработанного подключения этой услуги.

		<p>По отобранным договорам производится перестроение графика платежей.</p> <p>После обработки, признак подключения услуги устанавливается в «Обработан» во избежание повторной активации услуги.</p>
9 – Расчет ежемесячных платежей	Расчет ежемесячных платежей	<p>Процедура выполняет пакетную обработку активных договоров, у которых дата выставления требований к оплате совпадает с датой текущего операционного дня.</p> <p>При выставлении требований оценивается статус оплаты предыдущих оплат, при необходимости рассчитываются и выставляются штрафы за просроченную задолженность, в зависимости от продукта договора может рассчитываться и выставляться сумма требований по оплате подключенных страховых продуктов итд.</p>
10 – Массовое перестроение графиков	Массовое перестроение графиков	<p>Процедура выполняет пакетное перестроение графиков активных договоров, у которых дата выставления требований к оплате совпадает с датой текущего операционного дня.</p>

11.1 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Перекатегоризация договоров кредитования	Процедура предназначена для пакетной обработки активных договоров, у которых в результате работы предыдущих процедур ЗОД произошло изменение категории качества.  Отобранные договора включаются в портфели категорий качества, определенные настройками АБС, и при необходимости исключаются из текущих портфелей.
11.2 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Обработка событий по договорам	См групповую процедуру «5.2 – Окончание платежного периода»
11.3 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Расчет резерва по договорам кредитования	Процедура выполняет расчет резервов в соответствии с настройками АБС, а также формирует операции уменьшения/увеличения резерва по каждому виду резервируемой задолженности в разрезе каждого портфеля категории качества.

## Тестовый стенд

### Конфигурация тестового стенда

Компонент	Оборудование	Конфигурация оборудования
Сервер БД	Oracle SPARC M7-16 Server	<ul style="list-style-type: none"><li>16 x Oracle SPARC M7 Processor</li><li>8 TB RAM</li><li>OC: Oracle Solaris 5.11 for SPARC</li></ul>
Дисковая подсистема	Oracle FS1-2 Flash Storage System	<ul style="list-style-type: none"><li>4 trays with 24*4Tb HDD 7200 RPM</li><li>3 trays with 24*300Gb HDD 10 000 RMP</li><li>2 trays with 13*1.6Tb Capacity SSD</li><li>4 trays with 7*400Gb Performance SSD</li></ul>
Сервер для эмулирования нагрузки внешних ИС		5 servers: 2 CPU Intel Xeon E5-2690 3Gz, 512Gb RAM, 2x300Gb HDD

### Спецификация процессора Oracle SPARC M7 Processor

- 32 SPARC V9 Cores;
- Each Core supports up to 8 threads, up to 256 hardware threads per processor;
- Maximum frequency: 4.133 GHz.

## Спецификация дискового массива Oracle FS1-2 Flash Storage System

В столбце «Общий объем» указана полезная емкость дискового раздела.

Раздел	Конфигурация	Общий объем	Использованный объем	Описание
FS1_CDATA	4 trays with 24*4Tb HDD disks 7200 RPM	128 TB	20 TB	cold-зона
FS1_PDATA	3 trays with 24*300Gb HDD disks 10 000 RMP	16 TB	4,6 TB	warm-зона
FS1_CFLASH	2 trays with 13*1.6Tb Capacity SSD	7,8 TB	5,6 TB	3,5 TB: hot-зона 2,1 TB: warm-зона
FS1_PFLASH	4 trays with 7*400Gb Performance SSD	3 TB	1 TB	Разделы undo, redo, temp

---

## Моделирование нагрузки

Основная нагрузка на БД при проведении нагрузочного тестирования вызывается процедурами ЗОД. Также при проведении тестирования эмулируется нагрузка внешних ИС.

### Моделирование нагрузки внешних ИС

В процессе закрытия дня будет производиться эмуляция нагрузки от следующих внешних информационных систем:

- ДБО;
- CRM;
- Фронт-офис.

Для моделирования нагрузки этих ИС будет произведена настройка ПО JMeter, который будет вызывать штатные PL/SQL процедуры АБС для выполнения необходимых операций, определенных в профиле нагрузочного тестирования. Для каждой процедуры создается набор потоков (thread group). Каждый поток в наборе – одно соединение с БД. В каждом потоке в бесконечном цикле выполняется одна процедура с определенной задержкой между итерациями вызова.

Профиль нагрузки внешних ИС описан в разделе «Профиль нагрузки внешних ИС».

### Подготовка тестовых данных

Скрипт для подготовки тестовых данных для проведения НТ разработан специалистами Исполнителя. Получение целевых количественных показателей бизнес значимых объектов для нагрузочного тестирования осуществляется путем клонирования существующих объектов до количества, указанного в профиле НТ.

В связи с тем, что для наполнения БД выбран способ клонирования существующих объектов, целостность бизнес-профиля банка на клонированных объемах сохраняется.

Перечень клонируемых объектов:

- Клиенты;
- Счета клиентов;
- История изменения заархивированных балансов счетов;

- 
- Проводки;
  - Договора клиентов;
  - Пластиковые карты, привязанные к кредитным договорам;
  - События по договорам;
  - История изменения договоров;
  - Портфели категорий качества договоров;
  - История изменения портфелей категорий качества договоров;
  - Привязка счетов клиента к договорам;
  - Изменение регистров (аналитических позиций) по договору;
  - Транзакции по пластиковым картам клиентов;
  - Операции по договорам клиентов;
  - Информация о рассчитанных и начисленных процентах;
  - Информация о плановых датах платежа и статусе их оплаты;
  - Информация о страховках;
  - Графики платежей по договорам.

---

## Критерии успешности проведенного тестирования

Нагрузочное тестирование считается успешно пройденным при выполнении следующих условий:

- Все групповые процедуры при выполнении операций закрытия дня успешно отработали без функциональных ошибок, эмуляция интерфейсных запросов отработала без ошибок;
- Суммарная длительность выполнения процедур ЗОД без использования In-Memory составит не более 6 часов;
- При использовании In-Memory наблюдается значительный прирост производительности на оптимизированных для In-Memory процедурах.

## Профили нагрузки

### Профиль нагрузки НТ

Профиль	Количество активных договоров	Кол-во договоров с датой платежа, равной дате закрываемого ОД	Использование In-Memory
Профиль 1	36 000 000	1 000 000	Нет
Профиль 2	36 000 000	1 000 000	Да
Профиль 3	100 000 000	2 700 000	Да

### Количественные показатели бизнес значимых объектов, обрабатываемых в ЗОД (Профиль 1 НТ и Профиль 2 НТ)

№	Сущность	Объем, записей
1	Карточка клиента ФЛ	69 400 000
2	Карточка клиента ЮЛ	1 700 000
3	Счета, всего, включая клиентские	248 600 000
4	Счета, внутрибанковские	212 000 000
5	Текущие/расчетные счета	36 600 000
6	Суммарное количество проводок	2 820 000 000
7	Всего договоров	36 000 000
8	Договора депозитов ФЛ	6 000 000
9	Кредитные договора	30 000 000
10	Графики платежей, всего	735 000 000
11	Банки	20 000
12	Оргструктура	228
13	Корреспондентский счет (Лоро, Ностро)	36

14	Счета невыясненных и незавершенных	71
15	Входящий реестр зачислений	350

### Профиль нагрузки внешних ИС

Тип операции	Время отклика, сек	Кол-во вызовов в день
Публикация карточки клиента	не более 1	390 000
<b>Кредиты</b>		
Кредиты наличными	не более 1	136 500
Автокредиты	не более 1	29 400
Ипотека	не более 1	29 400
Информационный сервис по кредитам всех типов	не более 1	4 242 000
Подключение\отключение продуктовой страховки	не более 1	33 000
Подключение ЧДП/ПДП	не более 1	96 000
<b>Счета и депозиты</b>		
Обслуживание депозитов ФЛ	не более 1	411 000
Информационный сервис по депозитам ФЛ	не более 1	774 000
Обслуживание ДКО ФЛ (включая счета)	не более 1	442 470
Информационный сервис по счетам ФЛ	не более 1	1 293 000
<b>Платежи и переводы клиентов</b>		
Транзакции клиентов (ТС-все фазы проведения)	не более 1	8 145 000
Транзакции пользователей (все фазы проведения)	не более 1	6 348 900
Реестровые зачисления	не более 1	2 592 500

## Этапы тестирования

Последовательность действий при проведении нагрузочного тестирования можно разделить на следующие этапы:

№	Наименование этапа	Описание
1	Разработка методики нагрузочного тестирования	Определение целей и задач тестирования, определение профилей НТ и ограничений тестирования
2	Подготовка тестового стенда	Развертывание и настройка БД. Развертывание и настройка отдельного сервера для эмуляции нагрузки внешних ИС
3	Подготовка БД, разработка средств СНТ	Разработка и тестирование скриптов для подготовки тестовых данных, установка и настройка ПО JMeter
4	Проведение тестового ЗОД	Установка точки восстановления. Проведение тестового ЗОД для определения оптимальных показателей количества потоков для групповых процедур. Проверяется корректность работы скриптов для подготовки тестовых данных. При необходимости вносятся исправления, производится откат БД к точке восстановления и повторный запуск процедур ЗОД
5	Проведение нагрузочного тестирования, Профиль 1 НТ	Получение результатов нагрузочного тестирования для Профиля 1 НТ (36 млн договоров, технология In-Memory не используется)
6	Подготовка БД к тестированию Профиля 2 НТ	Настройка БД для оптимального использования технологии Oracle Database In-Memory. Определение hot-зон.

7	Проведение тестового ЗОД	Установка точки восстановления. Проведение тестового ЗОД для определения оптимальных показателей количества потоков для групповых процедур. Проверяется готовность БД к использованию технологии In-Memory. При необходимости вносятся изменения, производится откат на точку восстановления и повторный запуск процедур ЗОД
8	Проведение зачетного тестирования, Профиль 2 НТ	Получение результатов нагрузочного тестирования для Профиля 2 НТ (36 млн договоров, с использованием технологии In-Memory)
9	Разработка финального отчета	Фиксация полученных результатов в финальном отчете, формирование выводов

---

## ОГРАНИЧЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Нагрузочное тестирование Системы производится с учетом следующих ограничений:

1. Данное тестирование не является функциональным и не направлено на выявление функциональных ошибок ПО;
2. Данное тестирование не направлено на выявление дефектов в аппаратной части стенда;
3. Данное тестирование не направлено на определение оптимальной аппаратной конфигурации;
4. В рамках данного тестирования не планируется проведение нагрузочного тестирования эмуляции работы пользователей в системе;
5. Нагрузка внешних ИС моделируется с помощью ПО JMeter в соответствии с профилем нагрузки внешних ИС;
6. Запуск групповых процедур ЗОД осуществляется непосредственно на базе данных с помощью разработанного скрипта для автоматического поочередного запуска групповых процедур;
7. Целевые количественные показатели бизнес-объектов для составления профиля нагрузочного тестирования были разработаны исполнителем.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВ

### Время выполнения процедур ЗОД

Группа	Процедура	Время выполнения процедуры, мин		Ускорение с In-Memory
		Профиль 1 НТ	Профиль 2 НТ (с IM)	
1 – Обработка собственных операций	Обработка собственных операций	0:01:02	0:00:48	
2.1 – Депозиты	Авторизация договоров	0:01:19	0:01:11	
2.2 – Депозиты	Удаление неавторизованных документов	0:00:38	0:00:42	
2.3 – Депозиты	Привязка платежей к договорам	0:00:02	0:00:02	
2.4 – Депозиты	Удаление неавторизованных договоров	0:01:52	0:01:46	
3 – Ежедневный расчет и начисление процентов	Ежедневный расчет и начисление процентов	<b>0:24:08</b>	<b>0:04:41 (*)</b>	<b>~ 6 раз</b>
4.1 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Обработка собственных операций	0:00:39	0:00:43	
4.2 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Погашение задолженности	0:37:12	0:26:00	

4.3 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Проверка статуса просрочки	0:02:07	0:02:07	
4.4 – Погашение задолженности по договорам кредитования	Окончание периода ожидания оплаты просрочки	0:06:22	0:05:31	
5.1 – Окончание платежного периода	Окончание платежного периода	0:09:20	0:08:58	
5.2 – Окончание платежного периода	Обработка событий по договорам	0:01:18	0:01:17	
5.3 – Окончание платежного периода	Взимание отложенных комиссий	0:08:11	0:08:20	
6 – Депозиты	Пролонгация/предзакрытие договоров	0:07:39	0:08:16	
7.1 – Окончание периода выборки	Окончание периода выборки	0:05:45	0:05:34	
7.2 – Окончание периода выборки	Обработка событий по договорам	0:01:15	0:01:12	
7.3 – Окончание периода выборки	Обнуление остатка по окончанию периода выборки	0:09:39	0:09:26	
7.4 – Окончание периода выборки	Закрытие договоров	0:01:48	0:01:31	
8 – Расчет услуги "Уменьшаю платеж"	Подключение услуги "Уменьшаю платеж"	0:01:26	0:00:37	
9 – Расчет ежемесячных платежей	Расчет ежемесячных платежей	0:39:31	0:40:52	
10 – Массовое перестроение графиков	Массовое перестроение графиков	0:28:23	0:29:47	

11.1 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Перекатегоризация договоров кредитования	<b>0:09:17</b>	<b>0:04:44 (*)</b>	<b>~ 2 раза</b>
11.2 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Обработка событий по договорам	0:02:15	0:02:11	
11.3 – Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования	Расчет резерва по договорам кредитования	0:08:00	0:11:09	
<b>ИТОГО</b>		<b>03:29:08</b>	<b>02:57:25</b>	

\* - процедура была оптимизирована для использования технологии Oracle Database In-Memory.

## Нагрузка внешних ИС

Столбец «Кол-во вызовов во время ЗОД» содержит показатели количества вызовов интерфейсных операций за время выполнения ЗОД. Соответственно, при меньшем времени ЗОД, количество вызовов интерфейсных операций также меньше.

Так как интенсивность вызовов операций, настроенных в ПО JMeter, идентична для обоих профилей, количественные показатели нагрузки внешних ИС за единицу времени примерно совпадают.

Тип операции	Кол-во вызовов во время ЗОД		Кол-во операций в секунду	
	Профиль 1 НТ	Профиль 2 НТ	Профиль 1 НТ	Профиль 2 НТ
Публикация карточки клиента	56 077	50 811	4,09	4,78
<b>Кредиты</b>				
Кредиты наличными	19 627	17 784	1,43	1,67
Автокредиты	4 227	3 830	0,31	0,36
Ипотека	4 227	3 830	0,31	0,36
Информационный сервис по кредитам всех типов	824 574	644 605	60,2	60,58
Подключение\отключение продуктовой страховки	5 287	4 135	0,39	0,41



Закрытое акционерное общество  
«Флекс Софтваре Системс»  
127055 Россия, г. Москва, ул. Новолесная, д.2  
Тел./факс: +7 (495) 788-03-25, [www.flexsoft.com](http://www.flexsoft.com)

Подключение ЧДП/ПДП	15 861	11 866	1,16	1,12
<b>Счета и депозиты</b>				
Обслуживание депозитов ФЛ	79 892	62 455	5,83	5,87
Информационный сервис по депозитам ФЛ	150 453	117 615	10,98	11,05
Обслуживание ДКО ФЛ (включая счета)	86 009	67 237	6,28	6,32
Информационный сервис по счетам ФЛ	251 338	196 481	18,35	18,46
<b>Платежи и переводы клиентов</b>				
Транзакции клиентов (ТС-все фазы проведения)	1 154 803	786 938	84,31	83,95
Транзакции пользователей (все фазы проведения)	900 150	613 405	65,72	65,65
Реестровые зачисления	327 087	231 978	23,88	23,80

## Профиль 1 НТ, результаты тестирования

### Утилизация ресурсов

В таблице, представленной ниже, приведены системные метрики утилизации ресурсов:

Показатель		Значение показателя
MEMORY, % USAGE (TOTAL 8TB)	MIN	68,8
	AVG	69,6
	MAX	71,7
MEMORY, USED MIB	MIN	5 394 241
	AVG	5 452 211
	MAX	5 618 143
PROCESSOR, %LOAD (CPU COUNT 512)	MIN	0
	AVG	5,2595
	MAX	10
PROCESSOR, %SYS	MIN	0
	AVG	0,2953
	MAX	3
PROCESSOR, %USR	MIN	0
	AVG	4,9642
	MAX	9
PROCESSOR, CONTEXT SWITCHES/S	MIN	15 570
	AVG	157 065,2

	MAX	396 864
PROCESSOR, RUN QUEUE LENGTH	MIN	0
	AVG	0,2394
	MAX	2
DISK, IOPS	MIN	27,5
	AVG	23 266,27
	MAX	123 798,80
DISK, KB/S	MIN	235
	AVG	755 811,88
	MAX	4 037 813,47
DISK, AVERAGE IO TIME, MC	MIN	0,04
	AVG	0,84
	MAX	12,92

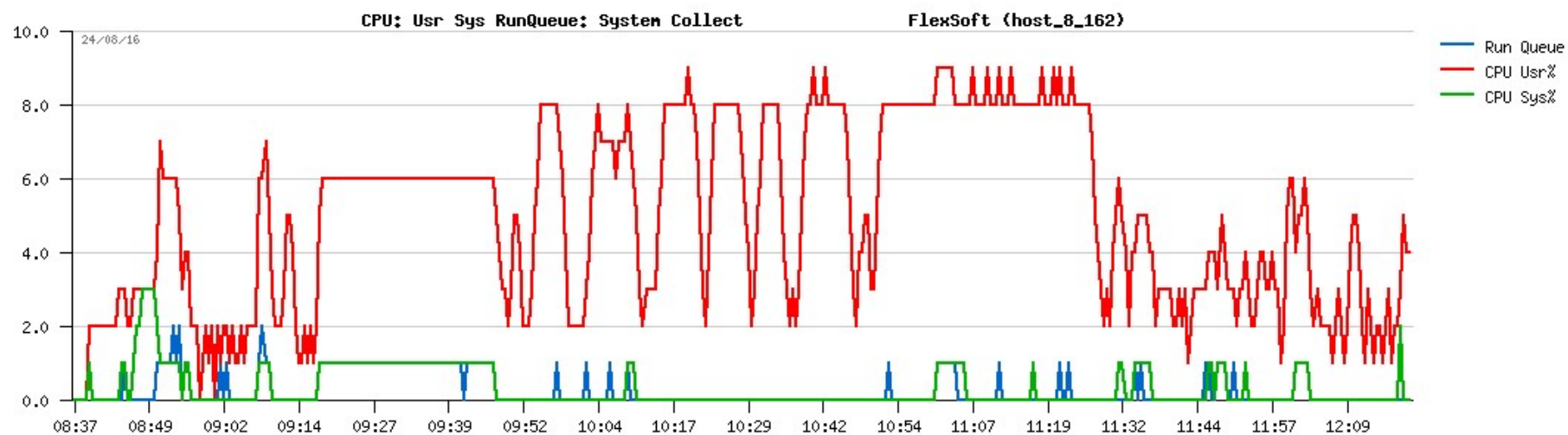
#### Комментарий к разделу «Утилизация ресурсов»

При обращении к объектам, они загружались в кэш СУБД Oracle и в дальнейшем не вытеснялись из нее, поскольку объем памяти был предоставлен с большим избытком.

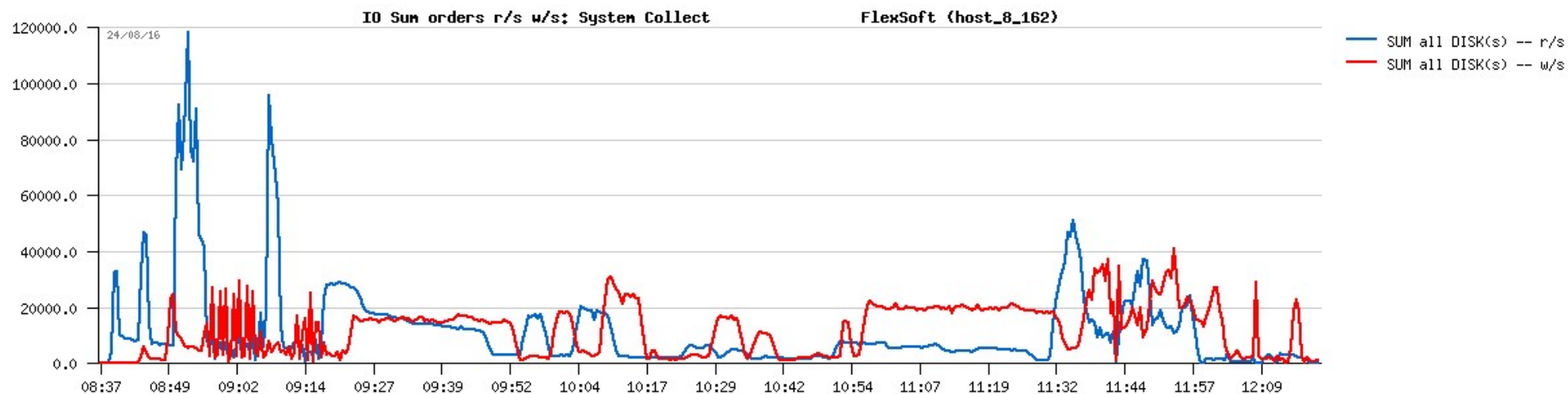
При тестировании были инициированы запросы к объектам warm-зоны (массовый перебор всей истории проводок), скорость работы которых не является критичной метрикой для работы Системы. Тем не менее, в момент выполнения запросов, объекты warm-зоны были закешированы СУБД Oracle в памяти. Реальный объем hot-зоны в памяти, к которым обращались процессы ЗОД и сервисы АБС, обрабатывающие запросы от внешних ИС, на 36 млн договоров составляет **2,5 терабайта** (без применения сжатия данных в памяти, включая индексные структуры).

## Графики системной нагрузки

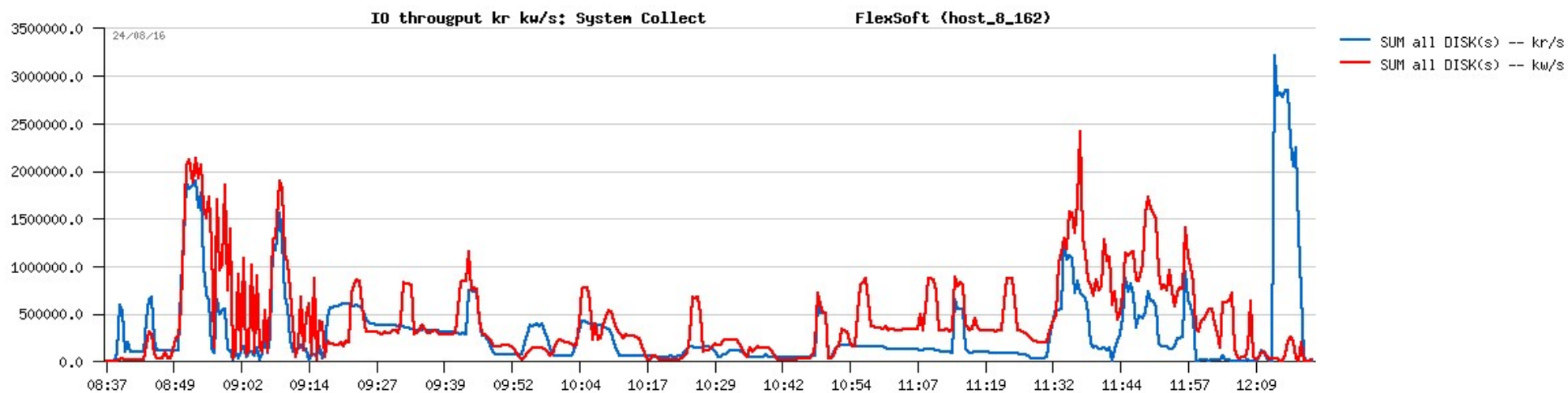
### Процессорная очередь и утилизация ЦП



## Операции ввода/вывода в секунду (IOPS)



## Полоса ввода/вывода на чтение/запись, Кб в секунду



## Основные показатели Oracle DB

### Top 10 Foreground Events by Total Wait Time

Event	Waits	Total Wait Time (sec)	Wait Avg(ms)	% DB time	Wait Class
DB CPU		2.8M		55.6	
db file sequential read	88,074,275	496K	5.63	10.0	User I/O
db file scattered read	49,073,328	383.6K	7.82	7.7	User I/O
buffer busy waits	3,695,368	62.3K	16.86	1.3	Concurrency
db file parallel read	1,923,540	52.3K	27.19	1.1	User I/O
read by other session	8,504,960	40.5K	4.76	.8	User I/O
enq: TX - index contention	732,136	38.6K	52.79	.8	Concurrency
direct path read	41,070	22.9K	558.45	.5	User I/O
flashback buf free by RVWR	42,213	14.7K	349.03	.3	Configuration

### Memory Statistics

	Begin	End
Host Mem (MB):	7,839,744.0	7,839,744.0
SGA use (MB):	5,455,872.0	5,455,872.0
PGA use (MB):	22,491.8	25,961.0
% Host Mem used for SGA+PGA:	69.88	69.92

### IO Profile

	Read+Write Per Second	Read per Second	Write Per Second
Total Requests:	10,820.9	5,275.6	5,545.3
Database Requests:	10,119.6	5,201.1	4,918.5
Optimized Requests:	0.0	0.0	0.0
Redo Requests:	314.1	24.3	289.8
Total (MB):	406.3	142.5	263.8
Database (MB):	191.1	117.4	73.7
Optimized Total (MB):	0.0	0.0	0.0
Redo (MB):	48.1	24.3	23.8
Database (blocks):	24,454.9	15,025.8	9,429.1
Via Buffer Cache (blocks):	21,078.0	11,656.3	9,421.7
Direct (blocks):	3,376.9	3,369.5	7.4

---

## **Профиль 2 НТ (две процедуры оптимизированы для In-Memory), результаты тестирования**

### **Комментарий к результатам тестирования Профиля 2 НТ**

В рамках проведенного нагрузочного тестирования в соответствии с Профилем 2 НТ были перенастроены размеры пачек (увеличены до 50 000 договоров) для всех кэш-процедур «3 – *Ежедневный расчет и начисление процентов*», **время работы которой уменьшилось в 5 раз**, с 24 мин 8 сек до 4 мин 41 сек.

Перенастройка размера пачек для всех кэш-процедур «11.1 – *Перекаатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования*» **уменьшила время ее работы в 2 раза**, с 9 мин 17 сек до 4 мин 44 сек.

Объем hot-зоны, закрепленной в памяти, в сжатом виде составил 284 Гб при исходном объеме данных 1 528 Гб. Таким образом, средний коэффициент сжатия составил 5,4.

Сравнительное время работы процедур ЗОД указано в разделе «Время выполнения процедур».

Сравнительная интенсивность нагрузки внешних ИС указана в разделе «Нагрузка внешних ИС».

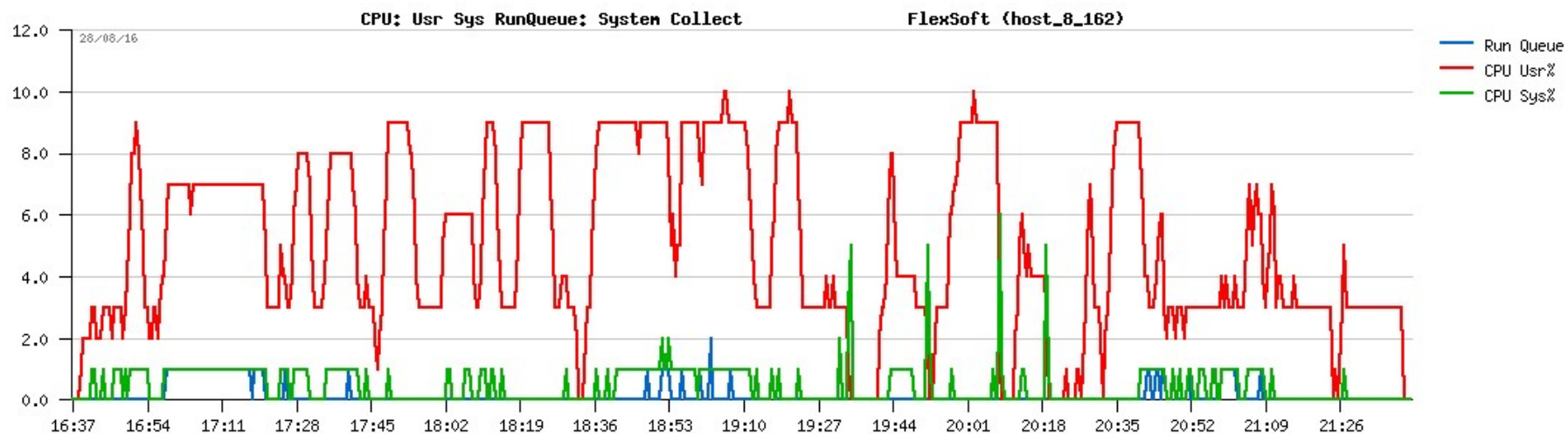
## Утилизация ресурсов

Показатель		Значение показателя
MEMORY, % USAGE (TOTAL 8TB)	MIN	81,4
	AVG	83,2
	MAX	88,7
MEMORY, USED MIB	MIN	6 382 185
	AVG	6 522 802
	MAX	6 955 854
PROCESSOR, %LOAD (CPU COUNT 512)	MIN	0
	AVG	5,38
	MAX	11
PROCESSOR, %SYS	MIN	0
	AVG	0,42
	MAX	6
PROCESSOR, %USR	MIN	0
	AVG	4,96
	MAX	10
PROCESSOR, CONTEXT SWITCHES/S	MIN	8 236
	AVG	105 743
	MAX	376 030
PROCESSOR, RUN QUEUE LENGTH	MIN	0
	AVG	0,12
	MAX	2

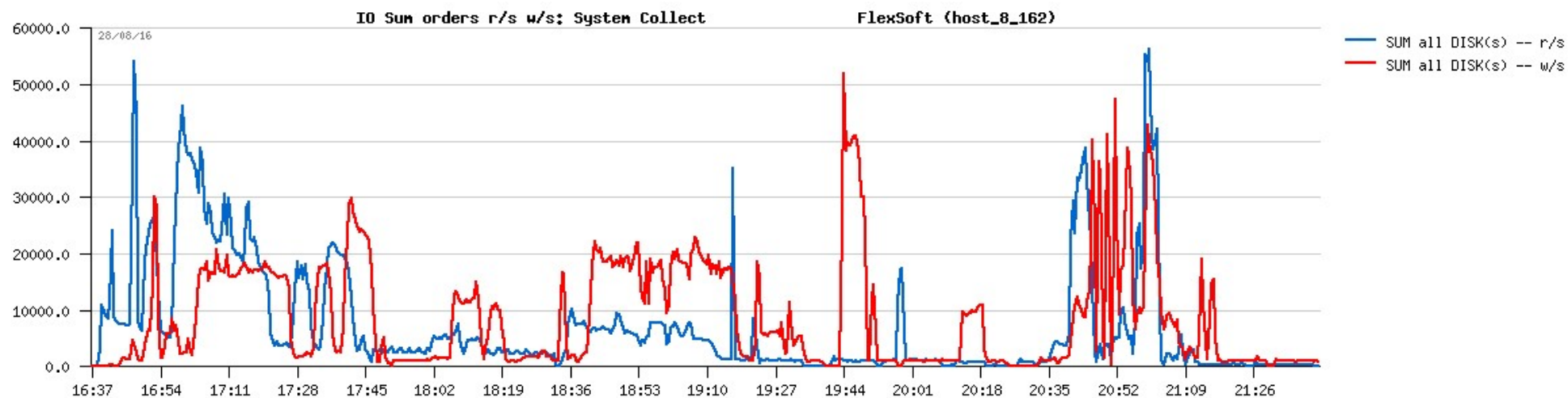
DISK, IOPS	MIN	10,2
	AVG	15 688
	MAX	97 024
DISK, KB/S	MIN	87
	AVG	528 680
	MAX	5 444 539
DISK, AVERAGE IO TIME, MC	MIN	0,04
	AVG	0,68
	MAX	6,82

## Графики системной нагрузки

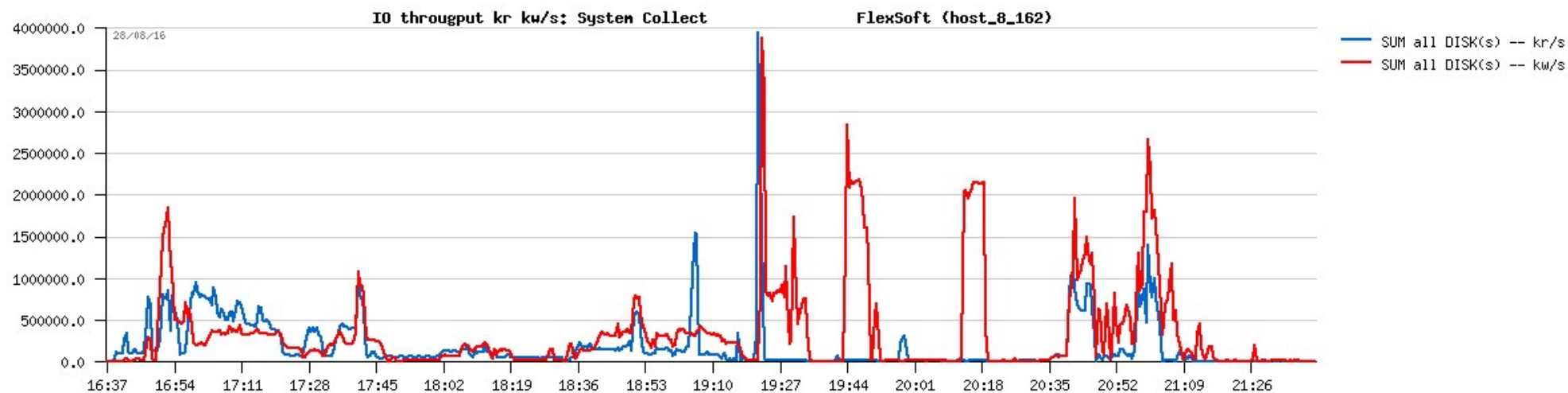
### Процессорная очередь и утилизация ЦП



## Операции ввода/вывода в секунду (IOPS)



## Полоса ввода/вывода на чтение/запись, Кб в секунду



---

## Анализ тестов с использованием Oracle Database In-Memory и DAX

### Тестирование процедуры «Перекатегоризация и расчет резерва по договорам кредитования»

В качестве примера, для анализа результатов тестирования с использованием технологии Oracle Database In-Memory и DAX, рассмотрим одну из процедур закрытия дня - «11.1 – Перекатегоризация и **расчет резерва по договорам кредитования**»

Для сравнения метрик производительности БД на данном тесте, без использования технологии In-Memory и с использованием In-Memory, был получен отчет *AWR Compare Report*.

*AWR Compare Report* в виде отчета в формате HTML показывает различия в метриках производительности БД за разные периоды времени. Соответственно, для сравнения было взято два периода: период выполнения теста *CRP\_RES\_TYPE\_PACK.Reform\_Res\_Types* без использования технологии In-Memory и период выполнения этого же теста с использованием технологии In-Memory и DAX.

## WORKLOAD REPOSITORY COMPARE PERIOD REPORT

### Report Summary

Snapshot Set	DB Name	DB Id	Instance	Inst num	Release	Cluster	Host	Std Block Size
First (1st)	FLEXDB	2550840098	fs1db		1 12.1.0.2.0	NO	host-8-162	8192
Second (2nd)	FLEXDB	2550840098	fs1db		1 12.1.0.2.0	NO	host-8-162	8192

Snapshot Set	Begin Snap Id	Begin Snap Time	End Snap Id	End Snap Time	Avg Active Users	Elapsed Time (min)	DB time (min)
1st	706	24-Aug-16 11:50:17 (Wed)	708	24-Aug-16 12:10:51 (Wed)	578.3	20.6	11,895.4
2nd	942	28-Aug-16 21:03:37 (Sun)	944	28-Aug-16 21:08:56 (Sun)	350.1	5.3	1,859.6
%Diff					-39.5	-74.2	-84.4

*AWR Compare Report* показывает, что общее время работы базы данных (время суммируется по всем сессиям и потокам) – колонка “*DB time (min)*” в заголовке отчета - уменьшилось более чем в 6 раз!

Согласно таблице профиля нагрузки (таблица *Load Profile*) отчета *AWR Compare Report*, количество SQL-запросов, выполняемых за одну секунду (параметр *Executes SQL*) увеличилось в 4 раза.

## Load Profile

	1st per sec	2nd per sec	%Diff	1st per txn	2nd per txn	%Diff
DB time:	578.3	350.1	-39.5	3.1	1.8	-41.7
CPU time:	129.5	217.1	67.7	0.7	1.1	61.4
Background CPU time:	3.4	9.5	181.6	0.0	0.0	150.0
Redo size (bytes):	57,475,750.0	14,533,459.7	-74.7	310,112.2	75,546.8	-75.6
Logical read (blocks):	3,965,463.7	6,020,650.4	51.8	21,395.8	31,296.1	46.3
Block changes:	218,385.1	97,730.1	-55.2	1,178.3	508.0	-56.9
Physical read (blocks):	9,844.6	4,984.8	-49.4	53.1	25.9	-51.2
Physical write (blocks):	33,843.8	50,724.1	49.9	182.6	263.7	44.4
Read IO requests:	6,062.0	2,043.5	-66.3	32.7	10.6	-67.5
Write IO requests:	13,637.2	5,462.7	-59.9	73.6	28.4	-61.4
Read IO (MB):	76.9	38.9	-49.4	0.4	0.2	-51.2
Write IO (MB):	264.4	396.3	49.9	1.4	2.1	44.1
IM scan rows:	0.0	350,663,069.7	100.0	0.0	1,822,791.4	100.0
Session Logical Read IM:						
User calls:	1,911.1	2,030.3	6.2	10.3	10.6	2.3
Parses (SQL):	688.1	723.2	5.1	3.7	3.8	1.3
Hard parses (SQL):	1.0	1.8	81.8	0.0	0.0	0.0
SQL Work Area (MB):	90.3	248.4	175.0	0.5	1.3	175.0
Logons:	1.4	1.7	20.3	0.0	0.0	0.0
Executes (SQL):	130,824.2	435,322.1	232.8	705.9	2,262.9	220.6
Transactions:	185.3	192.4	3.8			

## Time Model Statistics

• Ordered by absolute value of 'Diff' column of '% of DB time', descending (DB time statistic first, background statistics last)

Statistic Name	% of DB time			% of Total CPU time			Time (seconds)			Time per Trans (seconds)		
	1st	2nd	Diff	1st	2nd	Diff	1st	2nd	%Diff	1st	2nd	%Diff
DB CPU	22.39	62.00	39.61	97.46	95.81	1.65	159,783.62	69,178.71	-56.70	0.70	1.13	61.43
sql execute elapsed time	47.74	81.55	33.81				340,753.29	90,992.65	-73.30	1.49	1.48	-0.67
PL/SQL execution elapsed time	1.78	9.63	7.86				12,695.27	10,750.07	-15.32	0.06	0.18	200.00
repeated bind elapsed time	0.29	1.86	1.57				2,075.44	2,074.99	-0.02	0.01	0.03	200.00
sequence load elapsed time	0.03	0.18	0.16				182.73	202.79	10.98	0.00	0.00	0.00
parse time elapsed	0.01	0.01	0.01				48.65	14.16	-70.89	0.00	0.00	0.00
hard parse elapsed time	0.00	0.00	0.00				14.34	4.15	-71.06	0.00	0.00	0.00
PL/SQL compilation elapsed time	0.00	0.00	0.00				3.91	2.26	-42.20	0.00	0.00	0.00
connection management call elapsed time	0.00	0.00	0.00				0.31	0.52	67.74	0.00	0.00	0.00
hard parse (sharing criteria) elapsed time	0.00	0.00	-0.00				2.19	0.25	-88.58	0.00	0.00	0.00
failed parse elapsed time	0.00	0.00	0.00				0.03	0.01	-66.67	0.00	0.00	0.00
hard parse (bind mismatch) elapsed time	0.00	0.00	-0.00				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
background elapsed time							16,360.42	8,688.19	-46.90	0.07	0.14	100.00
background cpu time				2.54	4.19	-1.65	4,156.09	3,024.35	-27.23	0.02	0.05	150.00
background IM repopulation elapsed time							0.00	1,138.85	100.00	0.00	0.02	100.00
background IM repopulation cpu time				0.00	1.55	-1.55	0.00	1,120.40	100.00	0.00	0.02	100.00
background IM prepopulation elapsed time							0.00	520.22	100.00	0.00	0.01	100.00
background IM trickle repopulation elapsed time							0.00	88.40	100.00	0.00	0.00	0.00
background IM trickle repopulation cpu time				0.00	0.12	-0.12	0.00	85.02	100.00	0.00	0.00	0.00
background IM prepopulation cpu time				0.00	0.07	-0.07	0.00	52.85	100.00	0.00	0.00	0.00
background IM population elapsed time							0.00	0.62	100.00	0.00	0.00	0.00
background IM population cpu time				0.00	0.00	-0.00	0.00	0.53	100.00	0.00	0.00	0.00
DB time							713,726.06	111,578.26	-84.37	3.12	1.82	-41.67
total CPU time	22.97	64.71	41.74				163,939.71	72,203.07	-55.96	0.72	1.18	64.33

---

Ускорение работы теста также подтверждает общее время работы БД, затраченное на выполнение запросов (“*sql execute elapsed time*”) таблицы “*Time Model Statistics*”. В тесте с использованием технологии In-Memory оно уменьшилось почти в 4 раза.

Эффективность использования аппаратных ресурсов в тесте с использованием технологии Oracle Database In-Memory подтверждает, в том числе, тот факт, что потребление CPU (DB CPU) базой данных снизилось примерно в два раза.

### **Тестирование процедуры «Ежедневный расчет и начисление процентов»**

В качестве примера, для анализа результатов тестирования с использованием технологии Oracle Database In-Memory и DAX, рассмотрим еще одну из процедур закрытия дня - «*Ежедневный расчет и начисление процентов*»

В связи с тем, что в тесте без использования технологии Database In-Memory, снимки AWR (AWR Snapshots) точно не попали в начало и в конец теста, при сравнении было сделано следующее допущение.

Поскольку тест был в период с 24.08.2016 8:45:51 до 24.08.2016 9:09:59, чтобы получить корректное сравнение, были использованы имеющиеся AWR-снимки целиком покрывающие данный тест – с 8:50 до 9:10, то есть метрики производительности покрывают только 20 минут из 24-х минутного теста. Поскольку тест состоит из набора множества однотипных операций, значения метрик в тесте без In-Memory были увеличены на 20%.

Отчет *AWR Compare Report* показывает, что общее время работы базы данных – колонка “*DB time (min)*” в заголовке отчета, - в тесте с использованием In-Memory уменьшилось более чем в 8 раз!

## WORKLOAD REPOSITORY COMPARE PERIOD REPORT

### Report Summary

Snapshot Set	DB Name	DB Id	Instance	Inst num	Release	Cluster	Host	Std Block Size
First (1st)	FLEXDB	1427331301	fs1db	1	12.1.0.2.0	NO	host-8-162	8192
Second (2nd)	FLEXDB	1427331301	fs1db	1	12.1.0.2.0	NO	host-8-162	8192

Snapshot Set	Begin Snap Id	Begin Snap Time	End Snap Id	End Snap Time	Avg Active Users	Elapsed Time (min)	DB time (min)
1st	688	24-Aug-16 08:50:07 (Wed)	690	24-Aug-16 09:10:39 (Wed)	573.6	20.5	11,780.6
2nd	884	28-Aug-16 16:48:34 (Sun)	887	28-Aug-16 16:55:13 (Sun)	251.0	6.6	1,668.5
%Diff					-56.2	-67.6	-85.8

### Time Model Statistics

- Ordered by absolute value of 'Diff' column of '% of DB time', descending (DB time statistic first, background statistics last)

Statistic Name	% of DB time			% of Total CPU time			Time (seconds)			Time per Trans (seconds)		
	1st	2nd	Diff	1st	2nd	Diff	1st	2nd	%Diff	1st	2nd	%Diff
DB CPU	21.00	84.42	63.42	98.10	93.83	4.27	148,440.29	84,511.54	-43.07	0.70	1.08	54.29
sql execute elapsed time	65.63	97.05	31.42				463,897.36	97,155.31	-79.06	2.19	1.24	-43.38

---

Ускорение работы теста также подтверждает общее время работы БД, затраченное на выполнение запросов (“*sql execute elapsed time*”) таблицы “*Time Model Statistics*”. В тесте с использованием технологии In-Memory оно уменьшилось в 6 раз.

Эффективность использования аппаратных ресурсов в тесте с использованием технологии Oracle Database In-Memory подтверждает, в том числе, тот факт, что потребление CPU (параметр DB CPU) базой данных снизилось в 2 раза.

---

## Описание технологии Oracle Database In-Memory

В СУБД Oracle Database данные таблиц традиционно хранились в виде набора строк. Каждая строка состоит из нескольких полей, при этом каждое поле представляет определенный атрибут записи. Такой строчный формат идеально подходит для систем обработки транзакций в режиме реального времени (OLTP), так как формат строки обеспечивает быстрый доступ ко всем полям, поскольку все данные конкретной записи хранятся в оперативной памяти и локальном хранилище.

В базе данных колоночного формата таблица разрезается на колонки (столбцы) и данные хранятся в виде набора столбцов таблицы. Такой колоночный формат является идеальным для выполнения аналитических запросов, поскольку он обеспечивает быструю выборку данных в тех случаях, когда выбрано всего несколько столбцов, но для выполнения запроса требуется доступ к большей части набора данных. Однако он не очень хорош для OLTP запросов.

До сих пор в большинстве СУБД можно было выбрать только один формат, и данный выбор приходилось делать между неоптимальной производительностью OLTP или неоптимальной производительностью аналитики.

Oracle Database In-Memory (Database In-Memory) позволяет в одной СУБД Oracle использовать преимущества обоих форматов обеспечивая производительность как OLTP, так и аналитических запросов. Oracle предоставляет возможность использования данных как в формате строки в оперативной памяти (традиционный буфер), так и в новом колоночном формате в оперативной памяти.

Следует обратить внимание, что архитектура двойного формата не требует двойного объема памяти. В колоночном кэше можно хранить только те таблицы, столбцы и части таблиц (партиции), которые нужны для выполнения аналитических запросов.

Данные, которые хранятся в колоночном кэше, сжимаются с использованием нового набора алгоритмов сжатия, которые помогают не только экономить оперативную память, но и повышать скорость выполнения запросов. Новый формат сжатия данных Oracle In-Memory позволяет делать запросы непосредственно по сжатым столбцам, поскольку распаковка производится на уровне сопроцессора БД, разгружая от этой операции вычислительные процессоры сервера.

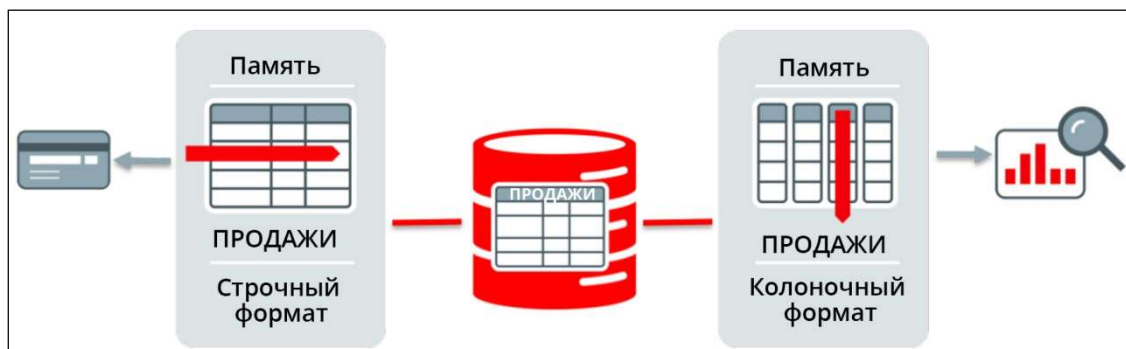


Рис. 3. Уникальная архитектура Oracle двойного формата

Колоночный формат, используемый в колоночном кэше в памяти, был разработан специально таким образом, чтобы максимально увеличить количество значений в столбцах, которые могут быть загружены в векторные регистры сопроцессора DAX и обработаны за одну команду процессора. Благодаря векторной обработке Oracle Database In-Memory на сопроцессоре DAX, способна обрабатывать миллиарды строк в секунду.

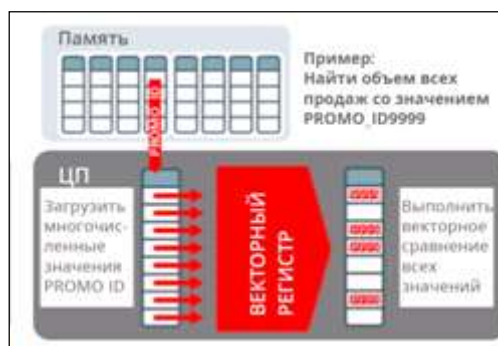


Рис. 4. Оптимизация запроса с помощью векторных команд сопроцессора

Оптимизатор запросов СУБД Oracle Database полностью поддерживает колоночный формат: Он автоматически использует для выполнения аналитических запросов колоночный кэш, а для выполнения OLTP-запросов и DML-операций — обычный буферный кэш, обеспечивая высокую производительность и полную согласованность данных между этими двумя кэшами без каких-либо изменений приложений.

Oracle Database In-Memory прозрачно ускоряет аналитические запросы, что позволяет пользователям принимать бизнес-решения в режиме реального времени. Оба формата хранения

---

одновременно активны и транзакционно согласованны. Использование колоночного хранилища в СУБД Oracle Database полностью совместимо со ВСЕМИ существующими функциями и не требует никаких изменений на уровне приложений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о проведении нагрузочного тестирования автоматизированной системы «Платформа **FXL**»  
в составе «**Core System FXL**» (Свидетельство №2015617316 от 07.07.2015 г.) и  
Автоматизированной банковской системы «**Ва-Банк FXL**» (Свидетельство № 2012610898 от  
20.01.2012г.)

1. Приложение хорошо масштабируется и имеет очень большой запас по производительности.
2. Приложение оптимизировано для использования на платформе Oracle SPARC M7 Server.
3. Приложение оптимизировано и готово для использования опции Oracle Database In-Memory.
4. При использовании Oracle Database In-Memory с аппаратным со-процессором DAX наблюдается пятикратный прирост производительности на оптимизированных для Oracle Database In-Memory процедурах.

От корпорации Oracle

Захаров Павел

Ривкин Марк

Мельников Игорь



От ЗАО «ФлексСофт»

Борискин Александр

Нестрогаев Андрей

Горбашов Юрий

Токарев Сергей

